

Encomendas tecnológicas em processos de obtenção de sistemas complexos de defesa

Public procurement of innovation for obtaining complex defense systems

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar o modelo de compras públicas por Encomendas Tecnológicas (Etec) aplicadas à obtenção de sistemas complexos de defesa, as oportunidades geradas a partir desse tipo de contratação, bem como a segurança jurídica em seu emprego. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental, à luz da literatura que aborda o processo de obtenção de produtos de defesa no Brasil, uma vez que as Etec poderiam beneficiar a base industrial de defesa nacional no desenvolvimento de soluções tecnológicas capazes de substituir opções fornecidas no mercado internacional, as quais, historicamente, são alvo de restrições e embargos por parte dos países detentores do controle de tecnologias sensíveis. O estudo demonstra que apesar das possibilidades de emprego das Etec, disponibilizadas pela legislação brasileira, poucos processos de obtenção de sistemas de defesa foram realizados por meio desse mecanismo de compras públicas, durante o período contemplado pela pesquisa. O estudo permitiu, ainda, concluir que em função da complexidade desse processo, a plena utilização das Etec só será possível por meio da elaboração de uma regulamentação interna ao Ministério da Defesa, aprovada pelos órgãos de controle e com o devido detalhamento a ser seguido durante a contratação de um produto de defesa (PRODE).

Palavras-chave: Encomendas Tecnológicas. Etec. Obtenção. Sistemas Complexos de Defesa.

Abstract: This paper aims to analyze the Public Procurement of Innovation (PPI) model applied to obtain complex defense systems, the opportunities generated from this type of contracting, as well as the legal security in their employment. The research was developed through bibliographic and documentary review, in the light of the literature that addresses the process of obtaining defense products in Brazil, since PPI could benefit the national defense industrial base in the development of technological solutions capable of replacing options provided in the international market, which historically have been subject to restrictions and embargoes by countries that have control over sensitive technologies. The study demonstrated that despite the possibility provided by the legislation, few processes for defense systems acquisitions have been carried out through PPI, until now. The research allowed to conclude that due to the complexity of a process of complex defense systems acquisitions, the full use of PPI will only be possible through the elaboration of an internal regulation to the Ministry of Defense, approved by the Audit Institutions, with the details of the process to be followed when contracting a product through an PPI.

Keywords: Public Procurement of Innovation. PPI. Acquisition. Complex Defense Systems.

Wankley Lima de Oliveira 

Força Aérea Brasileira.
Primeiro Esquadrão do Oitavo Grupo
de Aviação (1º/8º GAV)
Natal, RN, Brasil
wankleylima@gmail.com

**Janaina Rodrigues Marcos Dantas
de Sousa Oliveira** 

Força Aérea Brasileira. Estado-Maior
da Aeronáutica.
Brasília, DF, Brasil.
contatojanamarcos@gmail.com

Jorge Marques de Campos Júnior 

Força Aérea Brasileira. Estado-Maior
da Aeronáutica.
Brasília, DF, Brasil.
marquesjmcj@fab.mil.br

Patrícia de Oliveira Matos 

Força Aérea Brasileira. Universidade da
Força Aérea (UNIFA).
Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
pomatos@hotmail.com

Recebido: 29 out. 2020

Aprovado: 18 dez. 2020

COLEÇÃO MEIRA MATTOS

ISSN on-line 2316-4891 / ISSN print 2316-4833

<http://ebrevistas.eb.mil.br/index.php/RMM/index>



1 Introdução

A obtenção de Produtos de Defesa (PRODE) é uma atividade de grande complexidade por incluir tecnologias de ponta, elevadas quantidades de recursos financeiros e por se desenvolver, via de regra, em um ambiente de incertezas tecnológicas, restrições de exportação, cerceamento tecnológico e imprevisibilidade orçamentária. Quando a obtenção está relacionada a Sistemas Complexos de Defesa, os quais em sua grande maioria são também Produtos Estratégicos de Defesa (PED)¹, as decisões envolvidas tornam-se ainda mais complexas, uma vez que podem causar reflexos em outras expressões do Poder Nacional.

O termo sistema, de acordo com Blanchard e Blyler (2016), é uma combinação complexa de recursos (humanos, materiais, equipamentos, hardware, software, instalações, dados, informações, serviços etc.) integrados de maneira a atender a um requisito operacional especificado. Ainda de acordo com esses autores, um sistema é concebido para desempenhar uma função específica, ou uma série de funções, com o objetivo de resolver uma necessidade identificada. Essa concepção encontra respaldo nos conceitos defendidos por Bertalanffy (1977), considerado o criador da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que os descrevem como um conjunto de unidades em inter-relações mútuas.

Em relação a um sistema complexo, Mitchell (2009) esclarece que se trata de um sistema com um grande número de agentes interacionados que exibem comportamentos não triviais e auto-organizados. A autora considera ainda que tais sistemas envolvem processamentos sofisticados de informações e adaptação via aprendizado ou evolução. Complementando essa definição, Oliveira (2009) acrescenta que os sistemas complexos são produtos desenvolvidos a fim de atender demandas específicas e, para tanto, requerem uma elevada capacidade de integração de conhecimentos e competências (OLIVEIRA, 2009).

Um sistema de defesa, por sua vez, é considerado complexo quando possui, entre suas características, ciclo de produção longo, elevado custo unitário, interfaces complexas e alta intensidade de engenharia (HOBDA, 1998). São exemplos de sistemas complexos de defesa as aeronaves militares, os submarinos, veículos blindados de combate, mísseis, satélites e seus subsistemas, entre outros.

Em relação ao processo de obtenção de produtos de defesa, verifica-se, segundo o Ministério da Defesa, que a *obtenção* é a sistemática para se obter um PRODE, de maneira conjunta ou não, baseada em capacidades militares e que esteja relacionada aos interesses estratégicos nacionais (BRASIL, 2018a).

No Brasil, a obtenção de produtos de defesa é feita por meio de contratações², cujas normas estão consolidadas na Lei nº 8.666/93 e em suas alterações posteriores. Essa lei busca assegurar ao setor público a competição justa entre os licitantes, a imparcialidade no julgamento e a garantia da seleção das propostas mais vantajosas para os bens e serviços demandados pelos

1 Produto Estratégico de Defesa é “todo PRODE que, pelo conteúdo tecnológico, pela dificuldade de obtenção ou pela imprescindibilidade, seja de interesse estratégico para a defesa nacional” (BRASIL, 2018a, p. 1).

2 Pela especificidade, as contratações para obtenção de Produtos de Defesa podem ocorrer, também, por meio de dispensa de licitação ou inexigibilidade. Entre os motivos que justificam a dispensa de licitação estão os Acordos Internacionais, os casos relacionados à Segurança Nacional (Decreto nº 2.225, 1997) e os produtos ligados à pesquisa e desenvolvimento (BRASIL, 1993).

órgãos governamentais. No entanto, algumas particularidades das obtenções de produtos de defesa, como a inexistência de soluções no mercado interno, a necessidade de desenvolvimento tecnológico e a presença de risco tecnológico, demandam um trato mais específico por parte da legislação nacional (Departamento de Indústria de Defesa, 2011).

