

012

IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

SESSÕES TEMÁTICAS



O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL BRASILEIRA A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE ATIVIDADES ESPACIAIS (PNAE)

Fabiany Maria Made e Vellasco (Agência Espacial Brasileira)

INTRODUÇÃO

A indústria espacial é intensiva em tecnologia, altamente inovativa e está na fronteira do conhecimento (OCDE, 2017). Utiliza mão de obra muito qualificada; integra conhecimentos e atividades multidisciplinares; é geradora de tecnologia de ponta com rápida evolução; propicia a transferência de inovações para outras indústrias e setores; e desenvolve produtos complexos e de alto valor agregado.

Desde as teorizações de Schumpeter (1934), passando pelas pesquisas empíricas dos anos 50 e 60, compreende-se que o avanço tecnológico compõe a chave para o crescimento econômico. A descoberta científica e a inovação tecnológica são vetores essenciais para incremento da produtividade e para a promoção do desenvolvimento social e econômico em uma sociedade baseada em conhecimento. Por tudo isso, a indústria espacial apresenta um potencial enorme de indução do desenvolvimento tecnológico e, portanto, de impulsionar o crescimento econômico de um país.

As nações que priorizam a política espacial buscam ter autonomia no acesso ao espaço e, portanto, nas atividades espaciais. Para tanto, elas promovem o desenvolvimento da indústria espacial, pois a geração de conhecimento e de inovação não é natural ou automática. Nelson (2008), Dosi (1998), Cimoli *et al* (2007), Peres & Primi (2009) e outros autores veem o desenvolvimento econômico como um processo evolutivo em que o aprendizado tecnológico está no cerne. Além disso, para eles, o desenvolvimento é resultado da interação e da co-evolução das tecnologias, das firmas, da estrutura industrial, e das instituições de suporte e governamentais.

Nelson (2008) considera que as relações de mercado são complexas e estão embebidas por uma estrutura institucional e pelos elementos de cooperação e confiança existentes. Nesse sentido, o papel das instituições econômicas e daquelas de fora do mercado são relevantes, pois elas mantêm uma dinâmica econômica essencial para o desenvolvimento. De forma que não é viável o desenvolvimento da indústria espacial sem instituições de apoio que favoreçam e cooperem para tal.

Desde Schumpeter (1934), é sabido que o desenvolvimento econômico é um processo que envolve uma mudança qualitativa da estrutura de produção, tendo associação entre o desenvolvimento e difusão da inovação (principalmente a tecnológica). Nesse sentido, é relevante considerar a importância da indústria como promotora da inovação e, por isso, este trabalho analisará os segmentos da indústria espacial que trabalham com *hardware* e não aqueles voltados para serviços espaciais.

No Brasil, a política espacial não tem sido prioridade dos governantes e o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE) sofre, há anos, com baixos investimentos, piorados por frequentes contingenciamentos. Em decorrência disso, a indústria espacial brasileira é enxuta; composta por empresas de pequeno porte; está territorialmente concentrada em São José dos Campos/SP; vem passando por precária situação financeira, o que acarretou em fechamento de algumas empresas e venda de outras; apresenta limitações de desenvolvimento tecnológicos, sendo dependentes de subvenção econômica. Mantiveram-se no mercado aquelas que diversificaram a produção, comercializando componentes e produtos para outros setores industriais; ou que foram adquiridas, em parte ou na totalidade, por empresas estrangeiras (SAE, 2011).

Um ponto crucial que permeia a compreensão sobre a importância da indústria espacial é a questão de autonomia do país para acesso ao espaço. Como envolve *status* e poder, as potências que têm acesso ao espaço hoje – a saber: EUA, Rússia, China, Japão, Índia, Ucrânia, Europa (ESA)¹, Israel, Irã, Coreia do Sul, Coreia do Norte – dificultam, com embargos comerciais e políticos, o acesso a componentes, subsistemas e sistemas que são fundamentais para o desenvolvimento de satélites e lançadores próprios. Dessa forma, dominar as tecnologias de desenvolvimento de satélites e lançadores é fundamental para fortalecer a soberania do país e para promover desenvolvimento econômico. No entanto, essa autonomia depende de aval de grandes países, em especial, dos EUA, com o qual assinamos recentemente o Acordo de Salvaguarda Tecnológico (AST)², o qual precisará ainda ser apreciado pelo Congresso Nacional.

Uma característica marcante do setor é a dualidade, isto é, o uso civil e militar das atividades espaciais. Isso agrega complexidade ao setor e torna os embargos e restrições ainda mais duros, além de aumentar a sensibilidade das questões de segredo industrial. O objeto de pesquisa foi a vertente civil do programa espacial. Desde a criação da Agência Espacial Brasileira (AEB) - Lei n. 8.854, de 10 de fevereiro de 1994 -, compete a ela a elaboração da Política Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (PNDAE) e do Programa Nacional, o PNAE, bem como a coordenação do Sistema Nacional de Desenvolvimento das Atividades Espaciais (SINDAE). Este corresponde à estrutura institucional formal do setor, cuja finalidade é organizar a execução das atividades destinadas ao desenvolvimento espacial de interesse nacional. Ao longo desse trabalho, falar-se-á do funcionamento do SINDAE para se tratar do arranjo de implementação do PNAE.

A motivação de entender a participação do arranjo institucional do SINDAE nesse desenvolvimento limitado da indústria espacial é o que moveu este trabalho de pesquisa. Dessa forma, o objetivo geral da pesquisa foi analisar, à luz dos institucionalistas e dos evolucionistas, como o arranjo institucional de implementação do PNAE, no período de 1996 a 2018, causou efeitos sobre a indústria espacial.

A abordagem selecionada para a pesquisa foi o estudo de caso. Foram utilizadas diferentes fontes de evidência, para que houvesse uma triangulação entre elas: (i) leis e normas gerais, (ii) publicações acadêmicas e técnicas, e (iii) entrevistas formais. Além disso, o embasamento teórico subsidiou a elaboração de proposições prévias que nortearam a coleta e a análise dos dados.

Dessa forma, além desta Introdução, esse artigo conta com uma sessão 2, que traz o referencial teórico dos institucionalistas e dos evolucionistas, à luz dos quais se buscou o entendimento sobre o arranjo institucional do setor espacial; uma sessão 3, com informações sobre o arranjo institucional híbrido do PNAE no período de 1996 a 2018. Por fim, este artigo é composto por uma conclusão, que traz os achados gerais dessa pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

INSTITUIÇÕES E ARRANJOS INSTITUCIONAIS

A fim de compreender a relação entre regras, instituições e desenvolvimento, é importante detalhar e esclarecer alguns conceitos que serão relevantes para a análise a ser realizada neste trabalho. O primeiro deles é compreender o conceito de instituição, a partir da definição de Douglas North, para o qual as instituições são as regras formais e informais que regulam as interações sociais ou, ainda, são “as regras do jogo numa sociedade; mais formalmente, representam os limites estabelecidos pelo homem para disciplinar as interações humanas. Consequentemente, e em compensação, estruturam incentivos de natureza política, social e econômica” (NORTH, 1998, p. 7).

¹ Agência Espacial Europeia: organização intergovernamental de 22 Estados-Membros dedicada à exploração do espaço. Fundada em 1975 e com sede em Paris, França.

² O AST é um acordo recíproco de proteção de tecnologias. Com a assinatura do AST, os dois países estabelecem compromisso mútuo de proteger as tecnologias e patentes da outra parte contra uso ou cópia não autorizados. Ou seja, o AST com os EUA protege tecnologias norte-americanas e brasileiras. ASTs são praxe no setor espacial. O Brasil já tem acordos semelhantes celebrados com Rússia e Ucrânia. Já os EUA têm Acordos de Salvaguardas com Rússia, Índia e Nova Zelândia.

Se as instituições constituem a regra do jogo, as organizações são os jogadores. Em outras palavras, são os grupos de indivíduos voltados para determinada atividade, a qual é realizada com um fim específico. São as limitações institucionais impostas que definem o leque de oportunidades e, portanto, os tipos de organizações a serem fundadas.

Por sua vez, o ambiente institucional (*institutional environment*), segundo Davis e North (1971, p.6), é formado pelas regras políticas, sociais e legais mais básicas e gerais que definem os fundamentos para o desenvolvimento do sistema econômico. São essas regras básicas e gerais que definem o sistema político e econômico. As regras do ambiente institucional, contudo, transcendem o sistema político e econômico e definem as regras que os agentes privados estabelecem para si em suas transações econômicas ou nas relações políticas e sociais particulares, as quais constituem os arranjos institucionais (DAVIS e NORTH, 1971). Em outras palavras, o arranjo institucional é um conjunto de regras que define a forma pela qual agentes econômicos podem cooperar ou competir (DAVIS e NORTH, 1971), ou ainda, as regras que definem a forma de coordenar um conjunto específico de atividades econômicas em uma sociedade (FIANI, 2011, p. 4).

