



Pesquisa e Desenvolvimento de Radares de Defesa Antiaérea no Exército Brasileiro

Maj QEM Heraldo Cesar ALVES Costa¹

Bruno Cosenza de Carvalho²

Resumo

O propósito principal deste artigo é apresentar informações acerca de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de radares de Defesa Antiaérea que o Exército Brasileiro (EB) realiza por meio do Centro Tecnológico do Exército, que integra o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx). Os radares de Defesa Antiaérea são componentes fundamentais do Subsistema de Controle e Alerta do Sistema de Artilharia Antiaérea. A realização de P&D desse tipo de radar no âmbito do EB se iniciou em 2006 com o projeto do Radar SABER M60. Antes disso, o EB já possuía um Sistema de Radar de Defesa Antiaérea integrado no país

que utilizava sensores de origem sueca, os quais se encontravam no final de sua vida útil. Além do Radar SABER M60, foram desenvolvidos o Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção (COAAe Elt Seç) e os interrogadores IFF SABER S60 e SABER S200. Atualmente, estão sendo desenvolvidos os radares SABER M200 Multimissão e SABER M200 Vigilante. A realização de P&D de sistemas e materiais de emprego militar no âmbito do Exército traz vantagens de cunho operacional, logístico, tecnológico e econômico.

Palavras-chave: Defesa Antiaérea; Radar; Pesquisa e Desenvolvimento.

1. Introdução

Dentro do Sistema de Artilharia Antiaérea, o Subsistema de Controle e Alerta tem a missão de realizar a vigilância do espaço aéreo sob responsabilidade de determinado escalão de Artilharia Antiaérea (AAAe), receber e difundir o alerta da aproximação de incursões, bem como acionar, controlar e coordenar a AAAe subordinada.

Segundo o *Manual de Campanha: Defesa Antiaérea* (BRASIL, 2017a):

3.2.6.1 Para cumprir sua missão principal, os diversos escalões de AAAe apresentam a seguinte estrutura:

- a) um subsistema de controle e alerta;
- b) um subsistema de armas;
- c) um subsistema de apoio logístico; e
- d) um subsistema de comunicações.

¹ Curso de Formação e Graduação em Engenharia Eletrônica – IME 2002; Mestrado em Engenharia Elétrica – IME, 2008; Curso de Aperfeiçoamento Militar – EsAO, 2009.

² Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica – UFRJ, 1986; Mestrado em Engenharia Elétrica – IME, 1993; Doutorado em Engenharia Elétrica – PUC-Rio, 2002. Atualmente é Tecnologista Sênior III do Centro Tecnológico do Exército.



[...]

3.2.7.2 Constituição - O subsistema de controle e alerta da AAAe é constituído pelos centros de operações antiaéreas (COAAe), pelos sensores de vigilância e pelos Postos de Vigilância (P Vig). (grifo nosso).

O tipo mais comum de sensor de vigilância utilizado em atividades de Defesa Antiaérea são os radares de vigilância. O *Manual de Campanha: Defesa Antiaérea nas Operações* (BRASIL, 2017b) estabelece o seguinte:

3.2. Organização do Subsistema de Controle e Alerta da Defesa Antiaérea

[...]

3.2.2 O principal fator a ser considerado para a organização do subsistema é o desdobramento da rede de sensores. Esse subsistema é constituído pelos **Radares de Vigilância (R Vig)**, Postos de Vigilância (P Vig) e outros tipos de sensores ativos e passivos, orgânicos da AAAe, que possibilitam ao Centro de Controle (C Ct) realizar o gerenciamento local do espaço aéreo. (grifo nosso).

Nas Seções de Artilharia Antiaérea (Seç AAAe), os radares de vigilância são substituídos por radares de busca. Sobre esse emprego do radar de busca como sensor de vigilância, o *Manual de Campanha: Defesa Antiaérea* (BRASIL, 2017a, p. 3-18) informa que a Seç AAAe pode “realizar a vigilância do espaço aéreo de seu volume de responsabilidade, ainda que limitadamente, empregando sensores de busca em missão de vigilância”. Observa-se, então, que os radares são de grande importância para a composição do Subsistema de Controle e Alerta do Sistema de Artilharia Antiaérea.

A obtenção de radares de defesa, assim como de qualquer Sistema e Material de

Emprego Militar (SMEM), pode ocorrer por meio de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), aquisição ou uma combinação dos dois procedimentos (BRASIL, 2016b).

Para atender à necessidade da Defesa Antiaérea, o Exército Brasileiro optou por P&D, iniciando em 2006 a realização de pesquisas visando ao desenvolvimento de uma família de Radares de Defesa Antiaérea. A iniciativa foi conduzida pelo Centro Tecnológico do Exército, que integra o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação do Exército (SCTIEx).

