

O emprego da artilharia antiaérea contra ameaças assimétricas em grandes eventos

George Koppe Eiriz*

Renato Rocha Drubsky de Campos**

Introdução

A realização com sucesso dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos (JOP) no Rio de Janeiro em 2016 projetou positivamente o Brasil no cenário internacional e ratificou a capacidade do país de sediar grandes eventos em escala mundial. Diante de um panorama conturbado na segurança internacional, que antecedeu à abertura dos JOP Rio 2016, marcado por uma série de atentados terroristas na Europa e no Oriente Médio, o temor de ações perpetradas por grupos extremistas ou minorias não se confirmou no período em que a nação brasileira hospedou mais de 10.500 atletas de 206 países.

Antes de discorrer sobre as novas ameaças aéreas que impõem novos desafios aos meios de Defesa Aeroespacial (D Ae) dos diversos países, cabe ressaltar o conceito de guerra assimétrica, tão presente no estudo do fenômeno dos conflitos do atual século. A Doutrina Básica da Marinha (DBM) conceitua o termo da seguinte forma:

A guerra assimétrica é empregada, genericamente, por aquele que se encontra muito inferiorizado em meios de combate em relação aos de seu oponente. A assimetria se refere ao desbalanceamento extremo de forças. Para o mais forte, a guerra assimétrica é traduzida como forma ilegítima de violência, especialmente

quando voltada a danos civis. Para o mais fraco, é uma forma de combate. Os atos terroristas, os ataques aos sistemas informatizados e a sabotagem são algumas formas de guerra assimétrica. (EMA, 2004,1:2-2)

As ações terroristas realizadas contra o World Trade Center e o Pentágono, no dia 11 de setembro de 2001, inauguraram uma nova era no panorama da segurança internacional. Naquela ocasião, somente 19 integrantes afiliados à rede terrorista Al-Qaeda conseguiram causar um número estimado de baixas de 2.996 pessoas, cerca de 6.000 feridos, 10 bilhões de dólares em danos às propriedades e infraestrutura e 3 trilhões de dólares em custos totais. As cifras apresentadas ratificam os “ganhos” relativos obtidos pelos praticantes dos princípios da guerra assimétrica sobre forças de poder de combate bem superiores.

Desde então, grandes eventos internacionais como as Olimpíadas, Copa do Mundo de Futebol, reuniões de chefes de Estado e de governo passaram a contar com D Ae, sendo que, em alguns deles, tornou-se obrigatório o desdobramento de sistemas de armas da defesa de artilharia antiaérea (DA Ae). Concomitante ao aumento da demanda de emprego da DA Ae em operações de não guerra (Op Ng), surgiram novas ameaças ao espaço aéreo em âmbito global, o que impôs à artilharia antiaérea (AAE) responder aos inédi-

* TC Art (AMAN/2002, EsACosAAe/2006, EsAO/2010, ECEME/2018). Desempenhou a função de Of Lig da 1ª Bda AAe junto ao Comando Geral de Defesa de Área durante os Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016 (JOP Rio 2016). Atualmente, é aluno do Curso de Estado-Maior Internacional na Führungsakademie der Bundeswehr/Alemanha.

** Maj Art (AMAN/2004, EsACosAAe/2010, EsAO/2012, ECEME/2020). Desempenhou a função de Of Lig da 1ª Bda AAe junto ao Comando Geral de Defesa de Área durante os JOP Rio 2016. Atualmente, é instrutor da ECEME.

tos desafios e a considerar outras condicionantes no planejamento e na execução da sua missão.

À medida que a realização do maior evento esportivo mundial se aproximava, o crescente protagonismo brasileiro trouxe consigo as ameaças oriundas de grupos terroristas.

Conforme Silva (*apud* VERGARA, 2013, p. 6), a ameaça aérea assimétrica será composta, com maior grau de potencialidade, pelos seguintes vetores: aeronaves civis abduzidas e transformadas em meios de ação terrorista; drones ou aeronaves remotamente pilotadas (ARP), cuja aquisição ou montagem é bastante facilitada na atualidade; morteiros, cujos lançadores são pequenos e fáceis de dissimular e empregar; ultraleves e balões dirigíveis; e paraquedistas com intenção de realizar uma pequena, mas visível, ação no evento ou mesmo espargir agente químico ou biológico de alta periculosidade.

