POSSIBILIDADE DE UTILIZAÇÃO DE VANT COMO PLATAFORMA AÉREA PARA EMPREGO DE MEDIDAS DE ATAQUE ELETRÔNICO EM AMBIENTE URBANO

Eduardo Albuquerque Martins*
Flávio Corsi**

RESUMO

O avanço da tecnologia tem impulsionado praticamente de forma simultânea o desenvolvimento tecnológico na área militar. Não é mais admitido o uso indiscriminado de meios cinéticos nos combates modernos, principalmente quando uma operação militar está enquadrada em ambiente urbano. Para isso, o emprego da Guerra Eletrônica, com seus meios não cinéticos, é capaz de diminuir o uso de armas letais por parte da tropa, debilitando o oponente a partir do momento que há uma interferência nos seus meios de comando e controle. Para isso utiliza-se o bloqueio eletrônico que quando embarcado em plataformas aéreas auxilia a incursão em um ambiente urbano, protegendo a tropa atacante, pois o oponente não consegue organizar sua defesa, já que seus sistemas de comando e controle estão sendo afetados. Neste sentido, este trabalho verificou a possibilidade do Exército Brasileiro, com os Veículos Aéreos Não-tripulados existentes no mercado, dentro de uma categoria condizente, empregar um bloqueador de sinais em uma plataforma aérea para apoiar uma operação em ambiente urbano.

Palavras-chave: Espectro Eletromagnético. Bloqueio e interferência de sinal. Transmissão digital. Operações militares. VANT. DRONE. Bloqueador. Medida de Ataque Eletrônico. Guerra Eletrônica.

ABSTRACT

The advance of technology has practically simultaneously driven the technological development in the military area. The indiscriminate use of kinetic means in modern combat is no longer allowed, especially when the military operation is framed in an urban environment. For that, the use of Electronic Warfare, with its non-kinetic means, is able to reduce the use of lethal weapons by the troops, weakening the opponent from the moment that there is interference in their means of command and control. For this type of blocking to be more effective, the use of signal blockers on aerial platforms helps incursion into an urban environment, protecting the attacking troop, as the opponent can't organize its defense, since its command and control systems are being affected. In this sense, this work verified the possibility of the Brazilian Army, with the Unmanned Aerial Vehicles existing in the market, within a suitable category, to employ a signal blocker on an aerial platform to support an operation in an urban environment.

* Capitão da Arma de Comunicações. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2008.
** Capitão da Arma de Comunicações. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2005. Especializado pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2014.

Keywords: Electromagnetic Spectrum. Signal blocking and interference. Digital transmission. Military operations. VANT. DRONE. Blocker. Measurement of Electronic Attack. Electronic Warfare.

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia tem permitido que o espectro eletromagnético seja utilizado de forma mais inteligente. Os equipamentos não ficam mais limitados a uma única frequência, mas a várias. Uma central é a responsável por gerenciar qual a melhor frequência a ser utilizada em determinado momento por um equipamento rádio assinante daquele serviço. Além disso, as transmissões estão migrando de analógicas para digitais, devido às vantagens que estas últimas disponibilizam.

Drones são equipamentos cada vez mais populares e continuam em evolução para atenderem a diversas finalidades. Conforme publicação da empresa SAP de 12 de janeiro de 2018, os drones evoluíram rapidamente do conceito de um brinquedo de controle remoto para aplicações de filmagem e produções fotográficas, e agora estão prontos para serem explorados pelo setor logístico.

A Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) apresenta a diferença entre Drone, VANT e RPA, como seguem abaixo:

> O termo “drone” é uma expressão genérica utilizada para descrever desde pequenos multirrotores rádio-controlados comprados em lojas de brinquedo até Veículos Aéreos Não Tripulados (VANT) de aplicação militar, autônomos ou não. Por este motivo, o termo não é utilizado na regulação técnica da ANAC. São chamados aeromodelos os equipamentos de uso recreativo, enquanto os VANT são aqueles empregados em finalidades não recreativas. O termo Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) denota um subgrupo de VANT destinado à operação remotamente pilotada. (ANAC, Perguntas e Respontas, 2018).

A Guerra Eletrônica (GE), em BRASIL (2009), é definida como um conjunto de atividades que visam desenvolver e assegurar a capacidade de emprego eficiente das emissões eletromagnéticas próprias, ao mesmo tempo em que buscam impedir, dificultar ou tirar proveito das emissões inimigas.

Logo, uma dessas formas de controle está no uso de Medidas de Ataque Eletrônico (MAE), ramo da Guerra Eletrônica que visa impedir ou dificultar o uso do espectro eletromagnético pelo oponente, pelo uso da irradiação, reirradiação, reflexão, alteração ou absorção intencional de energia eletromagnética. (BRASIL, 2009)

1.1 PROBLEMA

Uma das formas de negar o uso do espectro eletromagnético por um oponente é através da utilização de equipamentos de bloqueio de sinal. Estes

equipamentos podem estar embarcados em plataformas terrestres, marítimas ou aéreas.

Conforme BRASIL (2009):

> "(...) aeronaves, tripuladas ou não, podem transportar uma variada quantidade de sensores – incluindo equipamentos de MAGE, câmeras FLIR ("*Forward Infrared Looking*"), radares SAR ("*Sinthetic Apperture Radar*"), câmeras de TV, dentre outros.
> Dependendo da configuração da aeronave e de sua aplicação, também podem ser instalados sistemas de MAE para apoio às operações ou simplesmente para auto-proteção, tais como receptores de alerta radar ("*Radar Warning Receiver*" – RWR), lançadores de "*chaff*", "*flare*" ou mesmo sistemas mais complexos como o de alerta de aproximação de mísseis" ("*Missile Approach Warning System*" – MAWS).

Na atualidade, o Exército Brasileiro, através do 1º Batalhão de Guerra Eletrônica (1º BGE), utiliza plataformas terrestres para seus bloqueadores.

Contudo, a plataforma terrestre possui limitações como a infiltração em um ambiente hostil e urbano densamente povoado. Fato corroborado em BRASIL (2009), o qual trata que no apoio às operações de movimento, o eficiente emprego dos meios de GE instalados em plataformas terrestres ficará condicionado ao fator mobilidade dos meios e proteção blindada, em particular para os sistemas de MAE. Neste ponto, as plataformas aéreas supririam as deficiências apresentadas pelas plataformas terrestres.

Neste contexto, como empregar a Guerra Eletrônica para que continue cumprindo uma de suas missões que consiste em impedir ou dificultar o uso do espectro eletromagnético pelo oponente? Como empregar bloqueadores de sinal com o mínimo efeito colateral? Que categoria de VANT pode transportar estes equipamentos bloqueadores?

