

**MINISTÉRIO DA DEFESA**  
**EXÉRCITO BRASILEIRO**  
**DECE<sub>x</sub> - DETMIL**  
**ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA**

**1º Ten GUSTAVO VIANA DO NASCIMENTO**

**OS EFEITOS COLATERAIS DA DEFESA ANTIAÉREA EM GRANDES CENTROS**

**RIO DE JANEIRO**

**2014.**

1º Ten GUSTAVO VIANA DO NASCIMENTO

OS EFEITOS COLATERAIS DA DEFESA ANTIAÉREA EM GRANDES CENTROS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa de pós-graduação *latu sensu* como requisito parcial para a obtenção do certificado em Ciências Militares com ênfase na especialização em Artilharia Antiaérea. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: 1º Ten Art ANDRÉ DE OLIVEIRA **FERREIRA**

RIO DE JANEIRO

2014.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Cap Art RICARDO LUIZ RIBEIRO – Presidente  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

1º Ten Art RODRIGO GONÇALVES ROCHA – Membro  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea

---

1º Ten Art ANDRÉ DE OLIVEIRA FERREIRA - Orientador  
Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea



EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECEX - DETMIL  
ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA

**DIVISÃO DE ENSINO / SEÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO**

**Instruções de Pós-Graduação 26/2014 - (IPG 26/2014)**

**ANEXO B**

COMUNICAÇÃO DO RESULTADO FINAL AO POSTULANTE (TCC)

NASCIMENTO, Gustavo Viana do. O Efeito colateral da Artilharia Antiaérea em grandes centros. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado no programa lato sensu como requisito parcial para obtenção do certificado de especialização em Operações Militares. Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea.

Orientador: **ANDRÉ DE OLIVEIRA FERREIRA** – 1º Ten

Resultado do Exame do Trabalho de Conclusão de Curso: \_\_\_\_\_

COMISSÃO DE AVALIAÇÃO

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2014

---

**RICARDO LUIZ RIBEIRO** – Cap Art  
Presidente

---

**RODRIGO GONÇALVES ROCHA** – 1º Ten Art  
Membro

---

**ANDRÉ DE OLIVEIRA FERREIRA** – 1º Ten Art  
Orientador

À minha esposa, uma homenagem pelo  
confiança em mim depositada nos momentos  
de maior incerteza.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre estar ao meu lado e por ter me ajudado a trilhar meus caminhos.

À minha esposa Elizelle pela dedicação, amor, incentivo incondicional e companheirismo nos mais variados momentos, me motivando, principalmente, nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais pelo amor, apoio e oportunidades que me proporcionaram ao longo da minha vida.

Aos meus sogros e meu avô por sempre se preocuparem comigo e por confiarem em mim.

Ao Tenente Coronel Nascimento e ao Capitão Kristoshcek pelas orientações e disponibilidade.

Ao meu orientador, Ten Ferreira, pela ajuda, compreensão e camaradagem.

## RESUMO

NASCIMENTO, Gustavo Viana do. Os efeitos colaterais da defesa antiaérea em grandes centros. Rio de Janeiro, 2014.

O referente trabalho tem como ideia principal analisar como deverá ser organizada e empregada a artilharia antiaérea na defesa de áreas urbanas. De maneira sumária, a realização de defesa antiaérea em grandes eventos localizados nos perímetros urbanos, explicitando a influência de tal ambiente operacional no planejamento e execução de uma defesa antiaérea nesse ambiente. Para isso, o autor disserta sobre as peculiaridades das operações em ambientes urbanos, apresentando algumas possibilidades e limitações do emprego da Artilharia Antiaérea neste meio. Também, analisar os materiais de Artilharia Antiaérea empregados pelo Exército brasileiro, focando em suas possibilidades e limitações de emprego nas áreas urbanas. Além disso, realizar uma análise doutrinária dos princípios e fundamentos da Artilharia Antiaérea. Finalmente, foi feita uma abordagem sumária de efeitos colaterais advindos de meios antiaéreos na defesa dos grandes centros.

Outro fator de extrema importância, mencionado neste trabalho, é a necessidade de utilização da infraestrutura urbana, tanto para a utilização de abrigos e uso para áreas de apoio logístico das tropas empregadas para a defesa antiaérea de tal perímetro, como para exploração dos meios tecnológicos da localidade em prol da tropa empregada. Para atingir os objetivos desenvolvidos no texto, foi realizada uma pesquisa baseada em consultas a manuais doutrinários do Exército Brasileiro, a sites disponíveis na internet que abordam sobre o assunto e a algumas revistas específicas sobre o tema. Portanto, conclui-se que é necessária a adaptação da doutrina de emprego, atrelada a aquisição de materiais que apresentem maior segurança de emprego nessas áreas urbanas, afim de ter um maior aproveitamento do emprego desses materiais e que seja reduzida ao máximo a possibilidade de causar danos colaterais a pontos indesejáveis e principalmente à população local.

**PALAVRAS-CHAVE:** Área urbana; Efeitos colaterais; Artilharia Antiaérea.

## **ABSTRACT**

The related work has as main idea analyze how should be organized and employed the anti-aircraft artillery in defense of urban areas. Summary manner, conducting anti-aircraft defense in big events located in urban perimeters, explaining the influence of such operating environment in the planning and execution of an anti-aircraft defence in this environment. For this, the author talks about the peculiarities of the operations in urban environments, showing some of the possibilities and limitations of the use of the anti-aircraft artillery in this environment. Also, analyze the anti-aircraft artillery materials employed by the Brazilian Army, focusing on their possibilities and limitations of employment in urban areas. In addition, perform a doctrinal analysis of the principles and fundamentals of Antiaircraft Artillery. Finally, a summary of approach from side effects of anti-aircraft defence of media centers.

Another extremely important factor mentioned in this paper, is the need for the use of urban infrastructure, both for the use of shelters and use for areas of logistical support of troops employed for anti-aircraft defense of such perimeter, as for exploitation of technological means of location for troop maid. To achieve the objectives developed in the text, was performed a research based on queries to doctrinal manuals of the Brazilian Army, the available sites on the internet that discuss about the subject and some specific magazines on the topic. Therefore, it is concluded that it is necessary to adapt the employment doctrine, tied the purchase of materials that present greater job security in these urban areas, so that, have a greater utilization of employment of these materials and that is reduced to the maximum possibility of causing collateral damage to unwanted points and mainly the local population.

**KEYWORDS:** Urban area. Collateral effects. Antiaircraft Artillery.



**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Radar SABER M 60.....	33
Figura 2 – Míssil Igla 9k38 .....	36
Figura 3 – Míssil Igla – S .....	37
Figura 4 – RBS 70 - pronto para o disparo.....	38
Figura 5 – Sistema RBS 70 - míssil sendo disparado.....	39
Figura 6 – Canhão antiaéreo Bofors 40mm C 70 .....	41
Figura 7 – Canhão automático Oerlikon 35mm .....	43

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Principais características técnicas do radar SABER M 60 .....	33
Quadro 2 – Principais características técnicas do míssil Iгла 9k38.....	35
Quadro 3 – Principais características técnicas do míssil Iгла S.....	36
Quadro 4 – Principais características técnicas do míssil RBS 70.....	39
Quadro 5 – Características do canhão Bofors 40mm C70 .....	41
Quadro 6 – Canhão Oerlikon 35mm .....	42

## LISTA DE ABREVIATURAS

AAe	Antiaéreo
AAAe	Artilharia Antiaérea
Anv	Aeronave
Atq	Ataque
A Sen	Área Sensível
Bda	Brigada
Bda AAAe	Brigada de Artilharia Antiaérea
Can	Canhão
Can Au	Canhão Automático
CDT	Central de Direção de Tiro
CINDACTA	Centro Integrado de Defesa Aérea e Controle de Tráfego Aéreo
COAAe	Centro de Operações Antiaéreas
COAAe P	Centro de Operações Antiaéreas Principal
COAAe S	Centro de Operações Antiaéreas Subordinado
CODA	Centro de Operações de Defesa Aeroespacial
COMDABRA	Comando da Defesa Aeroespacial Brasileiro
COPM	Centro de Operações Militares
Cmt	Comandante
C T Ex	Centro Tecnológico do Exército
DA Ae	Defesa Antiaérea
EB	Exército Brasileiro
EDT	Equipamento de Direção de Tiro

F Ae	Força Aérea
FAB	Força Aérea Brasileira
GAA Ae	Grupo de Artilharia Antiaérea
IFF	Identification Friend or Foe. Sigla em inglês para um sistema do radar que identifica se a aeronave detectada é amiga ou inimiga.
Msl	Míssil
Msl AAe Ptt	Míssil Antiaéreo Portátil
NOSDA	Normas Operacionais do Sistema de Defesa Aeroespacial
P Sen	Ponto Sensível
PVig	Posto de Vigilância
RDA	Região de Defesa Aeroespacial
Seç AA Ae	Seção de Artilharia Antiaérea
U Tir	Unidade de Tiro
VRDA Ae	Volume de Responsabilidade da Defesa Antiaérea

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	16
<b>3 GENERALIDADES DO COMBATE EM AMBIENTE URBANO</b> .....	18
<b>4 ORGANIZAÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA</b> .....	22
4.1 Missão da artilharia antiaérea .....	22
4.2 Finalidade da defesa aeroespacial.....	22
4.3 As faixas de emprego da artilharia antiaérea.....	22
4.4 Princípios e fundamentos da artilharia antiaérea.....	23
4.4.1 Princípios da artilharia antiaérea .....	24
4.4.2 Fundamentos de emprego da artilharia antiaérea .....	26
<b>5 MATERIAIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DO EXÉRCITO BRASILEIRO</b> .	32
5.1 Sensor.....	32
5.2 Radar SABER M 60 .....	32
5.3 Mísseis e canhões .....	34
5.3.1 Míssil Igla 9k38 .....	34
5.3.2 Míssil Igla S.....	36
5.3.3 RBS 70.....	37
5.3.4 Canhão Bofors 40 mm C 70 .....	40
5.3.5 Canhão Oerlikon 35mm .....	41
<b>6 EFEITOS COLATERAIS DA DEFESA ANTIAÉREA</b> .....	44
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos séculos o mundo vem enfrentando diversos tipos de conflitos. Desde a Idade Antiga até meados do século XX com o término da Segunda Guerra Mundial, os combates se caracterizavam pela presença de países beligerantes aos quais se podia identificar suas forças dispostas de maneira bem definida no terreno, assim como seus meios empregados. Os combates clássicos se desenrolavam em grandes campos abertos e desta forma era notória a diferenciação das tropas envolvidas no embate. Segundo DA SILVA VIEGAS (2003, p.45):

A guerra não é mais que um duelo, um duelo em grande escala, que pode ser representado pela imagem de dois lutadores que se enfrentam, cada um tentando obrigar o outro a fazer a sua vontade através do uso da força física; o objetivo imediato de cada duelista é derrubar o seu oponente, fazendo-o incapaz de opor resistência.