Assim, este artigo busca apresentar aspectos relativos à atividade de P&D de Radares de Defesa Antiaérea no Exército Brasileiro, descrevendo brevemente os antecedentes históricos, a forma de trabalho adotada em P&D e os projetos desenvolvidos e em desenvolvimento. O artigo aborda, ainda, os resultados e as vantagens obtidos com a realização de P&D no âmbito do Exército Brasileiro e do País.

2. Pesquisa e Desenvolvimento de Radares de Defesa Antiaérea

2.1. Antecedentes históricos

A atividade de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de radares no âmbito do Exército teve início no ano de 2006 com o Projeto do Radar SABER M60. À época, os Grupos e Baterias de Artilharia Antiaérea do Exército Brasileiro dispunham do Equipamento de Direção de Tiro *Fighting Intruders at Low Altitude* (EDT FILA), parte integrante do sistema antiaéreo 40 mm FILA BOFORS, de combate a incursões em baixa altitude. Trata-se de uma versão aperfeiçoada do sistema *Skyguard*, da empresa



suiça Contraves, hoje Rheinmetall Air Defence (GLOBALSECURITY.ORG, [s.d.]). O EDT FILA foi desenvolvido e integrado no Brasil na década de 1980 pela Avibras Aeroespacial com o apoio da Contraves (BLOG CAUSA, 2013).

Esse sistema de defesa antiaérea possui radar de busca na Banda X, com alcance de 20 km, e radar de tiro na Banda Ka, ambos desenvolvidos pela divisão de radares da empresa sueca Ericsson, a qual atualmente faz parte da SAAB.

Figura 1: EDT FILA.

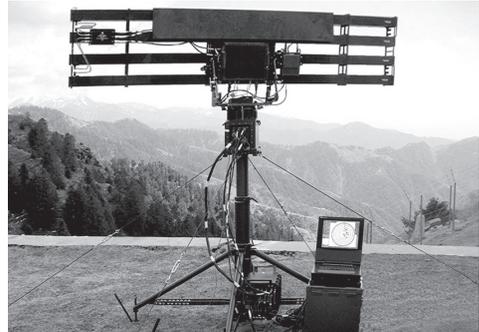


Fonte: Avibras [s.d.].

Na década de 2000, o FILA já estava na etapa terminal de sua vida útil, com poucos sistemas disponíveis, e o Exército Brasileiro buscava outro radar para a defesa antiaérea de baixa altura.

No âmbito dessa busca, o Exército Brasileiro, por intermédio do Centro de Avaliações do Exército (CAEx), realizou a avaliação do Radar EL/M 2106 NG-40, da empresa israelense Elta Systems, subsidiária da Israel Aircraft Industries (BRASIL, 2006). O EL/M 2106 NG-40 era um radar transportável na Banda L com alcance de 40 km de distância e cobertura de 5 km de altura.

Figura 2: Radar EL/M 2106 NG-40.



Fonte: Israel Aircraft Industries (IAI).

Tendo em vista esse interesse do Exército no aparelho israelense, o Centro Tecnológico do Exército (CTEx) recebeu a missão de desenvolver um radar de defesa antiaérea de baixa altura com características similares àquelas do EL/M 2106 NG-40, dando início à atividade de P&D de radares de defesa no âmbito do Exército Brasileiro.

2.2. Forma de trabalho

2.2.1. Financiamento

Para viabilizar a pesquisa e o desenvolvimento de radares, o Centro Tecnológico do Exército conta com diversas fontes de recursos financeiros.

Primeira e, por muitos anos, principal fonte de recursos, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) é um órgão do Ministério da Ciência e Tecnologia cuja função precípua é prover fomento público à ciência, à tecnologia e à inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas (FINEP, [s.d.]).

Adicionalmente, foram empregados recursos do próprio Exército, oriundos do



orçamento do Centro Tecnológico do Exército, do Departamento de Ciência e Tecnologia e do Estado-Maior do Exército, por meio do *Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea*. Foram empenhados, ainda, recursos do Ministério da Defesa e do Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção da Amazônia (CENSIPAM).

Desde 2015, também vêm sendo utilizados recursos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) por meio do Fundo de Desenvolvimento Técnico-Científico (FUNTEC), que foi criado com o objetivo de apoiar financeiramente projetos de P&D nos institutos de tecnologia em parceria com empresas a fim de levar o conhecimento da academia para o mercado, estimulando o desenvolvimento tecnológico e a inovação de interesse estratégico para o País (BNDES, [s.d.]). Atualmente, essa é a principal fonte de recursos para P&D de radares no âmbito do Exército.

