



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP INF LEONARDO GONÇALVES GARCIA NAVAS**

**A PESQUISA OPERACIONAL COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO  
NO EMPREGO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NAS OPERAÇÕES EM ÁREAS  
EDIFICADAS**

**Rio de Janeiro  
2019**



**ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS**

**CAP INF LEONARDO GONÇALVES GARCIA NAVAS**

**A PESQUISA OPERACIONAL COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO NO  
EMPREGO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NAS OPERAÇÕES EM ÁREAS  
EDIFICADAS**

Trabalho acadêmico apresentado à  
Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais,  
como requisito para a especialização  
em Ciências Militares com ênfase na  
Pesquisa Operacional.

**Rio de Janeiro  
2019**



**MINISTÉRIO DA DEFESA  
EXÉRCITO BRASILEIRO  
DECEx - DESMii  
ESCOLA DE APERFEIÇOAMENTO DE OFICIAIS  
(EsAO/1919)**

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

**FOLHA DE APROVAÇÃO**

Autor: **Cap Inf LEONARDO GONÇALVES GARCIA NAVAS**

Título: **A PESQUISA OPERACIONAL COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE  
DECISÃO NO EMPREGO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NAS OPERAÇÕES  
EM ÁREAS EDIFICADAS**

Trabalho Acadêmico, apresentado à Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais, como requisito parcial para a obtenção da especialização em Ciências Militares, com ênfase na Pesquisa Operacional, pós-graduação universitária lato sensu.

APROVADO EM \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ CONCEITO:

**BANCA EXAMINADORA**

<b>Membro</b>	<b>Menção Atribuída</b>
<b>JOBEL SANSEVERINO JUNIOR - Maj</b> Cmt Curso e Presidente da Comissão	
<b>FREDERICO ALTERMANN NETO - Maj</b> 1º Membro	
<b>SAMUEL SCHILLING DA SILVEIRA - Cap</b> 2º Membro e Orientador	

**LEONARDO GONÇALVES GARCIA NAVAS – Cap**  
Aluno

# A PESQUISA OPERACIONAL COMO AUXÍLIO NA TOMADA DE DECISÃO NO EMPREGO DA AVIAÇÃO DO EXÉRCITO NAS OPERAÇÕES EM ÁREAS EDIFICADAS

Leonardo Gonçalves Garcia Navas\*  
Samuel Schilling da Silveira \*\*

## RESUMO

Com a evolução dos conflitos armados os combates trocaram os campos de batalha pelos centros urbanos. Para a utilização das Forças Armadas nesse tipo de guerra este trabalho pretende mostrar como a Pesquisa Operacional pode auxiliar o Comandante na tomada de decisão, abordando as capacidades e limitações da Aviação do Exército na utilização das suas aeronaves de asas rotativas em combate urbano. Para se atingir o objetivo proposto foi utilizado o método de pesquisa fundamentada em leitura analítica, enriquecida com a leitura de inúmeros artigos sobre a Pesquisa Operacional e os manuais de emprego da aviação. A conclusão obtida ao final do trabalho foi de que a Pesquisa Operacional pode ser utilizada como forma de auxílio para o Comandante em qualquer tipo de operação, principalmente na utilização de recursos militares limitados, tal ferramenta permite agregar mais consciência situacional do decisor proporcionando maior clareza na obtenção das respostas. Entretanto mostra a necessidade de um treinamento mais específico por parte das tripulações e aquisição de novas aeronaves e equipamentos com tecnologia apropriada.

**Palavras-chave:** Combate urbano. Pesquisa Operacional. Aviação. Consciência situacional. Decisão

## RESUMEN

Con la evolución de los conflictos armados, la lucha cambió de los campos de batalla a los centros urbanos. Para el uso de las Fuerzas Armadas en este tipo de guerra, este documento tiene como objetivo mostrar cómo la Investigación Operativa puede ayudar al Comandante en la toma de decisión al abordar las capacidades y limitaciones de la Aviación del Ejército en el uso de sus aviones de ala giratoria en combate urbano. Para lograr el objetivo propuesto, se utilizó el método de investigación basado en la investigación, enriquecido al leer numerosos artículos sobre Investigación Operativa y los manuales de empleo en aviación. La conclusión obtenida al final del trabajo fue que la Investigación Operativa puede usarse como una ayuda para el Comandante en cualquier tipo de operación, especialmente en el uso de recursos militares limitados, dicha herramienta permite agregar más conciencia situacional del tomador de decisiones proporcionando mayor claridad en obteniendo las respuestas. Sin embargo, muestra la necesidad de una formación de la tripulación más específica y la adquisición de nuevos aviones y equipos con la tecnología adecuada.

**Palabras-clave:** Combate urbano. Investigación Operativa. Aviación. Conciencia situacional. Decisión

---

\* Capitão da Arma de Infantaria. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2010.

\*\* Capitão da Arma de Infantaria. Bacharel em Ciências Militares pela Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) em 2006. Pós graduado em Ciências Militares pela Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) em 2015.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento constante que o Exército Brasileiro vem percorrendo, readequando doutrinas, novos equipamentos adquiridos e novas formas de pensar de seu Alto Comando, traz a Força Terrestre uma necessidade de se enquadrar a realidade atual. O constante estudo, nessa busca pela melhoria da instituição, traz novas opções, que em alguns casos já foram testadas em outros Exércitos com êxito e podem ser experimentada em nossa Força.

Uma forma de melhorar seus processos decisórios e acertar na escolha da melhor linha de ação pelo Comandante é utilizando a Pesquisa Operacional (PO), que visa dentre as variáveis do problema buscar a melhor decisão.

De acordo com o conceito de (Silva, 1998), a Pesquisa Operacional como é conhecida atualmente iniciou-se em 1939, quando estudos foram realizados por equipes interdisciplinares de cientistas, com o objetivo de desenvolver soluções para problemas militares de ordem estratégica e tática. É vasta a quantidade de aplicações dessa modalidade de pesquisa, tanto na resolução de problemas militares, quanto em situações cotidianas na área civil. Esta poderosa ferramenta auxilia na tomada de decisões, tendo grande aplicabilidade nas diversas operações militares e podendo ser, amplamente, aplicada nas Forças Armadas.