Douglass North (1998) ao abordar como as instituições evoluem ao longo do tempo, juntamente com a tecnologia empregada, acaba por determinar como os custos de transação e de produção afetam as decisões dos agentes. Por custos de transação entende-se “aqueles a que estão sujeitas todas as operações de um sistema econômico” (NORTH, 1998, p. 8). A Teoria dos Custos de Transação traz três pontos importantes para a análise (Williamson, 1991): (i) as transações e os custos associados a cada tipo irão definir diferentes arranjos institucionais; (ii) a tecnologia não é determinante da firma; e (iii) as falhas de mercado são fundamentais para entender os arranjos institucionais.

Quanto mais complexa a economia, maior a quantidade de transações e atores envolvidos na coordenação e operação do sistema. Um ponto muito importante é que a forma de organização do sistema determina também a distribuição de seus benefícios. Logo, os atores têm interesses de organizar o sistema de forma a se beneficiar.

As instituições evoluem ao longo do tempo, se adaptando ao ambiente. Contudo, um cenário onde ocorra a reversão da trajetória institucional implica na criação de novas organizações ou a modificação daquelas já existentes (North, 1998). A reversão depende da percepção de ganhos futuros ou da alteração de expectativas dos empresários. O dilema da mudança institucional consiste em fazê-la de forma brusca, enfrentando comoção social e política, uma vez em que as percepções ideológicas não mudam bruscamente; ou fazê-la de forma lenta, correndo-se o risco de ser sabotada pela burocracia ou pelos grupos de interesse, resultando em reformas distorcidas, dissipadas e diluídas.

Oliver Williamson (2012) apresenta os diferentes arranjos institucionais (ou estruturas de governança³) possíveis de organizarem o sistema econômico. A definição desses arranjos, com vistas a garantir a melhor estrutura de governança e com o menor custo de transação possível, leva em conta três aspectos:

- i. a incerteza: diz respeito ao grau de confiança em antecipar ações. Desse modo, para se proteger em cenários incertos, os contratos tendem a ser mais complexos e com mais garantias;
- ii. a frequência das transações: quanto mais frequente, mais complexa tende a ser a relação entre as partes. Exemplo: a compra recorrente de determinados insumos requer contratos mais detalhados e com regras para atrasos e não cumprimentos; e
- iii. as especificidades do ativo: diz respeito ao quanto os ativos são específicos de tais atividades, isto é, em caso de encerramento das atividades em que grau eles poderiam ser reaproveitados. Segundo Fiani (2013, p. 25), “ativos específicos são aqueles que não podem ser aplicados em uma atividade diferente daquela para a qual foram planejados, sem com isso sofrerem uma redução expressiva no seu valor, além daquela que eventualmente decorra da apreciação pelo uso”.

Com base nos três aspectos, as relações econômicas podem estar organizadas em forma de:

(1) mercado, (2) hierárquicas ou (3) de estruturas híbridas. Esse entendimento é importante quando se deseja estudar as condições institucionais mais adequadas para o desenvolvimento econômico.

A estrutura de mercado é a mais impessoal dos arranjos, pois se sustenta pelo mecanismo de preço. O mercado, através dos processos de compra e venda, é o responsável por determinar as transações. Os agentes irão tentar reduzir seus custos, através da barganha e das economias de escala e de escopo. O mercado é a melhor opção de arranjo institucional quando os ativos não apresentam especificidade significativa, no sentido de que as regras que regem as transações desse ativo são gerais e simples de serem aplicadas indistintamente a qualquer transação.

³ Oliver Williamson emprega o termo “estrutura de governança” no mesmo sentido de “arranjo institucional” de Douglass North. Neste trabalho, será empregado o termo “arranjo institucional”, apesar do arcabouço teórico de estruturas híbridas e centros estratégicos serem oriundos de Williamson e desenvolvido por Claude Ménard, por exemplo. A escolha do termo a ser utilizado perpassa a ampla variedade de situações em que a palavra governança é empregada, evitando-se assim, possíveis equívocos.

A estrutura hierárquica apresenta a verticalização da cadeia produtiva, absorvendo os segmentos a jusante ou a montante, como forma de reduzir os custos. Os mecanismos de controle se tornam mais presentes e atuam para garantir a redução de custo de forma integrada. As decisões se dão pela autoridade hierárquica, como acontece na administração de empresas públicas e privadas, na administração pública direta, dentre outros.

Por fim, as estruturas híbridas se encontram entre as estruturas de mercado e as estruturas hierárquica. Aquelas estão no meio termo exatamente por conterem elementos de incentivos e também de controle, reservando espaço tanto para a adaptação autônoma (como na estrutura de mercado), quanto para a adaptação coordenada (como na estrutura hierárquica). A estrutura híbrida é a ideal quando os ativos envolvidos já apresentam alguma especificidade e as transações acontecem com alguma frequência; ou quando os ativos possuem alta especificidade, no entanto, há baixa frequência de transações. É essa estrutura adequada para compreender o setor espacial, por isso, essa categoria será considerada na análise.

Para o processo de desenvolvimento, são essenciais tanto tecnologias mais sofisticadas, quanto a formação de mão de obra especializada, como é o caso do setor espacial. Ao classificar uma estrutura como híbrida, considera-se, portanto, tanto a especificidade de ativos físicos, quanto dos humanos.

Nesse estudo específico, o setor espacial é idiossincrático, estratégico e mobiliza recursos variados de grande natureza. Por isso, é importante compreender as condições do arranjo híbrido do setor, que combina ativos muito específicos com incentivos e controles variados. Além disso, esse arranjo institucional híbrido fundamenta-se na necessidade de coordenação de atores públicos e privados para que esses cooperem e trabalhem com vistas à consecução de determinados objetivos econômicos e tecnológicos.

Claude Ménard (2011) foi um dos principais autores a desenvolver os conceitos elaborados por Williamson. Um destes foi o de centro estratégico ou, nos termos de Ménard, “entidade estratégica”. O centro estratégico é responsável pela coordenação das organizações, manipulando os incentivos e controles administrativos de intensidade moderada que caracterizam os híbridos, com o objetivo de preservar a relação entre os agentes, evitando-se, assim, a depreciação dos ativos específicos na forma de recursos compartilhados.

O centro estratégico faz-se necessário, em especial, quando as organizações possuem ativos e direitos compartilhados na relação, assim como o centro estratégico. Nesses casos, embora as organizações possuam recompensas individuais, haverá também aquelas conjuntas cuja relação de alocação entre organizações é definida pelo centro estratégico. Este funciona como depositário de autoridade competente para monitorar as ações conjuntas e pode ter diferentes formas, como assembleias e conselho, ou uma entidade permanente específica. Quaisquer um desses arranjos envolvem a centralização de decisões, um nível não desprezível de regras formais e controle parcial sobre os direitos de propriedade (MENARD, 2011).

INSTITUIÇÕES IMPORTAM PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Schumpeter (1988) enfatizou a importância da inovação tecnológica em suas obras, definindo-a como a força central no dinamismo do sistema capitalista. Para o autor, o desenvolvimento nada mais é do que a ruptura do “fluxo circular”⁴ através de inovações que ocorreriam ao longo do tempo. O desenvolvimento “é uma mudança espontânea e descontinua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente” (SCHUMPETER, 1988, p.47).

A inovação é, portanto, um fenômeno de desequilíbrio, gerando as flutuações cíclicas da economia. Ao mesmo tempo, seu resultado é *ex-post*, isto é, somente após sua introdução no mercado é que o mesmo irá aprová-la ou não. O empresário somente se sentirá estimulado a inovar e a correr riscos, se souber que conseguirá usufruir de lucros de monopólio durante um período de tempo, antes que novas empresas entrem no setor.

Dando prosseguimento ao pensamento de Schumpeter, os autores conhecidos como neo-schumpeterianos (Nelson, 2008; Winter, 1982; Dosi, 1988; e outros), estudam a inovação como um fator endógeno à dinâmica econômica, ou seja, existe uma relação entre crescimento econômico e inovação. Contudo, para este grupo de autores, a tecnologia não é um bem livre. Existe assimetria entre as firmas, de forma que a tecnologia não pode ser facilmente replicada e os custos associadas à reprodução não são baixos.

Para sanar tais deficiências os autores neo-schumpeterianos distanciam dos conceitos da física (Teoria neoclássica tradicional) e aproximam-se das ciências biológicas (Teoria da Evolução). A abordagem evolucionária traz agora um ambiente econômico com seleção natural, em que o sucesso das firmas depende de sua sobrevivência em um ambiente competitivo. O modelo passa a ser dinâmico e inclui o comportamento de longo prazo com mudanças progressivas. As ações das empresas são resultados de seus comportamentos anteriores.

⁴O fluxo circular refere-se a um sistema que muda lentamente, não implicando em um estado estacionário rígido.

Nelson (2008) defende que o desenvolvimento econômico é um processo evolutivo em que o aprendizado tecnológico está no cerne. Uma mudança econômica de longo caminho acontece a partir da co-evolução de tecnologias conhecidas e em uso, e de instituições que dão suporte e regulam-nas. A partir desse entendimento, Nelson (2008) constrói um comparativo entre as Teoria Neoclássica e a Evolutiva e aponta as falhas ou carências da primeira.