Para a gestão de recursos financeiros extraorçamentários e o apoio administrativo na utilização desses recursos, é necessária a participação de uma fundação privada e sem fins lucrativos. Assim, os projetos de P&D de radares do Exército contaram, no passado, com o apoio da Fundação Ricardo Franco; atualmente, essa gestão é realizada pela Fundação de Apoio à Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação do Exército Brasileiro (FAPEB), sediada nas instalações do Centro Tecnológico do Exército.

2.2.2. Modelo de Desenvolvimento

Até a década de 1940, a pesquisa e o desenvolvimento de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) praticamente

inexistiam no Brasil. Da segunda metade dos anos 1940 até o início da década de 1970, as atividades de P&D de SMEM foram realizadas quase que exclusivamente por órgãos estatais, sem muita participação de empresas privadas, valendo-se das instituições de ciência e tecnologia e das estruturas fabris das Forças Armadas, além de empresas estatais como a IMBEL, a EMGEPROM ou mesmo a Embraer, antes de sua privatização (LESKE, 2013).

Atualmente, os SMEM estão cada vez mais complexos e interdisciplinares, de forma que as atividades de P&D exigem o emprego de uma grande quantidade de pesquisadores, engenheiros e técnicos de diversas áreas, além de infraestruturas laboratoriais e industriais bastante caras e especializadas. Isso dificulta a realização de P&D de SMEM integralmente pelas Organizações Militares (OM) e praticamente inviabiliza a utilização desse modelo para o desenvolvimento de radares de defesa.

Alguns projetos de P&D de SMEM atuais ainda são totalmente conduzidos em instituições governamentais ou das Forças Armadas. No entanto, é cada vez mais comum que empresas privadas sejam contratadas para executar partes específicas dos projetos ou para construir protótipos.

Com o crescimento da Base Industrial de Defesa (BID) brasileira, iniciado na década de 1970, outros modelos de P&D de SMEM surgiram: o desenvolvimento realizado inteiramente por empresas privadas para atender às necessidades do país ou visando à exportação; o desenvolvimento integral em empresa privada contratada pelas Forças Singulares; e o desenvolvimento conjunto por órgãos das Forças Armadas e da BID.



No entanto, as empresas que compõem a Base Industrial de Defesa brasileira são historicamente suscetíveis à instabilidade orçamentária das Forças Armadas, que torna inconstante a aquisição de equipamentos de defesa dentro do país. Essas empresas também são vulneráveis à dificuldade (normalmente encontrada em países sem tradição de desenvolvedor de sistemas e equipamentos de emprego militar) para exportar equipamentos desse tipo. Esses obstáculos podem obrigar as empresas a mudarem sua linha de negócios, fazer com que sejam vendidas para grandes conglomerados de defesa internacionais ou mesmo levá-las a fecharem as portas.

Assim, com o objetivo de tentar proteger a tecnologia de radares desenvolvida no âmbito dos projetos do Exército, o Centro Tecnológico do Exército adotou o modelo de codesenvolvimento com a BID. Nesse modelo, uma empresa é contratada para a execução do projeto e as atividades de P&D ocorrem nas instalações dessa empresa, mas toda a criação intelectual do projeto é de propriedade da União, por meio do Exército, conforme estabelecido em contrato.

Além do direito à propriedade intelectual, o CTEEx sempre busca a propriedade de fato por meio de documentação detalhada de *know-how* (conhecimento técnico e prático) e *know-why* (conhecimento estratégico) do projeto entregue pela empresa, e também por meio da atuação de equipes do Exército que realizam atividades de P&D tanto no próprio CTEEx quanto nas instalações da empresa contratada, lado a lado com a sua equipe técnica. Com isso, objetiva-se fazer com que a tecnologia permaneça disponível no país,

independentemente da situação em que a empresa desenvolvedora se encontra.

Cabe, ainda, citar a participação de universidades na realização de pesquisa aplicada ao desenvolvimento de radares. A maior participação foi da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), mas também podem ser citadas as contribuições do Instituto Militar de Engenharia (IME), da Universidade Estadual de São Paulo (USP) e do Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel).

2.2.3. Empresa

Em 2006, para iniciar sua atividade de desenvolvimento de radares, o CTEEx escolheu a OrbiSat, uma empresa nacional de médio porte, com uma pequena divisão de aerolevanteamento, que produzia equipamentos eletrônicos. Apesar de não possuir experiência com equipamentos militares, a OrbiSat desenvolveu um radar de abertura sintética para sensoriamento remoto embarcado em aeronave. Sua habilidade no desenvolvimento desse radar, que tem tecnologia bastante complexa, chamou a atenção do Exército.

Em 2011, a Divisão de Radares e Sensoriamento Remoto da OrbiSat foi adquirida pela Embraer (SIMÕES, 2011) e, em 2013, teve seu nome alterado para Bradar (SILVEIRA, 2013), permanecendo como subsidiária da Embraer e continuando as atividades de P&D de radares de defesa iniciadas com a OrbiSat.