A conjugação do ambiente operacional com os meios disponíveis para se contrapor àqueles vetores resultaram em condicionantes para o emprego da DA Ae: planejamento e preparação antecipados; adequação dos meios disponíveis; emprego em ambiente urbano; restrições ao desdobramento ostensivo; coordenação com o esquema geral de segurança; defesa das próprias posições ocupadas pela DA Ae, em especial as armas, para que estas não fossem tomadas e utilizadas por células terroristas ou agentes perturbadores da ordem pública (APOP); dificuldade de identificação do vetor aéreo como ameaça real; acurado emprego de medidas de coordenação e controle do espaço aéreo (MC-CEA); amparo legal para que a AAAe realizasse fogos; necessidade de bloqueio de pequenos aeródromos nas proximidades do evento para impedir que uma ameaça se beneficiasse do curto tempo de reação; opinião pública como fator interveniente na ação da DA Ae; necessidade de plano de comunicação social eficiente; efeitos colaterais considerados possíveis e admissíveis; coordenação do uso das instalações civis locais; uso de instalações militares nas cidades dos eventos; e atuação da DA Ae também em ambiente noturno.

Com o objetivo de organizar e orientar as atividades na área de Defesa, o coordenador geral de defesa de área (CGDA) foi criado por meio da Portaria nº 232 do

Ministério da Defesa, de 30 de janeiro de 2015. Essa estrutura, subordinada ao Ministério da Defesa, integrou militares da Marinha, do Exército, da Força Aérea e representantes da Secretaria de Grandes Eventos do Ministério da Justiça (SESGE), do Comitê Rio 2016 e da ABIN, além de órgãos de segurança pública estaduais e municipais.

Devido à concentração dos locais de competição em quatro regiões distintas na cidade do Rio de Janeiro, o CGDA as dividiu em quatro centros de Coordenação de Defesa Setoriais (CDS), a saber: Barra, Copacabana, Deodoro e Maracanã. Os meios de DA Ae da 1ª Bda AAAe receberam a missão de proteger os locais de competições dos CDS Copacabana, Deodoro e Maracanã. O Batalhão de Controle Aerotático e Defesa Antiaérea do Corpo de Fuzileiros Navais da Marinha do Brasil, por sua vez, ficou encarregado de defender o Epc Ae sobrejacente aos locais de competição localizados no CDS Barra.

O Decreto nº 8.758 da Presidência da República, de 10 de maio de 2016, estabeleceu os procedimentos que seriam observados pelos órgãos componentes do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), com relação às aeronaves suspeitas ou hostis, que pudessem representar ameaça à segurança dos JOP Rio 2016.

O artigo 8º do Decreto mencionado no parágrafo anterior revelou os primeiros desafios que seriam enfrentados pela AAAe da Força Terrestre, a saber: “Para os fins deste Decreto, serão consideradas aeronaves: [...] VIII – Aeronaves Remotamente Pilotadas – ARP [...]”

A consideração das ARP como possíveis ameaças aéreas assimétricas demandariam a flexibilização do emprego dos meios de DA Ae da 1ª Bda AAAe, uma vez que a sequência prevista de medidas de averiguação, intervenção e persuasão executadas pelas aeronaves de interceptação da Força Aérea Brasileira (FAB) não seriam adequadas para aquele tipo de vetor aéreo.

Assim sendo, este trabalho apresentará, a seguir, as soluções encontradas pelos órgãos relacionados à DA Ae dos JOP Rio 2016 que permitiram o sucesso no cumprimento da desafiadora missão a eles confia-

da, em meio às condicionantes de emprego da AAe já elencadas anteriormente.

Desenvolvimento

A ameaça aérea assimétrica: os drones

Os drones constituem o setor de crescimento mais dinâmico da indústria aeroespacial mundial nesta década. Um estudo de mercado estima que a produção de ARP em escala global se elevará de 4 para 14 bilhões de dólares anualmente, totalizando 93 bilhões de dólares nos próximos 10 anos (FINNEGAN, 2015).

A maior quantidade de modelos existentes e de unidades produzidas no mundo ocorre na categoria conhecida como *Mini* (equivalente à categoria 1 no Exército Brasileiro).¹ Os minidrones possuem baixo custo de aquisição, geralmente podem ser operados por apenas um usuário sem treinamento prévio, são portáteis, de pequenas dimensões e peso e suas peças de reposição encontram-se facilmente disponíveis no mercado internacional de equipamentos eletrônicos, inclusive nas plataformas virtuais e no comércio ilegal.

Assim, os drones dessa categoria constituem uma crescente ameaça diante da possibilidade de sua utilização por “lobos solitários” influenciados por grupos terroristas, APOP ou, até mesmo, indivíduos curiosos ou que ignoram a legislação do uso do espaço aéreo. Tais plataformas aéreas podem transportar agentes químicos, bacteriológicos e radiológicos de grande poder de destruição ou uma carga útil explosiva.

Um atentado terrorista que utilizasse esse *modus operandi* durante a realização dos Jogos Olímpicos no Brasil traria um enorme dano à imagem do país, pois o pânico causado no interior de um estádio, ginásio ou local de grande concentração de pessoas potencializaria o número de vítimas já causadas pela liberação do *payload*² nocivo.