Nesse contexto de dificuldades diversas, não somente o setor de defesa, como todos os demais setores públicos, envolvidos com a aquisição de equipamentos de elevado conteúdo tecnológico, necessitaram de mudanças na legislação para viabilizar novas modalidades de obtenção, sobretudo as que envolvem pesquisa e desenvolvimento de produtos. É nesse cenário que surge a opção da Encomenda Tecnológica.

A Encomenda Tecnológica (ETEC) é um modelo de compra pública em que um órgão ou uma entidade da administração pública poderá contratar um serviço de pesquisa, desenvolvimento ou uma inovação para a solução de problemas técnicos específicos (BRASIL, 2018b). Essa opção é estabelecida por meio de um vínculo contratual que tem por característica a existência de desenvolvimento e risco tecnológico. O processo de desenvolvimento pode ser realizado por uma empresa isoladamente ou por um consórcio de empresas.

A citada modalidade de compras públicas representa, portanto, a consolidação de uma série de adaptações na legislação que trata sobre tecnologia, inovação e incentivos fiscais, tornando necessária a análise de suas possibilidades e do aparato legal necessário para sua efetivação. Nesse sentido, o presente artigo tem como objetivo analisar o modelo de compras públicas por Encomendas Tecnológicas (ETEC) aplicadas à obtenção de sistemas complexos de defesa, as oportunidades geradas a partir desse tipo de contratação, bem como a segurança jurídica em seu emprego.

Para viabilizar a consecução desse objetivo, a metodologia empregada se constituiu de uma pesquisa exploratória documental nas principais legislações que regem o tema, tais como o Novo Marco Regulatório Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, o Decreto nº. 5.798/2006, chamado de Lei do Bem, a Lei no 10.973/2004, que prevê o uso das ETEC, a Diretriz do Comando da Aeronáutica que versa sobre o Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica (DCA 400-6), entre outras. Foram também levantados documentos públicos da Agência Espacial Brasileira (AEB), como notas técnicas e estudos preliminares, no sentido de identificar as principais práticas desenvolvidas pela Agência em processos de obtenção realizados por meio de ETEC. Além da pesquisa documental, foi realizada uma revisão bibliográfica relacionada à inovação tecnológica para identificar o emprego de ETEC em contratos públicos do setor de defesa nacional, além de uma abordagem sobre os sistemas complexos de defesa, as particularidades aplicáveis à obtenção no setor de defesa, e os possíveis embargos aos quais esse setor é submetido.

O presente artigo está dividido em cinco seções. Após esta introdução, na segunda seção são apresentadas as modificações ocorridas nas leis voltadas para a inovação tecnológica, com destaque para os aspectos legais e as possibilidades proporcionadas pelas ETEC. Na terceira seção, abordam-se sistemas complexos de defesa já obtidos no Brasil por meio de ETEC, bem como os principais obstáculos à adoção dessa modalidade de contratação pelas Forças Singulares. Na quarta seção apresenta-se uma iniciativa de ETEC realizada pela Agência Espacial Brasileira (AEB), relacionada à encomenda de um sistema de navegação, cujos resultados podem contribuir com o aprendizado sobre o tema, principalmente para o emprego em processos de com-

pras realizadas pelas Forças Armadas brasileiras. Por fim, na última seção, estão sintetizadas as conclusões obtidas a partir da análise das encomendas tecnológicas do setor de defesa.

2 Inovação e encomendas tecnológicas: aspectos legais e oportunidades

Segundo Dosi (1988), a inovação refere-se à procura, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, novos processos de produção e novas formas de organização. Já para Longo e Moreira (2013, p. 9), a inovação resulta de um “processo que envolve interações entre ciência, tecnologia, pesquisa, desenvolvimento experimental, tecnologia industrial básica, engenharia e outras atividades que ocorrem dentro, fora e entre empresas”. Segundo os autores, o processo de inovação depende de diversos fatores, como políticas públicas, arcabouço regulatório formal e práticas usuais das organizações, dos fornecedores e, em um aspecto mais amplo, da sociedade em geral.

Nesse mesmo sentido, Freeman (1995) observa que o processo de inovação é permanente e irreversível, sobretudo no ambiente da firma, uma vez que a ausência de inovação pode implicar no seu desaparecimento. Apesar disto, o autor ressalta também a importância de se pensar a inovação como parte de um *sistema nacional de inovação*, vinculado à política científica, tecnológica e industrial.

Conforme a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), a inovação tecnológica é um conjunto de diligências científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais, incluindo o investimento em novos conhecimentos, que se destinam a levar à realização de produtos e processos tecnologicamente novos e ou significativamente melhorados (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2002, 2002). Em um conceito mais restritivo, o Decreto nº. 5.798/2006, que regulamentou a chamada Lei do Bem, define inovação tecnológica como:

A concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique em melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado (AGBI, 2020).

Portanto, a inovação tecnológica está relacionada à concepção de um novo produto ou processo ainda não conhecidos, cujas características sejam diferentes daquelas existentes em determinada instituição. Está relacionada também à agregação de novas funcionalidades, sendo necessário que as características dos produtos inovadores sejam substancialmente aprimoradas ou que impliquem em melhorias incrementais, devendo gerar, portanto, vantagens e benefícios para a instituição (AGBI, 2020).

Também no Manual de Oslo aponta-se a inovação como a implementação de um produto, processo, métodos organizacionais, ou de negócios, novos ou significativamente melhorados. As atividades de inovação seriam, portanto, as etapas científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais que levam ao incremento desses produtos ou processos (ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 2005).

Apesar de ser uma conceituação de fácil entendimento, a aplicação do conceito à realidade das empresas pode ser mais complexa. Quando considerado o setor produtor de bens e serviços para a Defesa Nacional, essa complexidade tende a ser ainda maior. Azevedo (2018), que divide as inovações entre tecnológicas e não tecnológicas, define a inovação no setor de Defesa como a implementação de um produto (bem ou serviço), ou de um processo, método de marketing ou organizacional, novos ou significativamente melhorados, capazes de alterar a organização, preparo e emprego do Poder Militar.

Ainda com relação à inovação no setor de defesa, o Estado brasileiro modificou a legislação que trata o assunto, com o intuito de fomentar o desenvolvimento tecnológico nacional e incentivar a Base Industrial de Defesa (BID). Essa participação do Estado deve-se também à necessidade de tornar os produtos nacionais, obtidos por meio de investimentos em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I), mais competitivos em um mercado cada vez mais acirrado.

No Brasil, a política de incentivos fiscais começou em 1994, com o Programa de Desenvolvimento Tecnológico Industrial (PDTI)³, cujo objetivo foi estimular o setor privado na área de pesquisa e inovação, de forma a possibilitar a criação de novos processos e produtos ou aprimorar as suas características, com o intuito de aumentar o nível de competitividade das empresas brasileiras, por meio de incentivos fiscais destinados à capacitação tecnológica da indústria (FORMIGONI et al., 2009).

Apesar da relevância do PDTI, o surgimento de novas demandas do mercado exigiu do Estado a aprovação de outras legislações no sentido de aperfeiçoar o incentivo à capacidade nacional de promover inovações tecnológicas e Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), conforme pode ser observado na Figura 1.