Em março de 2018, a empresa Bradar foi incorporada pela Embraer, de forma que toda a atividade de P&D de radares de defesa do Exército é, atualmente, executada em conjunto com a Embraer.



2.3. Projetos

De 2006 a 2019, foram realizados três projetos de pesquisa e desenvolvimento de radares de defesa antiaérea: o SABER M60, o SABER M200 Multimissão e o SABER M200 Vigilante. Desses, apenas o primeiro foi concluído; os demais se encontram em andamento.

Como subproduto desses projetos, foram desenvolvidos o Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção e os sistemas de Identificação Amigo-Inimigo (IFF – *Identification Friend or Foe*) SABER S60 e SABER S200.

Também foi desenvolvido o radar de vigilância terrestre SENTIR M20 que, por não estar diretamente ligado à atividade de defesa antiaérea, não faz parte do escopo deste artigo.

A seguir, serão apresentados em mais detalhes os projetos e subprodutos desenvolvidos.

2.3.1. SABER M60

É um radar de busca transportável, com alcance de 60 km de distância e cobertura de 5 km de altura, desenvolvido para o Subsistema de Controle e Alerta das seções orgânicas de Grupos e Baterias de Artilharia Antiaérea.

O SABER M60 foi o primeiro projeto de pesquisa e desenvolvimento de radar de defesa executado no âmbito do Exército Brasileiro. Em outubro de 2006, apenas sete meses após o início do projeto, foi realizada, em frente ao Quartel-General do Exército, em Brasília, a primeira demonstração funcional do protótipo ao Alto-Comando do Exército.

Figura 3: Radar SABER M60.



Fonte: Brasil (2020b).

Em março de 2007, o Departamento de Ciência e Tecnologia determinou ao Centro de Avaliações do Exército a realização da avaliação do protótipo do Radar SABER M60. Já em julho de 2007, o protótipo foi empregado pela primeira vez em uma operação real durante os Jogos Pan-Americanos, ocorridos na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

Entre abril de 2007 e junho de 2010, foram executados os ensaios de avaliação e implementadas as correções necessárias. Em 2010, foi concluída a primeira linha de produção do SABER M60 nas instalações do Arsenal de Guerra de São Paulo (AGSP), localizado em Barueri-SP. Em outubro de 2011, as primeiras unidades do Radar SABER M60 foram entregues à Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) e ao 1º Grupo de Artilharia Antiaérea (1º GAAe). Em abril de 2012, o Radar SABER M60 foi formalmente adotado por ato do Chefe do Estado-Maior do Exército (BRASIL, 2012).

Entre julho de 2015 e maio de 2019, o SABER M60 passou por um processo de atualização tecnológica que foi motivada, principalmente, pela necessidade de substituição de um



componente crítico do radar, de origem norte-americana, que deixou de ser produzido pelo fabricante. Aproveitou-se essa oportunidade para aumentar o índice de nacionalização do radar, substituindo o componente crítico por um desenvolvido no Brasil.

De 2011 a 2019, mais de 30 unidades do SABER M60 foram produzidas e destinadas às três Forças Singulares brasileiras, ao CENSIPAM e ao exterior. Durante esse período, o radar foi empregado em grandes eventos, como os Jogos Mundiais Militares (2011), a Jornada Mundial da Juventude (2013), a Copa do Mundo FIFA 2014 e os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016, além da cerimônia de posse presidencial em 1º de janeiro de 2019.

2.3.2. Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção (COAAe Elt Seç)

O *Manual de Ensino Centro de Operações Antiaéreas* (BRASIL, 2016a) estabelece que:

1.2.1 Na Definição de COAAe, este fica subentendido como sendo o Centro de Controle da Artilharia Antiaérea (C Ct AAe), e tem por finalidade propiciar ao comandante (Cmt) de cada escalão que o estabelece condições de acompanhar continuamente a evolução da situação aérea e de controlar e coordenar as Defesa Antiaéreas (DA Ae) desdobradas (p. 1-1).

[...]

2.1.2 Considerando as diferenças existentes entre as definições de COAAe manual e COAAe eletrônico, deve ficar claro que os procedimentos operacionais e informações necessárias para a condução do controle e coordenação das DA Ae serão distintos e sofrerão processamento diferenciado em cada um deles. Enquanto **no COAAe eletrônico a maior parte dos procedimentos encontra-se informatizada e automatizada e é realizada**

pelos equipamentos em tempo quase real, no COAAe manual é a própria guarnição que deverá realizar estes procedimentos. (p. 2-1; grifo nosso)

O desenvolvimento do Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção ocorreu no âmbito do Projeto Radar SABER M60. Em 2007, foi construído um protótipo autorrebocado utilizando o rendimento financeiro de recursos da Finep destinados ao desenvolvimento do radar. Em 2011, a versão autopropulsada foi desenvolvida com recursos do Departamento de Ciência e Tecnologia com base na solução do CTEEx para o Módulo de Telemática Operacional (MTO). Ambas as versões utilizam o *software* do Radar SABER M60, que incorpora funcionalidades de COAAe.