1.2 OBJETIVOS

A fim de contribuir com o aumento da capacidade operacional da Guerra Eletrônica, o presente estudo pretende verificar a possibilidade de utilização de VANT como plataformas aéreas para bloqueadores de sinal em operações em ambiente urbano.

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram formulados os objetivos específicos, abaixo relacionados, que permitiram o encadeamento lógico do raciocínio descritivo apresentado neste estudo:

a) Apresentar, de forma breve, a evolução das plataformas aéreas para emprego da Guerra Eletrônica;

b) Verificar se equipamentos com capacidade de executar MAE, quando embarcados em plataformas aéreas, tem maior efetividade no bloqueio;

c) Verificar quais classes de VANT são mais adequados ao emprego da Guerra Eletrônica em operações em ambiente urbano;

d) Verificar alguns exemplos de bloqueadores existentes que podem ser empregados pelo Exército Brasileiro em operações em ambiente urbano.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Atualmente, o emprego de Medidas de Ataque Eletrônico, em operações militares, pode ser comprometido pela dificuldade de acesso às áreas hostis e densamente povoada, como nas grandes cidades. Neste contexto, a utilização de equipamentos embarcados em *drones* pode garantir maior efetividade no emprego de bloqueadores de sinal, uma vez que não existirão obstáculos entre o bloqueador e o alvo, e reduzir os efeitos colaterais que podem atingir outros serviços utilizados pela população local.

Alguns exemplos de efeitos colaterais que podem ser causados por bloqueadores de sinal estão relacionados aos serviços de radiocomunicações das forças amigas dispersas na Zona de Ação, ou serviços de localização, atingindo aparelhos que empregam o GPS para a sincronização de seus serviços, como a telecomunicações. Estas interrupções poderão ser causadas de acordo com a faixa de frequência que o bloqueador estiver emitindo seu sinal.

A presente pesquisa pretende verificar quais classes de drones possibilitam o transporte de equipamentos bloqueadores e que tenham seu emprego viável para o Exército Brasileiro, através do 1º Batalhão de Guerra Eletrônica.

Verificar a possibilidade de aumentar a capacidade de bloqueio do Exército Brasileiro e diminuir os efeitos colaterais inerentes a essa atividade, pois é desejável que a quantidade de serviços disponibilizados para a população, além dos serviços empregados pela tropa amiga, não sejam comprometidos.

Neste contexto, a distância do bloqueador para o alvo é um dos parâmetros importantes que determinam a quantidade de energia que será necessária para que o efeito final desejado seja alcançado.

. A importância deste assunto para o Exército Brasileiro no que se refere à Guerra Eletrônica já está elucidada em BRASIL (2014), manual EB20-MC-10.214, quando menciona que o emprego de SARP permite ampliar o alcance operativo da

GE, possibilitando que esta atinja zonas do Espaço de Batalha onde as unidades de GE, pela carência de meios, não teriam prioridade de atuação.

Assim, como estado final desejado, pretende-se um aumento na capacidade operativa do Exército Brasileiro, permitindo que a Guerra Eletrônica tenha maior abrangência referente à Medida de Ataque Eletrônico em um apoio a incursões em ambiente urbano com o menor dano possível aos serviços oferecidos à população local.

2 METODOLOGIA

Com o intuito de colher subsídios que permitissem formular uma possível solução para o problema, o desenvolvimento desta pesquisa comtemplou a leitura analítica das fontes, questionários aos especialistas, argumentação e discussão de resultados.

Este artigo pretende apresentar, inicialmente, o que é a Guerra Eletrônica, com enfoque nas Medidas de Ataque Eletrônico.

Pretende-se, ainda, verificar como os Veículos Aéreos Não Tripulados são classificados, e como poderiam ser empregados em proveito do Exército Brasileiro.

Será abordado o que são os bloqueadores de sinal e os efeitos colaterais que podem ocasionar.

Será realizada uma simulação utilizando o software HTZ Warfare com o intuito de verificar as condições que se aproximam da melhor situação para o emprego do bloqueador eletrônico em um VANT.

Por fim, verificar a possibilidade de o Exército Brasileiro possuir um VANT como plataforma aérea para um bloqueador de sinais.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Iniciou-se o delineamento da pesquisa com a definição de termos e conceitos a fim de viabilizar a solução do problema da pesquisa, sendo baseada em uma revisão de literatura no período do ano de 2004 ao ano de 2018. Esta delimitação baseou-se na necessidade de atualização do tema, uma vez que as tecnologias se encontram em constante evolução.

Foram utilizadas as palavras-chave espectro eletromagnético, bloqueio e interferência de sinal, transmissão digital, operações militares, VANT, DRONE, bloqueador, Medida de Ataque Eletrônico e Guerra Eletrônica, assim como seus correlatos em outros idiomas, em sítios eletrônicos de procura na internet, biblioteca de monografias do Centro de Instrução de Guerra Eletrônica (CIGE) e da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO). O sistema de busca foi contemplado pela coleta de relatórios militares, panfletos comerciais de empresas do ramo de defesa e entrega de encomendas e manuais de campanha referentes ao tema do Exército Brasileiro.

Quanto ao tipo de operação militar, a revisão de literatura limitou-se a operações de não-guerra, com enfoque majoritário nas participações das Forças Armadas em operações de ambiente urbano..

Em BRASIL (2009) são apresentados os conceitos necessários para o entendimento do que é a Guerra Eletrônica. São abordados ainda seus fundamentos, suas divisões, princípios de emprego e como é realizado seu desdobramento em um Teatro de Operações, incluindo o uso da plataforma aérea.

Porém, quando estamos falando de Medida de Ataque Eletrônica, não se pode deixar de abordar como os sinais de comunicações são empregados na atualidade. Neste ponto, Adamy (2009) trata da interferência sobre sinais de rádio. O autor explica como um sinal de comunicações é prejudicado por um sinal interferente, relação *Jamming/Signal*, inclusive a diferença de um sinal analógico para um sinal digital, no que tange à robustez a um bloqueio.

Assim sendo, na busca por um equipamento que atenda suas necessidades, o 1º Batalhão de Guerra Eletrônica recebeu da empresa IACIT uma solução terra-ar, um equipamento bloqueador com o objetivo principal de impedir que um drone sobrevoe uma determinada região. A empresa apresentou as especificações técnicas do SCE 0100 “JAMMER - DRONES”. Hoje, este equipamento é utilizado pelo Batalhão, porém, não há equipamento possível de ser instalado em uma plataforma aérea.

Abordando sobre o Veículos aéreos não-tripulados, o Departamento de Defesa Americano (*Departament of Defense – DoD*) definiu VANT como sendo “uma aeronave ou um balão que não transporta um operador humano e é capaz de voar sob controle remoto ou autônomo” (JP, 2005 apud CORRÊA, 2005, p. 9).