O emprego de drones por organizações consideradas terroristas já era uma realidade à época da escolha do Rio de Janeiro como sede do maior evento esporti-

vo do planeta. O grupo libanês Hezbollah assumiu responsabilidades por incursões prévias de plataformas não tripuladas produzidas no Irã no espaço aéreo israelense (BINNIE, 2013). Aeronaves de interceptação da Força Aérea de Israel alegaram ter derrubado um drone lançado pelo Hamas a partir da zona litorânea da Faixa de Gaza. Líderes daquela organização extremista não admitiram o fato, embora o grupo terrorista já tivesse afirmado que possuía tal capacidade (GROSS, 2016).

As ARP constituem um dos tipos de ameaças aéreas mais complexos de serem abatidos pelos meios existentes em um *volume de responsabilidade de defesa anti-aérea* (VRDA Ae). Isso porque se deslocam em baixas altitudes em relação aos vetores inimigos tradicionais (aeronaves de alta e baixa performance, mísseis etc.). Além disso, possuem assinaturas infravermelha, acústica e uma seção reta radar pequenas,³ o que as tornam bastante difíceis de serem detectadas por sistemas de radares e de mísseis do tipo *fire and forget*.⁴

No caso de mísseis portáteis de guiamento por fecho laser, o desafio para o atirador será enxergar a pequena silhueta do drone no aparelho de pontaria desde o momento em que o alvo adentre o envelope de engajamento do míssil.

Alguns radares no “estado da arte” já são capazes de detectar alvos com seção reta radar de até um metro quadrado (1m²). O desafio tecnológico, no entanto, tem sido identificá-los e distingui-los de pássaros, *clutters*⁵ e de outros retornos que o radar normalmente é capaz de eliminar (BROWN; FOSS, 2012).

Assim, verifica-se que os sistemas de canhões se enquadram na melhor opção de alvejar os drones inimigos. Para tal, diferentes tipos de munições pré-fragmentadas têm sido produzidos para possuir a capacidade adicional de serem empregados contra ARP. Essas munições formam densas nuvens de estilhaços formadas por balins de tungstênio (efeito *shotgun*), as quais têm por objetivo danificar as partes essenciais ao voo de um vetor não tripulado: motor, asas, empenagens e a própria fuselagem.

Como exemplo, citam-se as munições de 40mm suecas Bofors 40/57 3P e as denominadas A3B (*Anti-Air Air Burst*), de origem francesa. No que tange às munições

de calibre 35mm desse tipo, aponta-se a tradicional AHEAD.⁶ Essas modernas munições têm sido embarcadas em sistemas de canhões sobre plataformas autopropulsadas, que possuem um reduzido tempo de entrada em posição e podem até disparar em movimento, aumentando, portanto, a letalidade do sistema de armas antiaéreas.

A produção de uma grande quantidade de estilhaços por sistemas de canhões, contudo, aumenta em muito a possibilidade de ocorrência de um efeito colateral sobre as propriedades e pessoas, não sendo adequado o emprego dessas armas em um cenário urbano de Op Ng. De fato, a mínima probabilidade de ocorrerem mortes de civis e de danos às instalações públicas ou privadas em uma situação de normalidade institucional decorrentes do uso de canhões antiaéreos exigiu a busca de uma outra solução que restringisse o voo, sem autorização, de drones durante os JOP Rio 2016.

Um dos sistemas apresentados foi o D-NAS (*Digital Notice Awareness*),⁷ que é capaz de prover a consciência situacional automática para operadores de drones e autoridades de gerenciamento do tráfego aéreo. Ao decolar o drone, a AIRMAP recebe informações das três principais fabricantes de minidrones em âmbito mundial (DJI, 3D Robotics e Aeryon Labs – que detêm cerca de 90% do mercado nessa categoria) com relação à posição da aeronave e ao modelo operado.

Muitos aeroportos no mundo já utilizam o D-NAS para aumentar a segurança do seu perímetro, de modo a prevenir colisões de aeronaves comerciais com ARP durante a aproximação final ao destino, situação que poderia provocar até mesmo a queda da aeronave tripulada.

O sistema, entretanto, não satisfaz um requisito indispensável para o planejamento dos JOP Rio 2016 à época, que era impedir a aproximação de um drone de fabricação “caseira”, não autorizado e cujo operador possuísse a má intenção de provocar um efeito destrutivo ou de pânico na multidão presente aos locais de competições.