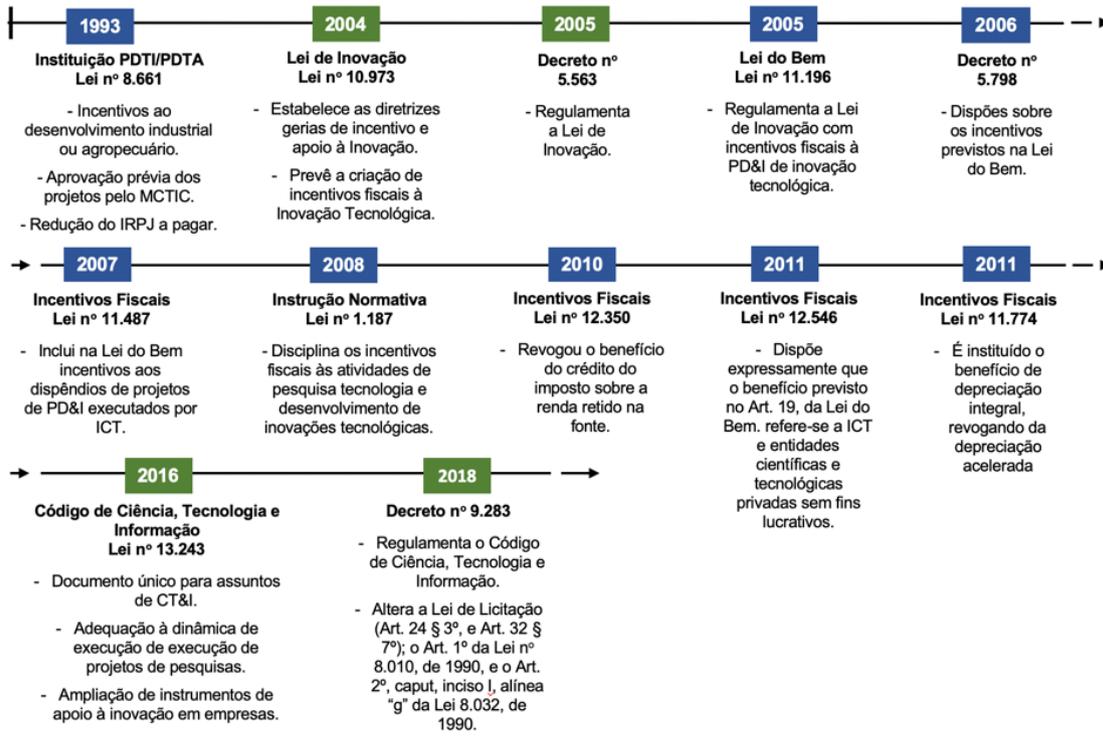
A despeito da importância das legislações mencionadas, cabe destacar a relevância do Novo Marco Regulatório Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação⁴. Essa legislação altera regras importantes e visa a facilitar a criação de um ambiente de inovação mais dinâmico no Brasil. A mencionada lei busca favorecer o ambiente de inovação por meio da promoção das atividades científicas e tecnológicas, considerando-as estratégicas para o desenvolvimento econômico e social; pela promoção da cooperação e interação entre os entes públicos, entre os setores público e privado e entre empresas; pelo estímulo à atividade de inovação nas empresas e nas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICT); e pela simplificação de procedimentos para gestão de projetos de ciência, tecnologia e inovação e adoção de controle por resultados em sua avaliação (SEBRAE, 2020).

Para o setor de defesa, que trabalha com sistemas complexos os quais operam na fronteira da tecnologia existente, esse Novo Marco Regulatório poderá trazer avanços pela inclusão de medidas para estímulo à inovação nas empresas, como as Encomendas Tecnológicas (ETEC).

3 O PDTI foi instituído pela Lei nº 8.661, de 02 de junho de 1993, a qual dispõe sobre os incentivos fiscais para a capacitação tecnológica da indústria e da agropecuária, e dá outras providências.

4 A Lei nº 13.243, de 2016, dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e foi regulamentada pelo Decreto nº 9.283, de 2018.

Figura 1 - Legislação voltada à inovação tecnológica



Fonte: Adaptado de ABGI (2018).

2.1 Encomenda tecnológica e a segurança jurídica do processo

Em função das dificuldades relacionadas ao acesso às tecnologias sensíveis, sobretudo as voltadas para os setores espacial e de defesa, uma alternativa viável para países como o Brasil é o desenvolvimento autóctone de soluções tecnológicas⁵ por meio de pesquisa nacional, de forma a contornar a sua atual dependência tecnológica (ANDRADE; SANTOS, 2018).

Segundo Longo e Moreira (2018), tecnologia sensível é aquela que dá origem a produtos sensíveis e/ou de uso dual, como por exemplo, as tecnologias espacial e nuclear. Segundo os autores, as tecnologias sensíveis são controladas por um país, ou um grupo de países, que consideram que “não se deva dar acesso a outros países, durante certo tempo, hipoteticamente por razões de segurança”.

Nesse cenário, apesar da ETEC ser uma possibilidade disponibilizada para a busca de soluções de problemas tecnológicos que envolvem interesses nacionais, algumas ações devem ser tomadas pelos órgãos contratantes para garantir a segurança jurídica do processo.

Um dos grandes problemas enfrentados em processos de obtenção de produtos de defesa por meio de desenvolvimento é obedecer ao mesmo rito, previsto para as demais compras governamentais, estabelecido na Lei nº 8.666/93 (Departamento de Defesa de Indústria, 2011). Essa legisla-

⁵ Solução tecnológica é a aplicação de uma tecnologia ou know-how orientado a satisfazer as necessidades de criação/modificação/melhoria de um produto ou processo de empresas ou instituições (ALBUQUERQUE et al., 2015, p. 250).

ção demanda, na fase inicial do processo, uma sequência de atos que não contemplam alguns fatores diretamente relacionados à obtenção de produtos de defesa, como a existência de risco tecnológico.

Nesse contexto, os órgãos públicos encontram uma grande dificuldade em obter o produto adequado às suas necessidades e cumprir todos os procedimentos previstos na legislação em vigor. Esses procedimentos, apesar de demandarem tempo, recurso humanos e materiais, são necessários para garantir a segurança jurídica em um processo de obtenção por meio de uma ETEC.

Sobre esse assunto, a Lei de Licitações e Contratos da administração pública exige que o contratante descreva os requisitos técnicos-operacionais do objeto a ser adquirido de modo que os interessados tenham plenas condições de identificar a natureza do problema técnico existente, bem como tenham uma visão global do produto, do serviço ou do processo inovador passível de obtenção. A dificuldade dessa atividade reside na descrição das especificações técnicas do objeto a ser desenvolvido, devido à complexidade da atividade de pesquisa, desenvolvimento e inovação ou por envolver soluções inovadoras não disponíveis no mercado.

Em suma, o órgão contratante deverá descrever as necessidades técnico-operacionais de tal forma que permita aos interessados a identificação da natureza do problema técnico. Na prática, quanto mais complexo for o sistema ser encomendado, mais difícil torna-se a descrição dos requisitos e maior será o risco tecnológico envolvido.