As operações militares estão inseridas em cenários de risco e incerteza. Conforme (Silva, 2014), isso implica ao gestor, no caso o Comandante Militar, realizar decisões que minimizem os potenciais variáveis complexas existentes em operações de guerra e não-guerra. É fundamental que o Comandante tome decisões baseadas em enfoque analítico e aplicando métodos adequados e confiáveis

O Exército Brasileiro não realizou nenhum estudo ou trabalhos de PO, uma ferramenta tão útil que vem sendo trazida aos poucos ao local de origem, o meio militar, no caso as nossas forças coirmãs Marinha do Brasil e Força Aérea.

No Brasil, uma ênfase especial vem sendo dada pelo Comando da Aeronáutica e pela Marinha do Brasil à denominada Análise Operacional (AO), que compreende justamente o emprego de métodos matemáticos de análise para a solução de problemas militares, valendo-se, portanto, de diversas técnicas da Pesquisa Operacional. A AO pode ser entendida como uma atividade que fornece bases metodológicas a uma Força Armada, capacitando-a a identificar grupos de variáveis que afetam os problemas inerentes aos teatros de guerra, de forma a modelá-los matematicamente, dimensioná-los e caracterizá-los, com vistas à melhor compreensão, gerência e exploração dos fenômenos envolvidos. (LESSA, 2005)

O presente trabalho tem a intenção de mostrar como a Pesquisa Operacional pode ser utilizada como ferramenta de apoio a tomada de decisão em cenários complexos, como a utilização de um meio nobre como a Aviação do Exército em apoio às operações urbanas.

## 1.1 PROBLEMA

De acordo com Sun Tzu, em A Arte da Guerra, “A pior estratégia é atacar cidades. Só se ataca cidades quando não há alternativa.” No entanto, atualmente não há alternativas, o que vemos no cenário atual são cada vez mais os conflitos acontecendo nos centros urbanos.

Diante desse novo panorama mundial de conflitos armados em ambientes urbanos, está sendo ampliado o modo de combater de todas as Forças Armadas. Desta forma, cresce de importância a inovação do método de atuar, inserindo junto com a doutrina de combate convencional, uma nova temática, o emprego de tropas em ambientes urbanos.

Nossa história recente mostra como houve uma mudança no cenário do combate sendo alterados os campos de batalha e locado para as cidades.

Aleppo, Mosul, Sanaa, Mogadíchio e Gaza. Estas cidades devastadas pela guerra são alguns exemplos da crescente tendência ao conflito global em que violentos e ferozes combates ao redor do mundo são travados mais e mais em áreas urbanas densamente povoadas, com terrível custo de vidas dos seus habitantes. Apesar da sua aversão pelo combate urbano, estrategistas militares estão de modo geral convencidos que o futuro da guerra está nas cidades. (ARANHA, 2018)

Essa guerra assimétrica traz aos novos conflitos uma nova percepção, de que nem sempre o mais forte tem vantagem tática. O fato de uma cidade com suas edificações proporcionar cobertas e abrigos, o conhecimento detalhado por parte do inimigo do seu layout, e o apoio de sua população contra ações militares de outrem, aumenta bastante as limitações de atuação da força militar. Tudo tem que ser muito bem estudado e planejado, existe uma infinidade de variáveis em um combate urbano, e para que as decisões tomadas sejam corretas e tenham o mínimo de efeito colateral no conflito.

O conceito clássico (e amplamente conhecido) de Guerra Assimétrica pode ser sintetizado como “todo e qualquer tipo de conflito bélico em que, - pelo menos em algum momento -, a superioridade militar (e, particularmente, tecnológica) de um dos contendores resta evidente no campo de batalha”. (FRIEDE, Reis; 2010)

No combate moderno surge a necessidade de adaptação da força terrestre e aérea em saber como atuar nesse novo ambiente operacional. Com base em novos estudos e aplicações em combates recentes se desenvolvem novas formas

de emprego e doutrinas aperfeiçoadas, com uma gama de informações em tempo real que aumentam de forma significativa à consciência situacional dos comandantes.

Como a ação de comando depende exclusivamente da tomada de decisão é necessário não se equivocar nesse momento. Para isso, o comandante da missão inicia seu exame de situação (EB60-ME-12.401, 2016) abordando os fatores da decisão (Missão, Terreno, Meios, Inimigo, Condições Meteorológicas e Considerações Civis) para que seja escolhida a melhor linha de ação e chegue a sua decisão final, para que isso ocorra será apresentada uma forma de auxílio nesse processo que é a Pesquisa Operacional (PO), descrevendo como seu método pode ser utilizado para se tomar a melhor escolha.

Nesse estudo a intenção é apresentar como o método da Pesquisa Operacional pode auxiliar o Comandante na sua tomada de decisão, por meio de pesquisa bibliográfica, documental e questionário. Os problemas de emprego da Aviação do Exército nos conflitos urbanos, quais são suas possibilidades e limitações no cenário atual de combate e como ela poderia ser empregada na terceira dimensão da batalha com o mínimo de danos colaterais, tudo isso seguindo os passos da PO para empregar ou não a Aviação do Exército.

## 1.2 OBJETIVOS

A fim de determinar a melhor forma de emprego da Aviação do Exército em um conflito de área urbana, o presente estudo pretende analisar como é feita uma Pesquisa Operacional e de que forma ela pode dar suporte a consciência situacional dos comandantes na sua tomada de decisão nas 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) Analisar e apresentar como é confeccionada uma Pesquisa Operacional;
- b) Apresentar como é realizado o apoio da Aviação do Exército em combate urbano no nível operacional e tático;
- c) Apresentar a Doutrina de emprego da Aviação do Exército no conflito em ambiente urbano;

d) Identificar as constatações, feitas por especialistas, do cenário dos conflitos urbanos mundiais, nos níveis político, estratégico, operacional e, principalmente, tático;

e) Expor os problemas e as vantagens de se empregar aeronaves do Exército Brasileiro nesse tipo de operação

f) Concluir, a partir da pesquisa realizada, as principais vantagens e desvantagens de se empregar a Pesquisa Operacional no auxílio de tomada de decisões para o emprego da aviação do Exército em um conflito urbano.