Com o avançar do tempo, atrelado ao desenvolvimento tecnológico das nações, esse conceito simplista de guerra é alterado para uma definição e caracterização complexa do combate. Os confrontos modernos foram e cada vez mais são difíceis de se identificar os envolvidos e reconhecer seus meios empregados. Segundo DA SILVA VIEGAS (2003, p.45):

A guerra do século XXI, em sua própria dinâmica interna também não refletiria mais a trindade de forças que Clausewitz postulou em Da Guerra, em virtude seja do surgimento de novas realidades tecnológicas no campo de batalha, seja porque “as novas guerras” não são mais travadas por um Povo, um Exército e um Governo, que esses autores supõem que seja a referida trindade.

Outro fator de extrema relevância para a mudança do cenário beligerante está relacionado ao aumento da população nas áreas urbanas. A urbanização avassaladora a qual o mundo enfrenta é um item que está intrinsecamente ligado à essa modificação dos conflitos modernos. No Brasil, desde a década de 1960 podemos identificar o respectivo processo. De acordo com dados relacionados com a projeção da população brasileira, realizado pelo Instituto brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), nossa população gira em torno de

202.699.661 habitantes (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2014).

Segundo Rosana Aparecida Baeninger e Roberta Guimarães Peres (2010, p.638):

O acelerado processo de urbanização pode ser evidenciado através da elevação da participação da população urbana no total populacional: 45%, em 1960; 56%, em 1970; 67%, em 1980; 75%, em 1991, 81%, em 2000 e 84,3% em 2010. Esse incremento da população urbana foi consequência, basicamente, de três fatores: do próprio crescimento vegetativo das áreas urbanas, da migração com destino urbano e da expansão do perímetro urbano de muitas localidades, antigamente consideradas rurais.

Assim, o combate urbano é uma realidade do presente e do futuro mundial, reafirmando a ideia da guerra em ambientes operacionais urbanos. Conflitos como os ocorridos na Primeira e na Segunda Guerra do Golfo, e recentemente nas Guerras civis no Egito e na Síria, são bons exemplos da atuação de confrontos em área edificadas, com a presença cada vez maior da população local nos arredores da localidade, e da dificuldade da identificação de possíveis ameaças nesses ambientes em questão. Então, faz-se necessário o estudo minucioso do emprego de tropas nessas localidades.

Deve ser levado em consideração nesse estudo, o emprego da Artilharia Antiaérea (AAAe) nessa guerra moderna, sendo estudado por parte dos Exércitos a atuação da mesma em virtude da topografia do local, da densidade demográfica em questão e primordialmente os possíveis efeitos colaterais os quais podem ser gerados com o emprego de materiais antiaéreos em tais ambientes.

A Revista *Military Review* publicou uma pesquisa na década de 70, a respeito da atuação de tropas militares em zonas urbanas:

Os piores problemas surgem quando se imagina que um país por inteiro poderá tornar-se urbanizado de tal forma que as cidades se constituam nas principais características do terreno [...] por que não é somente o número dos que moram em grandes subúrbios contínuos que torna as áreas urbanas importantes, mas sim o somatório de fatores entre os quais figuram a distribuição física de pequenas vilas, a localização das áreas construídas em relação às florestas e rios e o potencial para a utilização de terreno urbano como parte de um planejamento militar. (BRACKEN, 1977, p.70).

O referido estudo de pesquisa bibliográfica tem por finalidade analisar o emprego de materiais de Artilharia Antiaérea (AAAe) em grandes centros urbanos e verificar possíveis

efeitos colaterais nessas possíveis zonas de impasse e o emprego desses materiais para a Defesa Antiaérea (DAAe) de eventos internacionais.

Em um primeiro capítulo, serão abordadas as generalidades do combate em áreas urbanas, no segundo capítulo será dada uma explicação quanto à organização de uma Defesa antiaérea relacionando a seus Princípios de emprego e Fundamentos da Artilharia Antiaérea, fatores essenciais e decisivos para um planejamento militar voltado para seu emprego. Por conseguinte, estudaremos a atuação Antiaérea nos grandes centros, abordando sua utilização em Eventos internacionais. O próximo, será feita uma abordagem aos materiais de Artilharia Antiaérea que podem ser usados no Brasil em situações conflituosas em áreas urbanas e eventos de grande vulto realizado em seu perímetro. No último capítulo, pretende se apresentar possíveis efeitos colaterais relacionados ao emprego de materiais de Defesa Antiaérea na guerra contemporânea e nos eventos internacionais.



## 2 METODOLOGIA

Quanto à natureza, o presente estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa bibliográfica, que tem como objetivo gerar conhecimentos a respeito dos efeitos colaterais gerados por uma efesa antiaérea (DA Ae) em conflitos de caráter urbano, valendo-se para tal dos argumentos dedutivos como forma de se ter como verdadeira as premissas analisadas.

Trata-se de estudo bibliográfico que, para sua obtenção, terá por método a leitura seletiva do material de pesquisa, bem como sua revisão integrativa, contribuindo para o processo de síntese e análise dos resultados de vários estudos, de forma a unir uma pesquisa bibliográfica atualizada e compreensível.

A seleção das fontes foi baseada em uma pesquisa bibliográfica da seguinte forma: realizou-se uma extensa pesquisa bibliográfica eletrônica, utilizando como fontes de busca:

- Artigos científicos da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO), da Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME) e de sítios eletrônicos.
- Livros e monografias da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea (EsACosAAe) e da Biblioteca da Escola de Comando e Estado-Maior do Exército (ECEME). em artigos científicos, manuais de instrução do Exército Brasileiro e publicações de especialistas na área.

O delineamento de pesquisa contemplará as fases de levantamento e seleção da bibliografia, coleta dos dados, crítica dos dados, leitura analítica e fichamento das fontes, argumentação e discussão dos resultados.

No desenvolvimento serão abordadas as seguintes seções secundárias:

2.1 GENERALIDADES DO COMBATE EM ÁREA URBANA - Pretende apresentar características voltadas para conflitos em zonas urbanas e detalhar mais especificamente o emprego da Artilharia Antiaérea nos conflitos dos grandes centros; ESTRUTURA E CONSTITUIÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA BRASILEIRA - demonstrar como se organiza a defesa antiaérea no Brasil de maneira geral;

2.2 ORGANIZAÇÃO DE UMA DEFESA ANTIAÉREA - Pretende apresentar os principais princípios e fundamentos que norteiam o emprego da Artilharia Antiaérea ( AAAe) condicionado ao planejamento das operações;

2.3 ATUAÇÃO DA DEFESA ANTIAÉREA NOS GRANDES CENTROS - Pretende apresentar os fatores levados em consideração para o estabelecimento de uma DA Ae em perímetros urbanos dando um enfoque em operações em ambiente urbano e utilização da DA Ae em eventos de cunho internacional;

#### 2.4 MATERIAIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Pretende apresentar alguns tipos de armamentos de DA Ae que podem ser empregados em conflitos e eventos situados nos grandes centros, apresentando suas características e suas limitações diante desse cenário de conflito;

2.5 EFEITOS COLATERAIS DA DEFESA ANTIAÉREA - Pretende apresentar os possíveis efeitos colaterais em função do emprego de determinados materiais de DA Ae destinados a utilização desses meios em meio urbano;

A referente pesquisa limitou se ao emprego de materiais de artilharia antiaérea no combate em ambiente urbano, baseando-se em registros e doutrinas utilizadas em tais tipos de operações, e nas possibilidades e limitações dos respectivos materiais antiaéreos, relacionando a utilização desses meios aos seus possíveis efeitos colaterais.

### 3 GENERALIDADES DO COMBATE EM AMBIENTE URBANO

A maioria dos conflitos urbanos tem ocorrido em áreas conurbadas, pois, na maioria dos países do mundo encontram-se os grandes centros econômicos, centros de decisões políticas e estratégicas e complexos industriais. Em virtude da presença de inúmeros pontos sensíveis e estratégicos ao redor dos grandes centros, estes passam a ser focados como possíveis alvos compensatórios para um planejamento militar.

Segundo FALQUETO (2011, p.14):

As operações nas áreas urbanas ampliam as possibilidades de aplicação do potencial militar de uma Força armada, considerando o emprego em tempo de paz para as situações de controle de conflitos internos e de manutenção constante de segurança do território ou, por outro lado, o desenvolvimento das ações ofensivas e defensivas para exercer a soberania nacional, onde acabarão sendo inclusos teatros de operações bastante urbanizados.