A existência de risco tecnológico, é uma das principais características das ETEC. Trata-se da possibilidade de insucesso no desenvolvimento de uma solução, decorrente de processo cujo o resultado é incerto em função do conhecimento técnico-científico restrito à época em que se decide pela aquisição de um produto.

Visando à licitude dos procedimentos, as consultas, as respostas dos potenciais contratados e todos os demais atos relacionados às ETEC deverão ser anexados ao processo de contratação, excetuando-se os casos em que informações de natureza industrial, tecnológica ou comercial que devam ser mantidas sob sigilo (BRASIL, 2018b).

Ainda no que concerne à manutenção da trilha da licitude, a legislação estabelece que o órgão ou a entidade da administração pública contratante poderá criar, por meio de ato de sua autoridade máxima, um comitê técnico de especialistas para assessorar a instituição na definição do objeto da encomenda, na escolha do futuro contratado, no monitoramento da execução contratual e nas demais funções previstas no Decreto no 9283/2018. Trata-se, portanto, de um estudo de viabilidade a ser realizado por intermédio de um grupo de especialistas em vários assuntos. Esse estudo, previsto em algumas legislações⁶ voltadas para a aquisição de produtos de defesa, consiste de um minucioso exame do planejamento realizado até o momento, com vistas a verificar a consistência de sua estrutura, sua coerência com os objetivos pretendidos e a confiabilidade dos dados apurados (BRASIL, 2007).

Outro fator de segurança jurídica para o processo é a determinação dos parâmetros mínimos aceitáveis para o recebimento do produto, do serviço ou do processo relacionado à encomenda. Em suma, trata-se de uma definição precisa dos requisitos técnicos, logísticos e industriais necessários para a ETEC em questão.

⁶ A Diretriz do Comando da Aeronáutica (DCA 400-6) versa sobre o Ciclo de Vida de Sistemas e Materiais da Aeronáutica que compreende desde a fase de concepção do produto até a fase de descarte (BRASIL, 2007).

A celebração do contrato de ETEC exige também que o órgão contratante obtenha o produto com as condições mais vantajosas de contratação. A legislação exige a realização de uma negociação transparente, com a documentação pertinente anexada aos autos do processo de contratação, com exceção das eventuais informações de natureza industrial, tecnológica ou comercial que devam ser mantidas sob sigilo. Ademais, a escolha do contratado será orientada para a maior probabilidade de alcance do resultado pretendido pelo contratante, e não necessariamente para o menor preço ou custo. Nesse caso, a administração pública poderá utilizar, como fatores de escolha, a competência técnica, a capacidade de gestão, as experiências anteriores, a qualidade do projeto apresentado e outros critérios significativos de avaliação do contratado (MONTEIRO, 2020).

Um fator adicional para a garantia jurídica do processo é a necessidade de aprovação prévia do projeto específico elaborado pelo contratado. Esse projeto deve conter o cronograma físico-financeiro, a observância aos objetivos a serem atingidos pela ETEC, os requisitos que permitam a aplicação dos métodos e dos meios indispensáveis à verificação do andamento do projeto em cada etapa, além de outros elementos estabelecidos pelo contratante. A análise prévia em comento pode ser realizada pelo comitê técnico de especialistas estabelecido pelo órgão contratante.

2.2 As oportunidades geradas pela encomenda tecnológica

A principal oportunidade gerada pela ETEC é facilitar a interação entre o demandante e o fornecedor, uma vez que há a possibilidade de dispensa de licitação. Contudo, para viabilizar essa interação, é necessário um contrato entre as partes que estabeleça o objeto, o cronograma físico-financeiro e as normas sobre a propriedade intelectual (BRASIL, 2018b).

A ETEC permite também que os órgãos e as entidades da administração pública possam contratar diretamente uma Instituição Científica, Tecnológica e de Inovação (ICT), pública ou privada, ou ainda, entidades de direito privado sem fins lucrativos ou empresas, isoladamente ou em consórcio, voltadas para atividades de pesquisa, desde que possuam reconhecida capacitação tecnológica no setor.

O objetivo da ETEC é, portanto, a realização de atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação que envolvam risco tecnológico, para solução de problema técnico específico ou obtenção de produto, serviço ou processo inovador (BRASIL, 2018b).

Tendo em vista as dificuldades que envolvem o desenvolvimento de sistemas complexos de defesa, a legislação passou a considerar a existência de risco tecnológico no decorrer do processo. Segundo o decreto regulatório⁷, os riscos tecnológicos estão relacionados à “possibilidade de insucesso no desenvolvimento de solução, decorrente de processo em que o resultado é incerto em função do conhecimento técnico-científico insuficiente à época em que se decide pela realização da ação” (BRASIL, 2018b, p. 2).

Para os casos de contratações cujo objeto envolva risco tecnológico, a Encomenda Tecnológica admite que o produto obtido pela contratação possa ser diferente do almejado, em função da incerteza tecnológica existente. Ademais, esse novo dispositivo legal possibilita a descontinuidade do contrato por inviabilidade técnica ou econômica durante o seu desenvolvimento.

⁷ O Decreto nº 9.283, de 2018, estabelece medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, com vistas à capacitação tecnológica, ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

Outra possibilidade gerada pela ETEC é a inclusão dos custos das atividades que precedem à introdução da solução, do produto, do serviço ou do processo inovador no mercado. Dessa forma, a fabricação de protótipos; o escalonamento, como planta piloto para prova de conceito, testes e demonstração; e a construção da primeira planta em escala comercial, quando houver interesse da administração pública no fornecimento desses itens, podem fazer parte do objeto do contrato.

O Novo Marco Regulatório em comento repercute diretamente entre as entidades da Administração Pública que promovem atividades de pesquisa e desenvolvimento e realizam contratos com base no Art. 24 da Lei nº 8.666/93, uma vez que essa nova legislação afasta a necessidade de realizar licitação para contratar bens, insumos, serviços e obras nos casos em que o objeto do contrato esteja vinculado a projetos de pesquisa e devidamente aprovados pela Administração, o que representa uma segurança jurídica para os atores envolvidos.

Em nota técnica publicada pela Agência Espacial Brasileira (AEB) (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020c), torna-se claro que a ETEC somente se aplica nos casos em que ocorra a inexistência de soluções disponíveis no mercado, para o problema o qual o Estado visa solucionar, por intermédio da contratação (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020a). Essa consideração é importante porque a ETEC torna-se uma opção a ser utilizada somente em casos bem específicos. Trata-se, portanto, de uma exceção entre os instrumentos de contratação disponibilizados pela legislação brasileira, uma vez que pressupõe a assunção de uma parcela significativa dos riscos tecnológicos por parte do Estado.

Cabe destacar que, quando se busca a obtenção de soluções tecnológicas, ainda que existam opções disponíveis no mercado, deve-se considerar a possibilidade de restrições e embargos por parte dos países proprietários da tecnologia. No setor espacial e de defesa pode ser citado, como exemplo, o Regime de Controle de Tecnologia de Mísseis (MTCR), do qual o Brasil é signatário e que afetou o desenvolvimento de veículos lançadores de satélites nacionais (LONGO; MOREIRA, 2018). Tais embargos podem significar atrasos e, em situações mais extremas, até o encerramento das atividades relacionadas (SANTOS, 1996).