### 1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A atual doutrina e os exercícios de treinamento da Aviação do Exército e também das tropas terrestres são baseados no combate convencional dos campos de batalha, no qual só se encontrariam os militares em combate. No entanto, como já apresentado, a realidade dos conflitos recentes é outra, com as guerras se desenvolvendo nas áreas urbanas e com a população civil inserida nesse contexto do combate. É importante observar que os conflitos de tipo irregular, fazem parte de um processo de evolução das guerras, que segundo coronel Willian S. Lind (1989), especialista em estratégia militar, podem ser divididos em quatro tipos, os conflitos de primeira, segunda, terceira e quarta gerações.

A Diretriz de Implantação do Processo de Transformação do Exército, aprovada pela Portaria Nº 75 – EME, de 10 de junho de 2010, alterada pela Portaria Nº 133, de 28 de fevereiro de 2012, que tem por finalidade orientar o planejamento das atividades relacionadas ao processo de transformação do Exército Brasileiro, tem, dentre outros, os objetivos de:

“promover a transformação do Exército, trazendo-o de uma concepção ligada à era industrial para a era do conhecimento; reforçar junto à sociedade brasileira a percepção da relevância e da imprescindibilidade do Exército para a Nação e implantar uma mentalidade de inovação”.

Ainda aborda algumas áreas temáticas importantes como os “Vetores de Transformação: doutrina; preparo e emprego; educação e cultura; gestão de RH; gestão corrente e estratégica; C&T; e Modernização do Material”. [Brasil 2010].

O mais importante atualmente é o despertar para as novas formas de emprego do Exército Brasileiro, e com isso a atualização de manuais e doutrina de emprego da Força, de forma que esteja caminhando em paralelo com as nações mais desenvolvidas, seguindo essa nova diretriz do Estado-Maior do Exército.

## 2 METODOLOGIA



Para extrair dados que permitissem formular uma possível solução para o problema, o traçado desta pesquisa considerou leitura analítica e fichamento das fontes, questionário, argumentação e discussão de resultados.

Quanto à forma de abordagem do problema, utilizaram-se, principalmente, os conceitos de pesquisa qualitativa, pois as referências metodológicas são de profissionais de notório saber da área em questão, que foram fundamentais para a compreensão das necessidades dos militares.

Quanto ao objetivo geral, foi empregada a modalidade explicativa, feita uma análise minuciosa e descritiva do objeto de estudo, tendo em vista o pouco conhecimento disponível dentro do meio militar, notadamente escrito, acerca do tema, o que exigiu uma familiarização inicial, materializada pelas doutrinas e conceitos existentes.

## 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Para iniciar os trabalhos referentes ao estudo desse artigo foi realizada uma busca sobre o tema Pesquisa Operacional primeiramente no âmbito do Exército Brasileiro, encontrando pouca coisa escrita e nenhuma aplicação, sendo ampliadas para as outras Forças Armadas, desta forma encontrada algumas literaturas recentes na Força Aérea e na Marinha, mas nos meios civis o material foi encontrado com mais facilidade, também foi realizada algumas leituras referentes ao emprego da aviação como: a guerra do Vietnã, no qual foram extremamente utilizadas aeronaves de asas rotativas até os conflitos mais atuais ocorridos em áreas urbanas.

A evolução dos combates mostra o aumento considerado dos conflitos em áreas urbanas, o Exército Brasileiro procurando se atualizar e desenvolver suas doutrinas lançou ano passado o manual Operações em área edificada (EB70-10.303, 2018) e esse ano a Aviação do Exército nas Operações (EB70-MC-10.204, 2019) exclusivamente sobre este assunto, fato que corrobora para o desenvolvimento e treinamento desse tipo de combate.

Foram utilizadas as palavras chave: Pesquisa Operacional, combate urbano, ataque à localidade, aviação do Exército Brasileiro na base de dados RedeBIE, em sítios eletrônicos de procura na internet, biblioteca de monografias da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) e da Escola de Comando e Estado Maior do Exército (ECEME), sendo selecionados apenas os artigos em português e inglês. O

sistema de busca foi complementado pela leitura artigos e de manuais de campanha referentes ao tema, do Exército Brasileiro.

a. Critério de inclusão: - Apostilas e artigos relacionados à Pesquisa Operacional, artigos publicados em português, inglês e espanhol, relacionados à atuação da Aviação do Exército, e também o combate urbano no cenário atual. Estudos e matérias jornalísticas e artigos de revistas militares sobre os conflitos modernos.

b. Critério de exclusão: - Estudos que abordam o emprego de tropas não-convencionais em ambiente urbano.

## 2.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados do presente artigo científico baseou-se nos artigos e apostilas referentes à Pesquisa Operacional e nos manuais do Exército Brasileiro abordando os conceitos mais utilizados pela Aviação.

### 2.2.1 PESQUISA OPERACIONAL

Segundo (Silva,1998), a Pesquisa Operacional foi introduzida na sociedade oriunda do meio militar, que tinha objetivo de utilizar recursos militares limitados de forma eficaz, e para isso foi desenvolvido esse importante processo decisório, no qual seu método pode ser utilizado para resolução de problemas reais.

Estudos foram realizados por equipes interdisciplinares de cientistas, com o objetivo de desenvolver soluções para problemas militares de ordem estratégica e tática. É vasta a quantidade de aplicações dessa modalidade de pesquisa, tanto na resolução de problemas militares, quanto em situações cotidianas na área civil. Esta poderosa ferramenta auxilia na tomada de decisões, tendo grande aplicabilidade nas diversas operações militares e podendo ser, amplamente, aplicada nas Forças Armadas. (SILVA, 1998)

A Pesquisa Operacional é dividida em cinco fases de estudo para se chegar a uma solução. Essas fases são: definição do problema, construção do modelo, solução do modelo, validação do modelo e implementação da solução.