Além disso, o mesmo órgão também definiu VANT como:

> “[...] um veículo aéreo motorizado que não transporta um operador humano, usa forças aerodinâmicas para a sustentação aérea, pode voar de maneira autônoma ou ser pilotado por controle remoto, pode ser descartável ou recuperável e pode transportar uma carga útil letal ou não-letal. Veículos balísticos ou semibalísticos, mísseis de cruzeiro e projéteis de artilharia não são considerados veículos aéreos não-tripulados.” (JP, 2005 apud CORRÊA, 2005, p. 9).

Ainda segundo Corrêa (2005), o VANT de emprego militar estará em um futuro próximo em operações de combate que executarão tanto missões operacionais ar-solo como ar-ar e, inclusive, com tamanho reduzido para utilização por um pequeno grupo de soldados.

Conforme Okamura (1997), a utilização de equipamentos de Guerra Eletrônica em aviões tem sua importância devido à alta capacidade de carga e grande autonomia de voo. Eles também aprofundam o horizonte-rádio, com isso, o levantamento de sinais pode ser realizado sem a invasão do espaço aéreo de um possível oponente.

VENÂNCIO, A. G., FELDENS, J. F (20xx), em um artigo publicado tratando do VANT em missões de guerra eletrônica, abordaram o uso desta plataforma para realização de um bloqueio eletrônico, cujo emprego poderia criar um setor protegido para uma força atacante, bem como criar um setor diversionário.

Cordeiro (2005), conclui sobre o emprego de VANT em proveito da Guerra Eletrônica:

> "Inegável, também, é sua importância em proveito da Guerra Eletrônica. Forma econômica e flexível de complementar os trabalhos das plataformas terrestres empregadas no SITAGE (Sistema Tático de Guerra Eletrônica), os VANT conciliam a vantagem de não serem tripulados e possuírem pequeno porte, o que minimiza as perdas de recursos humanos e reduz a possibilidade de serem detectados por radares inimigos." (CORDEIRO, 2005).

Em Ribeiro (2013), o autor aborda a necessidade de a Guerra Eletrônica acompanhar uma operação militar de aproveitamento do êxito e, com as grandes distâncias, torna-se difícil um apoio contínuo. Neste ponto, o uso da Guerra Eletrônica em plataformas aéreas seria uma solução, proporcionando continuidade e maior profundidade às ações de Guerra Eletrônica.

<u>a. Critério de inclusão:</u>

- Estudos de manuais militares que abordam os conceitos de emprego da Guerra Eletrônica.

- Estudos publicados em português ou inglês, relacionados ao emprego de Veículos Aéreos Não-Tripulados em apoio às operações militares.

- Estudos, matérias jornalísticas e portifólio de empresas que retratam inovações tecnológicas com reflexos no emprego de VANT em operações; e

- Estudos qualitativos sobre as características do ambiente urbano.

<u>b. Critério de exclusão:</u>

- Questionários com respostas inconsistentes e que não contribuem para o estudo.

2.2 COLETA DE DADOS

Na sequência do aprofundamento teórico a respeito do assunto, o delineamento da pesquisa contemplou a coleta de dados pelos seguintes meios: entrevista e questionário.

2.2.1 Questionário

A amplitude do universo foi estimada a partir do número de militares que participaram de operações em ambiente urbano em funções específicas na área da Guerra Eletrônica.

A amostra selecionada para responder aos questionários também foi restrita a militares que estão atualmente servindo no 1º Batalhão de Guerra Eletrônica, pois estão em constante acompanhamento da evolução dos equipamentos que estão sendo adquiridos e empregados pelo batalhão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir será abordado sobre os bloqueadores de sinal, os VANT e suas categorias, o emprego de um bloqueador de sinais e o emprego para o Exército Brasileiro.

3.1 BLOQUEADORES DE SINAL

Segundo o Manual de Campanha de Guerra Eletrônica, bloqueio eletrônico:

> "Consiste na deliberada irradiação de energia eletromagnética, com o propósito de restringir ou anular o desempenho de equipamentos ou sistemas eletrônicos em uso pelo inimigo. Ele é usado para impedir, ou pelo menos dificultar, a recepção de sinais nos equipamentos inimigos de detecção, de radiocomunicações, de navegação eletrônica, de sistemas de identificação eletrônica e de direção e controle de armas." (BRASIL, 2009, p. 3-8).

O Bloqueio Eletrônico é classificado como Bloqueio de Ponto, Bloqueio de Varredura e Bloqueio Simultâneo, sendo este último dividido em Bloqueio por Tempo Compartilhado e Bloqueio de Barragem. (CENTRO DE INSTRUÇÃO DE GUERRA ELETRÔNICA, 2012, p. 70).

Contudo, quando se trata de bloqueadores de sinal, vem em mente o que é um bloqueador de fato, quais as partes envolvidas e o que o faz funcionar. Para dirimir estas dúvidas e trazer mais subsídios para o prosseguimento deste trabalho, é importante que, mesmo de forma superficial, seja apresentado um modelo básico de um equipamento bloqueador.

Neste cenário, para emprego durante os Jogos Olímpicos realizados no ano de 2016, no Brasil, em ambiente urbano envolvendo diversas capitais, a empresa IACIT apresentou as especificações técnicas do equipamento SCE 0100 "JAMMER – DRONES", cujo objetivo deste projeto era bloquear drones nas configurações "mini" e "micro" drones que operam na faixa de frequência WIFI/GPS. Este projeto se mostrou eficaz, conforme relatório realizado em Brasília-DF, em 02 Ago 16, pelo 1º Batalhão de Guerra Eletrônica envolvendo diversos órgãos para verificar a eficácia do equipamento:

> "Chegou-se a conclusão que o emprego do interferidor na região do CDA de Brasília não causou prejuízo às transmissões de TV e emissões das tropas do EB, quando utilizados os canais 1, 5 e 6 do interferidor e a área de cobertura contra drones foi eficiente para impedir a aproximação da área de competição." (Relatório Evento Teste para o JOP Rio 2016, 2016).

Em reportagem publicada no site DefesaNet de 06 de Junho de 2016 a empresa IACIT apresenta a capacidade do equipamento da família SCE 0100:

> “A família SCE0100 possui as seguintes configurações: DroneBlocker: Aplicação contra Drones/SARP (micro e mini); ComBlocker: Aplicação contra comunicação Celular e Rádios; RCIEDBlocker: Aplicação contra dispositivos remotos de acionamento de explosivos; e MobileBlocker: Aplicação contra Celular/ Rádio/RCIED na configuração portátil de mão.” (Defesanet, 2016).

Contudo, esta é uma solução terra-ar, que pode ser empregado em uma plataforma terrestre ou fixo em uma instalação predial, por exemplo. Este equipamento possui um peso total em torno de 100kg.