Figura 4: Centro de Operações Antiaéreas.



Fonte: Brasil (2020a).



O COAAe Elt Seç visa à integração da Seção Míssil, recebendo dados fornecidos pelo Radar SABER M60 em tempo real e emitindo as ordens aos sistemas de armas do tipo míssil de baixa altura, como o IGLA e o RBS-70.

Figura 5: Seção Míssil Antiaéreo.



Fonte: Estratégia Global (2015).

Até 2019, foram produzidas mais de 20 unidades do Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção, que é utilizado exclusivamente pelo Exército Brasileiro.

2.3.3. SABER M200 Multimissão

O Projeto Radar SABER M200 Multimissão visa obter um radar de defesa antiaérea de média altura transportável em viatura e capaz de executar três missões básicas – vigilância aérea, busca e orientação de mísseis – para o guiamento de mísseis. No modo vigilância, espera-se que o radar possua alcance máximo de 200 km de distância e cobertura de 20 km de altura.

Esse radar é composto por quatro painéis fixos de varredura eletrônica (*phased array*) com funcionalidades definidas por *software*, o que permite a futura implementação, no mesmo radar, de outras missões além das três básicas supracitadas. Por esse motivo, esse

projeto é, em termos de conteúdo tecnológico, significativamente mais complexo do que o do Radar SABER M60.

O SABER M200 Multimissão está sendo desenvolvido para integrar um sistema de defesa antiaérea ligado a um centro de operações antiaéreas de uma bateria e a um sistema de armas míssil de média altura/médio alcance.

O projeto de P&D do radar SABER M200 Multimissão se iniciou em 2009; devido ao grande vulto do projeto, foi dividido em quatro etapas, não necessariamente sequenciais. As três primeiras contaram, majoritariamente, com recursos da Finep e a quarta, do Funtec BNDES.

Na primeira etapa, concluída em 2011, as atividades de P&D se concentraram no radar secundário (SABER S200), na implementação do simulador sistêmico do radar primário e no projeto mecânico do contêiner (primeira versão).

Na segunda etapa, concluída em 2014, foi desenvolvido o primeiro protótipo reduzido do radar: um demonstrador tecnológico utilizado para validar a varredura eletrônica e os algoritmos de detecção. Nessa etapa, também foram realizadas: a elaboração do projeto do painel completo de varredura eletrônica do radar, a aquisição de parte dos insumos para a construção desse painel e a construção do contêiner do Primeiro Protótipo Operacional (PO1) do radar.

Na terceira etapa, em fase de finalização, foi desenvolvida a segunda versão do protótipo reduzido do radar para solucionar problemas descobertos com o primeiro protótipo. Durante essa etapa, também foram construídos dois painéis completos; atualmente, está sendo concluída a integração final do PO1.



Figura 6: Primeiro Protótipo Operacional do Radar SABER M200 Multimissão.



Fonte: Brasil (2020c).

A quarta etapa, iniciada em 2016 e prevista para se encerrar em 2021, prevê a conclusão da fase de P&D do radar e contempla duas grandes mudanças:

- a primeira é na arquitetura eletrônica, ao incorporar avanços desenvolvidos para o Radar SABER M200 Vigilante; com isso, há um ganho em capacidade de processamento, redução de custo de produção e redução de massa;
 - a segunda é a alteração do conceito mecânico do radar, pois, devido à redução de massa gerada pela mudança na arquitetura eletrônica, tornou-se possível elevar os painéis do radar acima do contêiner por meio de um braço mecânico. Tal elevação faz com que o posicionamento do radar para operação seja mais simples porque permite que ele escape de alguns obstáculos próximos à sua posição. O protótipo que incorporará essas alterações será chamado de Segundo Protótipo Operacional (PO2).
- A tecnologia desenvolvida para esse radar coloca o Brasil em um seleto grupo de países capazes de desenvolver Radares *Phased Array* Multimissão, que são uma tendência mundial atual. Os Estados Unidos, por exemplo, estão desenvolvendo um projeto de grande porte chamado *Multifunction Phased Array Radar* (MPAR), conforme descrito por Herd et al. (2010).
- Entre as vantagens dessa tecnologia, podem ser citadas as seguintes:
- independência entre painéis, que permite usar parâmetros ou missões diferentes em painéis diferentes e perder apenas um setor caso haja falha completa de um painel;
 - maior durabilidade, por possuir menos componentes mecânicos e menos movimento;
 - *graceful degradation* (em tradução livre: degradação suave), que é o fato de um painel continuar funcionando, ainda que com desempenho reduzido, quando há falha em um canal de transmissão/recepção;
 - varredura assíncrona, que permite fazer o guiamento de mísseis para mais de uma aeronave simultaneamente, sem deixar de realizar busca – tudo isso no mesmo painel;
 - possibilidade de incorporação de novas funcionalidades ao mesmo sistema;
 - medidas de proteção eletrônicas mais eficientes, visto que a troca de missões confunde os equipamentos de localização.