A definição do problema consiste em seguir a risca esse conceito:

A descrição dos objetivos é uma das atividades mais importantes em todo o processo do estudo, pois a partir dela é que o modelo é concebido. Da mesma forma, são essenciais que as alternativas de decisão e as limitações existentes sejam todas explicitadas, para que as soluções obtidas ao final do processo sejam válidas e aceitáveis. (LISBOA, 2002)

Trazendo a definição do problema para o nosso tema, tem que ser primeiramente discutido de forma clara, como se faz o emprego da Aviação do Exército em um ambiente urbano, analisando suas limitações técnicas, e de seus sistemas que são as características endógenas e a relação com o ambiente

externo, no caso, o que pode ocorrer como efeito colateral, por exemplo, que são as características exógenas.

A construção do modelo é baseada em modelos aritméticos, pois a Pesquisa Operacional é baseada em uma fórmula matemática, na qual vão ser calculadas as soluções.

A escolha apropriada do modelo é fundamental para a qualidade da solução fornecida. Se o modelo elaborado tem a forma de um modelo conhecido, a solução pode ser obtida através de métodos matemáticos convencionais. Por outro lado, se as relações matemáticas são muito complexas, talvez se faça necessária à utilização de combinações de metodologias. (LISBOA, 2002).

Para a construção das fórmulas matemáticas são utilizados largamente conceitos de matrizes e vetores para a composição das equações lineares, para isso são definidas as variantes dos objetivos propostos, no caso o que se quer alcançar (Exemplos: segurança, rapidez, mínimo de baixas), mas para isso devem ser definidas as variáveis da decisão (Exemplos: inimigo fraco ou forte, voo a baixa altitude, utilização do armamento em ambiente urbano) e todas essas variáveis estão sujeitas a restrições (exemplos: perigo de voar baixo com posse de um armamento de grande poder de fogo do inimigo, tipo de armamento a ser utilizado em ambiente urbano por nossas tropas). Quanto mais simples for esse modelo, mais fácil fica sua experimentação e o custo é diminuído para se chegar à solução.

A solução do modelo:

O objetivo desta fase é encontrar uma solução para o modelo proposto. Ao contrário das outras fases, que não possuem regras fixas, a solução do modelo é baseada geralmente em técnicas matemáticas existentes. (LISBOA, 2002)

O modelo proposto tem que ser compatível com a técnica matemática utilizada, ou seja, essa técnica matemática deve possuir um modelo matemático compatível para calcular uma solução eficiente.

A validação do modelo:

Um modelo é válido se, levando-se em conta sua inexatidão em representar o sistema, ele for capaz de fornecer uma previsão aceitável do comportamento do sistema. Um método comum para testar a validade do sistema é analisar seu desempenho com dados passados do sistema e verificar se ele consegue reproduzir o comportamento que o sistema apresentou. (LISBOA, 2002)

O resultado do modelo deve ser testado, confrontando os resultados obtidos, com um banco de dados de resultados já existentes, no caso resultados históricos que para nosso Exército não se configura, por não ter participado de nenhum conflito em ambiente urbano utilizando sua aviação. No entanto, a aviação possui experiência em operações de não guerra, por exemplo operações de GLO (Garantia da Lei e da Ordem) que pode ser utilizada como banco de dados

histórico para se confrontar os resultados obtidos. A confrontação desse resultado chega a um desvio, que se analisa se esta dentro do padrão ou não para que o modelo possa ser utilizado, se estiver fora desse desvio o modelo tem que ser revisado e alterado.

#### Implementação da solução:

Avaliadas as vantagens e a validação da solução obtida, esta deve ser convertida em regras operacionais. A implementação, por ser uma atividade que altera uma situação existente, é uma das etapas críticas do estudo. É conveniente que seja controlada pela equipe responsável, pois, eventualmente, os valores da nova solução, quando levados à prática, podem demonstrar a necessidade de correções nas relações funcionais do modelo conjunto dos possíveis cursos de ação, exigindo a reformulação do modelo em algumas de suas partes. (LISBOA, 2002)

Para a implementação da solução deve ser alterada a forma de utilizar o meio, no caso à aviação. Para isso, com base nos resultados obtidos serão alteradas as normas, ou criadas novas formas de atuação da força de helicópteros.

A Aviação do Exército demonstra como um diferencial tecnológico do poder de combate terrestre é capaz de ter efetividade em momentos decisivos da operação. Assim as plataformas aéreas são essenciais para a condução de operações de amplo espectro.

Conduzir Operações no Amplo Espectro significa empregar as capacidades militares terrestres combinando diferentes atitudes e tipos de operações. São desenvolvidas em áreas geográficas nem sempre lineares e, provavelmente, não contíguas. É normal, portanto, que prevaleçam as manobras desbordantes ou envolventes na busca por resultados decisivos, que só podem ser conquistados com ações que explorem a iniciativa e a rapidez, atuando sobre os pontos fracos do oponente, para isolá-lo, privá-lo da capacidade de manobrar e retirar-lhe a capacidade de reagir com eficácia. (EB20-MC-10.214, 2014, p.1-1)

Apesar de sua capacidade operativa e da tecnologia embarcada nas aeronaves e nos sistemas da Av Ex, os comandantes devem realizar uma criteriosa análise de risco no estudo do Exame de Situação para o planejamento de emprego de tais meios.

### 2.2.2 CARACTERÍSTICAS OPERATIVAS DA AVEX

No emprego da Aviação do Exército têm que ser levado em consideração suas características operativas que são: mobilidade, velocidade, alcance, ação de choque, flexibilidade de emprego que constam no Manual de Vetores Aéreos da Força Terrestre (EB20-MC-10.214, 2014, p. 3-2).