Em virtude das situações apresentadas, somada a configuração do terreno, estes são fatores dentre outros, que são de extrema relevância para o planejamento de emprego militar. Tais fatores regulam são decisivos para as diversas formas de emprego das Forças Armadas em todo o mundo.

No Brasil, desde a década de 90, vem sendo dada uma ênfase em seus manuais e vem aumentando o número de pesquisas e artigos militares voltados para o emprego de Forças militares em zonas urbanas, tendo em vista que o ambiente operacional contemporâneo está interligado a atuação militar nos grandes centros. O manual do Exército Brasileiro, C7-20, Batalhões de Infantaria, já aborda assuntos relacionados à doutrina de combate em áreas urbanas. Escreveu VIANNA (2011, p.39) que:

Dentre as várias razões que podem levar o atacante a ser compelido a

conquistar uma localidade, podemos destacar somente a conquista de localidade que lhe permitirá a utilização integral das estradas que para ela normalmente convergem; a eliminação da ameaça potencial aos flancos e retaguarda da tropa atacante, representada pela existência de uma localidade desbordada ou mesmo cercada; liberação, o mais cedo possível, das forças de contenção que fazem face à localidade, com o objetivo de emprega-las em outras missões; captura de objetivo tático importante no interior da localidade ou por ela dominado; para proporcionar proteção e conforto às tropas, particularmente nos casos de clima frio ou em época de chuvas intensas, em terreno montanhoso e nas selvas; e por questões morais, de prestígio perante a opinião pública e de estímulo ao espírito combativo da tropa, caso a localidade conquistada seja um importante centro de valor histórico, político, econômico ou militar.

Outro manual do nosso Exército menciona as peculiaridades da atuação das tropas em ambiente urbano, escrito no manual de campanha C 100-5, Operações, abordado por Falqueto (2001, p.14): “o combate em áreas edificadas caracteriza-se pelas ações aproximadas, pelos limitados campos de tiro, pela limitada observação, pela canalização do movimento de veículos e pela dificuldade de controle das tropas. ”

Os combates em ambientes urbanos são marcados então pela dificuldade e lentidão do desdobramento de tropas no entorno dos grandes centros. Diferentemente da guerra que era realizada em campos abertos, marcado pela visualização da progressão dos beligerantes, a área urbana dificulta sobremaneira o desdobramento de numerosas frações neste tipo de situação. Em tal cenário, os exércitos atuam cada vez mais de forma descentralizada e com pequenos grupamentos, tendo em vista o difícil acondicionamento de tropas nestes perímetros.

Além disso, as ações em áreas urbanas podem acarretar em dificuldades consideráveis para as forças militares executarem manobras táticas, em função das inúmeras áreas edificadas que passam a ser encaradas como obstáculos para as tropas e excelentes pontos de observação, que podem ser usados como elementos facilitadores de emboscada por parte do inimigo. A utilização de prédios leva ao aumento da utilização de atiradores de elite, pois os mesmos, conseguem se situar de maneira a que estejam fora da visada da tropa oponente.

Outros fatores são levados em consideração para o combate em zonas urbanas, como citado por FALQUETO (2011, p.15):

As comunicações rádio em áreas com grandes construções sofrem interferência e são prejudicadas pela concentração de emissões eletromagnéticas, que precisam ser coordenadas e monitoradas. A utilização dos equipamentos no

interior das edificações é bastante afetada, obrigando os militares a deixarem seus abrigos para fazer uso de material de comunicação. Mesmo com vantagem de explorar as redes locais, geralmente bem estruturadas, não se deve esquecer a sua natureza desmilitarizada, além dos perigos que podem trazer ao sucesso das operações, como ações de sabotagem e vazamento de informações.

Outro fator que está diretamente ligado a esses tipos de conflito é a atuação de ações terroristas, que na maioria dos casos é de difícil detecção e identificação por parte das tropas que tentam combater o mesmo. O século XXI está sendo marcado pela exacerbada atuação de diversas organizações criminosas e de cunho extremistas que praticam atos terroristas, e na maioria das vezes, essas ações são de difícil previsão, tendo em vista que é difícil reconhecer o perfil de quem pratica atos terroristas devido estarem infiltrados no meio da população dos grandes centros.

Tendo em vista a dificuldade de previsão de ações terroristas, as operações militares neste cenário de combate moderno, devem estar ligadas diretamente a uma atuação prévia e intensa do serviço de inteligência, estudo o qual tem a finalidade principal de amenizar ou diminuir o risco de ações de cunho terrorista.

Confirmando a ideia da inserção de trabalhos de inteligência no meio urbano, Falqueto (2011, p.16) faz referência as IP 110-1, utilizadas para a modernização do emprego da Força Terrestre (Doutrina Delta):

Para isso, em todos os escalões, o Cmt deve tomar a iniciativa para obter, dos seus comandos superiores e subordinados, os dados mais atualizados sobre o inimigo, assim como empregar os seus meios orgânicos que, dependendo do escalão considerado, podem ser: (1) reconhecimento aéreo e terrestre; (2) patrulhas; (3) unidades de inteligência; (4) forças especiais; (5) meios de busca de alvos (em especial os radares); (6) veículos aéreos não tripulados; (7) sensores de guerra eletrônica; (8) prisioneiros de guerra; (9) civis amigos. (BRASIL, 1996, p. 4-4).

Outro fator de grande valia para o planejamento em operações de caráter urbano está ligado ao apoio logístico nesse tipo de combate. A logística é fator primordial para o andamento da guerra moderna, suprimentos classe I, III e V são vitais para a permanência das tropas em qualquer ambiente operacional.

Nas operações militares realizadas nos grandes centros, deve ser realizado com antecedência um estudo detalhado para um melhor aproveitamento dos sistemas de transporte,

muita das vezes sendo auxiliado pelos próprios meios presentes nas cidades e seus arredores. Também pode ser destacada a utilização de instalações situadas nestes perímetros para o apoio do combate. Esse suporte pode ser fornecido tanto com a contribuição de meios por parte de indústrias e fábricas quanto pela simples utilização das instalações dessas indústrias para a acomodação de tropas militares nesses locais.

A utilização da logística como fator decisivo no combate moderno pode ser relatada no seu emprego pelos Estados Unidos na Guerra do Iraque em 2003, segundo DA COSTA, LEITÃO (2006, p. 2):

Grande parte da responsabilidade por um apoio logístico rápido, flexível e decisivo a esse conjunto de forças foi terceirizada, passando para indústrias, distribuidores e fornecedores do setor privado. A Secretaria do Departamento de Defesa dos EUA para Logística e disponibilidade de suprimentos estima que mais de 85% de todo o material de apoio chegou ao Teatro de Operações em veículos civis.

Com os diversos fatores relacionados ao planejamento de operações militares no ambiente urbano, pode se verificar a complexidade e as peculiaridades de conflitos nesse ambiente operacional. Um estudo detalhado e antecipado é primordial para a obtenção de êxito nesse das tropas que se instalam nos grandes centros urbanos.

## **4 ORGANIZAÇÃO DA ARTILHARIA ANTIAÉREA**

### **4.1 Missão da artilharia antiaérea**

Segundo o manual de campanha C44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea, (p. 2-1) diz que a missão principal da AAAe tem por finalidade:

1. Impedir ou dificultar o Rec Ae Ini; 2. Impedir ou dificultar Atq Ae Ini a fim de: a) na ZI, possibilitar o funcionamento de órgãos e instalações vitais sediadas no TN; b) no TO, permitir a liberdade de manobra para elementos de combate, o livre exercício do Comando e uma maior disponibilidade e eficiência das unidades de Apoio ao combate e Ap Log. 3. Em determinadas situações, dificultar a utilização pelo Ini de porções do EA, na ZI ou no TO; 4. Durante as Operações de não-guerra, impedir ou dificultar a utilização de vetores aeroespaciais hostis convencionais ou não pelo inimigo.

Além disso, a AAAe possui dois tipos de missões: podem desencadear missões AAe, que é a principal missão de uma Defesa Antiaérea, e efetuar missões de Superfície, que consiste em atuar contra alvos terrestres ou navais, complementando a ação de outros meios de defesa, caracterizam se por serem missões eventuais.

### **4.2 Finalidade da defesa aeroespacial**

A Defesa aeroespacial está vinculada diretamente a questão da soberania do espaço aéreo de uma nação, segundo o manual de campanha C44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea, (p. 3-5) a melhor definição de D Aepe é:

A) um conjunto de ações destinadas a assegurar o exercício da soberania no EA da nação, impedindo seu uso para a prática de atos hostis ou contrários aos objetivos nacionais. A Defesa aeroespacial compreende a D Aepe ativa (Ae e

AAe); B) Nesse sentido, são objetivos da D Ae pc a soberania do EAB e a integridade do patrimônio nacional.

#### 4.3 As faixas de emprego da artilharia antiaérea

A classificação do teto de emprego da Artilharia Antiaérea é apresentada por VIANNA (2011, p.29). A ameaça aérea atua em quatro faixas do espaço aéreo. A primeira faixa é formada pela altura orbital que vai do limite da atmosfera terrestre para o espaço exterior. É nesta faixa que há o emprego de satélites artificiais como os de comunicações, meteorológicos, de sensoriamento de sinais e imagens e os do sistema de navegação global (BRASIL, 2001, p.A-2).

A segunda faixa de emprego é conhecida como grande altura, e varia entre 15.000 m de altura até os limites da atmosfera terrestre. Os principais meios de atuação são os mísseis balísticos e algumas aeronaves de reconhecimento.

A terceira faixa de emprego é chamada de média altura, e está enquadrada entre 3.000 a 15.000 m de altura. Ocorrem a atuação de aeronaves de ataque ao solo, aeronaves de transporte e algumas aeronaves de bombardeio.