Torna-se importante salientar que, na indústria bélica aeroespacial mundial, existem duas técnicas recentes e eficazes para impedir a aproximação de uma mini-ARP suspeita sem fazer uso de armamentos: o

corte do enlace (*link*) de controle entre o operador e a aeronave a partir de uma interferência eletrônica (*jamming*) e a indução de sinais do sistema de posicionamento global (GPS) mais fortes que influenciem os receptores existentes no drone a obedecer o comando de uma nova rota pré-programada (técnica conhecida como *GPS spoofing*).

A AEGE/MD, ainda, naquele evento, testou a efetividade do Sistema de Contramedida Eletrônico para drones SCE 0100. O equipamento mencionado foi capaz de interferir no *link* de controle de diferentes tipos de minidrones operados por civis e militares, o que os fez entrar automaticamente em modo de contingência (voo pairado na última coordenada conhecida, aguardando o restabelecimento da comunicação com o operador). Este artigo apresentará a *posteriori*, mais detalhadamente, as características e o emprego do SCE 0100 durante os Jogos Olímpicos.

Um segundo evento que teve por objetivo adquirir conhecimento específico sobre a defesa antidrone foi a realização de um intercâmbio de especialistas entre o CGDA e o Comando Sul do Exército dos Estados Unidos da América (USSOUTHCOM), no período que antecedeu o início dos jogos.

Primeiramente, uma palestra foi realizada para nivelar conhecimentos e apresentar à comitiva as capacidades de interferência em drones do Exército Brasileiro (EB), na qual os palestrantes apontaram suas primeiras impressões sobre os desafios que porventura seriam enfrentados por ocasião das ações de defesa contra ARP suspeitas durante as Olimpíadas.

Realizaram-se reconhecimentos na área do porto do Rio de Janeiro, do estádio do Maracanã e no Parque Olímpico. Nessas ocasiões, foram levantados importantes aspectos técnicos e operacionais de emprego de drones no panorama de grandes eventos: rotas de aproximação direta aos locais das competições esportivas, criação de uma biblioteca eletrônica de sinais conhecidos, prováveis locais de decolagem de ARP no perímetro dos estádios, protocolo de atuação das forças em terra, características do voo de drones e principais modelos de minidrones existentes no mercado civil brasileiro.

A vigilância do espaço aéreo contra drones

Segundo Brasil (2001, p. 2-9):

Os Postos de Vigilância (P Vig) são empregados para cobrir eventuais brechas no diagrama de cobertura dos sensores de vigilância ou reforçar a vigilância nas prováveis rotas de aproximação das aeronaves inimigas.

A 1ª Bda AAAe e o CGDA decidiram por mobiliar os P Vig tradicionais da AAAe, conferindo-lhes uma nova tarefa, a de alertar sobre a aproximação de drones suspeitos nos locais de competição. Por conseguinte, o princípio de emprego dos P Vig destacado na citação anterior foi mantido.

Os operadores do P Vig devem dispor de uma capacidade de observação diurna e noturna que lhes permita detectar, reconhecer e identificar a ameaça aérea desde o mais longe possível. As informações obtidas do alvo devem ser repassadas com precisão e rapidez para o Centro de Operações Antiaéreas (COAAe), que, por sua vez, aciona as Unidades de Tiro (U Tir) que estejam em melhores condições de engajar o vetor inimigo.

A 1ª Bda AAAe operou 60 P Vig Drones no decorrer dos JOP Rio 2016, nos locais de competição. Os observadores utilizaram binóculos (**figura 1**) durante o dia e equipamento de visão noturna (EVN) nos eventos que transcorreram após o pôr do sol.



Figura 1 – Operador de P Vig Drones na Torre do Shopping Rio Sul, no bairro de Botafogo
Fonte: 2º GAAE

Os P Vig Drones mostrariam a sua importância logo nos primeiros minutos da Cerimônia de Abertura dos JOP Rio 2016, no Estádio Mario Filho (Maracanã). Na ocasião, os voos não autorizados de três drones do tipo quadricóptero foram registrados pelos observadores do P Vig. As plataformas aéreas adotaram, em sua maioria, um perfil de voo pairado ao redor do anel superior do Maracanã. Assim, presumiu-se que a intenção dos operadores era de somente observar ou filmar o evento, o que não excluía a possibilidade da mudança repentina para um padrão de voo mais agressivo.

Diante do fato, o CGDA passou a estudar a elaboração de um protocolo de atuação contra drones suspeitos que abrangesse todas as ações sequenciais a serem adotadas: observação, localização, identificação, interferência por parte do 1º Batalhão de Guerra Eletrônica (1º BGE), acionamento das forças de contingência em solo, inspeção do drone interferido por tropas de DQ-BRN⁸ e perícia dos dados armazenados no cartão de memória do aparelho pelas autoridades policiais.