Nele tem-se o conjunto de antenas irradiadoras, cabos que ligam as antenas ao transceptor, equipamento responsável por gerar os sinais eletromagnéticos, um amplificador de sinais, e a fonte de alimentação do sistema. Basicamente, estes são os itens necessários para um equipamento bloqueador funcionar, guardadas as devidas proporções no que se refere a faixas de frequências e alcance útil, que variam conforme a destinação do equipamento. O peso de um equipamento bloqueador varia de acordo com a potência máxima emitida necessitando de amplificadores mais potentes, pois necessitará de maior energia que, em um sistema portátil, implica em mais ou menos baterias para alimentar o equipamento.

A efetividade deste equipamento, que foi inicialmente adquirido para impedir o sobrevoo de drones nas áreas de competição, foi confirmada pelo questionário respondido por militares empregados nos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos Rio 2016 (JOP Rio 2016). De um total de 14 militares, entre oficiais e sargentos empregados nos JOP Rio 2016, 11 observaram o emprego de fato do equipamento, 5, inclusive, viram *in* loco quando drones tentaram invadir o espaço aéreo da área de jogo e não conseguiram depois do acionamento do SCE 0100. Tal fato corrobora com o evento teste realizado pelo 1º BGE na fase preparatória ao início dos JOP Rio 2016, cujo resultado foi o que se segue abaixo:

FIGURA 1: Área de cobertura do equipamento SCE 0100 da empresa IACIT.
AUTOR: 1º Batalhão de Guerra Eletrônica, 2016.

Na figura acima, observa-se que o cenário onde o teste foi realizado é na cidade de Brasília, no entorno do estádio Mané Garrincha. O bloqueador foi instalado no alto do prédio do Tribunal de Contas do Distrito Federal (TCDF). As cores representam a energia irradiada pelo bloqueador, onde a cor vermelha é o mais alto nível e a cor verde o mais baixo. Neste teste, os drones realizaram sobrevoos de 30 a 40m de altura e, ao adentrarem na área amarela, perderam contato com o operador.

Logo, um VANT precisa ter a capacidade de transportar um equipamento equivalente ao tipo de emprego necessário, juntamente com todas as suas partes fundamentais para seu funcionamento. E para verificar a viabilidade deste emprego, será apresentado a seguir os VANTs e suas categorias.

3.2 VANTS E SUAS CATEGORIAS

Conforme Corrêa (2008), os VANT foram, inicialmente, desenvolvidos com objetivos militares durante a Segunda Guerra Mundial, como, por exemplo, no uso de bombas voadoras alemães do tipo V-1 e V-2[1].

Ainda segundo Corrêa (2008), Israel foi a primeira nação a empregar aeronaves de reconhecimento não-tripulados, ainda em 1982, nos céus do Líbano.

[1] A *Vergeltunswaffe1* Fi 103/ FZG-76(V-1) e a *Vergeltungswaffe Zwei*, conhecidas como as Bombas Voadoras, "*Buzz bomb*" ou "*Doodlebug*", foram os primeiros mísseis modernos guiados usados em tempo de guerra.

As Forças Armadas dos EUA iniciaram suas atividades com VANT na década de 90, onde a DARPA, Agência de Pesquisa do Departamento de Defesa, começou a investir no desenvolvimento de um VANT bélico. O primeiro exemplar, o *predator* da *general atomics*, que entrou em operação em 1997, e no qual o Pentágono investiu ao longo do projeto mais de US$ 1,2 bilhão. Trata-se de um jato com envergadura de asas de 15m que opera numa altitude máxima de 15 km, bem acima dos aviões de carreira.

Atualmente, o Brasil, através da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) expediu o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial, RBAC-E nº 94, com o título de Requisitos Gerais para Aeronaves Não Tripuladas de Uso Civil no qual aborda a definição de Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada – RAP e sua classificação.

A Classe 1 é definida como a RPA com peso máximo de decolagem de 150Kg; A Classe 2 como a RPA com peso máximo de decolagem maior de 25 Kg e menor ou igual a 150 Kg; a Classe 3 como a RPA com peso máximo de decolagem menor ou igual a 25 Kg.

CLASSE	PESO MÁXIMO DE DECOLAGEM	EXIGÊNCIAS DE AERONAVEGABILIDADE
Classe 1	Acima de 150 Kg	A regulamentação prevê que equipamentos desse porte sejam submetidos a processo de certificação similar ao existente para as aeronaves tripuladas, promovendo ajustes dos requisitos de certificação ao caso concreto. Esses drones devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com suas marcas de nacionalidade e matrícula.
Classe 2	Acima de 25 Kg e abaixo ou igual a 150 Kg	O regulamento estabelece os requisitos técnicos que devem ser observados pelos fabricantes e determina que a aprovação de projeto ocorrerá apenas uma vez. Além disso, esses drones também devem ser registrados no Registro Aeronáutico Brasileiro e identificados com suas marcas de

		nacionalidade e matrícula.
Classe 3	Abaixo de 25 Kg	A norma determina que o RPA Classe 3 que operem além da linha de visada visual (RBLOS), ou acima de 400 pés (1200m), deverão ser de um projeto autorizado pela ANAC e precisam ser registradas e identificadas com suas marcas de nacionalidade e matrícula. Drones dessa classe que operem em até 400 pés (1200m) acima da linha de visada visual (operação VLOS) não precisando ser um projeto autorizado, mas deverão ser cadastradas na ANAC por meio do sistema SISANT, apresentando informações sobre o operador e sobre o equipamento. Os drones com até 250g não precisam ser cadastrados ou registrados, independentemente de sua finalidade (uso recreativo ou não).

Tabela 1: Classificação de VANTs
Fonte: http://www.anac.gov.br/noticias/2017/regras-da-anac-para-uso-de-drones-entram-emvigor/release_drone.pdf

Sendo assim, de antemão, para o emprego no meio militar, onde o peso é um fator considerável, necessita-se de RPA de classe 1, cuja capacidade de decolagem é com peso superior a 150 Kg.

Em Brasil (2014) o emprego de SARP em operações terrestres está relacionado à capacidade que esses sistemas têm de permanecer em voo por longos períodos, particularmente, sobre áreas hostis, tanto sob o ponto de vista dos beligerantes quanto das condições ambientais. Esta capacidade permite aos comandantes – nos diversos níveis e escalões – obter informações, selecionar e engajar objetivos e alvos terrestres além da visada direta e em profundidade, no campo de batalha.