Cabe ressaltar que o radar primário do sistema SABER M200 Multimissão enquadra-se na categoria de Radares Multifunção Classe 2 (MFR#2), isto é, com varredura 100% eletrônica (em elevação e azimute) na transmissão e com recepção realizada por feixes digitalmente conformados (*Digital Beamforming*) do tipo *stacked beams* (feixes empilhados). Isso faz do SABER M200 Multimissão um radar que emprega conhecimentos científicos e tecnológicos de última geração, o que coloca o país na borda do conhecimento de tecnologias aplicadas a radares.

2.3.4. SABER M200 Vigilante

A realização de P&D do SABER M200 Vigilante visa à obtenção de um radar de vigilância aérea com alcance de 150 km de distância e cobertura de 15 km de altura. O Vigilante, ligado a um COAAe Eletrônico de Bateria ou Grupo, destina-se a prover o alerta antecipado às defesas efetuadas pelas Seções de Artilharia Antiaérea de baixa altura orgânicas de GAA Ae e de Bia AAAe isoladas.

O projeto do SABER M200 Vigilante prevê um radar com quatro painéis fixos de varredura eletrônica somente em azimute, com base na tecnologia já desenvolvida para o SABER M200 Multimissão.

As principais diferenças entre o Radar SABER M200 Vigilante e o SABER M200 Multimissão são que o primeiro possui apenas a missão vigilância, tem menor alcance e cobertura em altura e executa varredura eletrônica apenas na horizontal. Além disso, o Vigilante possui menor massa, maior mobilidade e menor custo.

O Projeto Radar SABER M200 Vigilante, iniciado em outubro de 2015, é parte

integrante do Programa Estratégico do Exército Defesa Antiaérea e é totalmente custeado pelo Programa. A conclusão da P&D do protótipo está prevista para 2021.

2.3.5. Interrogadores IFF

Os radares SABER M60, SABER M200 Multimissão e SABER M200 Vigilante possuem Interrogadores de Identificação Amigo-Inimigo (*Identification Friend or Foe – IFF*).

Os primeiros protótipos do SABER M60 foram construídos com um interrogador IFF da empresa polonesa Radwar (subsidiária da Bumar, maior empresa de defesa da Polônia). Cabe ressaltar que, antes de adquirir o sistema polonês, o CTEEx tentou obter o interrogador da empresa francesa Thales, que se negou a fornecer o sistema.

Em 2008, o CTEEx iniciou o desenvolvimento do interrogador IFF e do radar secundário SABER S60 para ser acoplado ao radar primário do SABER M60. Em 2010, foi concluído o desenvolvimento do SABER S60, com alcance de 80 km e com os modos 1, 2, 3/A e C. Atualmente, todos os radares SABER M60 produzidos e em uso utilizam esse interrogador IFF.

Em 2009, como parte da primeira etapa do projeto do Radar SABER M200 Multimissão, foi iniciado o desenvolvimento do radar secundário e do interrogador IFF SABER S200, com alcance de 200 nm (aproximadamente 370 km). Essa etapa foi concluída em 2011.

A P&D do Radar SABER S200 incluiu a implementação da interrogação no Modo 4 (modo seguro). Em 2014, foi realizado um teste de interrogação no Modo 4 em



conjunto com um demonstrador tecnológico de criptocomputador desenvolvido por uma equipe do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA). O teste foi muito bem-sucedido, comprovando que o país possui tecnologia para implantar o IFF Modo 4. No entanto, esse modo ainda não pode ser implantado em escala, pois falta definição de padronização de interface entre interrogador e criptocomputador, além do estabelecimento de metodologia para a distribuição segura e coordenada das chaves criptográficas.

Figura 7: Radar SABER S200.



Fonte: CTEEx.

Com o objetivo de cumprir as exigências da Força Aérea Brasileira (FAB) para controle de tráfego aéreo, a extinta empresa Bradar, hoje Embraer, desenvolveu às suas expensas alterações no projeto para implementação de redundância mecânica e eletrônica. A versão oriunda dessas alterações foi batizada de SABER S200R, que, em 2018, foi homologada pela Força Aérea para utilização no Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB).