O documento anteriormente citado estabeleceu os parâmetros do perfil de voo ameaçador de um drone suspeito. A partir de então, os diversos sensores humanos e não humanos que estivessem operando em prol da segurança dos JOP Rio 2016 deveriam ficar alertas para a identificação daquela ameaça.

Na sequência, as informações geradas pelos sensores descritos no parágrafo anterior deveriam ser transmitidas, de forma rápida e eficiente, aos diversos oficiais de ligação que mobiliavam o CGDA. Nesse centro de coordenação, as informações seriam processadas pela Célula de Operações de Informação (D8) ou pelo oficial de permanência. Após serem filtradas, elas seriam submetidas ao Centro de Operações Aéreas (COA), órgão responsável por classificar a ameaça de acordo com as listas de autorizações para voo emitidas pelos órgãos regionais de coordenação do espaço aéreo, de modo a assessorar a tomada de decisão da autoridade competente, como mostra a **figura 2**.



Figura 2 – Classificação e assessoramento da autoridade decisora
Fonte: CGDA

A decisão sobre a utilização ou não dos interferidores resultaria na tomada imediata de ações pelas forças de segurança (Forças Armadas e órgãos de segurança pública) desdobradas nos locais de competições esportivas. Em decorrência disso, os procedimentos descritos na **figura 3** teriam por objetivo minimizar as consequências do ato hostil, de modo a permitir a continuidade do evento, a proteção de pessoas e instalações e a boa imagem do país como anfitrião dos JOP 2016.

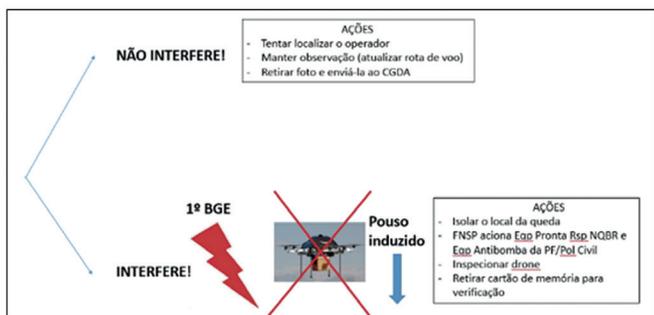


Figura 3 – Ações a serem tomadas em caso de interferência/não interferência
Fonte: CGDA

O sistema de contramedida eletrônico contra drones SCE 0100-D

O SCE 0100 é um sofisticado sistema de contramedida eletrônica (interferidor). O equipamento é apresentado nas seguintes configurações: aplicação contra comunicação de telefones celulares (versão C); contra artefatos explosivos improvisados acionados por controle remoto (RCIED)⁹ – versão R – e contra SARP/drones (versão D), sendo esta última um dos objetos de estudo do presente artigo.

O SCE 0100-D possui capacidade de bloquear e/ou interferir em plataformas aéreas remotamente pilotadas hostis por seis canais independentes. É possível variar a potência de saída por ocasião da interferência, de modo a assegurar o mínimo de perturbação ao ambiente civil situado fora da área de interesse balizada pelo posicionamento das antenas direcionais.

Uma reunião de coordenação acerca do uso dos canais do equipamento interferidor foi realizada oportunamente antes do começo dos jogos. O evento foi capitaneado pelo Comando-Geral do Ar (COMGAR) e pela AEGE/MD, com a participação de organizações militares da FAB e do EB. Naquela oportunidade, decidiu-se que a Força Terrestre não utilizaria o SCE 0100-D nas faixas de frequências utilizadas pelos sistemas GPS durante os Jogos Olímpicos e Paralímpicos, uma vez que poderia interferir nos marcadores de auxílio à navegação aérea existentes nos aeroportos localizados na cidade do Rio de Janeiro, o que poderia atentar contra a segurança de voo civil e militar.

A coordenação entre as guarnições dos P Vig Drones e do 1º BGE transcorreram da seguinte forma: o oficial de ligação da 1ª Bda AAAe comunicava diariamente ao COAAe do CDS devido o período de utilização e as características dos drones operados pela Olympic Broadcast System (OBS). A OBS era a única empresa autorizada a transmitir os diversos eventos olímpicos a partir de ARP, pois havia firmado contrato com o Comitê Olímpico Internacional (COI) com essa finalidade, além de ser um dos principais patrocinadores dos JOP Rio 2016.