### 2.2.3 OPERAÇÕES EM ÁREA EDIFICADA

As operações em áreas edificadas se diferenciam das operações convencionais por ter algumas peculiaridades como o risco do efeito colateral. Ela

possibilita a utilização da Av Ex, tanto em situações de guerra, como de não-guerra. Neste artigo abordaremos apenas as situações de guerra, visto que em não-guerra há uma gama enorme de sua utilização, principalmente em operações de coordenação e cooperação com agências.

As áreas edificadas são acidentes capitais importantes no combate. Durante a realização de operações ofensivas, elas devem ser desbordadas e isoladas; todavia, quando se torna imprescindível sua conquista, são utilizados métodos para a neutralização das resistências encontradas. (BRASIL, 2019)

O emprego da Aviação do Exército em áreas edificadas é dividido em 3 (três) fases. A primeira fase que constitui o isolamento, a segunda fase da conquista da localidade e a terceira fase do investimento.

O Manual de Vetores aéreos da Força Terrestre define a primeira fase como:

A primeira das fases de uma operação ofensiva em área edificada é o isolamento da localidade, que é feito pela conquista das regiões que a dominam. Para isso, a Av Ex, integrando uma FT Amv, pode realizar um Ass Amv ou Trnp Amv, com a finalidade de pré-posicionar a F Spf, de forma a acelerar o isolamento da área. (EB20-MC-10.204, 2019, p. 4-7)

Na segunda fase da operação podem-se executar missões de apoio ao combate e apoio logístico para a conquista da localidade, são eles:

- a) comando e controle (C<sup>2</sup>);
- b) posicionamento de meios de artilharia;
- c) apoio à mobilidade ou contramobilidade;
- d) evacuação aeromédica ou transporte de feridos;
- e) suprimento aeromóvel; e
- f) transporte aeromóvel. (EB20-MC-10.204, 2019, p. 4-7)

Na terceira fase da operação, o investimento, tem uma série de aspectos a serem levados em conta para o melhor aproveitamento do apoio da Av Ex, são eles:

Na terceira fase, que é o investimento na localidade, a Av Ex pode apoiar a F Spf durante a progressão no interior da mesma. Nesse caso, devem ser considerados o perfil de voo desejado (altura e velocidade), a vulnerabilidade das aeronaves e os locais de pouso de emergência restritos. A Av Ex pode cumprir, entres outras, missões de:

- a) comando e controle (C<sup>2</sup>);
- b) reconhecimento aeromóvel;
- c) ataque aeromóvel e apoio de fogo aeromóvel (deve ser levado em consideração a precisão e o risco de danos colaterais);
- d) evacuação aeromédica ou transporte de feridos;
- e) infiltração, exfiltração e incursão aeromóveis;
- f) suprimento Aeromóvel; e
- g) transporte Aeromóvel. (EB20-MC-10.204, 2019, p. 4-7)

#### 2.2.4 CONSIDERAÇÕES PARA O PLANEJAMENTO

O emprego da aviação necessita de um planejamento detalhado e oportuno, de preferencia em conjunto com um especialista (podendo ser um oficial de

ligação) para auxiliar abordando as possibilidades e limitações que darão a devida condição de apoio da aviação.

Para o planejamento é seguido à mesma metodologia para solução de um problema militar, abordando os fatores da decisão: missão, inimigo, terreno e condições meteorológicas, meios, tempo e considerações civis. Entretanto com as particularidades do meio aéreo abordado pelo manual de vetores aéreos da força terrestre (EB20-MC-10.214, 2014, p. 3-6, 3-7, 3-8).

A “missão” é necessária fazer previsão de operações futuras, coordenação do espaço aéreo com outros órgãos da Força Componente por exemplo. Para o “inimigo” é importante saber sua localização, dispositivo e suas possibilidades, se possuem armamento aéreo e antiaéreo. O “terreno e as condições meteorológicas” são fatores primordiais, devendo ser levantado os locais de pouso e rotas de voo, e o estudo das condições meteorológicas para que seja utilizada a tripulação especializada para aquele tipo de voo (no caso um voo com óculos de visão noturna ou por instrumentos), que necessita de elevado grau de adestramento da tripulação.

No fator “meios” é necessário saber a quantidade de aeronaves disponibilizada, as tripulações e o tempo de duração da operação visualizando o esforço necessário de pessoal, também há a previsão de postos de suprimento avançado (PRA), ampliando o apoio logístico. O “tempo” visa aproveitar as janelas oportunidade, se utilizando da surpresa, da defesa antiaérea oponente ou deslocamentos de sua tropa de superfície. O aspecto “considerações civis” é de suma importância, por contar com populações em área edificadas e não saber o período que se encontram na Zona de Ação, sendo relevante a participação de um Oficial de ligação de aviação para abordar esse quesito e as regras de engajamento para dar respaldo da missão a ser empregada.

Além dessas características para o planejamento é necessário conhecer e entender as limitações que o emprego de meios aéreos apresenta, constituindo por vezes fatores de fracassos em missões que poderiam ter sido evitados. São eles:

As limitações operativas da Av Ex são:

a) relativa dependência das condições meteorológicas;

b) necessidades específicas referentes à sua logística, tais como o elevado consumo de suprimento da Classe III (combustíveis, óleos e lubrificantes) específico de aviação, o custo de obtenção e manutenção do material de aviação (equipamentos, sistemas e itens de suprimento) e a

capacitação específica do capital humano, necessários para sua execução;

c) vulnerabilidade aos sistemas de defesa antiaérea, às ações de guerra eletrônica e ao fogo das armas portáteis, particularmente durante as operações de pouso e decolagem;

d) dificuldade de reabastecimento de material e de pessoal com capacitação técnica específica (tripulações, equipes de apoio de solo e apoio logístico); e

e) possibilidade de fadiga das tripulações, particularmente nas operações noturnas (em especial com o uso de OVN) e de duração prolongada. (EB70-MC-10.204, 2019, p.2-7)

Outra fase importante, segundo o Anteprojeto do Caderno de instrução – O Emprego da Aviação do Exército nas Operações de Garantia da Lei e da Ordem, é a Coordenação e Controle do Espaço Aéreo que diz o seguinte:

De forma geral, a coordenação e controle do espaço aéreo é uma coordenação das atividades da F He, cabendo esta tarefa ao Controlador de Operações de Aviação (COAv) integrante de um CCOp. Havendo o emprego em conjunto com outros operadores de aeronaves (MB, FAB, F Aux), a coordenação deverá ser feita por um único órgão para se evitar o conflito.