2.4. Resultados da Obtenção Por P&D

Ao desenvolver os radares de defesa antiaérea no Brasil, o Exército Brasileiro gera

uma série de vantagens e benefícios, e alguns dos principais serão brevemente abordados nesta seção.

Uma primeira vantagem da obtenção desses equipamentos por meio de P&D é o aumento do domínio tecnológico do país. A realização de P&D de radares no Brasil fomentou a criação de grupos de pesquisa com grande conhecimento na área de radares na Unicamp, além da formação de profissionais com conhecimento em técnicas aplicadas a radar na própria Unicamp, no IME e no Inatel.

O domínio da tecnologia também torna as atividades de manutenção mais viáveis, pois parte dos componentes pode ser obtida no mercado nacional e as Organizações Militares responsáveis pelo apoio logístico têm acesso irrestrito à documentação do material, o que geralmente não ocorre com equipamentos adquiridos no exterior. Além disso, o fato de o fabricante ser nacional facilita o fornecimento de suporte logístico.

Tal domínio gera, ainda, a possibilidade de realização de atualizações tecnológicas do produto (*upgrades*) sempre que necessário, como efetivamente ocorreu com o Radar SABER M60.

Mas o que talvez seja a maior vantagem do domínio tecnológico sobre o produto é a garantia de proteção contra existência de *software* malicioso oculto no sistema (*backdoor*), uma vez que o *hardware* e o *software* são desenvolvidos sob controle do Exército. Cabe ressaltar que o risco de *backdoor* está aumentando ao redor do mundo, visto que os equipamentos possuem um percentual cada vez maior de componentes de *software* e de necessidade de conectividade.



Outro aspecto positivo da obtenção por P&D é a criação de soluções customizadas para o atendimento aos requisitos e necessidades operacionais específicos do Exército e das demais Forças Singulares brasileiras.

A realização de P&D no país gera empregos diretos e indiretos de alta qualificação. Estima-se que, para cada emprego direto, sejam gerados quatro indiretos. Assim, os projetos de P&D de radares de defesa antiaérea do Exército Brasileiro geram atualmente cerca de 250 empregos diretos e 1000 empregos indiretos.

Por fim, a realização de P&D possibilita a exportação de produtos de alto valor agregado e permite que os recursos empregados tanto no desenvolvimento quanto na aquisição dos materiais sejam reaplicados no país, contribuindo para o fortalecimento da economia e gerando saldo positivo na balança comercial.

O sucesso da obtenção de SMEM por P&D no âmbito do Exército Brasileiro depende não apenas da viabilização oportuna de recursos financeiros, mas também da disponibilidade de recursos humanos pelo Exército, tanto pesquisadores e engenheiros para a realização de pesquisa aplicada e absorção adequada da tecnologia desenvolvida, quanto oficiais combatentes para o acompanhamento do atendimento aos requisitos operacionais do sistema, garantindo que o SMEM desenvolvido cumpra adequadamente as necessidades da Força Terrestre.

3. Conclusão

Os radares de defesa antiaérea são de grande importância para a composição do

Subsistema de Controle e Alerta do Sistema de Artilharia Antiaérea. Para obtê-los, o Exército Brasileiro optou por realizar pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Antes de o Centro Tecnológico do Exército iniciar as atividades de P&D de radares em 2006, o Exército Brasileiro já dispunha do EDT FILA, componente do Sistema 40 mm FILA BOFORS, integrado no país. No entanto, esse sistema já estava no fim de sua vida útil.

A realização de P&D de radares no âmbito do Exército Brasileiro gerou o Radar de Busca SABER M60 e o Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção (COAAe Elt Seç), que atualmente compõem o Subsistema de Controle e Alerta das Seções de Artilharia Antiaérea dos GAAAe e Bia AAAe.

Atualmente, estão sendo desenvolvidos: o Radar SABER M200 Multimissão, para realizar missões de vigilância, busca e guiamento de mísseis em uma defesa antiaérea de média altura; e o Radar SABER M200 Vigilante, para prover alerta antecipado às defesas de baixa altura.

Portanto, conclui-se que a realização de P&D de radares de defesa antiaérea no Exército Brasileiro gera *vantagens operacionais*, como a obtenção de sistemas customizados e a proteção contra *backdoor*; *vantagens logísticas*, como o acesso irrestrito à documentação do projeto e a disponibilidade de boa parte dos componentes no país; *vantagens tecnológicas*, como a criação de grupos de pesquisa e radares nas universidades do país; e *vantagens econômicas*, como a manutenção de recursos no país e a criação de empregos altamente qualificados.