A empresa Boing apresentou em seu site no dia 11 de janeiro de 2018 um drone capaz de transportar até 226 Kg de carga. A empresa anunciou seu produto como se segue:

> “Ele foi batizado de protótipo de veículo elétrico aéreo de carga de decolagem e pouso não tripulado — que pode ser resumido na sigla em inglês eVTOL. Em vez dos tradicionais quatro rotores, o drone gigante da Boeing é equipado com oito hélices. Ele mede 4,57 metros de comprimento por 5,49 metros de largura e 1,22 metros de altura. Seu peso: 317 kg, o que permite carregar cargas de até 226 kg. Como comparação, o popular Phantom 4, da DJI, é capaz de conduzir cargas de até 900 gramas, no máximo. Totalmente elétrico, com baterias projetadas pela própria Boeing, o drone tem capacidade para conduzir cargas pesadas em distâncias curtas. Para transportar mercadorias de até 226 kg, o drone tem autonomia para viajar num raio de 16 km a 32 km.
> Segundo a Boeing, o drone foi projetado e construído em três meses e aprovado em testes realizados no laboratório da empresa no Missouri (EUA).” (CanalTech, 2018)

A empresa Boing não abordou em seu site o objetivo de construir esta RPA, mas acredita-se que seja empregado para entregas de correspondências de grande volume e peso, como eletrodomésticos, por exemplo.

Embora este RPA não tenha uma concepção militar, é aberta uma porta no que se diz respeito ao emprego de bloqueadores em RPA de asa rotativa e o mais próximo do alvo, aumentando a eficiência do bloqueio, como é o objetivo deste trabalho.

Há ainda empresas que estão procurando inovar nesta área, como um drone híbrido, que reúne um RPA de asa fixa com um RPA de asa rotativa em um único equipamento, como se segue em foto abaixo:

FIGURA 2: RPA chamado “Copters”.
FONTE: http://blog.droneng.com.br/drones-hibridos/

A empresa define assim:

> “ ‘Copters’ são mais manobráveis, eles podem pairar e, em contraste com asas fixas, eles podem descolar e aterrar em espaços pequenos. Como eles pode-se subir e descer verticalmente. Assim, um helicóptero é idealmente adequado para a captura de edifícios individuais e pequenas áreas. Então, tenho que escolher limitadamente entre um de asa fixa ou um multirotor, de acordo com o que a minha categoria indica? Não, como resultado dos

> recentes avanços, tenho que reajustar meu agrupamento em dois tipos e adicionar uma terceira categoria: Drones Híbridos.” (DronEng, 2015)

Assim como este RPA apresentado, existem ainda outros neste mercado que está em ascensão, uma vez que empresas do setor de entrega de mercadorias têm investido em tecnologias capazes de aperfeiçoar suas entregas. Um exemplo é a matéria publicada pela empresa Tecmundo que diz:

> “Para muitas pessoas, a ideia de **drones** fazendo entrega de encomendas seria algo só visto em filmes, porém várias companhias têm investido para que essa proposta se torne parte da nossa vida. Agora é real: a SF Express, uma das maiores empresas de logística da China, anunciou na última quarta-feira (28) que recebeu a primeira autorização oficial do governo chinês para entregar pacotes por meio de veículos aéreos não tripulados (VANT)”. (Tecmundo, 2018)

Na área de defesa, outros exércitos já investem na área da Guerra Eletrônica, efetuando ações de busca e interceptação e bloqueios utilizando a plataforma aérea, como é o caso da Rússia, onde foi publicado no dia 09 de julho de 2018, matéria pelo site Sputnik Brasil sobre o desenvolvimento de uma aeronave capaz de interferir nas comunicações militares via satélite:

> “Essas modernas aeronaves são capazes de desligar de forma seletiva os dispositivos eletrônicos do inimigo, neutralizando o seu controle sobre a aviação, equipamentos de defesa aérea e veículos tripulados. O uso desse tipo de avião em combate não afeta os equipamentos eletrônicos russos.” (SputnikNews, 2018)

Assim, verifica-se a modernização do campo de batalha com a utilização cada vez maior da tecnologia para dominar o cenário de combate. Em uma missão em ambiente urbano, são menos armas letais sendo empregadas e maior atuação no sistema de comando e controle de Agentes Perturbadores da Ordem Pública (APOP), contribuindo para as incursões pelas tropas em ambientes hostis.

3.3 O EMPREGO DE UM BLOQUEADOR DE SINAIS

Em um cenário cada vez mais heterogêneo, onde o oponente é altamente conhecedor do ambiente de combate, atuar sobre seu sistema de comando e controle é um centro de gravidade a ser alcançado pelas tropas, principalmente em uma incursão. Sendo assim, quanto mais perto o bloqueador de sinais do alvo, maior a sua chance de ser efetivo.

Esta relação entre a distância do bloqueador de sinais do alvo a ser atingido é um compromisso que compõe uma das principais variáveis a ser analisada. É a relação *jamming/signal* (J/S).

De acordo com Adamy (2009), bloquear um sistema de comunicações consiste em:

> "[...] injetar um sinal indesejado no receptor alvo juntamente com quaisquer sinais desejados que estão sendo recebidos [por este receptor]. O sinal indesejado deverá ser suficientemente forte para que o receptor não consiga recuperar a informação desejada dos sinais desejados. A proporção do sinal de interferência (no receptor) pelo sinal desejado (no receptor) é chamada de relação (J/S) [...] comumente indicada em dB [...]". (ADAMY, 2009).

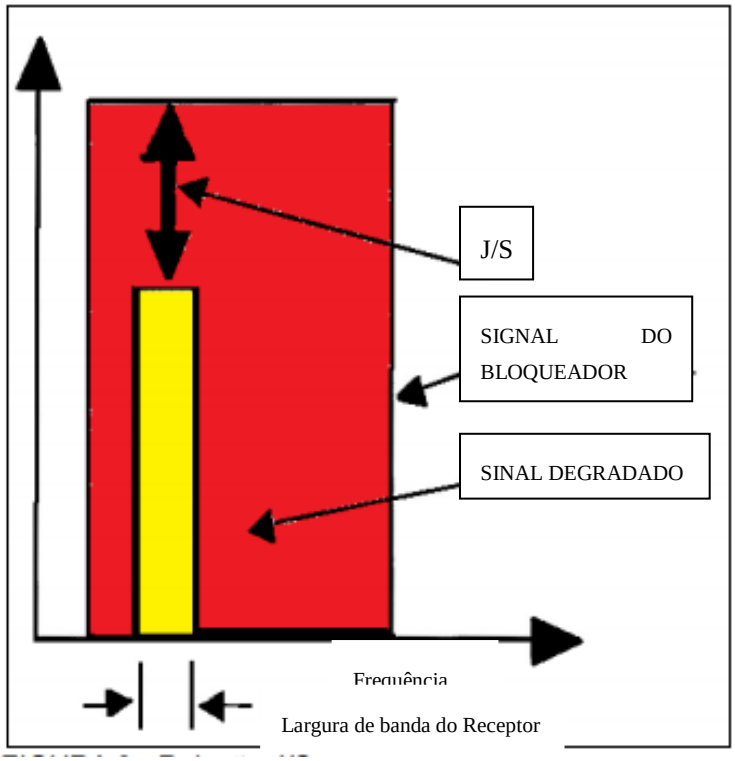

FIGURA 3: Relação J/S
FONTE: Adamy, 2009

Na ilustração acima, temos que J é o sinal jammer e S é o sinal alvo.