A primeira divergência entre as teorias é o contexto em que a econômica funciona, isto é, a cena econômica. Para os neoclássicos, esse contexto é conhecido pelos atores econômicos e esses são capazes de antecipar as mudanças e calcular racionalmente suas ações em função do que aprenderam anteriormente. Para os evolucionistas, a economia está em processo contínuo de mudança, sendo que a atividade econômica é precedida de um contexto que não é completamente familiar aos atores ou compreendido por eles.

Outra distinção consequente dessa primeira é a racionalidade dos atores. As duas teorias assumem que os atores individuais e organizacionais definem seus objetivos de forma inteligente. No entanto, para a Teoria Evolucionista, a racionalidade é limitada. Os atores não têm condições de compreender completamente o contexto em que estão operando, o que os leva para dois caminhos: às vezes copiar uma rotina que teve resultado satisfatório em determinado contexto ou momento; outras vezes, inovar, quando veem oportunidade para tal.

Em relação à boa performance econômica, as teorias também divergem. Na Teoria Evolutiva, não há ótimo teórico a ser alcançado, porque as possibilidades econômicas estão sempre mudando, de forma que não é possível prevê-la em detalhes. Enquanto na Teoria Neoclássica a performance econômica é julgada a partir da proximidade da realidade com o ótimo teórico. Para os neoclássicos, este entendimento justifica a existência de instituições apenas quando há falhas de mercado, isto é, quando a realidade se distancia da teoria.

De forma oposta, os evolucionistas, por influência de Schumpeter, acreditam nas incertezas do contexto econômico e na geração de inovações, que, em geral, envolvem ganhadores e perdedores ao longo do processo inovativo. Além disso, os evolucionistas reconhecem a complexidade institucional dos mercados modernos e apontam isso como um ponto cego da Teoria Schumpeteriana. As relações de mercado são complexas e estão embebidas por uma estrutura institucional e pelos elementos de cooperação e confiança existentes. Nesse sentido, o papel das instituições econômicas e das instituições de fora do mercado são relevantes, pois elas mantêm uma dinâmica econômica essencial para o desenvolvimento. Para Nelson (2008), a estrutura institucional sempre esteve envolvida, não foi criada para maximizar o comportamento dos agentes econômicos, não sendo, portanto, apenas uma questão de “falha de mercado”.

Nelson (2008) entende que para compreender a economia é preciso perceber que ela é formada por diferentes setores, cada um com sua própria dinâmica. Há tecnologias e indústrias de determinados setores que conduzem ao processo de crescimento econômico. Por outro lado, tecnologias-chave e indústrias de diferentes setores requerem conjuntos distintos de instituições de apoio. Segundo Freeman & Perez (1998, *apud* Nelson, 2008) as nações que conseguiram se tornar líderes em diferentes áreas são aquelas que mantêm um conjunto apropriado de instituições.

Além da co-evolução de tecnologia, firmas e estrutura industrial, e de uma variedade de instituições de fora do mercado, Nelson (2008) destaca: (i) a importância de compreender os detalhes do desenvolvimento, a partir de uma perspectiva evolucionária na dinâmica econômica; e (ii) a importância das leis para a dinâmica das políticas públicas e dos programas de apoio ao desenvolvimento. As políticas e os programas são parte da questão e podem favorecer ou atrapalhar o processo.

Para um país conseguir aprender a produzir tecnologias já usadas em economias avançadas, isto é, realizar um processo de “*catch-up*”, ele precisa quebrar o ciclo da atividade econômica e desenvolver novas capacidades, gerando, a partir disso, inovação. Diferente do que pregam os neoclássicos, o crescimento econômico não é uma questão de acumulação, de investimentos em capital físico e humano. Esses são importantes, mas não suficientes. O crescimento trata-se de assimilação e aprendizado para fazer com eficiência, de inovação e de aprendizado efetivo para gerar retornos altos do uso dos capitais físicos e humanos.

O processo de *catch-up* envolve mais do que ganhar o domínio sobre novas tecnologias e uma mão de obra tecnologicamente qualificada. Ele abarca novas formas de organização e de administração do trabalho, o que muitas vezes significam um processo doloroso de destruição criativa, conforme já definido por Schumpeter. Em muitos casos, velhas empresas e indústrias irão desaparecer e, para evitar isso, criarão resistência ao processo de *catch-up* que se inicia.

As mudanças necessárias nas firmas e nas estruturas industriais dependem das estruturas institucionais de apoio e de modelagem da atividade econômica, bem como da extensão em que elas facilitam a mudança produtiva. Nelson (2008) destaca as estruturas institucionais que considera mais relevantes no processo de desenvolvimento. Em primeiro lugar, as estruturas financeiras, que são primordiais pelo volume de recursos que o processo exige. Em segundo, as estruturas educacionais, pois, historicamente, os países que tiveram sucesso no desenvolvimento conseguiram-no por meio da priorização dos ensinamentos fundamentais e básicos, desenvolvendo nos jovens a capacidade de operar tecnologias modernas. Em terceiro lugar, ocupa papel de destaque um sistema avançado de treinamento em ciência e tecnologia. E em quarto, as universidades e os laboratórios públicos, *locus* apropriado para pesquisa e treinamento, contando com a experiência de cientistas e engenheiros.

Em resumo, para Nelson (2008) o centro da mudança está na capacidade de aprendizado e inovação das firmas. No entanto, para isso, é fundamental o suporte institucional de dentro e de fora do mercado.

Seguindo a mesma linha, Dosi (1988) propõe um quadro de análise não reducionista das instituições. O autor compreende que: a) os comportamentos não são explicados em sua totalidade pela racionalidade do *homo economicus*; b) o mercado, a economia e os seus processos internos representam, por si só, configurações institucionais específicas para um período, uma cultura, um país, etc; c) há combinações entre processos de mercado e instituições *lato sensu* que combinam determinados padrões de desempenho; d) variáveis não mercantis são características permanentes do sistema econômico e parte essencial da maneira como a economia evolui.

As instituições são importantes também para moldar a busca de interesse dos agentes privados, procurando resultar em um bem social mais amplo. Para isso, coordenar o processo de busca de interesses é muito importante. Dosi (1998) parte de uma categoria de variáveis sobre as quais as políticas podem influenciar o progresso tecnológico, a saber: (i) a capacidade do sistema tecnológico em fornecer grandes inovações e a organização das condições de contexto tecnológico; (ii) as capacidades dos agentes econômicos para incorporar tecnologias, promoverem mudança tecnológica e organizacional;

(iii) os padrões de sinais, os quais dependem também das relações inter-empresariais e internacionais de assimetrias tecnológicas; (iv) as formas de relação dentro e entre os mercados (as formas de relações industriais, o equilíbrio entre cooperação e concorrência, etc); (v) e os incentivos, estímulos ou restrições enfrentados pelos agentes no processo de inovação.

Dosi (1998) considera que os países ocidentais apresentam graus relativamente altos de intervenção, sendo que a diferença entre eles é basicamente o arranjo institucional e a filosofia de intervenção. Além disso, destaca que historicamente um esforço de recuperação bem-sucedido no que tange a renda e a salários per capita sempre foram acompanhados pelo *catching up* tecnológico, incluindo paradigmas tecnológicos novos e mais dinâmicos, independentemente dos padrões iniciais de vantagens comparativas, especializações e sinais gerados pelo mercado. Essa consideração tão relevante vem acompanhada de outra: o papel que as políticas e instituições desempenham na mudança tecnológica. O processo inovador incorpora necessariamente uma mistura complexa e diferenciada de apropriação privada e aspectos do bem público. De forma que ponto a ser discutido não foca em se, mas em como e em que medida as políticas devem afetar as atividades inovadoras.

De acordo com o perfil temporal dos desenvolvimentos tecnológicos, as políticas relacionam-se ao surgimento de novos paradigmas ou à sustentação das atividades tecnológicas ao longo do tempo. Para cada caso, deve-se estabelecer instrumentos diferentes. Para o primeiro, por exemplo, garantia de fluxo de avanços tecnológicos e da relação entre esses e a exploração econômica, suporte financeiro para as incertezas do processo, etc. Para o segundo, manutenção do fornecimento de avanços tecnológicos e condições de benefício para a inovação. Os países abaixo da fronteira tecnológica podem agir também sobre os níveis das empresas nacionais e contra as barreiras de entrada de seu país e empresas no comércio mundial.

As condições de contexto que envolvem externalidades e infraestrutura também são fundamentais no processo de transição entre novos regimes tecnológicos, pois são necessários novos padrões de intersetorialidade, de fluxos de mercadorias e informação, de infraestruturas comuns e de interdependências não comerciais entre empresas e setores.

Por fim, Dosi (1988) ainda destaca o quanto as políticas públicas afetam a racionalidade dos agentes e moldam as formas pelas quais suas expectativas e objetivos são formados.

Cimoli *et al* (2007), por sua vez, constataram empiricamente a inexistência de um processo de desenvolvimento apartado das condições proporcionadas por um rico conjunto de instituições complementares, de normas de comportamento compartilhadas e de políticas públicas. Além disso, explicitaram o papel das políticas discricionárias como ingredientes para as estratégias de desenvolvimento nacional, em especial, nos países em que houve o processo de emparelhamento (*catching up*).