No entanto, dada a importância da ETEC para encomendas que envolvam riscos tecnológicos, a necessidade de mecanismos de controle ocasiona dificuldades na aplicação da legislação em tela, o que na prática torna a utilização da modalidade ETEC uma opção pouco praticada pelos órgãos públicos brasileiros.

3 Obtenção de sistemas complexos de defesa e encomendas tecnológicas

A possibilidade de realizar compras públicas no Brasil por meio de Encomenda Tecnológica existe desde a promulgação da Lei nº 10.973/2004⁸. Essa possibilidade favorece a obtenção de produtos complexos de defesa por vários fatores, entre eles, a opção de desenvolver uma solução tecnológica ainda não disponível no mercado.

No entanto, apesar das opções disponibilizadas pela ETEC, poucos processos de obtenção de produtos de defesa foram desenvolvidos pelas Forças Armadas (FA), por meio desse dispo-

⁸ As ETEC são previstas no art. 20 da Lei no 10.973/2004, com redação dada pela Lei no 13.243/16 e regulamentação dada pelo Decreto no 9.283/2018. Segundo o inciso XXXI do art. 24 da Lei no 8.666/1993, as ETEC são dispensadas do processo de licitação (RAUEN, 2019, p. 7).

sitivo, até o presente momento. Segundo Barbosa e Rauen (2019), somente em cinco ocasiões, as FA realizaram processos de obtenção utilizando-se desse dispositivo legal, conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 – Encomendas Tecnológicas desenvolvidas pelas Forças Armadas brasileiras

Data	Contratante	Fornecedor	Objeto	Valor do Contrato (R\$ correntes)
06/12/10	Centro Tecnológico do Exército	Orbisat	Serviços técnicos especializados para a atualização tecnológica de cinco radares de defesa antiaérea de baixa altura (Sistema de Acompanhamento de Alvos Aéreos Baseado em Emissão de Radiofrequência – SABER M60)	2.973.000,00
21/08/14	Fundação de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação do Exército Brasileiro	CPqD	Serviços técnicos especializados relacionados aos serviços de modelagem P&D de um módulo de forma de onda para uso na faixa de frequência de <i>high frequency</i> (HF)	4.580.000,00
04/11/14	Exército Brasileiro	Hidromec	Contratação de serviço para desenvolvimento da Plataforma de Integração do Projeto Rádio Definido por Software de Defesa (RDS-Defesa), versão veicular	2.399.895,00
07/12/18	Marinha do Brasil	Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares	Desenvolvimento de tecnologias para aceleração de prótons a laser para aplicações nucleares	14.860.000,00
20/09/19	Exército Brasileiro	Opto	Serviço de P&D do monóculo de imagem térmica OLHAR	2.879.204,45

Fonte: Adaptado de Barbosa e Rauen (2019).

Da análise da Tabela 1, é possível depreender que, apesar das possibilidades fornecidas pelas ETEC, as FA brasileiras pouco utilizaram esse recurso. Sobre essa situação, Barbosa e Rauen (2019) citam que é evidente o fato de que as ETEC são subutilizadas no conjunto de estratégias de desenvolvimento tecnológico nacional. Nesse sentido, quando se analisa a obtenção de produtos complexos de defesa, a mesma conclusão pode ser obtida.

Também é possível observar que não houve participação do Comando da Aeronáutica em nenhum processo de obtenção por intermédio de ETEC, apesar da existência de projetos, no âmbito desse Comando, diretamente voltados para o desenvolvimento de soluções tecnológicas. Apesar de ter sido assinado em 2009, o contrato de desenvolvimento da aeronave cargueira

KC-390 (Projeto KC-X)⁹ é um exemplo de obtenção de produtos de defesa que poderia ter sido contemplado por intermédio de uma ETEC.

Em projetos complexos como o KC-X, a utilização das ETEC seria uma garantia de que possíveis problemas, no desenvolvimento da solução contratada, não ocasionassem conflitos entre contratados e contratantes. No caso do KC-X, por ter sido um projeto contratado por meio de uma dispensa de licitação, ocorreu o risco de não serem produzidos os protótipos de acordo com as regras contratuais, em função dos riscos tecnológicos existentes em uma atividade complexa como o desenvolvimento de uma aeronave.

A ETEC possibilita a utilização de variáveis formas de remuneração para uso nas contratações: preço fixo, preço fixo mais remuneração variável de incentivo, reembolso de custos sem remuneração adicional, reembolso de custos mais remuneração variável de incentivo e reembolso de custos mais remuneração fixa de incentivo (BRASIL, 2018b). Essas opções de remuneração permitem que o risco tecnológico existente possa ser compartilhado entre as empresas e a administração pública, bem como possibilita amenizar a dificuldade de se estimar um preço para uma solução ainda em fase de desenvolvimento.

Assim, em relação ao Projeto KC-X, é importante destacar que esse empreendimento utilizou a forma de contratação (ou de renumeração da empresa contratada) por preço fixo, por meio do qual todos os riscos ficam sob a responsabilidade da empresa contratada.

Sobre essa forma de contratação por preço fixo, apesar de parecer vantajoso para o contratante, na prática, as empresas contratadas tendem a incluir toda a incerteza do projeto no preço definido em contrato, o que encarece o projeto (BARBOSA; RAUEN, 2019). Nesse sentido, o desenvolvimento dos dois protótipos da aeronave cargueira KC-390 teve um custo estimado de 5,9 bilhões de reais. Esse custo pelo desenvolvimento das duas unidades do cargueiro é, visivelmente, bem elevado quando comparado ao valor das 28 aeronaves previstas para o Projeto KC-390, que custará em torno de 16,2 bilhões de reais (BRASIL, 2020).

Além disto, de acordo com Barbosa e Rauen (2019), o instrumento legal escolhido para o desenvolvimento do KC-X trouxe riscos consideráveis para a empresa Embraer, uma vez que os contratos de inexigibilidade de licitação não preveem a existência de riscos tecnológicos.

Cabe destacar que a despeito da existência da modalidade ETEC para a obtenção de produtos complexos de defesa, possivelmente o pouco conhecimento e experiência do corpo jurídico do governo federal e das Forças Armadas sobre a aplicação da citada legislação (vide a baixa utilização verificada na Tabela 1), bem como a dificuldade em enquadrar o objeto de determinadas aquisições na modalidade ETEC, fazem com que esse dispositivo não seja aplicado em sua plenitude.

A dificuldade em enquadrar um produto de defesa em uma ETEC é fator relevante para a definição, ou não, do uso dessa modalidade no processo de aquisição. Nesse aspecto, as incertezas referentes ao risco tecnológico, via de regra, não são os únicos fatores relevantes na definição da empresa contratante. Em muitos casos, os problemas relacionados a embargos internacionais, por exemplo, podem ter uma grande importância quando se trata de produtos

⁹ O Projeto KC-X visou o desenvolvimento de dois protótipos de uma aeronave de transporte militar e reabastecimento em voo para complementar e eventualmente substituir as aeronaves C/KC-130 da Força Aérea Brasileira na realização das missões de transporte aéreo logístico, SAR (Busca e Resgate) e reabastecimento em voo, dentre outras. De maneira mais ampla, o Projeto também visou promover a capacitação tecnológica da Aeronáutica e da indústria aeroespacial brasileira e aumentar a capacidade operacional da Força Aérea Brasileira, por intermédio do desenvolvimento e posterior aquisição das aeronaves KC-390 (BRASIL, 2018).

complexos de defesa, em função da importância estratégica que esses itens têm para a soberania nacional (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020b).