Contudo, esta relação varia ainda conforme a modulação do sinal interferido, analógico ou digital. De acordo com Adamy (2009):

> "[...] quando se interfere um sinal de comunicações com modulação analógica, é necessário normalmente uma alta relação J/S (10 dB é considerado adequado geralmente). É necessária também uma efetividade na interferência de 100% durante o ciclo de execução do sinal. Isto é necessário, pois o radio-operador possui uma habilidade significativa de adaptar a sua escuta, mediante ruídos intermitentes e de baixa qualidade do sinal [...]." (ADAMY, 2009).

Com os sinais de modulação digital, conforme Adamy (2009), a ideia é interferir o sinal digital, produzindo *bits* de erro, e assim tornar o sinal ininteligível para os demoduladores digitais. Ainda, conforme o autor, a interferência sobre um sinal digital não requisita de um alto valor da relação J/S. O valor 0 dB é suficiente

para que se haja interferência, além do que, se um sinal for interrompido durante um terço do tempo total de transmissão, este se torna incompreensível para os demoduladores digitais. (ADAMY, 2009).

Então foi realizada uma predição de enlaces utilizando o programa HTZ Warfare para verificação do que estaria ocorrendo com o espectro eletromagnético com o emprego de um bloqueador de sinais embarcado em uma plataforma aérea.

Para esta simulação foram utilizadas as informações, conforme tabela abaixo:

Potência do bloqueador	Altura do VANT
200 w	200 m
	400 m
	600 m
400 w	200 m
	400 m
	600 m
600 w	200 m
	400 m
	600 m

TABELA 2: Relação potência/Altura do VANT
AUTOR: O próprio

Foi utilizado, como pressupostos, um VANT sobrevoando a área compreendida pelo Complexo da Maré, um complexo de comunidades carentes localizada na cidade do Rio de Janeiro, e que já foi ocupada em Operação de Pacificação, realizado pelas Forças Armadas, com duração de um ano e seis meses. Os APOP tinham o hábito de utilizar equipamento portátil de potência máxima de 3 Watts na faixa de frequência de UHF, em torno de 460 MHz.

Com o objetivo de criar um cenário mais próximo da realidade, será considerado para todas as predições no Software HTZ, o equipamento rádio alvo operando na frequência de 460 MHz, com potência nominal de 3 Watts e com altura de operação de 1,70m, altura média de um homem em pé.

Como resultado, temos o que se segue:

Drone /Bloqueador		Resultado	Efetividade	
Potência de emissão (W)	Altura (m)		Rádio Analógico	Rádio Digital
200	200	16dB	Sim	Sim
	400	10dB	Sim	Sim
	600	6dB	Não	Sim
400	200	19dB	Sim	Sim
	400	13dB	Sim	Sim

	600	9dB	Não	Sim
600	200	21dB	Sim	Sim
	400	15dB	Sim	Sim
	600	11dB	Sim	Sim

TABELA 3: Resultado da predição no Software HTZ.
AUTOR: O próprio.

Com os resultados apresentados na tabela 3, é possível verificar que um bloqueador emitindo um sinal com 200W sobrevoando a região do Complexo de Comunidades do Complexo da Maré a uma altura de no máximo 400m tem eficácia no bloqueio dos rádios utilizados pelos APOP.

Este resultado é importante, pois quanto menor a potência emitida pelo bloqueador, menos será exigido do amplificador do bloqueador, e consequentemente menor será seu tamanho, facilitando seu transporte por um VANT. Ainda, quanto menos energia sendo emitida sobre a região, menor será a probabilidade de ocorrência de efeitos colaterais à população local.

3.4 O EMPREGO PARA O EXÉRCITO BRASILEIRO

O exército brasileiro já visualizou o emprego de vetores aéreos como um meio de adquirir a superioridade de combate em um Teatro de Operações. De acordo com o manual EB20-MC-10.214, em operações, os comandantes buscam conquistar objetivos que contribuam para atingir o Estado Final Desejado (EFD), aplicando o poder de combate disponível – seja naval, terrestre ou aéreo – sobre as diversas dimensões do Espaço de Batalha. (BRASIL, 2014)

Ainda conforme este manual:

> “O emprego de vetores aéreos do Exército apresenta-se como um diferencial tecnológico indissociável do próprio poder de combate terrestre, capaz de multiplicá-lo com efetividade em momentos decisivos das operações. Assim, os sistemas e as plataformas de armas aéreas (no Exército, genericamente tratados como meios aéreos) da F Ter são essenciais para que esta conduza Operações no Amplo Espectro.” (BRASIL, 2014)

Este manual ainda completa:

> “Nas situações de não guerra, em Território Nacional (TN) a F Ter emprega meios aéreos para ampliar as capacidades proporcionadas por outros órgãos do Estado e sistemas de defesa, tais como na vigilância da faixa de fronteira, na proteção de estruturas estratégicas, e em uma série de ações típicas das Operações de Apoio aos Órgãos Governamentais.” (BRASIL, 2014)

Ainda neste manual EB20-MC-10.214, o SARP pode ser utilizado como plataforma de GE, por meio de dispositivos embarcados de Medidas de Apoio de Guerra Eletrônica (MAGE), de Medidas de Ataque Eletrônico (MAE) e de Medidas

de Proteção Eletrônica (MPE).

O foco deste trabalho é um estudo sobre o emprego de equipamentos MAE, como os bloqueadores de sinais de comunicações, embarcados em plataformas aéreas do tipo VANT. A importância deste assunto para o Exército Brasileiro no que se refere à Guerra Eletrônica já está elucidada no manual EB20-MC-10.214 quando menciona que o emprego de SARP permite ampliar o alcance operativo da GE, possibilitando que esta atinja zonas do Espaço de Batalha onde as unidades de GE, pela carência de meios, não teriam prioridade de atuação.

Na figura abaixo, é possível verificar o VANT sendo empregado em complementariedade a uma missão da Aviação do Exército, impedindo que um inimigo possa receber informações sobre a aproximação de uma aeronave.