Cimoli *et al* (2007) afirmam que todos os processos de geração de novos conhecimentos científicos e tecnológicos, assim como os de imitação e adaptação tecnológica, necessariamente envolvem uma ampla variedade de atores complementares, comumente envolvendo empresas mercantis, instituições públicas de pesquisa e treinamento, comunidades de intercâmbio, sociedades técnicas e sindicatos, dentre outros. Nesse contexto, aparece a necessidade de instituições e políticas voltadas para o aprendizado tecnológico construírem um sistema nacional de produção e de inovações.

O processo de emparelhamento, de forma primordial, envolve inovações, sendo que parte significativa delas são de caráter organizacional e institucional. O próprio processo de emparelhamento constitui uma inovação que exige, dentre outros itens, a necessidade de aprendizado sofisticado pelo uso e pela prática, bem como um alto risco de malogro. Ao lado disso, a dinâmica da industrialização fundamenta-se em significativas transformações estruturais que ocasionam uma variação da importância dos diferentes ramos de atividade econômica na geração das inovações tecnológicas e organizacionais. A diversidade das fontes de oportunidades de aprendizado e complementaridades entre elas mostra-se fundamental nesse processo de inovação.

A política pública entra para ajudar no processo de desprender-se do passado e fomentar trajetórias de desenvolvimento originais. As políticas e outras atividades institucionais “afetam conjuntamente (i) as capacidades tecnológicas de organizações individuais e corporativas, e seus ritmos de aprendizado; (ii) os sinais econômicos percebidos por elas (incluindo, lucratividade e os custos de oportunidade percebidos); (iii) as formas como elas interagem umas com as outras e com outras instituições não-mercantis” (CIMOLI *et al*, 2007, p.68).

As combinações são específicas de cada país, no entanto, os autores encontraram algumas regularidades, a saber: (i) a centralidade das agências públicas, tais como as universidades, e das políticas públicas na geração e estabelecimento de novos paradigmas tecnológicos; (ii) os incentivos são insuficientes, por isso, um papel central das políticas é afetar a capacidade dos atores em alcançar novos paradigmas tecnológicos ou de realizar o emparelhamento; (iii) a disciplina do mercado é útil para tirar do sistema aquelas firmas com baixo desempenho, por outro lado, choques seletivos muito fortes podem retirar todas elas impedindo possibilidades futuras de aprendizado; (iv) as políticas enfrentam necessidade de equilibrar as medidas direcionadas para a construção de capacidades e a proteção a novos aprendizados com limites à inércia e ao comportamento rentista; (v) em termos de renda *per capita* e salários, o emparelhamento sempre tem sido acompanhado de novos e mais dinâmicos paradigmas tecnológicos e, dessa forma, a necessidade de políticas que afetem os padrões de sinais econômicos (preços e lucratividade relativos) será tanto maior, quanto maior a distância do país da fronteira tecnológica.

Instituições e políticas moldam os processos de desenvolvimento e influenciam a direção e taxa de progresso técnico e crescimento, pois a capacidade de sustentar a inovação a longo prazo não é uma tarefa fácil. As atividades industriais e tecnológicas não são espontaneamente geradas ou disseminadas. De fato, há uma tendência para padrões tecnológicos para se reforçar de tal maneira que as empresas pioneiras (e países) tendem a manter suas vantagens ao longo do tempo (CIMOLI & DOSI, 1995). Esta estrutura reconhece o papel fundamental das políticas industriais e tecnológicas no desenvolvimento, e permite identificar as diferentes dinâmicas que caracterizam a transformação de sistemas socioeconômicos no centro e na periferia.

O ARRANJO INSTITUCIONAL HÍBRIDO DE IMPLEMENTAÇÃO DO PNAE NO PERÍODO DE 1996 – 2018 E O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ESPACIAL

O CENTRO ESTRATÉGICO DO SINDAE

A AEB tem a competência legal de atuar como órgão central do SINDAE, por isso, segundo a conceituação de Ménard (2011), caracteriza-se como o centro estratégico, sendo responsável pela coordenação das organizações envolvidas no sistema e pelo equilíbrio entre os incentivos e controles administrativos típicos de arranjo híbrido.

A Agência acumula funções de planejamento, execução, coordenação e controle, no entanto, apesar de ter sido criada em 1994, o primeiro concurso público para lotação de servidores foi realizado somente em 2014, com nomeação e posse de 64 servidores em julho de 2016. Dessa forma, a instituição passou 22 anos com um quadro restrito de pessoal, contando com servidores cedidos de outros órgãos, comissionados e terceirizados⁵. Grande parte desses profissionais recebiam uma remuneração incompatível com o grau de responsabilidade exercido.

⁵ Apenas 10 servidores de órgãos extintos foram distribuídos para AEB em 1999. Esses foram se aposentando ao longo do tempo e hoje restam apenas 6 ativos.

A ausência do concurso também contribuiu para a concentração de engenheiros e físicos no quadro da instituição, que acabou por carecer, por muitos anos, de um quadro de pessoal multidisciplinar, com capacidades e habilidades de negociação em áreas como políticas públicas, administração, economia, dentre outros.

As circunstâncias acima acarretaram em carência de força política da AEB para (i) liderar ou interferir nas decisões do programa espacial, (ii) para dar visibilidade à Política Espacial e à própria Agência e (iii) para negociar com os altos escalões dos governos a priorização do tema e a destinação de recursos financeiros e humanos.

A AEB, por muito tempo, ficou restrita à função de ordenadora de despesas para dois grandes executores do PNAE: o Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA), na área de lançadores, e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), na área de satélites e aplicações. Em alguns casos, sendo deixada à parte de decisões estratégicas. Os institutos detêm: (i) forte capital político (o DCTA está ligado ao Ministério da Defesa, o INPE, ao MCTIC, com posição hierárquica no Ministério semelhante à da AEB); (ii) capital tecnológico (os dois dominam tecnologicamente as suas respectivas áreas e têm interesses próprios de pesquisa, o que muitas vezes influenciou na decisão de qual satélite ou lançador deveria ser construído, a despeito do retorno para a sociedade); e (iii) corpo técnico, pois o DCTA detém cerca de 1.500 colaboradores, o INPE, 840, enquanto que a AEB detém cerca de 150.

Os institutos desempenham atribuições diversas, além da atividade espacial (Entrevista 7). O INPE, além da engenharia espacial e do LIT, trabalha com astrofísica, meteorologia, dentre outras, as quais, apesar de usarem serviços espaciais, compõem leques diferentes de atividades. Da mesma maneira, o DCTA é responsável não só pelo IAE, mas por diversas instituições de ensino e pesquisa militares e/ou vinculadas às Forças Armadas, como o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a Academia da Força Aérea (AFA). A AEB, ao contrário, foi criada exclusivamente para tratar da temática espacial.

A desconstrução da AEB como mera repassadora de recursos não é trivial, devido às relações de poder já consolidadas no sistema. Um colaborador da indústria (Entrevista 6) traz um exemplo relacionado a empresas integradoras⁶: “AEB é uma forte entusiasta da ideia de integradora, mas ela tem dificuldade de fazer essa visão desdobrar” (Entrevista 6). Há, naturalmente, resistência dos institutos em alterar tal situação, como forma de preservar os poderes adquiridos e de manter a prevalência de seus interesses.

No que tange à visibilidade do PNAE, as aplicações espaciais são fundamentais para setores como defesa, comunicações e meteorologia, bem como para tarefas de observação e posicionamento da Terra. Apesar disso, no Brasil, os produtos das atividades espaciais não são amplamente reconhecidos como tal, de forma que se perde a oportunidade de mobilizar diversos setores econômicos e sociais para pressionarem, conjuntamente com a AEB, pela priorização política e orçamentária do PNAE.

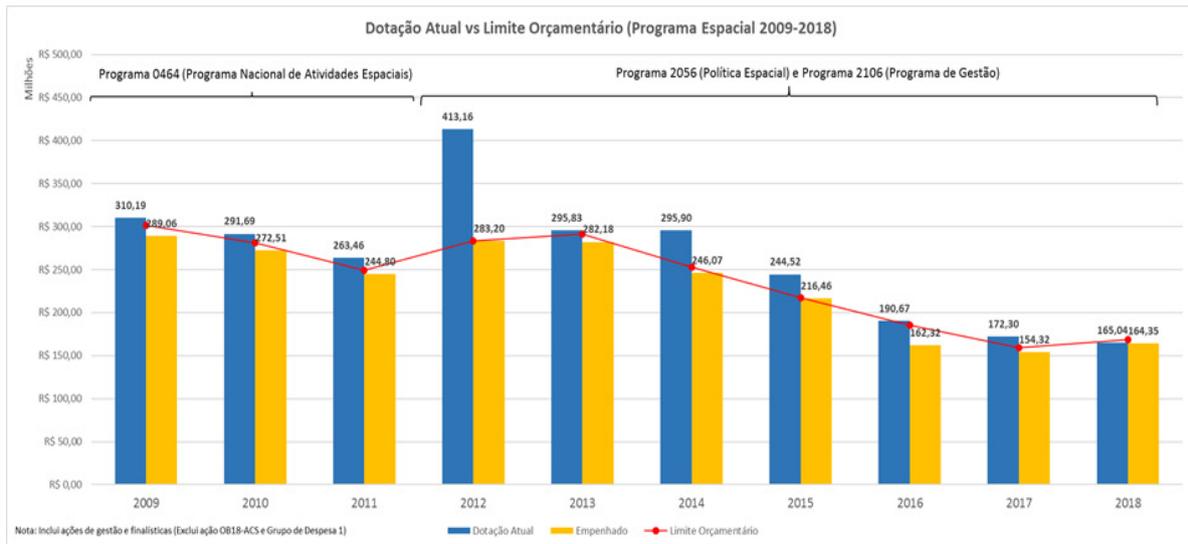
Relativo ao orçamento, o PNAE sempre contou com recursos do Orçamento da União como sua principal fonte de financiamento. Desde a criação da AEB, em 1994, os recursos são geridos pela Agência, porém sofrem grandes variações ao longo dos anos e, a despeito da programação decenal do PNAE, os recursos programados para sua execução não chegam em sua totalidade. “Ninguém faz Programa Espacial com 200 milhões por ano, o próprio PNAE previa investimento de um bilhão por ano e não está acontecendo” (Entrevista 1).