Sobre esse tipo de impasse, o Ministério da Saúde, que é atualmente um dos principais utilizadores da modalidade ETEC, percebeu a necessidade de atuar de forma conjunta a outras instituições¹⁰ para resolver possíveis dificuldades de entendimento e aplicação das ETEC na solução de problemas relacionados ao Ministérios (BRASIL, 2017). Nesse sentido, a promulgação do Decreto no 9.245¹¹, de 20 de dezembro de 2017, foi um passo importante no trato de questões complexas voltadas para a obtenção de soluções indispensáveis à área da Saúde.

Se for realizado um paralelo entre o Ministério da Saúde e as soluções buscadas pelas Forças Armadas, pode-se observar que a área de defesa necessita evoluir no sentido de definir procedimentos e estabelecer processos mais precisos e padronizados sobre o tema, de forma a facilitar o trabalho dos profissionais diretamente envolvidos com as atividades de obtenção de sistemas complexos de defesa.

Conforme Rauen (2014), uma coordenação central permite não somente eficiência e segurança jurídica, como também facilita a análise dos processos relacionados às encomendas tecnológicas. Desta forma, a elaboração de uma legislação interna ao Ministério da Defesa (MD), voltada para a padronização de alguns procedimentos relacionados à modalidade ETEC, poderia ser uma medida facilitadora em relação ao enquadramento de determinados produtos de defesa nessa modalidade. Essa nova legislação poderá ocasionar celeridade no processo e maior segurança jurídica para os órgãos envolvidos nos processos de aquisição.

Nesse mesmo sentido, a criação de um sistema de obtenção de produtos de defesa mais integrado e robusto, sob a coordenação do MD, conforme assevera Longo e Moreira (2013), pode ser uma opção fundamental para o uso eficiente e efetivo dos recursos financeiros disponíveis, por meio de encomendas tecnológicas consistentes e exequíveis.

Contudo, apenas como um exemplo que corrobora a segurança jurídica de processos relacionados à obtenção de sistemas de defesa, cabe destacar que o Comando da Aeronáutica (COMAER) já criou, em outras ocasiões, normas específicas voltadas para facilitar o entendimento de legislações relacionadas a compras públicas. Um desses casos foi a criação da Portaria no 921/GC3¹², de 2 de setembro de 2004, que atribui competência e define procedimentos para comissões internas do COMAER emitirem pareceres técnicos voltados para justificar a dispensa de licitação em compra de materiais e equipamentos motivados pela necessidade de se manter a padronização requerida pela estrutura de apoio logístico dos meios aéreos e terrestres.

10 Órgãos que compõem o chamado o Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde (GECIS), como Casa Civil, MRE, Ministério da Fazenda, entre outros.

11 O Decreto no 9.245, de 2017, institui a Política Nacional de Inovação Tecnológica na Saúde, regulamenta o uso do poder de compra do Estado em contratações e aquisições que envolvam produtos e serviços estratégicos para o Sistema Único de Saúde no âmbito do Complexo Industrial da Saúde e dispõe sobre o Grupo Executivo do Complexo Industrial da Saúde e o Fórum Permanente de Articulação com a Sociedade Civil.

12 A Portaria no 921/GC3, de 2004, dispõe sobre Comissão Interna com a competência para examinar e emitir parecer sobre dispensa de licitação para as compras de materiais e equipamentos utilizados pelo Comando da Aeronáutica, excetuados os materiais de uso pessoal e administrativo, motivada pela necessidade de se manter a padronização requerida pela estrutura de apoio logístico dos meios aéreos e terrestres.

4 O caso da encomenda tecnológica desenvolvida pela aeb

A Agência Espacial Brasileira (AEB) iniciou um projeto inédito na instituição, de aquisição de uma solução tecnológica com base em uma ETEC. Esse projeto refere-se à contratação do desenvolvimento de um Sistema de Navegação Inercial (INS). O ineditismo dessa iniciativa da AEB deve-se, sobretudo, à parceria realizada com o Tribunal de Contas da União (TCU) e com representantes da Advocacia-Geral da União (AGU), da Controladoria-Geral da União (CGU), do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCT) e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Segundo a AEB, a dificuldade em obtenção de sistemas de navegação inercial normalmente tem sido um entrave às atividades brasileiras de pesquisa e desenvolvimento. Isto ocorre em função dos embargos impostos pelos fornecedores internacionais aos produtos relacionados às aplicações espaciais e de defesa. Entre esses embargos, estão os regimes de controle de transferência de bens e de tecnologias sensíveis estabelecidos pelos países que dominam esse conhecimento, como o já citado *Missile Technology Control Regime* (MCTR)¹³ liderados pelos integrantes do G7.

Além dos embargos, outros riscos inerentes a essa atividade também são comuns, entre eles, a restrição no número de itens fornecidos, a venda de equipamentos obsoletos tecnologicamente, especificações funcionais insuficientes para a missão desejada, fornecimento de itens não customizados à aplicação pretendida, entre outros (BRASIL, 2020).

Diante do cenário apresentado, a AEB identificou a ETEC como um instrumento que possui potencial para ser utilizado em contratação de soluções para o setor espacial (BRASIL, 2020). Ainda de acordo com essa Agência, por se tratar de uma iniciativa inédita e pela carência de experiências práticas no setor espacial, houve a necessidade da participação do Tribunal de Contas da União (TCU) que acompanha a elaboração dessa encomenda tecnológica de forma a mapear e mitigar os riscos encontrados, com o intuito de garantir a correta execução da legislação e garantir a conformidade do processo. Cabe destacar que, por se tratar de uma atividade nova, a quebra de paradigma existe tanto para os órgãos contratantes, quanto para os órgãos de controle (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020a).

Conforme citado anteriormente, a AEB escolheu como objeto da primeira ETEC um subsistema de navegação. Segundo essa Agência, esse tipo de subsistema de navegação é usualmente representado por um Sistema Inercial (INS)¹⁴ em funcionamento paralelo a um componente de posicionamento por GNSS (*Global Navigation Satellite System*), conforme pode ser observado na Tabela 2. No entanto, a complexidade do sistema está relacionada ao fato de que sistemas INS podem ter seu processamento de posição influenciado pelo erro inerente de sensores, dentre outros. Por esse motivo, alguns problemas podem surgir; por exemplo, a integração no tempo pode propagar um erro de posicionamento durante sua trajetória.

13 O MCTR é um regime que funciona informalmente e os países membros comprometem-se a desenvolver uma sistemática de exportação que iniba, ou mesmo elimine, a possibilidade de transferência de itens sensíveis a países que tenha intenções de desenvolver mísseis (SANTOS, 1995).

14 O INS compõe uma técnica de navegação em que medições tridimensionais de aceleração linear e angular são utilizadas para seguir a posição, orientação e velocidade de um objeto relativo ao um ponto de partida. Um INS detecta mudanças em posição geográfica, em sua velocidade (direção e magnitude), e em sua orientação (rotação em torno de um eixo), a partir de aceleração linear e de velocidade angular aplicada ao veículo. Desta forma, é imune a influências externas por não exigir referências externas após sua inicialização (AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA, 2020).