Sendo assim, uma coordenação equivocada entre o Comando Geral de Defesa de Área (CGDA) e os operadores do SCE 0100-D poderia resultar na queda de uma plataforma não tripulada da OBS, o que poderia incorrer, até mesmo, em problemas jurídicos para o Comitê Olímpico Brasileiro (COB). Realizados tais acertos, os P Vig Drones, ao detectar um drone suspeito, informavam suas características e posição ao oficial de ligação da 1ª Bda AAAe. Esse militar, de posse de um sistema de tela código comum ao COAAe, repassava as coordenadas da ameaça ao oficial de ligação do 1º BGE no CGDA. Caso autorizados pelo CGDA ou autoridade a ele delegada nos CDS, os militares posicionados nos locais de competição acionariam o SCE 0100-D para interferir na ARP intrusa (figura 4).

Cabe ressaltar que, a fim de prover legitimidade à eventual utilização do referido equipamento, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) elaborou o Decreto 50.625, que autorizou as Forças Armadas a utilizarem equipamentos bloqueadores de sinais de radio-comunicações (BSR) durante os JOP Rio 2016.



Figura 4 – Guarnição de operação do SCE 0100-D no Estádio do Engenhão
Fonte: 1º BGE

As guarnições do P Vig Drones da 1ª Bda AAAe puderam se adestrar com relação à observação e transmissão de mensagens de “Alerta Drone” durante as diversas Operações Olho Vivo realizadas por aquela grande unidade. Os observadores do ar receberam treinamen-

to para identificar o tipo de drone em voo, de modo a repassar a informação mais precisa ao COAAe e ao CGDA.

Uma boa prática obtida pela AAAe nos Jogos Olímpicos e Paralímpicos foi verificar a possibilidade de desenvolvimento da doutrina de DA Ae contra SARP em grandes eventos, particularmente com relação à detecção e observação de minidrones. Isso porque o SCE 0100-D, além do equipamento interferidor, pode ser integrado a sensores acústicos, a uma câmera de monitoração e a um radar passivo (figura 5). Essa gama de sensores certamente contribuiria para a detecção, reconhecimento e identificação de um drone de pequenas dimensões de forma automática e com possibilidade de transmitir imagens e dados para um centro de controle de operações, facilitando, portanto, a tomada de decisão pela autoridade competente.

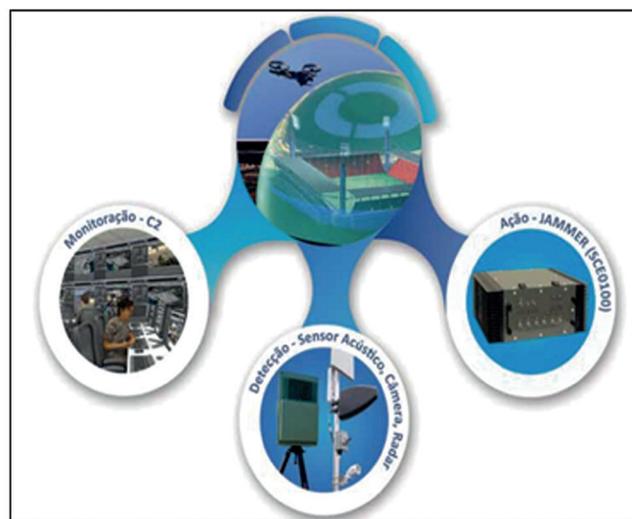


Figura 5 – Possibilidade de integração de sensores no SCE 0100-D
Fonte: Empresa IACIT

Os anos seguintes aos JOP Rio 2016 confirmariam não apenas a tendência em âmbito mundial da proliferação das plataformas remotamente pilotadas nos conflitos militares, como também o desenvolvimento sistêmico e integrado de tecnologias de combate contra sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (anti-SARP).

Estima-se que o mercado mundial de sistemas anti-SARP atingirá cerca de 6,6 bilhões de dólares até 2024, expandindo-se a uma taxa de crescimento anual composto de 41,1% desde o ano de 2019 (WACKWITZ, 2019).

Nesse contexto, o conflito entre os *houthis*¹⁰ e a Arábia Saudita marcou o emprego simultâneo a baixa altura de ARP carregadas de explosivos (*kamikazes*) e de mísseis de cruzeiro como ameaças assimétricas, as quais saturaram a capacidade dos sistemas de média altura Hawk e Patriot, responsáveis pela defesa antiaérea das refinarias e estruturas de fornecimento de petróleo e gás da empresa Saudi Aramco.

Por sua vez, o conflito interno da Líbia trouxe à tona o protagonismo dos SARP armados turcos Bayraktar TB-2 e do chinês Wing Loong II contra aeródromos e sistemas de DA Ae tradicionais, evidenciando, dessa forma, a questão do custo-benefício do emprego de mísseis e canhões de elevado custo contra aeronaves remotamente pilotadas de baixo custo.