O GRÁFICO 1 a seguir demonstra o limite orçamentário da AEB nos últimos 10 anos, além de comparar a dotação orçamentária com aquilo que foi realmente empenhado no âmbito dos Programas da AEB. Inicialmente designado Programa Nacional de Atividades Espaciais – 0464, em 2012, passou a ter duas nomenclaturas: Programa Política Espacial – 2056 e Programa de Gestão – 2106. O GRÁFICO 1 inclui, portanto, ações de gestão e da área finalística⁷. É possível perceber que, em dez anos, houve queda dos recursos empenhados de 289 milhões de reais, em 2009, para 164 milhões em 2018.

⁶ A integração de sistemas refere-se a atividades de integrar componentes, habilidades e conhecimentos de outras organizações, para produzir sistemas cada vez mais complexos. “Quanto mais complexa, de alta tecnologia e de alto custo for a integração de sistemas, mais significativa ela será para a atividade da empresa e do conjunto do setor” (FERREIRA, 2016. p.4). São as integradoras finais, produtoras de satélites e lançadores, que comandam o conjunto da cadeia produtiva e que também respondem pela maior parcela de valor agregado.

⁷ Foram excluídas as Despesas de Grupo 1 e a Ação Orçamentária vinculada à Alcântara Cyclone Space.

GRAFICO 1 – Limite orçamentário da AEB – 2009 a 2018



FONTE: AEB, 2018.

Como consequência da mencionada carência de força política da AEB, observa-se a queda no volume de recursos no gráfico acima, o que provoca grande impacto no setor como um todo e, em especial, na indústria espacial. Um agravante do baixo volume de recursos é a pulverização de gastos em projetos dispersos e não articulados entre si (Entrevistas 3 e 7). “Os isolamentos das instituições governamentais que compõem o SINDAE permanecem. De longa data, não existem coordenação e compatibilidade de metas e objetivos entre o desenvolvimento de veículos lançadores e o desenvolvimento de satélites” (VAZ, 2009, p. 226). O que acaba por não gerar resultados positivos para o setor espacial e, por conseguinte, satisfação dos tomadores de decisão, o que favoreceria a destinação de uma parcela significativa do montante de recursos orçamentários da União para o PNAE.

Cabe ressaltar que a AEB é uma autarquia comum e, ao contrário de outras agências públicas, como a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), não possui poder de regulação ou de sanção sobre os executores da política. Tampouco dispõe do mesmo grau de autonomia administrativa que as agências reguladoras, por não ser uma autarquia especial (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009).

Concebida para sinalizar aos parceiros internacionais que o programa brasileiro estaria sob comando civil, a AEB “conferiu maior complexidade à organização política do programa, mas não instituiu uma hierarquia na definição de tarefas, o que suscitou problemas de coordenação e articulação entre os projetos e disputa em torno dos recursos orçamentários” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009, p. 53).

Com equipe reduzida, insuficiência de capacidade estatal (tanto político-relacional, quanto técnico-burocrática), quadro orçamentário enxuto e sem apoio da sociedade a AEB apresenta dificuldade em exercer as atividades de centro estratégico do complexo arranjo que implementa o PNAE (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2009; Entrevistas).

ÓRGÃOS SETORIAIS DO SINDAE

O Decreto nº 1.953, de 1996, que instituiu o SINDAE, definiu como órgãos setoriais o INPE e o DCTA. Historicamente, estas instituições ficaram conhecidas como “executoras” do PNAE, detendo muita autonomia para tomar decisões estratégicas e nortear a atuação do PNAE. Contudo, a atuação está mais relacionada aos interesses institucionais de cada uma delas do que aos do Programa.

A AEB mesmo sendo detentora dos recursos e, no limite, a “dona” dos produtos encomendados não consegue exercer seu poder de órgão central. A maior concentração de poder dos órgãos setoriais em relação à AEB explica-se por diversos fatores técnicos, dentre eles, deterem maior número de funcionários, estrutura mais robusta (incluindo laboratórios de teste) e o conhecimento técnico a respeito dos desenvolvimentos tecnológicos do setor. Porém, a predominância de poder de decisão pelos órgãos setoriais deveu-se, também, a fatores políticos que envolvem a falta de hierarquia entre a AEB e eles, o baixo capital político da AEB para exercer coordenação entre órgãos com capacidade técnica tão distintas, sendo a AEB o mais enxuto deles.

Nesse contexto, a coordenação de ações entre os dois institutos tecnológicos, INPE e IAE, ficou comprometida ao longo do tempo. Carvalho (2009, p. 21 e 22) relata a sucessão de acontecimentos tecnológicos, orçamentários e de embargos que inviabilizaram a realização concatenada entre os projetos brasileiros de satélites e de lançadores. O principal deles foram os sucessivos fracassos do Veículo Lançador de Satélites (VLS), em 1997, 1998 e 2003. Desde então decidiu-se abandonar o projeto de se ter um lançador robusto e optou-se por desenvolver um lançador de micro e pequenos satélites, o Veículo Lançador de Microsatélites (VLM), cujo desenvolvimento ainda não foi finalizado. No entanto, o relato é de que com o VLM o desalinhamento entre institutos e de prioridades continua, não houve um aprendizado em relação ao VLS: “essa proposta deveria ser feita já integrada com o INPE de qual satélite será lançado. Não foi feito assim” (Entrevista 3).

As dificuldades enfrentadas pelo PNAE justificam ainda mais a necessidade de sinergia entre os dois principais institutos envolvidos no Programa Espacial, porém, as distâncias programáticas e filosóficas entre eles são significativas. Enquanto o IAE prioriza, atualmente, o VLM, visando o mercado de microsatélites, o INPE investe na parceria sino-brasileira para a construção dos satélites de sensoriamento remoto da série CBERS, que são lançados da China, e no Amazônia-1.

Apesar de demonstrarem mais força e estrutura do que a AEB, os institutos, ao longo dos anos, vêm tornando-se carentes de recursos orçamentários, de infraestrutura e de pessoal. Segundo a Entrevista 4, eles são “achatados” em termos de recursos necessários para os projetos que o próprio PNAE prevê. Apesar de haver uma expectativa de desembolso financeiro, o planejamento nunca é executado. Isso gera grandes atrasos nos projetos, frustram os *stakeholders*, que não veem resultado e, portanto, não destinam novos recursos à atividade. Acaba que a indústria é também prejudicada por isso, pois “embora sejamos as Autoridades de Projeto de cada subsistema, grande parte das atividades é executada na indústria, porém com essa redução de recursos e projetos acabamos sufocando a indústria.

Ela acaba não tendo um fluxo de caixa necessário para se manter funcionando, é um ciclo vicioso” (Entrevista 4).

O corpo técnico está aposentando exponencialmente. Em 12 anos, houve redução de 30% dos colaboradores e a previsão é de diminuir, em 4 anos, a menos da metade do que se tem hoje. Nesse contexto, os institutos já perderam muita capacidade técnica e conhecimento, pois não foi feita gestão adequada deste, com o repasse a outros pesquisadores da casa, à indústria, às universidades.

O SETOR PRIVADO NO SINDAE

O Decreto nº 1.953⁸, de 1996, que instituiu o SINDAE, definiu também a participação do setor privado, por indicação de seu representante legal. As relações do setor privado no âmbito do SINDAE acontecem tanto de forma direta com a AEB, (institucionalmente e de forma contratual, como nos casos em que a AEB contrata diretamente); e também, mais recorrentemente, via institutos de pesquisa.

Segundo a Entrevista 7, dos integrantes do SINDAE, a indústria “é um dos que mais sofre. Se o governo faz ou não seu trabalho, os órgãos governamentais existem, a indústria não. Ela acaba se não tiver um contrato, se não tiver fomento, se não tiver ninguém fazendo nada para criar e para manter uma indústria e uma competência industrial”. A percepção, em geral, é de que

“a participação [da indústria no PNAE] foi bastante pequena. (...) Os resultados que foram obtidos nos últimos anos mostram como a indústria ficou afastada, por diferentes razões, não é culpa nossa, é culpa da legislação que dificulta a contratação de empresas, dificulta fazer encomendas para as empresas, dificulta o investimento nas ICTs por falta de recurso, que também atrapalha toda contratação. Simplesmente receber as encomendas de uma ICT para desenvolver um determinado componente é um papel coadjuvante, quando comparado com outros países” (Entrevista 8).