Tabela 2 – Componentes e parâmetros básicos do sistema inercial

Componentes Internos	Parâmetros de Interface
Um comutador de bordo (OBC1) e respectivo software para processamento de sinais emitidos pelos sensores inerciais	Massa total inferior a 5 quilos
Um comutador de bordo (OBC2) e respectivo software para processamento de dados de posicionamento e integração para definição de trajetória, com correção por GNSS	Dimensões necessárias para embarcar como carga útil no foguete VSB-30 e em versões modificadas, ou em foguetes de treinamento FTB e FTI
Um receptor GNSS	Telemetria própria
Uma Unidade de Medida Móvel (IMU) composta por sensores inerciais (acelerômetros e giroscópios)	Fonte de energia e rede elétrica própria
Telemetria adaptada a um sistema de recepção em solo	-

Fonte: Adaptado de Agência Espacial Brasileira (2020a).

A importância da ETEC surge pelo fato de a obtenção mencionada envolver riscos consideráveis, uma vez que o objeto do contrato é um produto que se encontra no limiar da tecnologia existente. Por esse motivo, de acordo com a AEB, para minimizar a ocorrência de problemas no decorrer das fases da encomenda, todas as especificações técnicas e parâmetros de funcionamento serão revisados e detalhados por uma comissão técnica de especialistas.

Apesar de os projetos da área espacial utilizarem, como métrica de desenvolvimento tecnológico, o *Technology Readiness Level* (TRL) mínimo 2, como ocorreram com o projeto SISNAV¹⁵, o Sistema de Navegação Inercial contemplado pela encomenda tecnológica terá seus produtos entregáveis divididos em cinco fases, sendo que a primeira fase iniciará com índice de maturidade tecnologia 3, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Fases do Sistema de Navegação Inercial.

Fase	Technology Readiness Level (TRL)	Produto Entregável
Fase 1	TRL 3	Projeto de Engenharia
Fase 2	TRL 4	Teste em laboratório de componentes e interfaces
Fase 2	TRL 5	Integração e validação em ambiente relevante
Fase 4	TRL 6 e 7	Verificação e demonstração integrada de protótipo
Fase 5	TRL 8 e 9	Protótipo completo para qualificação em voo

Fonte: Adaptado de AEB (2020a).

15 SISNAV é um sistema de navegação inercial desenvolvido pelo Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE) para veículos lançadores e suborbitais (BRASIL, 2020).

A adoção do TRL 3 para a primeira fase da ETEC desenvolvida pela AEB é uma medida mitigadora no sentido de aumentar as chances de sucesso da encomenda em tela, considerando-se que o TRL 3 consiste em obter resultados analíticos/experimentais documentados de forma a validar provas de conceito (MANKINS, 1995).

A ETEC desenvolvida pela AEB apresenta semelhanças aos projetos de P&D realizados no âmbito das Forças Armadas brasileiras em relação ao objeto dos contratos, como é o caso do desenvolvimento da aeronave KC-390 (Projeto KC-X), entre outros projetos voltados para a aquisição de produtos complexos de defesa. No entanto, no caso do KC-390, em função de vários fatores, entres eles a inexistência de legislação específica do COMAER para a realização de encomendas tecnológicas, no momento da concepção do projeto em questão, o Comando da Aeronáutica apoiou-se em dois dispositivos legais, a dispensa e a inexigibilidade de licitação¹⁶ (RIBEIRO, 2017).

5 Considerações finais

Neste artigo foi analisado o modelo de compras públicas por Encomendas Tecnológicas (ETEC) aplicadas à obtenção de sistemas complexos de defesa, as oportunidades geradas a partir desse tipo de contratação, bem como a segurança jurídica em seu emprego.

Observa-se que a despeito do espaço temporal existente entre a publicação do Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação e a sua regulamentação, os órgãos públicos brasileiros ainda não apresentaram significativa aderência à citada legislação para a obtenção de sistemas de defesa. Essa falta de aderência possivelmente está relacionada ao desconhecimento dos detalhes da legislação e ao receio de cometer erros na interpretação das normas vigentes, o que poderia implicar em prejuízos ao erário público e implicações jurídicas para os agentes da administração.

Desta forma, para que os órgãos públicos possam utilizar todas as possibilidades disponibilizadas pela legislação existente, faz-se necessária a adoção de medidas capazes de facilitar o entendimento das normas em vigor, por parte dos agentes públicos, de forma a proporcionar maior segurança jurídica nos processos de obtenção de sistemas complexos de defesa.

Cabe ressaltar que esse tipo de obtenção se destaca pela elevada soma de recursos financeiros envolvidos, pela importância dos sistemas de defesa para o país, pela complexidade dos processos e pela incerteza no sucesso da atividade, sobretudo quando a obtenção envolve o desenvolvimento de produtos de defesa. Por essas particularidades, os processos de contratação de sistemas complexos de defesa exigem tratamentos específicos, de forma a permitir opções viáveis à administração pública e possibilitar o atendimento de demandas da sociedade de forma mais eficiente.

Os casos comentados neste trabalho exemplificam dois processos de obtenção de sistemas complexos que seguiram caminhos diferentes: o Projeto KC-390 e o Sistema de Navegação Inercial (INS). Embora sejam considerados sistemas de destacada importância para a soberania nacional, e projetos de P&D bem-sucedidos, verifica-se que o dispositivo legal utilizado como base no processo de obtenção do INS, a Encomenda Tecnológica, é mais adequado para contratações cujo objeto

¹⁶ Dispensa de licitação (Art. 24) e Inexigibilidade de licitação (Art. 25), ambos da Lei no 8.666/1993.

envolve risco tecnológico, sobretudo em função das incertezas existentes e pela segurança jurídica fornecida aos gestores envolvidos.

Em relação ao instrumento utilizado pela AEB, foi possível verificar a possibilidade de se contornar a dificuldade para se utilizar a ETEC, enquanto a legislação ainda não está totalmente consolidada como instrumento de contratações de soluções tecnológicas para problemas reais das Organizações Públicas. Foi possível também identificar que a falta de experiência da AEB suscitou a necessidade da participação de um órgão de controle (TCU) em todas as fases do processo, assim como de outros órgãos da administração pública, como a AGU, o MCTI e o IPEA, no intuito de construir o conhecimento necessário para a utilização da ETEC de forma adequada e com a segurança jurídica necessária para os agentes da administração.

A exemplo da AEB, sugere-se que o Ministério da Defesa elabore uma legislação interna voltada para a padronização de procedimentos relacionados à ETEC e para o enquadramento de determinados produtos de defesa nessa modalidade de contratação. Essa nova legislação poderá ocasionar celeridade no processo e maior segurança jurídica para os órgãos envolvidos nos processos de aquisição. Ademais, uma coordenação central possivelmente permitirá não somente maior eficiência, como poderá facilitar a análise dos processos relacionados às encomendas tecnológicas.