Conforme o documento qualquer aeronave em operações tanto de guerra, quanto de não guerra devem estar sobre o controle de um órgão para que se evite um fogo amigo ou uma colisão com outra aeronave, inclusive a artilharia antiaérea. Geralmente fica sob o controle do CONDRABA (Comando de Defesa Aeroespacial Brasileiro), órgão da Força Aérea Brasileira, de acordo com o manual MCCEA (Medidas de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo, MD33-M-13, 2014).

Desta forma, toda aeronave militar antes de decolar, necessita notificar ao controle com antecedência sobre o voo (Plano de voo ou Plano VOCOM), para que ele esteja informado antecipadamente das atividades que irão ocorrer. Na sequência, antes de iniciar o voo às tripulações devem fazer contato com o órgão de controle pela fonia dos rádios, para que ele possa manter a separação física e controlar as aeronaves dentro do seu espaço aéreo, conforme (MCA 100-11, Preenchimento dos formulários de Plano de Voo, 2017).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

De acordo com o Cel Christopher R. Norrie, Exército dos EUA (2018), temos que nos preparar o quanto antes para os novos combates do século XXI, com a inovação dos métodos doutrinários.

As unidades precisam estar “prontas agora” para vencer um inimigo dotado de poder de combate quase equivalente. Isso exige líderes flexíveis, que possam reagir a condições incertas e tomar decisões sólidas, assim como unidades bem treinadas que sejam proficientes nas ações decisivas, essenciais para a missão. O êxito militar depende de uma

organização disposta a aprender — o Exército precisa adaptar-se tão rápido quanto os adversários da Nação, que mudam suas formas de conduzir operações. (Military Review, Out 2018, p. 2-3)

Essa nova sistemática traz em voga a guerra urbana, com uma necessidade de modernização das Forças Armadas em equipamentos e de seus Comandantes em se adaptar ao novo combate, com flexibilidade e assertividade nas ordens dadas nas operações.

Os estudos realizados abordando o tema em questão mostram que a Pesquisa Operacional (PO) pode ser utilizada em diversas áreas do combate, seja ele o combate em áreas edificadas, objeto de estudo, seja no combate convencional. No entanto, as diversas variáveis apresentadas auxiliam de forma precisa no auxílio da tomada de decisão do comandante, necessitando de um planejamento conjunto neste caso, abordando o vetor aéreo e terrestre. Essa sinergia entre esses dois vetores necessita conhecimento das características de cada sistema empregado, visualizando principalmente suas possibilidades e limitações. A associação desse tipo de estudo, a PO, juntamente ao tipo de combate abordado, evita uma série de erros como o fratricídio, o que eleva o profissionalismo da tropa atuante e sua confiança em combater.

Desta forma será feita uma analogia, em um estudo superficial de modelos que poderiam ser utilizados na Pesquisa Operacional, como um auxílio na tomada de decisão de um Comandante, abordando o emprego da Aviação do Exército no combate em área edificada. Para isso, seguiremos a linha de pensamento da Pesquisa Operacional já abordado na revisão literária, inserindo os dados da aviação.

Para a utilização da Pesquisa Operacional como uma ferramenta no auxílio da tomada de decisão, devemos primeiramente definir o problema que no caso seria o emprego ou não, da Aviação do Exército em uma área edificada. Essa é a primeira fase do estudo, no qual são verificadas as possibilidades e limitações.

Na segunda fase, que é a construção do modelo, que nada mais é do que uma fórmula matemática (para isso é necessário um especialista no assunto para criar esse modelo aritmético, no caso um engenheiro), tendo que serão calculadas as soluções. Para a construção desses modelos com fórmulas matemáticas são utilizados como variantes os dados reais de aviação, neste ponto as possibilidades e limitações entram como variantes. Por exemplo, o fato das condições meteorológicas serem uma limitação, entrará na fórmula matricial, vetorial ou outro



método de cálculo como uma letra, “uma variante”, representando esse tipo de impedimento.

O resultado desse modelo de cálculo com todas as variantes que o comandante quiser inserir serão as soluções, essa é a terceira fase. A solução tem que estar de acordo com a técnica matemática, obtendo um resultado eficiente. De forma que quanto mais simples o modelo utilizado, fica mais fácil realizar as experimentações e com isso se chegar à solução mais fidedigna.

Na quarta parte do processo se chega à validação do modelo. O resultado do modelo obtido por meio dos cálculos deve ser testado confrontando com um banco de dados de mesmos resultados já testados. Chega-se a um ponto complicado desse tipo de estudo na Aviação, o alto custo para este tipo de operação inviabiliza os testes, da mesma forma que não há resultados históricos do Exército Brasileiro empregando seus vetores aéreos nesse tipo de conflito. Uma solução para esse problema seria utilizar o centro de simulação da Aviação do Exército, situado em Taubaté-SP, no Comando de Aviação do Exército. Os baixos custos em realizar testes próximos do que poderiam ser feitos pela força de helicópteros em proveito da tropa de superfície, que se aproxima do ideal, e apresenta bons resultados que confrontados se chega a um desvio, possibilitando ou não o uso desse modelo.

A ultima parte é a implementação da solução, que nada mais é do que depois de avaliadas as vantagens e a validação da solução obtida converterem para normas operacionais de utilização. Por exemplo, chega-se a conclusão de que o voo noturno utilizando o óculos de visão noturna (OVN) em ambiente de área edificada, se pode realizar no máximo por 2 (duas) horas/noite, pela fadiga da tripulação, sendo necessária a troca dessa tripulação. Uma norma que poderia ser alterada, visto que o padrão para esse tipo de voo é de no máximo 4 horas/noite. No entanto, é necessário haver um controle dos valores dessa nova solução, pois levados a prática pode ser que tenham correções, exigindo uma reformulação do modelo. Segue a tabela atual de acordo com a Norma Operacional do CAVEX.