⁸ O Decreto nº 1.953, de 1996, definiu, ainda, a participação de órgãos e entidades responsáveis pela execução de ações específicas do PNAE, como Ministérios e Secretarias da Presidência; Estados, Distrito Federal e Municípios. A relação da AEB com estes acontece de forma esporádica e pontual, não cabendo neste trabalho um detalhamento de tal relação.

A INTERAÇÃO ENTRE EMPRESAS E ICT NO SETOR ESPACIAL

Conforme apresenta Nelson (2008), as mudanças necessárias nas firmas e nas estruturas industriais dependem das estruturas institucionais de apoio e de modelagem da atividade econômica, bem como da extensão em que elas facilitam a mudança produtiva. Dentre o conjunto de instituições que o autor considera mais relevante para promoverem esse apoio institucional, estão as universidades e os laboratórios públicos, os quais são próprios para pesquisa e treinamento. Complementarmente, Dosi (1988) considera que o sucesso relativo em alcançar novos patamares tecnológicos depende, dentre outros, da natureza das “instituições de transição”. Considerando aqui as ICTs do setor espacial como instituições de transição, detentoras de laboratórios muito bem equipados, este item irá abordar como tem sido a relação dessas instituições e as empresas do setor.

A dificuldade de interação entre ICTs e empresas no Brasil é problema generalizado que tem sido alvo de diversas medidas corretivas, dentre elas a criação da Embrapii, em 2012, e a inovação no Marco Legal de CTI, de 2016, o qual permite que ICTs (i) participem do capital social da empresa, (ii) compartilhem laboratórios, equipamentos e recursos humanos, (iii) estabeleçam parcerias com empresas para desenvolvimento tecnológico conjunto. No setor espacial, esse problema não é diferente.

Se por um lado, a interação entre ICTs e empresas do setor espacial é considerada intensa, por outro, ela não é regular. Além disso, a despeito da intensidade, ela é restrita ao desenvolvimento e fabricação de subsistemas⁹, conforme demonstram os grifos abaixo.

“Esse projeto é um projeto da ICT para ser industrializado pela empresa, que, ao industrializar, revisita o projeto e faz algumas adaptações durante a fase de industrialização. E durante esse contrato de longo prazo, em que eles vão entregando diversas etapas do contrato, temos um relacionamento muito intenso com a empresa. Dentro dela temos uma comissão técnica que acompanha todos os entregáveis e todas as fases do desenvolvimento desse projeto. (...) É uma relação de ganha-ganha, pois acabamos tendo um produto específico de acordo com os requisitos técnicos. Nós não somos responsáveis por industrializar e, do ponto de vista de engenharia, o projeto parece ser realizável. Mas, no final das contas, temos indústrias para saber se é realizável ou não, isso traz um aprendizado em nível de projeto e para a empresa também” (Entrevista 4).

“Houve grande participação [de empresas nos projetos desenvolvidos pela ICT]. Por exemplo, estamos agora terminando dois satélites, praticamente todas as partes desse satélite são fabricados pela indústria nacional. (...) Em alguns casos, houve participação da empresa no desenvolvimento do projeto, pois era tecnologia nova. Ao ponto da ICT emprestar equipamentos para empresas poderem desenvolver em seus próprios laboratórios” (Entrevista 3).

Por um lado, esse tipo de interação fez com que a indústria espacial se estabelecesse no Brasil, principalmente aquelas do segmento de satélite. Assim como fez também que, além dessas empresas criadas, as de outros setores produtivos, fornecedoras em especial para os segmentos de lançadores, tornassem-se “inovadoras e competitivas”. Como foi o caso de empresas de defesa, de usinagem e de turbinas, como, respectivamente, a RJC¹⁰, a Globo, a TGM¹¹, que trabalharam no desenvolvimento de projetos e “ao terem acesso aos nossos laboratórios, às nossas pesquisas, ao entregar a nós subsistemas com a especificação e qualidade que queríamos, acabaram transbordando isso para seus produtos, o que gerou a inovação e os fez competitivos no mercado” (Entrevista 4).

Por outro ângulo, o tipo de interação estabelecida entre ICTs e empresas hoje limita demasiadamente a atuação destas, na medida em que não ocupam o papel de integradoras, assim como não tem a oportunidade de participarem das fases de definição (O, A) do projeto.

“O projeto nasce dentro das ICTs e são feitas as encomendas, mas sem aplicação de fato (...) Na PMM, o INPE não estava contratando um satélite, estava contratando uma plataforma, a aplicação daquilo é toda da ICT, sem nenhuma possibilidade de envolvimento da indústria. Da mesma forma o exemplo do motor. Acabam vedando a participação da indústria, se a indústria estivesse desde a concepção de um projeto, acho que facilitaria bastante a especialização em produtos”. (Entrevista 8)

⁹ Cabe ressaltar que mesmo para esses subsistemas em que o Brasil tem competência de projeto e de desenvolvimento com a indústria nacional, ainda existem dependências tecnológicas importantes do exterior, sobretudo em relação a partes e materiais com qualificação espacial, como por exemplo, componentes eletrônicos (OLIVEIRA, 2014).

¹⁰ “A empresa transbordou o conhecimento que adquiriu ao desenvolver os nossos iniciadores para a indústria petrolífera americana e hoje é fornecedora da indústria petrolífera americana” (Entrevista 4).

¹¹ “Ao trabalhar conosco, tanto aqui na TR-5000, quanto no L-75, implementou as tecnologias ou os processos que ela teve que desenvolver para nos entregar os subsistemas e, depois, implementou nas turbinas a gás que ela produz, com isso ela inovou e se tornou competitiva” (Entrevista 4).

Convém, inclusive, refletir o quanto essa relação na área espacial está invertida, na medida em que os institutos são os demandantes às empresas (a geração da inovação sendo entendida como *technology-push*, um processo cumulativo de conhecimento tecnológico) e não o contrário (conceito de *demand-pull*, em que o mercado é o sinalizador da direção da mudança tecnológica), como era de se esperar em termos comerciais. Ou seja, as empresas deveriam ser demandantes de parcerias com as ICTs, para o desenvolvimento de novos produtos ou processo, os quais seriam encomendas do governo e da iniciativa privada.

Enquanto no arranjo industrial disseminado pelo mundo a indústria participa no mínimo desde a Fase A do projeto, quando há o estudo de viabilidade da missão como um todo, no Brasil, elas participam na definição apenas dos subsistemas, a partir das Fases B (quando participam da definição preliminar) ou C (quando apenas fabricam o produto a partir das especificações já pré-definidas). Conforme relatam as Entrevistas 3 e 4, “elas participaram depois de o projeto ser definido. Em alguns casos, como em um específico que temos, o de um desenvolvimento de câmaras para o satélite CBERS, que houve participação da empresa no desenvolvimento do projeto, pois era tecnologia nova” (Entrevista 3); “como ICTs, somos responsáveis por desenvolver o projeto, pois a fase de definição e concepção está muito dentro das ICTs. Depois, para a fase de industrialização, aí sim, chamamos as empresas” (Entrevista 4).

Essa participação “tardia” no projeto traz impacto para a indústria, conforme descrito a seguir: “Esse projeto nasceu no IAE e

serviu como base, juntos dos devidos requisitos, para compor a documentação inicial para o desenvolvimento de projetos dentro das empresas. Uma questão interessante, o instituto está olhando um objeto para atender, por exemplo, um motor para aplicação, para a indústria isso não é transparente, quem irá fazer a implementação desse motor será a ICT. Não menciono isso como um problema, mas como algo que refletirá no futuro, pois houve a encomenda do governo para a ICT, porém do ponto de vista de comercialização deixa sedimentar e essa aplicação não é transparente para empresa. Não existe perspectivas de comercialização. Isso poderia ser modificado para outras aplicações dentro do setor espacial se pensássemos, “Essa configuração de veículo lançador, é ideal? Ela é comercialmente viável?”. A empresa tem ficado afastada. O relacionamento é muito específico e talvez não dê o sucesso comercial esperado, quem irá comercializar esse motor? A empresa? Para que a aplicação? Pois não será a ICT, ele tem a aplicação que entende para o Programa Espacial apenas.” (Entrevista 8).

Os institutos apresentam resistência significativa para alteração desse quadro em que eles deixem de ser os integradores e haja uma ou mais empresas, dos segmentos de satélites e de lançadores, responsáveis por essa atividade, que é considerada a de maior valor agregado para o setor. O equívoco dos institutos está em não perceber que, na medida em que existir uma integradora, esta não necessariamente precisará ser abandonada pelo Estado, tampouco, pelas próprias ICTs. Ao contrário, ela precisará sobremaneira trabalhar conjuntamente com estas para conseguir desenvolver, testar, qualificar os produtos encomendados a ela, mesmo porque as empresas não precisam replicar as infraestruturas de laboratório que tais institutos já possuem. Conforme relata Dosi (1988), para se fazer a transição entre novos regimes tecnológicos, as condições de contexto que envolvem externalidades e infraestrutura importam. Dessa forma, para serem bem-sucedidos, os atores terão que se organizar para estabelecer novos padrões de intersetorialidade, de fluxos de mercadorias e informação, de infraestruturas comuns e de interdependências não comerciais entre empresas e setores.