Ademais, a Segunda Guerra de Nagorno-Karabakh, em 2020, ratificou o protagonismo do SARP de médio alcance TB-2 e de munições de vagueamento Harop¹¹, empregadas pelos azeris, segmento populacional de etnia majoritariamente islâmica presente nessa região, em missões de supressão de defesa aérea inimiga contra alvos armênios de alto valor, seus rivais nesse conflito.

O rol de lições aprendidas ao final dos conflitos recentes foi extenso para o desenvolvimento da doutrina de DA Ae das forças armadas mundiais, destacando-se aspectos importantes, como a necessidade do desenvolvimento de capacidades da DA Ae no “amplo espectro”; a retomada da importância dos sistemas de DA Ae de curto alcance (SHORAD); a importância de um país possuir sistemas anti-SARP de pronto emprego; a volta da relevância da defesa passiva e o foco no aprimoramento do fator humano no estabelecimento de um sistema de defesa antiaérea (EIRIZ, 2020).

Conclusão

A realização dos JOP Rio 2016 contribuiu significativamente para a produção de Conhecimento de Interesse da Doutrina (CID) de defesa antiaérea contra ameaças assimétricas em grandes eventos. Inúmeras oportunidades de melhoria e lições aprendidas puderam ser elencadas ao final do maior evento esportivo já ocorrido em território brasileiro.

Primeiramente, salienta-se a necessidade de aperfeiçoar o método de localização de drones suspeitos. Vislumbra-se, no futuro, a aquisição de equipamentos optrônicos multifuncionais, que permitirão a localização precisa por coordenadas do alvo observado, além de possibilitar às guarnições do P Vig ajustar a dioptria, intensidade de luz e outros recursos óticos para melhor detectar, reconhecer e identificar a ARP suspeita. Cabe ressaltar que o excesso de luminosidade oriunda da concentração populacional urbana ao redor dos locais de competição prejudicou bastante a observação dos drones por EVN pelos militares dos P Vig.

Verificou-se, ainda, a demanda por se realizarem estudos acerca da autoridade responsável por decidir o emprego de interferidores contra drones hostis em Op Ng. O CGDA acabou por assumir essa responsabilidade durante a realização das Olimpíadas.

Paralelamente a esse fato, ressalta-se que as características técnicas do equipamento SCE 0100-D presumem uma operação do sistema de detecção de drones de forma cooperativa entre a 1ª Bda AAAe e o 1º BGE. Aquela GU seria responsável por identificar as ameaças aéreas a partir do uso dos sensores integrados ao interferidor, ao passo que os militares especializados em guerra eletrônica procederiam ao efetivo bloqueio do *link* de controle entre a ARP e o seu piloto. Assim, sugere-se que o emprego do interferidor em Op Ng deva estar sob controle operacional da 1ª Bda AAAe, integrante do SISDABRA.

A utilização de meios de comando e controle (Sistema Pacificador, Digifort e SCCOP¹²) permitiu ao oficial de ligação da 1ª Bda AAAe ao CGDA obter a consciência situacional do desdobramento e operação dos P Vig e dos demais meios empregados pela AAAe. Inferiu-se, todavia, que o *modus operandi* mais rápido e efetivo seria a transmissão via *link* direto da imagem e dados do drone suspeito do SCE 0100-D ao Centro de Coordenação de Operações em que estivesse presente a autoridade decisora da execução da interferência contra a ameaça detectada.

Por fim, a artilharia antiaérea do Exército Brasileiro deve aprofundar os estudos técnicos e operacionais a respeito de uma das mais complexas ameaças aéreas nos céus do século XXI, tanto em operações de guerra como de não guerra, a saber: os drones. Nesse contexto, destaca-se a urgência do emprego de novas tecnolo-

gias de detecção desse tipo de vetor aéreo nos P Vig, sistemas de radares e de armas.

Consequentemente, torna-se importante a realização de testes de campo com empresas fabricantes de sistemas de equipamentos optrônicos multifuncionais, de radares passivos e de quaisquer outros meios que possibilitem à defesa antiaérea vedar “a que asas estranhas tragam sombras ao nosso horizonte” (trecho da canção da artilharia antiaérea).

O emprego dos SARP nos conflitos recentes por parte de inúmeros atores presentes no campo de batalha indica que a aquisição ou o desenvolvimento das capacidades de defesa anti-SARP pelas Forças Armadas brasileiras deve ser prioridade diante da vasta lista de necessidades existentes em cada uma delas, tendo em vista a confirmação da tendência de proliferação da ameaça aérea assimétrica remotamente pilotada, seja em grandes eventos ou nos conflitos armados futuros. 

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Ato/SRP/ANATEL/MC 50.625/2015 – **Autoriza Comitê Organizador dos Jogos Olímpicos Rio 2016 a realizar operação temporária de equipamentos de radiocomunicação**. Brasília, 2016.