Como última variação temos o emprego em baixa altura, que vai do solo até a 3.000 m de altitude. Esse teto de emprego é de domínio da maioria das Forças aéreas mundiais.

#### 4.4 Princípios e fundamentos da artilharia antiaérea

Os princípios e fundamentos de emprego da Artilharia Antiaérea, estão relacionados a conceitos providos de experiências e ensinamentos colhidos em combates reais. De acordo com o manual de campanha C 44-1, Emprego de Artilharia Antiaérea, os princípios de emprego são “elementos básicos, consagrados pela experiência ao longo dos conflitos, destinados a orientar o planejamento e o emprego da AAAe.” (BRASIL, 2001, p.4-1). Além disso, os fundamentos de defesa antiaérea de acordo com o mesmo manual, diz que “os fundamentos constituem o alicerce para o planejamento de uma DA Ae eficaz. “ (BRASIL, 2001, p.4-4).



Diante das respectivas definições é possível mensurar a importância desses aspectos para um planejamento sólido, e a fim de se conseguir melhores resultados para o emprego da Artilharia Antiaérea tanto nos combates modernos quanto na atuação em eventos internacionais de grande vulto.

Dando início a apresentação dos princípios e fundamentos, abordaremos inicialmente o estudo dos princípios da AAAe que são: a centralização, dosagem adequada, a prioridade adequada, flexibilidade de DA Ae, facilitar operações futuras e meios em reserva, (BRASIL, 2001).

#### 4.4.1 Princípios de artilharia antiaérea

##### a) Centralização

A centralização é um princípio de extrema importância para o planejamento das operações militares, de acordo com FALQUETO (2011, p.34):

O combate moderno exige cada vez mais rapidez e precisão no planejamento e na execução das mais diversas missões. Diante desta realidade, cresce de importância a necessidade do comandante ter condições de interferir no combate durante toda a manobra, pois é dessa forma que ele poderá adaptar o emprego de sua tropa para cada momento da batalha.

Nas áreas urbanas é extremamente importante que sempre que possível seja mantida essa centralização dos meios de antiaérea, pois facilita o emprego dos meios, o emprego dos sistemas de controle e alerta e facilita a reorganização das tropas para o combate.

##### b) Dosagem adequada

Este princípio está relacionado diretamente à utilização dos meios de DA Ae para determinados pontos sensíveis, áreas protegidas ou defesa de tropas. Esse princípio está relacionado ao impasse do emprego de meios de DA Ae para cada defesa estabelecida, assim, deve-se sempre estabelecer as prioridades a serem defendidas de AAAe.

Seguindo essa linha de raciocínio, FALQUETO (2011, p.23) diz que:

Para se atingir a eficácia de uma DA Ae é de suma importância que seja respeitada a dosagem adequada de cada elemento. Por vezes, com o intuito de proteger todos os elementos apoiados, acaba ocorrendo a pulverização da artilharia antiaérea, o que não é nem um pouco desejável. Tal atitude faz com que os meios de AAAe sejam distribuídos de forma que as unidades de tiro (U Tir) não possam realizar a DA Ae e a autodefesa nas melhores condições, ameaçando, assim, a segurança da tropa como um todo. Para que se possa solucionar o problema de grande quantidade de meios a serem defendidos, frente à escassa possibilidade de meios antiaéreos, torna-se imprescindível o estabelecimento de prioridades de DA Ae, ou seja, determinar qual será a ordem de prioridade de DA Ae dos elementos a serem defendidos em cada fase da manobra, o que também poderá facilitar operações futuras.

### c) Prioridade adequada

Está relacionada a grande necessidade de utilização de meios de DA Ae ao número reduzido de meios se comparado as necessidades de defesa tanto no TO quanto no TN. Em caso de poucos meios antiaéreos, dever ser feito um estudo por parte dos elementos das Forças que empregam a AAAe, para a decisão em defender locais que apresentam alvos mais compensatórios.

De acordo com o manual de campanha C44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea (2001, p.4-2), essas prioridades devem estar ligadas à:

b) estas prioridades devem ser levantadas com o assessoramento do Cmt de AAAe e devem atender aos interesses do COMDABRA, na ZI, e das Forças das quais são orgânicas (FTC ou CLTO), no TO; c) na ZC, as prioridades de DA Ae são estabelecidas pelo Cmt tático e devem considerar as necessidades impostas pela ação principal da manobra da força; d) na ZA, as prioridades de DA Ae são estabelecidas pelo Cmt Log e devem considerar as necessidades impostas pelo desdobramento logístico e demais necessidades da ZA.

### d) Flexibilidade de defesa antiaérea

O elemento de DA Ae deve proporcionar a fração apoiada uma certa liberdade de decisão e emprego da AAAe, por isso, é extremamente importante que a mobilidade tanto do elemento de Artilharia Antiaérea quanto do elemento apoiado pela mesma, sejam similares.

No combate, a flexibilidade da DA Ae é fator decisivo para o planejamento e emprego da mesma no campo de batalha. Falqueto (2011, p.33) faz referência ao manual C 44-1 no que tange ao uso do emprego da flexibilidade:

B) Em geral, a flexibilidade de DA Ae é obtida em grau máximo através da missão tática de apoio direto e pela situação de comando de reforço. C) As missões táticas que possuem um maior grau de centralização (Aç Cj e Ap G) oferecem menos flexibilidade para o elemento defendido, posto que a simples atribuição de meios não permite que o Cmt Elm AAAe atenda diretamente às solicitações (quadro 4-1). Por outro lado, em relação à força apoiada, o princípio da flexibilidade é atendido pelo fato de possibilitar ao Cmt F determinar ao Cmt AAAe nova Org Cmb e atribuição de meios que atendam às mudanças do esquema de manobra ou das prioridades de defesa. (BRASIL, 2001, p. 4-13).

e) Facilitar operações futuras

De acordo com o manual de campanha C44-1, devem ser atendidos este princípio através de:

1. Através de ordens de alerta, que possibilitarão aos elementos alertados: (a) estabelecer ligações e comunicações com o elemento a ser apoiado posteriormente; (b) realizar seu deslocamento orientando para a defesa futura de pontos ou áreas; e (c) coordenar a mudança de posição por escalões, para sincronizar-se às ações do elemento apoiado ou defendido. 2. através de missões táticas com elevado grau de centralização, como Aç Cj e Ap G, que facilitam ao Cmt AAAe propor nova Org Cmb e nova atribuição de meios rápida e eficientemente, para atender às flutuações do combate. (BRASIL, 2001, p.4-13).

O caráter estático das operações em ambiente urbano, atuam diretamente no emprego peculiar da artilharia antiaérea. Porém, o elemento responsável pela atuação da DA Ae deve empregar a mesma em função da evolução do combate. O planejamento do emprego dos meios AAe deve estar atrelado a facilitar a adequação para o conflito de acordo com o andamento da questão conflituosa.

f) Meios em reserva

Em princípio, a artilharia antiaérea não é empregada em reserva, tendo em vista o reduzido número de meios e a grande necessidade de seu emprego, exige se assim o emprego de todos os seus meios. Assim confirma Falqueto (2011, p.34) “buscando atender da melhor possível as necessidades de DA Ae, todos os meios antiaéreos devem possuir missão tática ou ao menos ter seus meios atribuídos a algum elemento que careça de DA Ae. No ambiente urbano, as armas antiaéreas são bem mais requisitadas, devido à existência quase infinita de pontos sensíveis, que só não são defendidos por conta da escassez de meios e em detrimento de outros pontos mais importante”.

#### 4.4.2 Fundamentos de emprego da artilharia antiaérea

De acordo com FALQUETO (2011, p.36) ele faz referência ao manual de campanha C44-1, no que diz respeito aos fundamentos de AAAe:

a. Em conjunto, com os princípios de emprego da AAAe, os fundamentos constituem o alicerce para o planejamento de uma defesa antiaérea eficaz; b. A aplicação dos fundamentos da DA Ae está diretamente relacionada com o número de defesas a realizar, com a natureza, forma e dimensões dos objetivos a defender, com o tipo de material antiaéreo empregado, com o número de unidades de tiro disponíveis e com a situação tática existente; c. Fundamentos são um conjunto de proposições e de ideias gerais e simples de onde se extraem os conhecimentos de determinada área ou atividade. (BRASIL, 2001, p.4-3).

Serão apresentados os fundamentos de uma defesa antiaérea, como: utilização do terreno, defesa em todas as direções, defesa em profundidade, apoio mútuo, combinação de armas AAe, engajamento antecipado, alternância de posição, mobilidade e defesa passiva.

##### a) Utilização do terreno

O terreno é um fator de extrema importância para o estudo antecipado dos fundamentos de emprego de uma defesa antiaérea. Vegetação, relevo, condições meteorológicas, obstáculos, entre outros aspectos, sempre devem ser levados em consideração para um planejamento coerente nas operações, principalmente nas operações urbanas.

Nas operações de caráter urbano, os obstáculos é um item que deve ser estudado com bastante cautela, tendo em vista que, o mesmo está ligado ao desdobramento da artilharia

antiaérea na zona de combate e também aos campos de tiro e suas limitações diante destes possíveis obstáculos presentes no perímetro urbano.

Podemos verificar a importância da utilização do terreno quando FALQUETO (2011,p.41) diz:

O fundamento ora tratado reverte-se de suma importância nas operações de defesa antiaérea nos conflitos urbanos. A natureza do terreno poderá constituir-se de fator restritivo ao desdobramento da DA Ae. As edificações, juntamente com as elevações, constituem obstáculos dentro dos campos de tiro dos diversos armamentos, assim como na detecção por parte dos sensores. Isso implica no amplo emprego dos limitadores do setor de tiro dos canhões antiaéreos e na necessidade de uma criteriosa escolha de posição para as U Tir, a fim de que estas não sofram muitas restrições à abertura do fogo. Quanto aos radares, responsáveis pelo fornecimento do alerta antecipado, deve-se buscar reduzir ao máximo as zonas de sombra, sempre que possível.