<b>Tipo de voo</b>	<b>Fator de correção utilizado</b>	<b>Esforço máximo de voo específico</b>
Diurno	1,0	8 HDV
IFR	1,4	5,7 HDV
VFR noturno	1,4	5,7 HDV
Voo Tático (PTT)	1,6	5 HDV
OVN	2,0	4 HDV
Ambiente QBN	3,1	2,5 HDV

Tabela 1 - Carga de Trabalho

Fonte: Norma Operacional Nr 01 do CAVEX

A Aviação do Exército apresenta uma defasagem de modernização dos seus materiais que estão sendo modificados com o programa estratégico do Exército que conta com a manutenção e aquisição de novas capacidades, uma delas é a modernização do sistema de armas fennec e novas aquisições, como a obtenção da capacidade de ataque (aquisição de aeronaves de ataque), com essas reestruturações serão melhoradas bastante sua aparelhagem obtendo maior precisão em suas ações.

A Pesquisa Operacional vem para melhorar nosso emprego, deixando mais fácil e preciso a tomada de decisão e desenvolvendo a operacionalidade da Força Terrestre, na qual os comandantes contarão com uma ferramenta amplamente utilizada em empresas do meio civil e exércitos estrangeiros de grande relevância no cenário mundial.

O trabalho pretende, ainda, abrir os olhos do Exército Brasileiro para uma ferramenta que foi criada durante a Segunda Guerra Mundial, amplamente utilizada por outras Forças Armadas estrangeiras, trazida para os meios civis para melhorar seus processos decisórios, entretanto nunca foi utilizada por nossa Força. Neste trecho de (LESSA, 2005) ele fez um estudo de Pesquisas Operacionais realizadas em outros exércitos do mundo e no segundo trecho nas Forças Armadas Brasileira, com exceção do Exército Brasileiro:

De modo geral, existem poucos trabalhos voltados a descrever o estado-da-arte em aplicações militares da PO, podendo-se citar como exemplos mais recentes Hartley III (1992), que pesquisou os trabalhos apresentados entre 1984 e 1991 nos congressos dos Operations Research Society of America e The Institute of Management Sciences - ORSA/TIMS; e Forder (2004), que tece uma visão histórica sobre o emprego da PO restrito ao âmbito do Ministério da Defesa do Reino Unido, desde 1945 até a atualidade. A partir de 1990, não foram encontrados trabalhos que enfocassem o estado-da-arte em casos militares de aplicação de PO. No Brasil, uma ênfase especial vem sendo dada pelo Comando da Aeronáutica e pela Marinha do Brasil à denominada Análise Operacional (AO), que compreende justamente o emprego de métodos matemáticos de

análise para a solução de problemas militares, valendo-se, portanto, de diversas técnicas da Pesquisa Operacional. A AO pode ser entendida como uma atividade que fornece bases metodológicas a uma Força Armada, capacitando-a a identificar grupos de variáveis que afetam os problemas inerentes aos teatros de guerra, de forma a modelá-los matematicamente, dimensioná-los e caracterizá-los, com vistas à melhor compreensão, gerência e exploração dos fenômenos envolvidos. (LESSA, 2005)

As fontes de consulta referentes ao assunto, tanto da pesquisa operacional quanto da utilização da Aviação do Exército em ambientes urbanos são muito escassas na nossa Força Terrestre, mas já melhorado nos últimos anos. O material utilizado foi o encontrado somente na nossa literatura para realmente mostrar o que nós temos, apresentando as nossas deficiências e dificuldades, para que dentro dela nós possamos desenvolver a técnica e doutrina necessária para trabalhar com o que possuímos, podendo fazer um paralelo com doutrinas utilizadas e já testadas em outros países também, mas adaptadas para a nossa realidade.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

De acordo com as questões de estudo e objetivos propostos no início desse trabalho, conclui-se que conforme descrito, o método de utilização da Pesquisa Operacional como forma de auxílio na tomada de decisão pode ser utilizado nesse contexto, como em qualquer outro de atividade operacional do Exército.

No entanto, a falta de um banco de dados referentes a exercícios já realizados ou combates ocorridos nesse contexto de combate urbano dificulta a eficiência do método. Fato que não compromete se chegar ao resultado, mas não apresenta uma segurança 100% fidedigna, porém demonstra ser uma ótima linha de ação que deve ser aproveitada e utilizada o quanto antes para melhorar os resultados e a forma de utilização dos meios mais singulares da Força Terrestre. Outro problema da Força Terrestre é a falta de equipe especializada no assunto Pesquisa Operacional, o que inviabiliza seu estudo, sendo necessária uma participação da Marinha do Brasil ou da Força Aérea Brasileira.

Seguindo a sequência das fases da Pesquisa Operacional (definição do problema, construção do modelo, solução do modelo, validação do modelo e implementação da solução) conforme já descrito anteriormente, chega-se ao resultado de que linha de ação tomar. Com base nessa linha de ação e outras variáveis que não constaram no modelo da pesquisa, como por exemplo, questões políticas e estratégicas que fogem de um modelo matemático, que o comandante

da fração vai tomar sua decisão. Por isso, a Pesquisa Operacional é apenas uma forma de auxiliar o Comandante a decidir corretamente.

De acordo com a doutrina do Exército Brasileiro a Aviação tem uma vasta gama de capacidades para emprego em área edificada, no entanto demos ênfase ao estudo de apenas ao uso genérico em operações ofensivas. Para seu emprego, o inimigo tem que ser mais fraco e não possuir uma artilharia antiaérea, visto a vulnerabilidade de empregá-la em áreas edificadas.

Outra deficiência apresentada é das comunicações da tropa de superfície com as aeronaves na terceira dimensão do combate. O Exército ainda apresenta um problema em suas rádios no contato terra-avião possuindo aparelhos não compatíveis para esse tipo de contato, o que inviabiliza sua utilização comprometendo um pedido de tiro ou de reforço aéreo.