A despeito do receio dos institutos em perderem relevância, eles exerceriam outros papéis importantes. O primeiro deles seria o de Autoridade Supervisora, presente em todos os arranjos industriais estabelecidos no mundo. Passariam a ser responsáveis por acompanhar tecnicamente todo o desenvolvimento que está sendo promovido pela *prime*, a fim de garantir lealdade ao projeto inicial e qualidade dos produtos a serem entregues. Seriam como um espelho da integradora, dotado das mesmas capacidades técnicas para acompanhar o trabalho em desenvolvimento. No entanto, sem o ônus de ter um número enorme de funcionários para trabalharem no desenvolvimento propriamente dito e na parte burocrática de contratação das inúmeras empresas que hoje oferecem subsistemas e componentes para os institutos.

Exemplos mundiais¹² demonstram que é possível as empresas receberem

“do governo uma encomenda para atingir uma missão e já observando como seria a perspectiva de mercado para aquilo. Todo investimento que essas empresas fizeram já foram focadas para atendimento daquilo que era demanda de governo, mas olhando também para o ponto de vista comercial. Isso que fez a diferença do sucesso, desenvolver um produto para o governo depois ele ter aplicação comercial” (Entrevista 8).

¹² A Entrevista 8 traz como exemplo a SpaceX, americana; a Rocket Lab, americana-neozeolandesas; indústrias de forma geral, alemãs, italianas e entre outras.

Um segundo papel das ICTs, conforme Câmara (2012, p. 4), seria manter a responsabilidade “pelo controle, operação e geração de dados e produtos dos satélites públicos. Isto segue o modelo da NOAA¹³ e do USGS¹⁴. Quem fabrica os satélites públicos americanos são empresas, quem os opera é o governo”. O INPE tem toda estrutura de controle de satélites, que já desempenha hoje com as famílias SCD e CBERS e vai desempenhar com o Amazônia.

Ainda, uma terceira atribuição seria os institutos terem como foco desenvolvimentos de tecnologias estratégicas para o país, acompanhando os paradigmas tecnológicos. A ideia seria ter uma trilha de desenvolvimento, em que haja um planejamento de longo prazo, com clareza de onde se quer chegar e de quais tecnologias não dominadas pelo país será necessário desenvolver¹⁵. Tais tecnologias críticas, incluindo insumos, seriam desenvolvidas principalmente (mas não exclusivamente, pois pode contar com a parcerias de empresas, universidades, outros institutos) pelas ICTs, de preferência, com antecedência ao início de novas missões, para evitar atrasos como são recorrentes hoje no PNAE. Dessa forma, os esforços da ICT estariam centrados em alcançar novas fronteiras tecnológicas e permitir que o país seja autônomo naquilo que lhe é estratégico.

Por outro lado, os artefatos espaciais, satélites ou lançadores, seriam contratados diretamente com as empresas integradoras. Estas ou as fornecedoras de subsistemas poderiam receber a transferência tecnológica daqueles componentes ou subsistemas já desenvolvidos pelas ICTs. Nessa situação, de fato os institutos estariam pensando à frente, trabalhando o desenvolvimento de itens na busca de alcançar a fronteira tecnológica e de forma a transferir tecnologia para as empresas, as quais teriam um outro papel no arranjo e poderiam, com contratos e interação mais profícua com as ICTs, desenvolver-se e, conseqüentemente, transbordar desenvolvimento tecnológico e econômico para o país.

O contexto de novas atribuições para a indústria espacial, com a figura de integradoras, permitiria uma participação mais recorrente de outros institutos de pesquisa brasileiros nas pesquisas relacionadas ao setor espacial. Em especial, de institutos que tem sua atuação voltada para a articulação com as empresas, como é o caso dos Institutos Senai de Inovação (ISI) e de todos os demais institutos credenciados pela Embrapii¹⁶. As empresas integradoras teriam autonomia e incentivos para fechar parcerias com aqueles institutos de maior conveniência. Para se ter noção do quanto hoje há exclusividade dos dois institutos do setor, INPE e IAE, apenas em 2018 uma empresa do setor, a Visiona, fechou parceria com um ISI para o desenvolvimento de um novo produto que será qualificado em voo.

Essa exclusividade dos institutos permitiu, por um lado, o país ter conseguido as tecnologias que domina até aqui. Por outro lado, a consolidação dos institutos como o centro de poder do PNAE, como “os executores” do Programa, restringe sobremaneira avanços tecnológicos e econômicos para a indústria espacial e, por conseguinte, para o próprio PNAE, que deixa de seguir as diretrizes estabelecidas na PNDAE e alcançar seus próprios objetivos como Programa.

Ainda, o estudo da Dewe (2012) demonstra como esse arranjo vigente hoje promove um “desincentivo à inovação” no segmento de satélites, na medida em que a propriedade intelectual dos produtos desenvolvidos é do INPE¹⁷. Em função desse controle, as empresas não têm condições de, a partir do produto desenvolvido para o instituto, fazer alguma alteração para torná-lo comercializável, inclusive, porque “o instituto exclui a possibilidade de compartilhamento ou licenciamento a terceiros de conhecimento gerado no âmbito do desenvolvimento de produtos para o setor espacial” (DEWE, 2012, p. 102 e 103). Além disso, a relação no tocante à geração de inovação acaba sendo inversa, pois “ao invés de a empresa estar recebendo tecnologia do instituto, é o papel contrário, a empresa cede tecnologia e o instituto se apropria, é um papel estranho, invertido, pois a empresa não tem opção” - Entrevista da ‘Empresa O’, DEWE (2012, p. 88).

Os interesses de cada ator são, legitimamente, diferentes: se por um lado as empresas querem ser incluídas nos processos de desenvolvimento, serem contratadas e, ao mesmo tempo, ganharem competitividade em nível de cadeia global de valor; os institutos querem promover o desenvolvimento científico e tecnológico. “A preocupação da ICT, é desenvolver tecnologias do qual não temos domínio soberano ainda, independente se irá vender ou não, nós não podemos na atividade espacial ficar dependendo de tecnologias que não possam ser providas. Temos que ter a capacidade de fazer quando for necessário” (Entrevista 3). Esses interesses, públicos e privados, claramente opostos no setor espacial fazem com que o papel do centro estratégico seja difícil, porém, extremamente relevante (MÉNARD, 2011).

¹³ Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA/EUA).

¹⁴ Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

¹⁵ A ideia seria priorizar o desenvolvimento de itens importados hoje e que, a qualquer momento, podem sofrer embargos.

¹⁶ <https://www.embrapii.org.br/categoria/unidades-embrapii/>

¹⁷ O estudo da Dewe (2012) teve o objeto restrito à área de satélites e, portanto, ao INPE.

Dosi (1988) deixa muito claro que da interação entre instituições de apoio e setor produtivo depende o desempenho de uma economia (DOSI, 1988). Em outras palavras, são as combinações entre processos de mercado e instituições *lato sensu* que determinam os padrões de desempenho econômico. A partir disso, podemos inferir que os resultados alcançados pela indústria espacial, em termos econômicos, vão depender da relação entre as empresas do setor e as instituições de apoio, dentre elas, as ICTs. Por isso, é tão importante estabelecer bem os papéis e as dinâmicas de funcionamento desses papéis para que o sistema funcione em prol do desenvolvimento do setor, da indústria, do país.

Dessa forma, na medida em que as definições de tecnologias críticas são de extrema complexidade e devem considerar diferentes fatores, tais como autonomia, tempo e capacidade de desenvolvimento, competitividade industrial, etc., cabe ao centro estratégico equilibrar os incentivos e controle para cada uma das partes interessadas, público e privada, ICT e empresas. Deve-se procurar a inovação das instituições, pois, conforme relatam Cimoli *et al* (2007), o processo de emparelhamento envolve principalmente mudanças de caráter organizacional e institucional. A busca deve ser pelo bem maior, que é o desenvolvimento tecnológico, econômico e social a partir do PNAE, prevalecendo os interesses do bem-comum ao invés dos interesses particulares de cada parte envolvida.

CONCLUSÃO

O objetivo principal desse artigo foi analisar qual o efeito da configuração do arranjo institucional de implementação do PNAE, no período de 1996 a 2018, sobre o desenvolvimento da indústria espacial brasileira. Os resultados gerais apresentados trazem inúmeras reflexões. A primeira delas é a limitação da AEB como centro estratégico do SINDAE. A Agência apresenta dificuldade em exercer o papel de coordenadora do sistema, equilibrando, como era de se esperar, os incentivos e controles administrativos típicos de arranjo híbrido. Os resultados são que, historicamente, os institutos de pesquisa apresentam prevalência de poder e de decisões sobre a Agência, o que influencia de forma determinante o conteúdo das missões espaciais e a limitação da participação da indústria como fornecedoras de subsistemas.