Referências

- AVIBRAS. Produtos e Serviços: **Sistemas de Defesa – FILA**. [s.d.] Disponível em: <<https://www.avibras.com.br/site/nossos-produtos-e-servicos/sistemas-de-defesa/fila.html>>. Acesso em: 13 out. 2020.
- BLOG CAUSA. Causa também tem saudades. Para complementar, alguns assuntos relevantes. Parte 1. **WordPress.com**. 10 maio 2013. Disponível em: <<https://bitten.wordpress.com/2013/05/10/causa-tambem-tem-saudades-para-complementar-alguns-assuntos-relevantesparte-1/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.
- BNDES. **BNDES Funtec – Fundo de desenvolvimento técnico-científico – BNDES Apoio à Inovação**. [s.d.] Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/bndes-funtec>>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.231 – Manual de Campanha: Defesa Antiaérea**. 1. ed. Brasília-DF, 2017a.
- _____. _____. _____. _____. **EB70-MC-10.235 – Manual de Campanha: Defesa Antiaérea nas Operações**. 1. ed. Brasília-DF, 2017b.
- _____. _____. _____. Departamento de Ciência e Tecnologia. **Portaria nº 017-DCT**, de 7 de março de 2006. Homologa o RETOP nº 109/05 – Radar de busca e designação de alvos EL/M 2106 NG-40 (RDR EL/M 2106 NG-40). Brasília-DF, 2006.
- _____. _____. _____. _____. Centro Tecnológico do Exército (CTEX). **Centro de Operações Antiaéreas Eletrônico de Seção – COAAe Elt Sec**. 24 jul. 2020a. Disponível em: <<http://www.ctex.eb.mil.br/projetos-finalizados/93-centro-de-operacoes-antiaereas-eletronico-de-secao-coaae-elt-sec>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- _____. _____. _____. _____. **Radar de Defesa Antiaérea de Baixa Altura SABER M60**. 24 jul. 2020b. Disponível em: <<http://www.ctex.eb.mil.br/projetos-finalizados/97-radar-de-defesa-antiaerea-de-baixa-altura-saber-m60>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- _____. _____. _____. _____. **Radar SABER M200**. 24 jul. 2020c. Disponível em: <<http://www.ctex.eb.mil.br/projetos-em-andamento/82-radar-saber-m200>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- _____. _____. _____. Departamento de Educação e Cultura do Exército. **EB60-ME-23.401 – Manual de Ensino Centro de Operações Antiaéreas**. 1. ed. Brasília-DF, 2016a.
- _____. _____. _____. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 33-EME, de 9 de abril de 2012. Adota o Radar SABER M60**. Brasília-DF, 2012.
- _____. _____. _____. Gabinete do Comandante. **EB10-IG-01.018 – Instruções Gerais para a Gestão do Ciclo de Vida dos Sistemas e Materiais de Emprego Militar**. 1. ed. Brasília-DF, 2016b.
- ESTRATÉGIA GLOBAL. **EsACosAAe realiza o 1º Estágio de Operações do Sistema de Mísseis Telecomandados RBS 70**. 8 abril 2015. Disponível em: <<https://estrategia-global.blog.br/2015/04/esacosaae-realiza-o-1o-estagio-de-operacoes-do-sistema-de-misseis-telecomandados-rbs-70.html>>. Acesso em: 14 out. 2020.
- FINEP. **Sobre a Finep**. [s.d.]. Disponível em: <<http://www.finep.gov.br/a-finep-externo/sobre-a-finep>>. Acesso em: 16 nov. 2019.
- GLOBALSECURITY.ORG. **Oerlikon Contraves / Rheinmetall Air Defence**. [s.d.] Disponível em: <<https://www.globalsecurity.org/military/world/europe/oerlikon-contraves.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2019.
- HERD, J. et al. **Multifunction Phased Array Radar (MPAR) for Aircraft and Weather Surveillance**. 2010 IEEE Radar Conference. Washington DC, 2010. p. 945-948.
- ISRAEL AIRCRAFT INDUSTRIES (IAI). Elta Systems. **ELM-2106NG Tactical 3D Air Defense Radar**. Disponível em: <<https://www.iai.co.il/p/elm-2106ng>>. Acesso em: 13 out. 2020.
- LESKE, A. D. C. **Inovação e Políticas na Indústria de Defesa Brasileira**. 2013. Tese (Doutorado) – Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2013. 197 f.
- SILVEIRA, V. Orbisat muda de nome e vai atuar em áreas de risco. 7 out. 2013. **SIMDE – Sindicato Nacional das Indústrias de Materiais de Defesa**. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/simde/noticias/orbisat-muda-de-nome-e-vai-atuar-em-areas-de-risco>>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- SIMÕES, E. Embraer paga R\$ 28,5 mi por fatia de divisão de radares da Orbisat. 15 mar. 2011. **Reuters**. Disponível em: <<https://www.reuters.com/article/brazil-defesa-embraer-orbisat-idBRSP672KFDQ20110315>>. Acesso em: 19 out. 2020.