Um tipo de treinamento que traz um ganho enorme para a tripulação é nos simuladores de voo, conforme o questionário mais de 90% dos pilotos concordam que esse tipo de ferramenta auxilia e aumenta muito a capacidade operativa dos especialistas. A Aviação do Exército que é a pioneira nesse tipo de treinamento possui em Taubaté- SP, no Comando de Aviação do Exército, Fort Ricardo Kirk, um centro de simulação, com cabines de treinamento que podem ser interligadas montando seções ou pelotões para um melhor realismo da operação. No entanto, os batalhões que ficam em Campo Grande-MS, 3º B Av Ex, e Manaus-AM, 4º B Av Ex, não possuem cabines de simulação, ficando defasados nesse tipo de treinamento.

Conclui-se, portanto que a Pesquisa Operacional pode ser utilizada no auxílio da tomada de decisão por parte do Comandante da operação. No entanto, com algumas ressalvas, principalmente pela falta de histórico de missões da aviação em áreas edificadas na situação de guerra e equipe especializada na elaboração de uma PO. Para isso o Exército através do Instituto de Engenharia Militar poderia fazer um estudo de como empregar seus engenheiros militares no desenvolvimento de temas de maior relevância para o emprego da tropa.

## REFERÊNCIAS

ARANHA, F (2018). **Combate Urbano – Pesadelo do século XXI**. Disponível em: <<http://www.defesanet.com.br/mout/noticia/30291/COMBATE-URBANO---Pesadelo-do-seculo-XXI/>>. Acesso em 04 de maio de 2019.

BRASIL. Exército. **EB20-MF-10.101: O Exército Brasileiro**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. (2010). **A Diretriz de Implantação do Processo de Transformação do Exército**, aprovada pela Portaria Nº 75 – EME, de 10 de junho de 2010.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB20-MF-10.102: Doutrina Militar Terrestre**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB70-MC-10.204: A Aviação do Exército nas operações**. 1. ed. Brasília, DF, 2019.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB20-MC-10.214: Vetores Aéreos da Força Terrestre**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **EB60-ME-12.401: Trabalho de Estado Maior**. 1. ed. Brasília, DF, 2016.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **MCA 100-11: Preenchimento dos formulários de Plano de Voo Aéreo**. 1. ed. Brasília, DF, 2017

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **MD33-M-XX: Manual de Coordenação e Controle do Espaço Aéreo (CCEA)**. 1. ed. Brasília, DF, 2007.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **MD33-M-02: Manual de Abreviaturas, Símbolos e Convenções Cartográficas das Forças Armadas**. 3. Ed. Brasília, DF, 2008.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **IP-1-20 O Esquadrão de Aviação do Exército**. Instrução Provisória. 1. ed. Brasília, DF, 2003

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **O Emprego da Aviação do Exército nas Operações de Garantia da Lei e da Ordem**. Anteprojeto de caderno de instrução. Instrução Provisória. 1. ed. Taubaté, SP.

BRASIL, Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. (2010). **A Diretriz de Implantação do Processo de Transformação do Exército**, aprovada pela Portaria Nº 75 – EME, de 10 de junho de 2010.

LESSA, N. O. e BELDERRAIN, M. C. N. **Aplicações de Pesquisa Operacional em áreas de interesse militar: um estado-da-arte**. Spolm 2005. Rio de Janeiro, 16 e 17 de agosto de 2005.

LISBOA, E. F. A. (2002). **Pesquisa Operacional**. Disponível em: <<https://www.docsity.com/pt/pesquisa-operacional-18/4802313>>. Acesso em 22 Abr 2019.

LIND, William S. SCHMITT John F. & WILSON Gary I. The Changing Face of War: Into the Fourth Generation. In Research” Academy of Management Review, nº. 2, p.567-575. 1989

NORRIE, Christopher R., Coronel do Exército dos EUA. **Pronto Agora – Nossa primeira**. Military Review, edição brasileira, p. 1-8, Outubro, 2018.

FRIEDE, Reis. **Guerra assimétrica reversa**. *História* [online]. 2010, vol.29, n.2, pp.158-172. ISSN 1980-4369. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-90742010000200009>

SILVA, E. M.; Silva, E. M.; Gonçalves, V.; Murolo, A. C. (1998). **Pesquisa Operacional: programação linear**. 3 Ed. São Paulo: Atlas.

SILVA, C. A. et al. (2014). **Utilização do método multicritério TODIM-FSE para classificação de base logística de brigada**. Blucher Marine Engineering Proceedings, v. 1, n. 1, p. 419-430.

TZU, sun. **A Arte da Guerra**. São Paulo: Record, 2006.

## **ANEXO A – PROPÓSTA PRÁTICA**

Foi verificada no artigo científico a possibilidade de implantação de uma nova ferramenta de auxílio à tomada de decisão do comandante de fração, a Pesquisa Operacional, para este tema especificamente foi utilizado o contexto da Aviação do Exército no emprego de seus vetores aéreos em ambientes urbanos.

Da mesma forma como foi apresentado no artigo, que na Força Aérea Brasileira e a Marinha do Brasil já estão avançando no desenvolvimento desse conceito em seus estudos em diversas áreas de atuação, o Exército não deve ficar de fora, visto que tem locais com profissionais capacitados na área, como o caso do IME (Instituto Militar de Engenharia) e poderia começar a desenvolver alguns projetos dentro da força.

Desta forma, sugiro que nosso Estado Maior, de acordo com nossa nova política de transformação, para passar da era da industrialização para a era do conhecimento, abra os olhos para esse assunto e invista em novos estudos do tema, podendo ser utilizado o conhecimento já adquirido das outras forças proporcionando uma interoperabilidade.

Embora o artigo não tenha apresentado dados de eficácia comprovados, por não ter aprofundado os estudos, o fato de forças armadas de outros países desenvolvidos e a indústria civil, utilizarem esse método para obterem eficácia e redução de custos comprova que estamos atrasados na evolução de nosso Exército.