Ao longo dos anos, no entanto, os institutos têm se tornado carentes de recursos orçamentários, de infraestrutura e, em especial, de pessoal. O que é muito grave para um setor que demanda mão de obra altamente qualificada, mas que exige longo período de formação. Perde-se, dessa forma, assimilação e aprendizado, os quais são essenciais para a inovação (NELSON, 2008). E, apesar dessa situação, os institutos são resistentes em aceitar a destinação do papel de integrador a empresas privadas. Referente à interação entre ICTs e empresas no setor espacial, percebeu-se que esta é considerada intensa, apesar de não ser regular. A despeito da intensidade, ela é restrita ao desenvolvimento e fabricação de subsistemas. Por um lado, essa relação permitiu a capacitação industrial dessa indústria e a geração de efeitos indiretos desta capacitação, tais como novos mercados, produtos e tecnologias. Por outro, hoje, esse arranjo limita demasiadamente a atuação das empresas, na medida em que estas não ocupam o papel de integradoras, assim como não tem a oportunidade de participarem das fases de definição (O, A) do projeto, além de não deterem a propriedade intelectual das tecnologias que desenvolvem, o que as prejudica comercialmente.

Para gerar capacidade de aprendizado e de inovação nas firmas, é fundamental que as empresas e as ICTs do setor espacial brasileiro não concorram entre si para ocuparem o mesmo espaço ou exercerem funções semelhantes. Os institutos poderiam desenvolver outros papéis relevantes em um arranjo em que haja empresas integradoras.

Sendo as instituições tão importantes para moldar a busca de interesse dos agentes privados, se o estímulo dado por elas se restringe à participação da indústria como fornecedora de subsistemas, para esta ultrapassar tal barreira e alcançar o nível da integração de sistemas será muito mais complexo, difícil e custoso. Representa um “nado contra a correnteza”, em que há forte desestímulo institucional para que a indústria avance na nova direção. Cabe destacar que não apenas o desenvolvimento da indústria espacial fica limitado, os resultados do próprio PNAE ficam aquém do esperado com essas amarras impostas pelo arranjo institucional vigente.

A decisão de se ter um PNAE robusto é política e estratégica. Deve-se ter clareza de que para o Brasil deslanchar como país que domina tecnologias espaciais e ter acesso ao espaço de forma não-dependente¹⁸, é preciso convergir esforços entre instituições para propiciar tal avanço. Os interesses como nação devem ser maiores e prioritários em relação aos das instituições isoladamente. Por outro lado, a participação, o comprometimento e o empenho dessas instituições é fundamental para o Programa lograr sucesso. Ações concatenadas e convergentes ente tais instituições impactariam positivamente o setor espacial como um todo, incluindo a indústria espacial.

¹⁸ No setor espacial, usa-se a expressão não-dependente tecnologicamente para se referir a um país com acesso irrestrito para as atividades espaciais, sendo que parte desses artefatos são produzidos dentro do país e outra parte fora, embora haja facilidade de acesso. Nos extremos, estão os países com dependência tecnológica, os quais não têm acesso irrestrito às tecnologias, como é o caso do Brasil; e os países com independência tecnológica, os quais produzem tudo internamente e não necessitam de adquirir nada no exterior. Tem predominado cada vez mais no setor a compreensão de que não se precisa produzir tudo dentro de um país, mas aquilo que é estratégico e que há risco de embargo de outros países para aquisição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 1996 – 2005. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 1996. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-1996.2005.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.
- AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 1998 – 2007. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 1998. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-1998.2007.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.
- AEB. Programa Nacional de Atividades Espaciais: PNAE: 2005 – 2014. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2005. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/07/PNAE-2005.2014.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.
- AEB. Programa nacional de atividades espaciais: PNAE: 2012-2021. Brasília: Agência Espacial Brasileira, 2012. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/PNAE-Portugues.pdf> Acesso em: 26 de jan. de 2019.
- AEB. Dados orçamentários da AEB. Brasília: Agência Espacial Brasileira, Diretoria de Transporte Espacial e Licenciamento, 2018.
- BRASIL. Decreto nº 1.953, de 10 de julho de 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1996/D1953.htm. Acesso em: 22 de fev. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 8.854, de 17 de agosto de 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D3566.htm#art6 Acesso em: 22 de fev. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 8.868, de 4 de outubro de 2016. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8868.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 8.898, de 9 de novembro de 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/decreto/D8898.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 9.283, de 7 de fevereiro de 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2018/Decreto/D9283.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.
- BRASIL. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8666cons.htm Acesso em: 22 de fev. 2019.
- Brasil. Lei nº 8.854, de 10 de fevereiro de 1994. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/LEIS/L8854.htm Acesso em 22 de fev. 2019.
- CÂMARA DOS DEPUTADOS. A política espacial brasileira. Relator: Rodrigo Rollemberg; Elizabeth Machado Veloso (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho ... [et al.]. Brasília: Edições Câmara, 2009.
- CÂMARA, Gilberto. Sobre a possível transição do modelo industrial de fabricação de satélites brasileiros, 2012.
- CARVALHO, Himilcon. Uma análise comparativa do Programa Espacial Brasileiro. In: CÂMARA DOS DEPUTADOS. A política espacial brasileira. Relator: Rodrigo Rollemberg; Elizabeth Machado Veloso (coord.); Alberto Pinheiro de Queiroz Filho ... [et al.]. Brasília: Edições Câmara, 2009.
- CIMOLI, M.; DOSI, Gioavanni. Technological paradigms, patterns of learning and development: Na introductory roadmap, *Journal of Evolutionary Economics*, 5 (3), p. 242-268, 1995.
- CIMOLI, Mario; DOSI, Gioavanni; NELSON, Richard; STIGLITZ, Joseph. Instituições e políticas moldando o desenvolvimento industrial: uma nota introdutória. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro (RJ), 6 (1), p.55-85, janeiro/junho 2007.
- DAVIS, L. E; NORTH, D.C. *Institutional change and American economic growth*. Cambridge: Cambridge University Press, 1971.
- DEWES, Mariana. *Projetos Nacionais de Inovação: Práticas do Setor Espacial Brasileiro*. Tese de doutorado em Administração pela UFRGS. 2012.

- DOSI, Giovanni. Institutions and Markets in a dynamics world. DEAST, Venise and SPR U, University of Sussex, 1998.
- DOSI, Giovanni. Mudança técnica e transformação industrial. Campinas: Ed. Unicamp, 2006.
- DURÃO, Otávio; CEBALLOS, Décio. Desafios estratégicos do Programa Espacial Brasileiro. In: SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE). Desafios do programa espacial brasileiro. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2011, p.43.
- FIANI, Ronaldo. O enfoque moderno das instituições: estruturas de governança in Cooperação e Conflito: instituições e desenvolvimento econômico. Rio de Janeiro. Elsevier, 2011.
- FIANI, Ronaldo. Arranjos institucionais e desenvolvimento: o papel da coordenação em estruturas híbridas. Texto para discussão. IPEA. Rio de Janeiro, 2013.
- MÉNARD, Claude. Hybrid Organizations. Peter Klein and Michael Sykuta. The Elgar Companion to Transaction Cost Economics, Edward Elgar, pp. 176 – 184, 2011.
- NELSON, Richard. Economic Development from the Perspective of Evolutionary Economic Theory. Oxford Development Studies. Vol. 36, Nº 1, March 2008.
- NELSON, Richard; WINTER, Sidney. Uma teoria evolucionaria da mudança econômica. Unicamp, 2006.
- NORTH, Douglass. Custos de transação, instituições e desenvolvimento econômico. Instituto Liberal. Rio de Janeiro, 1998.
- OCDE. OCDE Science, Technology and Industry Scoreboard 2017. OCDE Publishing 2017. Disponível em https://read.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/oecd-science-technology-and-industry-scoreboard-2017_9789264268821-en#page1 . Acesso em: 20 de março de 2019.
- OLIVEIRA, Mônica. A Política de Compras do Programa Espacial Brasileiro como instrumento de capacitação industrial. Tese de Doutorado em Engenharia e Tecnologia Espacial pelo INPE, 2014.
- PERES & PRIMI. Theory and practice of industrial policy. CEPAL, Santiago de Chile, February, 2009.
- SCHMIDT, Flávia de Holanda. Desafios e Oportunidades para uma indústria espacial emergente: o caso do Brasil. Texto para Discussão 1667. IPEA, 2011.
- SCHUMPETER, J. A. The Theory of Economic Development, Cambridge, Harvard University Press, 1934.
- SCHUMPETER, J. Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico. São Paulo: Nova Cultura, 1998.
- SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE). Desafios do programa espacial brasileiro. Brasília: Presidência da República do Brasil, 2011.
- VAZ, Célio da Costa. Fomento e apoio ao desenvolvimento da capacidade industrial, atendimento às demandas de fabricação de projetos espaciais. In: BRASIL, Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos. Desafios do Programa Espaciais Brasileiro. Brasília: SAE, 2011. 276 p.
- WILLIAMSON, Oliver E. As instituições econômicas do capitalismo: firmas, mercados e relações contratuais. São Paulo: Prezco Editora, 2012.
- WINTER, S. "An Essay on the Theory of Production" in S. H. Hymans (ed.), Economics and the World Around It, Ann Arbor, Mich., University of Michigan Press, 1982.