#### b) Defesa em todas as direções

É um fator que está ligado à disposição das U Tir no terreno, marcada como uma reação ao ataque inimigo em todas as direções. A utilização desse fundamento permite que a defesa antiaérea atenua, evite a surpresa ou obtenha vantagem com relação à ameaça inimiga.

Segundo FALQUETO (2011, p.39):

Para atender esse fundamento, as U Tir devem ser dispostas ao redor do ponto defendido, ficando em condições de cobrir todas as possíveis rotas de aproximação do inimigo. Além disso, no combate urbano existe a ameaça do inimigo terrestre, inserindo ou não em meio à população local, contra as posições de desdobramento da AAAe e a possibilidade de emprego do sistema de armas com a missão de superfície.

#### c) Defesa em profundidade

Tem por finalidade manter o inimigo engajado gradativamente pelos mísseis de baixa altura e os canhões de artilharia antiaérea, aumentando assim a chance de neutralizar o inimigo. Segundo FALQUETO (2011, p.38):

Devem ser estabelecidos anéis de desdobramento, os mais externos destinam-se aos mísseis, e os mais internos delimitarão o espaço destinado à ocupação pelos canhões antiaéreos. Assim, qualquer vetor aeroespacial hostil que esteja

em rota de aproximação do P sem defendido estará sujeito a ser engajado, num primeiro momento, pelos mísseis e, em seguida, pelos canhões antiaéreos. Para atender esse fundamento, o terreno da área urbana irá influenciar decisivamente, pois dificulta a ocupação de posição de tiro pelos meios antiaéreos.

#### d) Apoio mútuo

É a forma a qual são posicionadas as U Tir no terreno, em função das características dos materiais empregados na DA Ae. A ideia central desse fundamento é o recobrimento dos setores de tiro, fazendo com que o vetor aéreo tenha dificuldade em entrar no volume de responsabilidade dessa defesa. Os mísseis apresentam maior facilidade em atender esse fundamento, principalmente, no que diz respeito a atuação da artilharia antiaérea em grandes centros.

Já os canhões antiaéreos, não possuem muita flexibilidade e mobilidade, principalmente se forem utilizados em perímetros urbanos. De acordo com FALQUETO (2001, p.37):

Para os mísseis, será mais fácil atender a este fundamento de emprego em virtude de sua flexibilidade, a qual é conseguida, principalmente, devido ao seu pequeno tamanho e reduzido peso. Sendo assim, utilizando-se das cobertas dos prédios mais altos, geralmente, conseguir-se-á posicionar as U Tir de mísseis ao redor do P sem, mantendo-se uma distância entre elas de 2500 m, no caso do Igla 9K38, ou 3000 m, em se tratando do Igla-S, ou seja, metade do alcance útil do material.

#### e) Combinação de armas AAe

Nas operações em que se utilizam AAAe, devem ser levadas em consideração das possibilidades e limitações de cada meio de DA Ae, de modo que cada material recubra as limitações do outro material, evitando se assim, que o vetor aéreo hostil surpreenda a AAAe.

Em grandes centros, o emprego dos mísseis é mais condizente com esse tipo de operação, porém, os canhões antiaéreos também podem ser utilizados nesses combates. Segundo FALQUETO (2011, p.38), diz que:

Os mísseis permitem engajar o inimigo mais longe e, por serem portáteis, gozam de grande flexibilidade, ao passo que os canhões antiaéreos, apesar de não possuírem essas características, possibilitam realizar um número bem maior de disparos para abater o vetor aéreo hostil. No caso das áreas edificadas, os canhões sofrem uma

limitação maior que os mísseis, pois tem seus campos de tiro muito afetados pelas construções, interferindo decisivamente no melhor aproveitamento do seu alcance.

f) Engajamento antecipado

De acordo com o manual de campanha C44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea:

Ação desencadeada com o propósito de impedir ou dificultar a ação do inimigo aéreo, antes que ele empregue seu armamento contra o objetivo defendido ou proceda ao Rec aéreo. Para isso, o Sist Ct Alr e as U Tir devem ser desdobrados de modo a proporcionar o tempo máximo de reação ao sistema de armas. A análise de inteligência de combate (AIC), realizada no estudo de situação, determinará a linha de lançamento e disparo (LLD), que servirá de parâmetro para este fundamento, bem como as prováveis rotas de aproximação a baixa altura, que devem ser priorizadas no desdobramento da DA Ae.

Este fundamento caracteriza-se pelo acompanhamento do vetor aéreo inimigo, fator importante para dizer se as U Tir possuem condições de abater o vetor aéreo hostil. Nas defesas aéreas realizadas em áreas urbanas, mais propriamente dita no território nacional, esse acompanhamento do vetor aéreo inimigo ocorre através do Sistema de Defesa Aeroespacial Brasileiro (SISDABRA), que através de seus órgãos, realizam o monitoramento do espaço aéreo brasileiro.

g) Alternância de posição

Está relacionado à mudança de posição de uma DA Ae, a fim de se buscar sempre uma alternativa, de modo que, a capacidade de surpresa do inimigo seja reduzida. De acordo com FALQUETO (2011, p.37):

Os modernos sistemas de informações fazem com que as ações do inimigo não sejam tão inesperadas, pois realizar um reconhecimento aéreo do objetivo, mais especificamente do dispositivo da DA Ae, sem denunciar o seu intento, é muito difícil e requer meios adequados para a sua realização. Porém, não por influência do vetor aéreo em si, é necessário a existência de posições de troca para os órgãos do sistema de controle e alerta e para as unidades de tiro, já que as informações podem ser repassadas por elementos infiltrados na população civil que circula pelas localidades.

#### h) Mobilidade

De acordo com o manual de campanha, C44-1, Emprego da Artilharia Antiaérea, diz que:

A AAAe deve ter mobilidade adequada ao seu emprego. Um Esc de AAAe deve possuir mobilidade maior ou pelo menos igual à do elemento defendido. Mesmo elementos de AAAe com missão de realizar a defesa de pontos fixos devem ter mobilidade suficiente para ocupar posições de tiro alternativas ou para cumprirem outra missão, quando a situação exigir (BRASIL,2001, p.4-6).

Os meios empregados pelo Exército Brasileiro deverão apresentar uma mobilidade adequada para atender algumas exigências. As U Tir de mísseis e o radar SABER M 60, com uma proposta de mobilidade já comprovada, seriam os materiais mais indicados a suprir as necessidades de uma DA Ae em ambiente urbano (FALQUETO, 2011, p.41).

#### i) Defesa passiva

São medidas tomadas antes, durante e depois de um ataque inimigo, reduzindo assim os efeitos desse ataque, porém, sem ocorrer a hostilização do mesmo. A defesa passiva pode ser conseguida através de várias técnicas e procedimentos, entretanto, destaca-se entre eles o controle das emissões eletromagnéticas dos sensores (BRASIL, 2001).

Além disso, são utilizadas outras medidas de defesa passiva em operações em grandes centros, como disse FALQUETO (2011, p.39):

Outra medida que seria muito utilizada no cenário urbano é o controle de luzes, tendo em vista a possibilidade do inimigo aéreo fazer incursões noturnas. Nesse caso, a integração com a população local é fator preponderante para o sucesso deste ilusório. Um rigoroso cumprimento das normas técnicas e táticas para a utilização dos radares oferece segurança para a tropa, que permanece dissimulada no terreno, e possibilita surpresa durante a execução dos trabalhos de DA Ae.



## **5 MATERIAIS DE ARTILHARIA ANTIAÉREA DO EXÉRCITO BRASILEIRO**

### **5.1 Sensor**

O Exército Brasileiro, atualmente, vem utilizando o radar SABER M60 na integração do sistema antiaéreo de baixa altura. Tal radar foi criado através de uma parceria entre a empresa civil ORBISAT e o Centro Tecnológico do Exército (C T Ex). Nos dias atuais estão sendo empregados de maneira intensa nas diversas unidades de Artilharia antiaérea do Exército Brasileiro.

Posteriormente, serão apresentadas características desse radar, apontando as limitações e possibilidades de emprego desse sistema na defesa antiaérea em ambiente urbano.

### **5.2 Radar SABER M 60**

De acordo com o manual Escolar EB60-ME- 23.019, radar SABER M60, diz que:

O Radar SABER M60 (Sensor de Acompanhamento de alvos aéreos Baseado na Emissão de Radiofrequência) destina-se a integrar um sistema de defesa antiaérea de baixa altura visando à proteção de pontos e áreas sensíveis, como indústrias, usinas e instalações governamentais. É integrável a sistemas de armas baseados em mísseis ou canhões antiaéreos (BRASIL,2014, p.1).