Referências

- ABGI. **Lei do Bem**: os incentivos fiscais à inovação tecnológica. [S.l.]. 2020. Disponível em: <https://brasil.abgi-group.com/lei-do-bem>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. **Encomenda Tecnológica (ETEC)**. Brasília, 2020b. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/pt-br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Estudos Preliminares. **Processo nº 01350.000025/2020-58**. Brasília, 2020c. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/pt-br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec/documentos>. Acesso em: 23 nov. 2020.
- AGÊNCIA ESPACIAL BRASILEIRA. Nota Técnica. **Processo nº 01350.000025/2020-58. Encomenda Tecnológica sobre sistema de navegação inercial**. Brasília, 2020d. Disponível em: <http://www.aeb.gov.br/programa-espacial-brasileiro/encomenda-tecnologica-etec/documentos>. Acesso em: 23 dez. 2020.
- ALBUQUERQUE, B. et al. Novas práticas para o fomento da inovação na economia brasileira: o BNDES Soluções Tecnológicas. In: ABDE/BID (orgs.). **Prêmio Associação Brasileira de Desenvolvimento (ABDE-BID) - Coletânea de Trabalhos**. Rio de Janeiro: ABDE Editorial, p. 241-262, 2015. Disponível em: https://abde.org.br/wp-content/uploads/2018/06/PREMIO-ABDE-BID-2015_PDF-COMPLETO.pdf. Acesso em: 01 jan. 2021.
- ANDRADE, A. D. P.; SANTOS, C. S. A. **Políticas públicas de defesa: uma análise sobre a Lei nº 12.598/2012 e as empresas estratégicas de defesa**. [S.l.], 2018. Disponível em: https://www.enabed2018.abedef.org/resources/anais/8/1535683049_ARQUIVO_artigoppallaneclarice.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.
- AZEVEDO, C. E. The elements of analysis of the culture of innovation in the Defense sector and its three-dimensional model. **Coleção Meira Mattos: Revista das Ciências Militares**, [S.l.], v. 12, n. 45, p. 145-167, 2018.
- BARBOSA, C. M. M.; RAUEN, A. T. **Encomendas Tecnológicas no Brasil: Guia Geral de Boas Práticas**. Ipea: Brasília, 2019.
- BERTALANFFY, L. **Teoria Geral dos Sistemas**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 1977.
- BLANCHARD, B. S.; BLYLER, J. E. **System Engineering Management**. 5. ed. New Jersey: Wiley, 2016.
- BRASIL. Casa Civil. **Lei nº 8.666**, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/18666const.htm. Acesso em: 23 dez. 2020.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Portaria nº 129/GC4**, de 5 de março de 2007. Boletim do Comando da Aeronáutica, Brasília, n. 47, 9 mar. 2007.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. **Sistema de Navegação e Controle**. Brasília, 2020a. Disponível em: <http://www.iae.cta.br/index.php/todos-os-projetos/projetos-aeronautica/sistema-de-navegacao-e-control>. Acesso em: 23 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria Normativa nº 15/MD**, de 4 de abril de 2018. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, n. 65, 5 abr. 2018a.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 9.283**, de 7 de fevereiro de 2018. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, 7 fev. 2018b.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.243**, de 11 de janeiro de 2016. Diário Oficial da União. República Federativa do Brasil, Brasília, 12 jan. 2016.

Departamento de Indústria de Defesa. **Análise COMDEFESA: por uma Política de Aquisição de Material de Defesa**. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.defesanet.com.br/defesa/noticia/2629/ANALISE-COMDEFESA---Por-uma-Politica-de-Aquisicao-de-Material-de-Defesa>. Acesso em: 23 dez. 2020.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al (orgs). **Technical change and economic theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

FORMIGONI, H. et al. **A influência do PDTI e da Lei do Bem na geração de riqueza das companhias abertas brasileiras não financeiras**. [S.l.], 2009. Disponível em: <https://anaisbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1053>. Acesso em: 23 dez. 2020.

FREEMAN, C. The national system of innovation in historical perspective. **Journal of Economics**, Cambridge, v. 19, n. 1, p. 5-24, 1995.

HOBDAY, M. Product complexity, innovation and industrial organization. **CoPS Publication**, Falmer, n. 52, 1998.

LONGO, W. P.; MOREIRA, W.S. Tecnologia e inovação no setor de defesa: uma perspectiva sistêmica. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 2, p. 277-304, jul./dez. 2013.

LONGO, W P.; MOREIRA, W.S. O acesso a tecnologias sensíveis. **Tensões Mundiais**, [S.l.], v. 5, n. 9, p. 73-122, 2018. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/tensoesmundiais/article/view/669>. Acesso em: 23 dez. 2020.

MANKINS, J. C. **Technology Readiness Levels: a white paper**. Office of Space Access and Technology: NASA, [S.l.], 1995. Disponível em: https://aiaa.kavi.com/apps/group_public/download.php/2212/TRLs_MankinsPaper_1995.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.

MITCHELL, M. **Complexity: a guided tour**. New York: Oxford University Press, 2009.

MONTEIRO, V. **O que aprendi lendo a legislação sobre contrato de encomenda tecnológica**. [S.l.], 2020. Disponível em: <http://ga.basegroup.com.br/o-que-aprendi-lendo-a-legislacao-sobre-contrato-de-encomenda-tecnologica>. Acesso em: 23 dez. 2020.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Frascati: metodologia proposta para definição da pesquisa e desenvolvimento experimental**. [S.l.], 2002. Disponível em: http://www.ipdeletron.org.br/wwwroot/pdf-publicacoes/14/Manual_de_Frascati.pdf. Acesso em: 23 dez. 2020.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo: diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. [S.l.], 3. ed., 2005. Disponível em: <https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/manualoslo.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2020.

OLIVEIRA, L. G. O desenvolvimento de projetos de sistemas complexos na indústria aeronáutica: o caso de gestão integrada aplicada ao programa Embraer 170. **Cadernos EBAPE**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p.19-33, mar. 2009. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512009000100003&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 23 dez. 2020.

RAUEN, A. T. Encomendas tecnológicas nos Estados Unidos: possibilidades do regulamento federal de aquisições. **Radar**, [S.l.], n. 36, 2014. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/radar/temas/regulacao/450-radar-n-36-encomendas-tecnologicas-nos-estados-unidos-possibilidades-do-regulamento-federal-de-aquisicoes>. Acesso em: 23 dez. 2020.

RIBEIRO, C. G. Desenvolvimento tecnológico nacional: o caso KC-390. In: RAUEN, A. T. (org.). **Políticas de inovação pelo lado da demanda no Brasil**. Brasília: Ipea, 2017, p. 236-288. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8953>. Acesso em: 23 dez. 2020.

SANTOS, R. Desenvolvimento de tecnologia de ponta: embargos tecnológicos. **Revista da Escola Superior de Guerra**, [S.l.], n. 32, p. 115-126, dez. 1996. Disponível em: <https://revista.esg.br/index.php/revistadaesg/article/view/729>. Acesso em 23: dez. 2020.

SEBRAE. **O Novo Marco Legal de Ciência, Tecnologia e Inovação**. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-novo-marco-legal-de-ciencia-tecnologia-e-inovacao,8603f03e7f484610VgnVCM1000004c00210aRCRD>. Acesso em 23: dez. 2020.