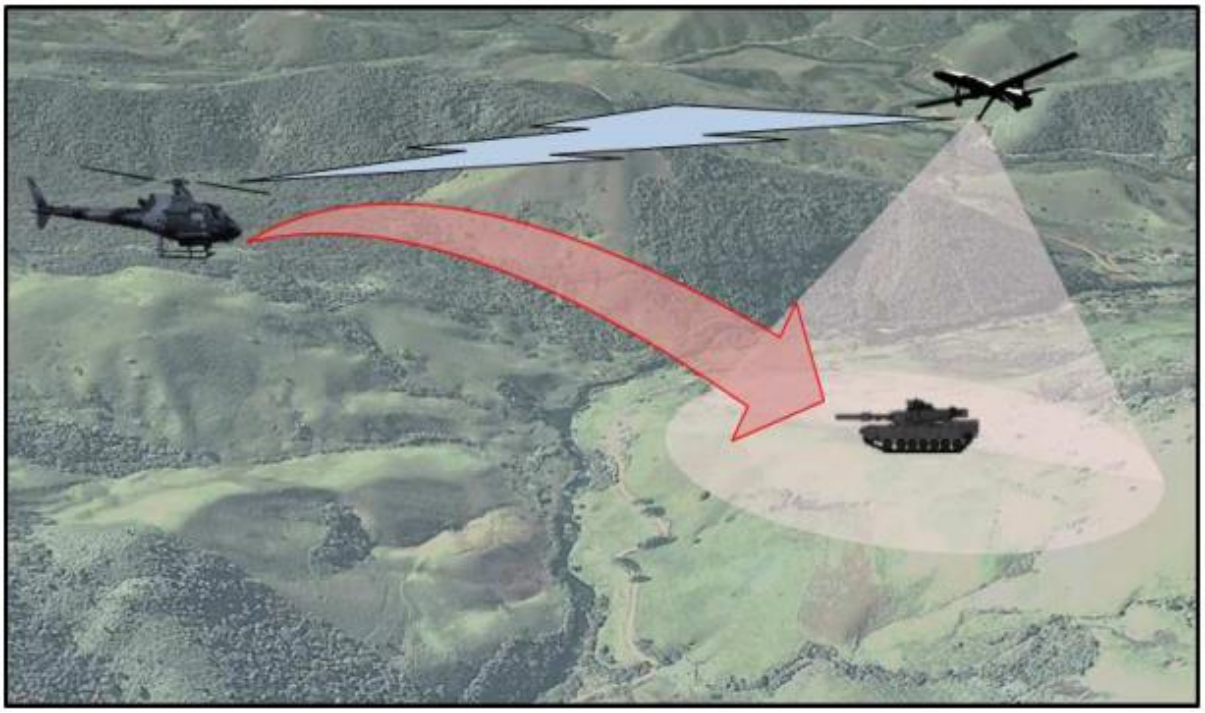

FIGURA 4: Complementaridade dos vetores aéreos tripulados e os SARP
AUTOR: BRASIL, 2014.

Logo, como o emprego da GE em plataforma aérea, particularmente dos bloqueadores de sinal, aumenta o alcance da GE, há a tendência do aumento da efetividade do ataque eletrônico. Assim, o apoio a uma incursão em ambiente urbano e hostil, é mais efetivo, uma vez que o equipamento bloqueador está mais próximo do alvo, sem colocar em risco os militares para a execução desta atividade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se propôs a realizar um estudo sobre a possiblidade de utilização de VANT como plataforma aérea para emprego de Medidas de Ataque Eletrônico em ambiente urbano.

Inicialmente, com a revisão da literatura, foram verificados alguns autores que já abordaram este assunto tendo em vista a evolução tecnológica. Em seguida, na metodologia, foi decidido pela realização de um questionário em que o universo selecionado foi a de militares, oficiais e sargentos, que atualmente estão servindo no 1º Batalhão de Guerra Eletrônica. Neste questionário foi confirmada a importância de existir uma plataforma aérea para os equipamentos bloqueadores de sinal. O foco do questionário foi verificar a eficácia do equipamento utilizado pelo 1º Batalhão de Guerra Eletrônica contra Drones, uma solução do tipo terra-ar, o que foi confirmado. Contudo, por não possuírem um equipamento embarcado em uma plataforma aérea, o conhecimento de sua eficácia é apenas teórica,

No capítulo sobre os resultados e discussões, foi possível verificar que dentre as classificações de drones feito pela ANAC, o de Classe 1 é o que mais se adequa à necessidade do Exército Brasileiro, pois esta categoria de drones suportam o transporte de carga acima de 150Kg, como é o caso do protótipo apresentado pela empresa Boing, chamado de eVOL, cuja capacidade de transporte seria de 226Kg.

Um Drone desta categoria seria suficiente para transporta um equipamento bloqueador, uma vez que, com os resultados alcançados utilizando o software de predição de enlaces HTZ, uma potência de 200W até uma altura de 400m de altura seria suficiente para impedir a comunicação de APOP que utilizam de equipamentos rádio portáteis de no máximo 3 W de potência, independente da modulação ser digital ou analógica. O maior desafio para o emprego deste sistema – Drone + bloqueador – é o conjunto de baterias que garantam uma autonomia considerável para seu emprego, item não abordado neste estudo.

Desta forma, este trabalho atingiu seu propósito, porém no campo teórico necessitando, como propostas para trabalhos futuros, o estudo de campo que possa ratificar o emprego de bloqueadores embarcados em plataformas aéreas em proveito do Exército Brasileiro com autonomia de um conjunto de baterias que tornem viável seu emprego em um ambiente urbano.

REFERÊNCIAS

ANAC, **Perguntas e Respostas**. Disponível em :<https://www2.anac.gov.br/Arquivos/pdf/Perguntas_e_respostas_VANT_02092015.pdf>. Acesso em: 27 mar 2018.

ADAMY, David L. **EW 103: Tactical Battlefield Communications Electronic Warfare**. London: Artech House, 2009.

ATDI. HTZ Warfare. [S.l., s.d.]. Disponível em: < http://www.atdi.com/htz-warfare/>. Acesso em 05 jun 2018.

BRASIL, 1º Batalhão de Guerra Eletrônica, **Relatório do Evento Teste para os JOP RIO 2016**, do dia 02 de agosto de 2016.

BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Manual de Campanha C 34-1**: Emprego da Guerra Eletrônica. 2 ed. Brasília, DF. 2009, p. 2-1.

BRASIL. Exército. **EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

CANALTECH, **Boeing constrói drone gigante capaz de transportar cargas de até 226 kg**. Disponível em: <https://canaltech.com.br/drones/boeing-constroi-drone-gigante-capaz-de-transportar-cargas-de-ate-226-kg-106442/ 2/12>. Acesso em: 03 maio 2018.

CENTRO DE INSTRUÇÃO DE GUERRA ELETRÔNICA. **Manual de Ensino de Guerra Eletrônica.** Brasília: CIGE, 2013.