O radar SABER M60, por ser um material portátil, não enfrenta tantas dificuldades no seu emprego em ambientes urbanos, pois possui algumas características que facilitam sua utilização na defesa antiaérea de baixa altura. De acordo com o manual Escolar EB60-ME-23.019:

O Radar SABER M60 possui baixo peso e elevada mobilidade, além de suportar a operação em todas as condições climáticas do continente sul-americano. Estas características o tornaram indicado para emprego em operações de defesa externa, bem como em operações de garantia da lei da ordem e em operações de paz. Dentre as principais características do radar SABER M60, destacam-se as seguintes: • Informações tridimensionais (distância, azimute e elevação) sobre os alvos aéreos, além de informações derivadas, tais como: velocidade e direção de voo (proa); • Capacidade de classificação de alvos em helicópteros ou aviões, identificação do tipo de helicóptero e identificação amigo-inimigo (IFF); • Baixa probabilidade de interceptação (LPI – Low Probability of Interception) resultante de uma baixa potência média de transmissão e de avançados meios de proteção eletrônica; • Reconfigurável e atualizável facilmente, por ser construído com tecnologia de “hardware definido por software”; • Elevada mobilidade e transportabilidade, podendo ser montado ou desmontado em menos de 15 minutos por uma guarnição de três homens e transportado em qualquer viatura de capacidade superior a 1 Ton ou por helicópteros; • Logística simplificada, pela disponibilidade de suprimento e manutenção de todos os escalões em território nacional; e • Representação gráfica de medidas de coordenação, tais como: Volume de Responsabilidade de Defesa Antiaérea, Estado de Alerta, Corredores de Segurança, entre outros, segundo o estabelecido na doutrina, podendo ser atualizado ou modificado, de acordo com a necessidade. (BRASIL,2014, p.1 e 2).

O quadro 1 apresenta os principais dados técnicos do radar SABER M 60:

<b>SABER M 60</b>	
Alcance Máximo de Detecção	60000 metros
Informações dos Alvos	3 D (alcance, azimute e elevação)
Teto Máximo	5000 metros
Identificação Amigo-Inimigo (IFF)	Modos 1, 2, 3/A e C
Alcance Máximo com IFF	75000 metros
Número Máximo de Alvos Simultâneos	40
Acuidade	50 m em alcance, 1° em azimute e 2° em elevação

Resolução	75 m em alcance
Peso Máximo	200 kg
Classificação de Aeronaves	Asa fixa ou asa rotativa
Identificação de Aeronaves de Asa Rotativa	Sim
Velocidade Mínima para Detecção	32 km/h para asa fixa e 0 km/h para asa rotativa

QUADRO 1 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO RADAR SABER M 60

Fonte: CENTRO TECNOLÓGICO DO EXÉRCITO, 2008.

Abaixo, a figura 1 mostra a imagem do radar SABER M 60 em operação:



Figura 1 - Radar SABER M 60

Fonte: Disponível em <<http://forumdefesa.com>> Acesso em: 13 ago. 2014.

### 5.3 Mísseis e Canhões

O Exército brasileiro possui mísseis e canhões para a defesa antiaérea de baixa altura, neste trabalho de pesquisa serão apresentados os canhões (Oerlikon 35mm e Bofors 40mm) e os mísseis de baixa altura utilizados pelo Exército Brasileiro, como os mísseis russos Msl Igla 9K38 e o Msl Igla – S e o novo sistema de armas adquirido pelo Exército Brasileiro RBS -70. Nesta abordagem sumária, serão apresentadas características desses armamentos contextualizadas a utilização dos mesmos em ambientes urbanos.

#### 5.3.1 Míssil Igla 9k38

Segundo MONTEIRO (2006, p.21):

A família de míssil AAe IGLA nasceu do míssil russo SA-7 GRAIL. O Míssil IGLA pode acompanhar desde alvos em vôo estacionário, helicópteros, até aqueles que estejam voando a uma velocidade de até 340 m/s, inclusive outros mísseis. O

sistema de armas consiste em um míssil de atração passiva selado em um tubo de lançamento, de uma fonte de alimentação e um mecanismo de lançamento. A propulsão é de combustível sólido detonante. Graças a essas características, o poder de destruição do IGLA foi aumentado, pois o combustível que não é utilizado durante a trajetória, é transformado também, em carga explosiva. O sistema IGLA completo, pronto para o disparo, pode ser conduzido por um só homem. Ele é preparado encaixando o tubo de lançamento no mecanismo de lançamento e na fonte alimentação. Em uma missão de tiro, a tarefa do atirador é somente enquadrar o alvo, aguardar o alerta do sinal sonoro e luminoso indicando que a cabeça de guiamento detectou alguma fonte de calor e apertar o gatilho. A unidade de emprego do míssil é a seção AAAe.

O quadro 2 apresenta as principais características do Msl Iгла 9K38:

<b>Míssil Iгла 9k38</b>	
Calibre	72,2 mm
Alcance Máximo	5000 metros
Alcance Mínimo	500 metros
Velocidade Máxima do Alvo	360 m/s
Altura Máxima de Intercepção	3500 metros
Altura Mínima de Intercepção	10 metros
Peso do Conjunto em Posição de Combate	16,7 kg
Tempo de Passagem para a Posição de Tiro	13 segundos
Tempo de Ativação para Lançamento	De 5 a 6 segundos
Vida Útil do Mecanismo de Lançamento	750 lançamentos
Sistema de Direção	Atração passiva por infravermelho
Tipo de Espoleta	De Impacto

QUADRO 2 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MÍSSIL IGLA 9K38

Fonte: BRASIL, 2000, p. 1-2 - 1-3.

De acordo com as características do míssil Iгла, pode se observar que este material apresenta características que se enquadram no emprego em conflitos urbanos e na defesa antiaérea em grandes eventos. Segundo FALQUETO (2001, p28):

Da análise das características do míssil Igla, pode-se observar que se trata de um armamento com relativa eficiência para a realização de uma defesa antiaérea em áreas urbanas. Como fator positivo, pode-se destacar algumas características como o fato de seu peso e tamanho reduzidos permitir-lhe uma grande flexibilidade de emprego, o tornando pouco suscetível às limitações impostas pelo terreno. Como limitações, ressaltam-se outras características como, por exemplo, o fato de ser guiado por um sistema passivo baseado nas emissões de calor do alvo, do tipo “fire and forget”, fazendo com que a segurança da área defendida fique ameaçada, caso o míssil identifique outra fonte de calor que não seja o vetor aéreo ameaçador. Soma-se a isto, o fato de não existir qualquer tipo de mecanismo que anule uma trajetória indesejada. Os mísseis do tipo “fire and forget” não possuem um dispositivo de autodestruição tão eficiente que garanta que ele não vá impactar sobre um alvo indesejável, colocando em risco a segurança nas proximidades do local onde se estabeleceu a defesa. No tipo de defesa antiaérea que está sendo tratado no presente trabalho, torna-se imprescindível o acompanhamento do míssil até que este encontre o alvo designado, pois como as operações são realizadas em áreas urbanas, a segurança deve ser fator de extrema relevância na escolha do material a ser utilizado nesta modalidade de combate.

A figura 2 mostra um militar realizando um disparo com o míssil Igla 9K38:



FIGURA 2 - MÍSSIL IGLA 9K 38

Fonte: Disponível em: <<http://freepages.military.rootsweb.ancestry.html>>. Acesso em: 13 ago.

2014.

### 5.3.2 Míssil Igla -S

O míssil Iгла – S é uma versão posterior do Iгла 9k 38, porém, possui características bem similares à sua versão anterior. Como melhoramento, possui um maior alcance e uma cabeça de guiamento mais sensível.

O quadro 3 mostra algumas características relevantes do míssil Iгла – S:

<b>Míssil Iгла – S</b>	
Alcance Máximo	6000 metros
Alcance Mínimo	500 metros
Altitude Máxima de Voo que Abate	3500 metros
Altitude Mínima de Voo que Abate	10 metros
Velocidade Máxima do Alvo	400 m/s
Probabilidade de Destruição	60 %
Tempo de Reação	5 segundos
Guarnição de Combate	1 militar
Espoleta	Laser de proximidade/impacto
Sistema de Direção	Atração passiva por infravermelho

QUADRO 3 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MÍSSIL IGLA - S

Fonte: Disponível em: <<http://www.kbm.ru/production/pzrk/30.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014

Outras comparações no que tange à possibilidades e limitações entre os mísseis Iгла – S e Iгла 9K38 podem ser feitas. De acordo com FALQUETO (2011, p.30):

Nota-se que o míssil Iгла – S possui, praticamente, as mesmas possibilidades e limitações do míssil Iгла 9k38, com algumas vantagens. Dentre elas, pode-se mencionar o seu alcance máximo, que tem um aumento de 1000 metros em relação ao alcance máximo do míssil Iгла 9k38, e a velocidade máxima do alvo que irá ser abatido, passando de 360 metros por segundo (m/s) para 400 m/s.

A figura 3 mostra o míssil Iгла – S pronto para ser disparado por um militar:



FIGURA 3 – MÍSSIL IGLA S - PRONTO PARA O DISPARO.

Fonte: Disponível em: <<http://www.forte.jor.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

### 5.3.3 RBS 70

Este material foi adquirido recentemente pelo Exército Brasileiro para integrarem o sistema de armas de defesa antiaérea nos GAA Ae do EB. Segundo a nota de aula, ME B4 EsACosAAe, (2014, p.2-3) diz que:

O sistema RBS 70 é de origem sueca da empresa SAAB e se encontra, atualmente, sendo utilizado por dezoito países. O sistema remonta da década de 1970 e, até os dias atuais, sofreu várias modificações, percorrendo cinco gerações de melhoramentos. A última versão é o RBS 70 NG (new generation). O sistema de lançamento é composto por um suporte com tripé, banco para o atirador e parte do sistema de guiamento, pois é onde o designador laser, utilizado no guiamento do míssil, está. Além desses componentes, pode-se acoplar no sistema de lançamento os visores de visão noturna que o sistema possui. O sistema, diferentemente da maioria dos MANPADS, não é do tipo Fire and Forget, possuindo um sistema de guiamento do tipo seguidor de fecho laser. Isso o torna muito resistente às MPE e MAE, porém exige muito treinamento por parte da guarnição. Sua versão NG ganhou aprimoramentos nas capacidades do míssil BOLIDE que substituiu o míssil Mk2, tais como: melhor desempenho do motor a foguete, aumentando a capacidade de alcance, velocidade, altitude e manobrabilidade, uma nova ogiva com capacidade auto-explosiva pré-fragmentada (balins de tungstênio) e, como o Stinger RMP, capacidade de atualização do software do míssil, com a introdução de novos tipos de ameaças. Apesar do sistema já ser empregado em plataformas navais, em sua nova versão, o sistema ganhou maior flexibilidade em suas plataformas de lançamento, podendo atuar de forma remota e sobre viaturas, dentro de um conceito modular de operação.