BINNIE, Jeremy. **Israel shoots down UAV**. Jane’s Defence Weekly, Londres, p. 10, 1º maio 2013.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305: Doutrina Básica da Marinha**. Brasília, 2004.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **C 44-1: Emprego da Artilharia Antiaérea**. 4. ed. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Defesa. **EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força terrestre**. 1. ed. Brasília, 2014.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Regras de Engajamento para Emprego de Interferidores Contra Aeronaves Remotamente Pilotadas Suspeitas/Hostis** (Acesso restrito). Rio de Janeiro, 5 ago 2016.

COMANDO MILITAR DO LESTE. **Últimas notícias: ativado o Estado-Maior Conjunto do Coordenador Geral de Defesa de Área para os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016**. Rio de Janeiro, 6 ago 2015. Disponível em: <<http://www.cml.eb.mil.br/ultimas-noticias/496-ativado-o-estado-maior-conjunto-do-coordenador-geral-de-defesa-de-area-para-os-jogos-olimpicos-e-paralimpicos-rio-2016>>. Acesso em: 1º dez 2016.

EIRIZ, George K. **O Conflito de Nagorno-Karabakh de 2020: lições aprendidas para a defesa antiaérea do século XXI**. Informativo Antiaéreo – Publicação Científica EsACosAAe – 1ª Bda AAAe. Nov 2021.

FINNEGAN, Phil. **Press Release:** UAV Production Will Total \$93 Billion. Fairfax VA, 19 ago 2015. Disponível em: <<http://tealgroup.com/index.php/teal-group-news-media/item/press-release-uav-production-will-total-93-billion>>. Acesso em: 2 dez 2016.

GROSS, Judah Ari. **Israel shoots down Hamas drone off the Gaza coast.** Jerusalém, 20 set 2016. Disponível em: <<http://www.timesofisrael.com/israel-shoots-down-palestinian-drone-off-the-gaza-coast/>>. Acesso em: 7 dez 2016.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Decreto nº 8.758, de 10 de maio de 2016 – **Estabelece procedimentos a serem observados com relação a aeronaves suspeitas ou hostis durante os Jogos Olímpicos e Paralímpicos Rio 2016.** Brasília, 2016.

SILVA, Rodrigo de Almeida. **O Emprego do Sistema de Armas da Artilharia Antiaérea nos Jogos Olímpicos Rio 2016.** Monografia apresentada ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Operações Militares de Defesa Antiaérea e Defesa do Litoral da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea. Rio de Janeiro, 2016.

VERGARA, Rodrigo Pereira. **A Defesa Antiaérea em Operações de Não Guerra.** Informativo Antiaéreo Publicação Científica EsACosAAe – 1ª Bda AAAe. Ago 2013.

WACKWITZ, Kay. **Counter-Drone Market Report 2020** – The Global Counter-Drone Market Size, Forecasts, Regulations, Investments, Contracts, Case Studies and Technology. Drone Industry Insights. Hamburg, 2019.

Notas

- ¹ Conforme Quadro 4-1 da página 4-5 do EB20-MC-10.214 (Vetores Aéreos da Força Terrestre, 1. ed., 2014).
- ² *Payload* é termo técnico que se refere à carga útil principal embarcada em uma ARP com a finalidade de cumprir a sua missão principal.
- ³ É a medida de a habilidade de um alvo refletir os sinais do radar na direção do receptor.
- ⁴ Do tipo “atire e esqueça” (*fire and forget*), no qual a cabeça de guiamento do míssil se direciona automaticamente à fonte de calor do alvo após o disparo do atirador.
- ⁵ *Clutters* é termo usado para ecos indesejáveis em sistemas eletrônicos, particularmente radares. Tais ecos geralmente retornam a partir da reflexão do solo, mar, chuva e de turbulências atmosféricas e afetam seriamente os padrões de performance dos sistemas de radar.
- ⁶ *Advanced Hit Efficiency and Destruction* (AHEAD).
- ⁷ Notificação Digital de Consciência (D-NAS).
- ⁸ Defesa química, biológica, radiológica e nuclear (DQBRN).
- ⁹ *Remote Control Improvised Explosive Device* (RCIED).
- ¹⁰ Tipo de ARP de reconhecimento e ataque em que a própria aeronave constitui a munição com a respectiva carga explosiva, que se lança diretamente sobre o alvo.
- ¹¹ Milícia do Iêmen que conduz movimento político-religioso no país a fim de instituir uma lei religiosa xiita, desestabilizando o governo e contestando autonomia sobre províncias locais, como as de Sadá e Amran.
- ¹² Sistema de Comando e Controle Operacional (SCCOP), que possibilitou a gravação de imagens e vídeos a partir de aparelhos de telefonia celular espalhados pela área de operações.