CORDEIRO, Sandro Silva. **O emprego do VANT como plataforma aérea de GE nas operações ofensivas.** Rio de Janeiro: [S.l.], 2005.

CORRÊA, Mário Aparecido. **Modelo de Veículos Aéreos não Tripulados Baseado em Sistemas Multi-agentes**. 2008. 102 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Escola Politécnica (Poli), Universidade de São Paulo (USP) – São Paulo. 2008.

DronEng, **Drones Híbridos: A terceira categoria de drones.** 2015. Disponível em: <http://blog.droneng.com.br/drones-hibridos/>. Acesso em: 08 maio 2018.

IACIT, SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS S.A**. Exército adquire bloqueador de drones para Jogos Olímpicos Rio 2016**. Disponível em: < http://www.defesanet.com.br/vant/noticia/22533/IACIT---Exercito-adquire-bloqueador-de-drones-para-Jogos-Olimpicos-Rio-2016/>. Acesso em: 05 maio. 2018.

IACIT SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS S.A. (São José dos Campos, SP). **Especificação técnica: solução SCE 0100 "jamming - drones"**. São José dos Campos, [2015]. [Projeto]: especificação técnica – rev2. 12 f.

OKAMURA, Angelo Kawakami. **O Emprego da Guerra Eletrônica em Plataformas Aéreas.** Rio de Janeiro. Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME), 1997.

RIBEIRO, Cinelo de Magalhães. **Plataforma de Guerra Eletrônica para Grande Unidade Blindada.** Publicação do Exército Brasileiro, ano 1, ed. 4, out./dez. 2013.

SAP. **Drones – o futuro do transporte de cargas**. 2018. Disponível em: <https://news.sap.com/brazil/2018/01/drones-o-futuro-do-transporte-de-cargas/>. Acesso em 05 Mar 2018.

Sputnik News. **Rússia desenvolve novo avião de guerra eletrônica par neutralizar satélites inimigos**. 2018. Disponível em: < https://br.sputiniknews.com/defesa/2018070911670011-russia-aviao-guerra-eletronica-satelites/>. Acesso em 17 jun 2018.

Tecmundo, **Carteiros do futuro? China aprova entregas de encomendas com base em drones**. 2018. Disponível em: < https://www.tecmundo.com.br/produto/128829-carteiros-futuro-china-aprova-entregas-encomendas-base-drones.htm>. Acesso em 12 jul 2018.

VENÂNCIO, A. G., FELDENS, J. F. **VANT em Missões de Guerra Eletrônica.** CTA, Av. Brig. Faria Lima, 1941, S. J. Campos, SP, 20xx.

ANEXO A – QUESTIONÁRIO

	ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS **SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

QUESTIONÁRIO

O presente instrumento é parte integrante da especialização em Ciências Militares do Cap Eduardo Albuquerque Martins, cujo tema é: **possibilidade de utilização de VANT como plataforma aérea para emprego de Medidas de Ataque Eletrônico em ambiente urbano**. Pretende-se, através da compilação dos dados coletados, fornecer subsídio para um direcionamento mais preciso do avanço tecnológico e doutrinário que necessita o Exército Brasileiro (EB).

A fim de conhecer as necessidades operacionais para emprego da Guerra Eletrônica, o senhor foi selecionado, dentro de um amplo universo, para responder as perguntas deste questionário. Solicito-vos a gentileza de respondê-lo o mais completamente possível.

A experiência profissional do senhor irá contribuir sobremaneira para a pesquisa, colaborando nos estudos referentes ao desenvolvimento de materiais de emprego militar que aumentem a eficiência da Guerra Eletrônica. Será muito importante, ainda, que o senhor complemente, quando assim o desejar, suas opiniões a respeito do tema e do problema.

Desde já agradeço a colaboração e coloco-me à disposição para esclarecimentos através dos seguintes contatos:

Eduardo Albuquerque Martins (Capitão de Comunicações – AMAN 2008)

Celular: (61) 99877-6332

E-mail: albuquerque.martins@eb.mil.br

IDENTIFICAÇÃO

1. Qual seu posto/graduação atual?

( ) Cel ( ) TC ( ) Maj ( ) Cap ( ) Ten ( ) Sgt

2. Qual é a sua experiência em operações reais em ambiente urbano?

( ) Haiti

( ) Op Arcanjo (Pacificação Complexo do Alemão e da Penha – RJ)

( ) Op São Francisco (Pacificação Complexo da Maré)

( ) Copa do Mundo

( ) Jogos Olímpicos Rio 2016

( ) Outras: _____

( ) Nenhuma.

3. Qual (is) função (ões) exerceu nas operações acima citadas?

( ) Comandante de Destacamento de Guerra Eletrônica

( ) Analista de Guerra Eletrônica

( ) Operador de MAGE

( ) Operador de MAE

( ) Outras: _____

ASPECTOS DOUTRINÁRIOS

4. O emprego de MAE visa impedir ou dificultar o uso do espectro eletromagnético pelo oponente, neste caso, o Agente Perturbador da Ordem Pública (APOP), através de equipamentos bloqueadores de sinais. Qual a opinião do senhor sobre a efetividade do emprego destas medidas no apoio prestado pelo 1º Batalhão de Guerra Eletrônica nas referidas operações?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

5. Existe no 1º Batalhão de Guerra Eletrônica uma plataforma onde os equipamentos MAE são embarcados?

( ) Não

( ) Sim: _____

6. O Sr participou do emprego de equipamento MAE em apoio à incursão, por exemplo, de um DOFEsp? Caso positivo, quais dificuldades foram encontradas para realizar este apoio?

( ) Sim ( ) Não

_____
_____
_____
_____

7. Qual(is) a(s) característica(s) dos equipamentos rádio utilizados pelos APOP nas regiões onde operou?

( ) Portátil.

( ) Potência inferior a 3W.

( ) Modulação analógica.

( ) Modulação digital.

( ) Equipamento fixo, ligado em energia elétrica.

( ) Potência geralmente alta, acima dos 30W.

( ) Equipamento facilmente encontrado em comércio local.

( ) Outros:_____

8. Os efeitos colaterais causados pelos bloqueadores não são desejáveis em um emprego urbano, por causa dos serviços à população que podem ser prejudicados. Quais procedimentos são adotados pelas Tu GE para minimizar estes efeitos ao utilizar um bloqueador de sinais?

_____
_____
_____
_____

9. O Sr considera útil o emprego de Drones como plataformas aéreas para bloqueadores de sinais com objetivo de emprego em um ambiente urbano? Justifique:

( ) Sim ( ) Não

_____
_____
_____
_____
_____

FECHAMENTO

10. O Sr. gostaria de acrescentar alguma consideração sobre o presente estudo?

_____
_____
_____
_____

Obrigado pela participação.