Na figura 4 mostra o míssil pronto para ser disparado por um atirador:



FIGURA 4 – MÍSSIL RBS 70 - PRONTO PARA SER DISPARADO.  
Fonte: Disponível em: <<http://www.saabgroup.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

A Figura 5 mostra o míssil sendo disparado em posição coberta:





FIGURA 5 –SISTEMA RBS 70 - MÍSSIL SENDO DISPARADO EM POSIÇÃO COBERTA  
 Fonte: Disponível em: <<http://www.tecnodefesa.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

O quadro 4 mostra algumas características do RBS – 70:

CARACTERÍSTICAS RBS-70			
CARACTERÍSTICAS RBS-70		MÍSSIL BOLIDE	
Velocidade máxima do míssil	Mach 1.7	Velocidade máxima do míssil	Velocidade máxima do míssil
Espoleta	Impacto e proximidade	Espoleta	Impacto e proximidade
Carga útil	AE frag 3kg (balins de tungstênio)	Carga útil	AE frag 3 kg (balins de tungstênio)
Sistema de guiamento	Seguidor de fecho laser	Sistema de guiamento	Seguidor de fecho laser
Altura máxima de engajamento	5000 m	Altura máxima de engajamento	5000 m
Alcance máximo de engajamento	7000 m	Alcance máximo de engajamento	8000 m

QUADRO 4 – PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO MÍSSIL RBS – 70.  
 Fonte: EsACosAAe, nota de aula ME B-4 (2014, p.2.4)

O RBS 70 é marcado pela segurança do emprego em ambientes urbanos, de acordo com a RFA 82 (2013, p.6):

O limiar do início dos megaeventos acena para a necessidade de dispor de armamentos aptos às operações de não-guerra, como o RBS 70. E isso envolve delicada questão de responsabilidade voltada à segurança. Logicamente que, se nada de anormal ocorrer, sua ausência pode até passar despercebida pela maior parte da população, afinal, “se não há incêndio, para que bombeiros? “.

O RBS 70 oferece total segurança, o sistema de direção de bólide não é afetado por flares, chaff, quaisquer CME e, muito menos, fontes de calor ou ruídos provenientes de reflexões eletromagnéticas. Ao preservar o guiamento do míssil sob o controle do atirador durante toda a trajetória até o alvo, faculta alterar sua rota inicial, seja por engajar novo alvo, selecionar ponto de impacto ou abortar a missão e autodestruir - se comandado, interessante diferencial que corresponde aos mais rígidos padrões de segurança. Por evitar submeter a população a riscos desnecessários, o RBS 70 torna-se recomendável aos megaeventos e conflitos em áreas urbanas.

#### 5.3.4 Canhão Bofors 40 mm C 70

É um sistema antiaéreo que possui uma arma de curto alcance para emprego na defesa antiaérea de áreas sensíveis. Segundo FALQUETO (2011, p.26):

Este material pode ser tracionado com considerável velocidade em boas estradas e, com velocidade reduzida, em estradas de má qualidade ou através campo. Como não há a necessidade de estender cabos de energia para a operação em controle local, o canhão pode ser rapidamente acionado.

De acordo com FALQUETO (2011, p.27):

Verifica-se que o Canhão Bofors 40 mm C70 possui um alcance que o possibilita fazer frente à ameaça aérea de baixa altura, destacando-se, ainda, sua espoleta MK2, com a função de proximidade que aumenta a probabilidade de acertar o alvo. Além disso, a munição é dotada de um dispositivo de autodestruição com, aproximadamente, 8,5 segundos de retardo, o que aumenta, sobremaneira, a segurança nas proximidades do local onde é realizada a defesa, quando não ocorre o impacto do tiro contra o alvo.

A Figura 6 mostra o canhão antiaéreo Bofors 40 mm C 70:



FIGURA 6- CANHÃO ANTIAÉREO BOFORS 40 MM C 70

Fonte: Disponível em: <<http://brasilemdefesa.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

O quadro 5, a seguir, mostra algumas características técnicas do canhão Bofors 40 mm C70:

<b>Canhão Bofors 40mm C70</b>	
Calibre	40 mm
Alcance Máximo	4000 metros
Alcance Mínimo	250 metros
Velocidade Máxima do Alvo	Até Mach 5
Altura Máxima de Interceptação	3000 metros
Tipo de Espoleta	De Impacto e de Proximidade
Tempo de autodestruição da munição	8,5 s +/- 1,5 s

QUADRO 5 – CARACTERÍSTICAS DO CANHÃO BOFORS 40 MM C70

Fonte: ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA, 2004.

### 5.3.5 Canhão Oerlikon 35 mm

Segundo o manual escolar ME B-1, Sistema Antiaéreo 35mm Oerlikon Contraves:

Esse material foi projetado para proporcionar a Defesa Antiaérea a pontos sensíveis (P Sen) situados, preferencialmente, na Zona de Administração (ZA) ou na Zona do Interior (ZI) de um Teatro de Guerra, podendo engajar aeronaves que, voando com velocidades de até 475 metros por segundo (m/seg), executem ataques à baixa altura, sob quaisquer condições de tempo ou visibilidade. (ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA, 2004, p. 1-1).

O quadro 6 mostra as características mais relevantes do canhão automático Oerlikon 35mm:

Calibre	35mm (milímetros)
Cadência de tiro	550 tiros/min por arma
Duração de trajeto para distância de utilização	CDT 4000m (metros) $\cong$ 6 s XABA 3000m $\cong$ 4 s
Peso Total	420 kg (Kilogramas)
Campo de tiro	Dir 6400'' (milésimos) Elv elétrico -88'' a 1635'' Manual -142'' a 1689''
Municiamento - por peça	238 cartuchos
Velocidade do alvo com CDT	475m/s
Distância máxima	30 Hm ou 3 Km

QUADRO 6 – CARACTERÍSTICAS DO CANHÃO OERLIKON 35MM  
Fonte: MONTEIRO (2006, p.22).

De acordo com os parâmetros de uso de meios antiaéreos em ambiente urbano, FALQUETO (2011, p.25) diz:

Da análise das características do Canhão Oerlikon 35 mm, destaca-se, ainda, que as munições possuem espoletas que são providas de um mecanismo de segurança, onde ocorre a autodestruição da granada caso esta não atinja o alvo dentro de uma

determinada duração de trajeto, possibilitando, desta forma, uma segurança maior para a população e para as instalações que se encontram nas proximidades do local defendido.

A Figura 7, abaixo, mostra o canhão automático Oerlikon 35mm em operação:



FIGURA 7- CANHÃO AUTOMÁTICO OERLIKON 35MM

Fonte: Disponível em: <<http://portaldefesa.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014

## **6 EFEITOS COLATERAIS DA DEFESA ANTIAÉREA**

O emprego de armamentos antiaéreos em conflitos urbanos e em grandes eventos deve estar atrelado diretamente aos efeitos que os mesmos possam vir a causar na população no entorno dessas localidades. Cada vez mais se tem dado atenção a esse tipo de prevenção durante os conflitos urbanos, principalmente, e na utilização de meios de DA Ae na proteção de eventos de grande vulto.

Faz se necessário a reformulação do aparato militar voltado para o emprego cada vez mais intenso em localidades urbanas. O emprego dos canhões antiaéreos Oerlikon 35mm e Bofors 40 mm apresentam algum tipo de adequação aos conflitos urbanos, tendo em vista que ambos possuem dispositivo de autodestruição, caso não seja atingido o alvo. Outra característica apresentada pelos canhões é a presença da espoleta MK2, que aumenta ainda mais a probabilidade de acertar um possível alvo. Entretanto, os canhões apresentam dificuldade de adaptação para o emprego em ambientes urbanos. A mobilidade é um fator que dificulta a atuação dos mesmo na DA Ae nesses perímetros.

O míssil de ombro Igla 9K38 e Igla –S possuem uma mobilidade e um alcance maior que os canhões empregados na DA Ae no Brasil, porém, por serem mísseis do tipo “fire and forget”, não possuem um dispositivo de auto destruição tão eficaz. Assim, não é possível garantir que o mesmo não vá se chocar com um possível alvo indesejável, aumentando em muito o risco, principalmente, de afetar a população presente próximo a localidade onde está sendo estabelecida a DA Ae.

A recente aquisição do sistema RBS 70 por parte do Exército Brasileiro foi um passo inicial nesse cenário de conflito urbano. Segundo a RFA(2013) diz que:

O RBS 70, vocacionado à baixa altura, executam a DAA e de pontos críticos ou áreas limitadas, nos níveis estratégico e tático, contra quaisquer plataformas aeroespaciais e, eventualmente, contra alvos terrestres, blindados ou não. Esta cobertura atende a aeródromos, bases navais, concentrações estratégicas, pontes e forças blindadas, entre outros. E se integra a média altura como se deve ser. Em áreas urbanas, normalmente ficam posicionados no topo das edificações, pelo horizonte mais amplo, o que oferece melhores condições de controle do espaço aéreo, o que só aumenta a eficiência da defesa e reduz as zonas de sombra. Os lançadores operam com refinado sistema de guiamento laser, que fornece dados ao míssil por meio do fecho laser de baixa potência, via up – link, mantendo o sobre a linha de visada até destruir o vetor.

No caso de não receber dados do radar, o comandante da Utir pode, sim, fornecer direção geral do alvo. Nesse caso, valendo-se do curto tempo de reação do RBS 70, não há necessidade da sinalização, o disparo pode ser feito e o ajuste fino será ultimado durante a trajetória do míssil.

É de fundamental necessidade que o emprego de munição antiaérea em conflitos urbanos e na defesa de grandes eventos, seja cada vez mais utilizada munições que possuem certo tipo de guiamento, diminuindo assim a probabilidade de se atingir alvos não desejáveis. Assim, reduz-se principalmente o risco de atingir pessoas inocentes, pontos sensíveis estratégicos e causar danos a tropas amigas.

## 7 CONCLUSÃO

As operações em ambientes urbanos e os eventos de grande vulto, cada vez mais são uma realidade no cenário mundial, portanto, faz-se necessária adaptação constante da Artilharia Antiaérea nesse ambiente operacional e no aprimoramento de DA Ae em tais eventos.

Este trabalho teve como objetivo realizar um estudo referente aos efeitos colaterais da defesa antiaérea em grandes centros, bem como na apresentação de possibilidades e limitações de meios de defesa antiaérea utilizados pelo Exército Brasileiro.

Para que o objetivo supracitado fosse alcançado, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, que se mostrou objetiva para responder as questões que serviriam para a solução do problema. Essas questões englobaram conhecimentos sobre as generalidades do combate em área urbana, constituição da Artilharia Antiaérea brasileira, organização de uma defesa antiaérea, bem como seus princípios e fundamentos, além da abordagem de materiais de artilharia antiaérea utilizados no Exército brasileiro. As informações necessárias à solução das questões de estudo foram fornecidas pelas fontes de consulta, proporcionando desse modo a confecção das referentes conclusões.

Em função do término da parte escrita deste trabalho, verificou-se que a metodologia escolhida (pesquisa bibliográfica) foi condizente com o tipo de trabalho realizado. Assim, tal pesquisa chegou às respostas do problema proposto.

O tema em questão é de extrema importância e muito relevante atualmente, tendo em vista que a maioria dos conflitos atuais vem acontecendo em ambientes urbanos. Foram verificadas nos conflitos em perímetros urbanos, uma grande dificuldade de se combater nesse cenário que exige extremo cuidado com a população civil e com os danos colaterais.

Como resultado desta pesquisa, pôde ser observado a importância relevante do emprego da AAAe no ambiente urbano, para que a força apoiada atinja os objetivos traçados no planejamento da operação.

Como dito ao longo da pesquisa, o combate em áreas edificadas é complexo e exige extrema preparação da tropa, o material apropriado e uma doutrina de emprego condizente com a finalidade da operação. Os desafios de coordenação e controle, bem como de utilização segura dos meios de DA Ae que se colocam em outros teatros de operações convencionais são ampliados neste ambiente operacional peculiar.



No que tange ao emprego dos radares e dos sistemas de armas de AAAe nas áreas edificadas, apresentam algumas limitações que estão relacionadas à alguns destes sistemas. Com os sistemas portáteis de mísseis estas não são muito evidenciadas. O sistema de canhões, porém, apesar de ser de extrema utilidade no combate terrestre como mais um sistema que garante apoio de fogos, apresenta diversas limitações de movimento no interior de perímetros edificados.

Os radares devem ser colocados nas áreas anexas, evitando os pontos metálicos que possam refletir, de modo que o tempo de aviso com antecedência da defesa aérea permita a resposta das UTir e peças de manobra. Devido às dificuldades com as comunicações e o reduzido tempo de alerta antecipado, os procedimentos de comando e controle têm de ser ajustados. Por conseguinte, as posições de tiro de AAAe são vulneráveis, devido, em diversas situações, ao fato de estarem isoladas e de que o engajamento em solo se efetua a distâncias curtas.

O avanço tecnológico, como a tecnologia STEALTH, as inúmeras variedades de VANTS, a criação de radares de vigilância entre outras criações tecnológicas, tornam ainda mais cauteloso o emprego da AAAe nos perímetros urbanos, para que essa defesa seja de extrema eficácia.

No que diz respeito ao emprego de meios aéreos, FALQUETO (2001, p.49) diz:

O emprego de meios aéreos em áreas edificadas constitui uma séria ameaça de danos colaterais, que são condenados pela crítica internacional, tornando, por vezes, menos efetiva a utilização destes vetores (ainda que cada vez mais as possibilidades de erro possam ser reduzidas com novas tecnologias). Tal preocupação deve ser levada em consideração pela tropa defensora, pois a segurança da população local é de sua responsabilidade.

No emprego da AAAe no combate em perímetros urbanos entende-se que são os armamentos de baixa altura que realizam a defesa antiaérea. Ainda que os mísseis portáteis possuam mobilidade, existe a dificuldade em obter posições de tiro apropriadas. Os meios de segurança de posições isoladas são limitados face aos ataques terrestres, que podem utilizar-se da surpresa com facilidade.

Com relação à observação e vigilância do espaço aéreo, FALQUETO (2011.p 49) diz:

A capacidade de observação é consideravelmente afetada, dada as características próprias do ambiente urbano, obrigando a redefinir procedimentos e a estabelecer regras de engajamento adequadas à situação. A limitada capacidade visual e eletrônica aliadas a zonas de sombra por parte dos sistemas de radares restringe as capacidades da artilharia antiaérea de maneira significativa, reduzindo os tempos de alerta antecipado para resposta às ameaças aéreas e criando a necessidade de um esforço adicional para superar estas condicionantes impostas pelo terreno. Desta forma os meios AAAe procurarão, na medida do possível, áreas amplas (campos de futebol, parques de estacionamento) e zonas abertas próximas do local onde se localizem unidades ou outros elementos a defender. Os sistemas portáteis considerarão os terraços de edifícios como posições de tiro havendo sempre a possibilidade de as armas serem aerotransportadas para edifícios (levando-se em conta o tempo de ocupação do local e o valor da ameaça).

Portanto, não existe uma modificação significativa na doutrina de emprego de meios antiaéreos, mas é necessário um entendimento do modo como as peculiaridades que envolvem esse ambiente operacional podem afetar o bom andamento das operações nesse ambiente.

As áreas edificadas constituem para o elemento que realiza a defesa, uma certa vantagem significativa, e ao elemento que efetua o ataque deve ser feita uma análise minuciosa quanto ao emprego de seus meios, já que necessitam de grande precisão nos ataques para obtenção de resultados eficientes, e que não produzam efeitos colaterais aos quais não sejam desejados.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro, 2002.

\_\_\_\_\_. NBR 14724: informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. Rio de Janeiro, 2005.

BRACKEN, Paul. A expansão urbana e a defesa da OTAN. *Military Review*, Fort Leavenworth, n. 57, p. 68-76, out. 1977.

BRASIL. Exército. Estado-Maior. C 21-30: abreviaturas, símbolos e convenções cartográficas. 4. ed. Brasília, DF, 2002.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. C 31-50: combate em zonas fortificadas e edificadas. 1. ed. Brasília, DF, 1976.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. C 44-1: emprego da artilharia antiaérea. 4. ed. Brasília, DF, 2001.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. C 44-61: serviço da peça do EDT fila. 2. ed. Brasília, DF, 2003. v.1.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. C 44-62: serviço da peça do míssil igla, 1. ed. Brasília, DF, 2000.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. C 100-5: operações. 3. ed. Brasília, DF, 1997.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. IP 100-1: bases para a modernização da doutrina de emprego da força terrestre (Doutrina Delta). 1. ed. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Defesa. MD33-M-02: manual de abreviaturas, siglas, símbolos e convenções cartográficas das forças armadas. 3. ed. Brasília, DF, 2008.

CANHÃO Au AAe Gem 35 mm (Oerlikon). 2004. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.fotolog.com.br/exercito/8061562>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

CENTRO TECNOLÓGICO DO EXÉRCITO (Brasil). Encarte Radar SABER M60. Rio de Janeiro, 2008.

RBS 70. 2014. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.tecnodefesa.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

RBS 70. Disponível em : <<http://www.saabgroup.html>> . Acesso em : 13 ago 2014.

ESCOLA DE ARTILHARIA DE COSTA E ANTIAÉREA (Brasil). ME B-1: sistema de 35 mm oerlikon contraves. 1. ed. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. ME B-2: sistema antiaéreo 40 mm fila bofors. 1. ed. Rio de Janeiro, 2004.

GALANTE. Tiro antiaéreo no Exército Irlandês. 2014. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.forte.jor.br/2010/07/19/tiro-antiaereo-no-exercito-irlandes/>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). Primeiros resultados definitivos do Censo 2010: população do Brasil é de 202.699.661 habitantes. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: < [http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia\\_visualiza.php?id\\_noticia=1866&id\\_pagina=1](http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1866&id_pagina=1)>. Acesso em: 11 jul. 2014.

MÍSSIL Iгла 9k38. 2014. 1 fotografia. Disponível em: <<http://freepages.military.rootsweb.ancestry.html>>.. Acesso em: 13 ago. 2014.

MÍSSIL Iгла-S. 2014. 1 fotografia. Disponível em: <<http://www.forte.jor.html>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

MÍSSIL Iгла-S. 2014. 1 fotografia. Disponível em: <<http://freepages.military.rootsweb.ancestry.html>> . Acesso em: 13 ago. 2014.

RAMOS, Leonardo. RADAR Saber M60. 2014<<http://forumdefesa.com>>. 1 fotografia. Disponível em: <[http:// forumdefesa.com](http://forumdefesa.com)> Acesso em 13 ago. 2014.

