

# Combate além do alcance visual: um ambiente complexo para tomada de decisão

Aguardando traduções.

Helmer Barbosa Gilberto<sup>1</sup>

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar de que maneira os fatores de complexidade presentes numa arena de combate *Beyond Visual Range* (BVR) influenciaram na obtenção da consciência situacional e no processo de tomada de decisão dos pilotos de F-5M da Força Aérea Brasileira (FAB). Foi feita uma pesquisa de campo com a finalidade de analisar a percepção dos 38 pilotos presentes no EXOP BVR 1-2015. Com base nesses dados foram inferidas, ao universo de 52 pilotos operacionais em combate com mísseis além do alcance visual, análises referentes ao processo de formação da consciência situacional de Endsley (1995). O método de tomada de decisão de Rasmussen (1982) balizou o estudo das respostas dos pilotos que focou o modelo de controle cognitivo SRK. A análise dos resultados evidenciou que os onze fatores de complexidade apresentados aos 38 pilotos prejudicaram a formação da consciência situacional no nível 3, pois dificultaram as projeções futuras das ações dos membros das esquadrilhas na arena. Contudo, os mesmos fatores influenciaram as tomadas de decisões dentro do modelo *Knowledge-Based Behavior* (KBB) que evidenciam ações baseadas em conhecimentos anteriores.

**Palavras-chave:** Fatores de complexidade. Combate além do alcance visual. Consciência situacional. Tomada de decisão.

## ABSTRACT

Aguardando tradução.

Aguardando tradução.

## RESUMEN

Aguardando tradução.

---

1. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica - EAOAR - Rio de Janeiro/RJ - Brasil.

Tenente Coronel Aviador da Força Aérea Brasileira (FAB). E-mail: helmerbg@gmail.com

Recebido: 19/08/15

Aceito: 14/12/16

Aguardando tradução.

## 1 INTRODUÇÃO

O combate com mísseis além do alcance visual, *Beyond Visual Range* (BVR), exige dos pilotos uma preparação específica em virtude dos aspectos relacionados à complexidade do ambiente operacional, que, segundo Perrow (1984), é externa ao operador e

Prezado autor após nova leitura, salvo melhor juízo, o termo abaixo "*Radar Warning Sistem* (RWR)" não seria "*Radar Warning Reciever* (RWR)"?

pioto no momento em que são exigidas competências, habilidades e conhecimento cognitivo. No voo BVR, estas situações são traduzidas na operação do radar, na compreensão do sistema de auto-defesa - *Radar Warning Sistem*<sup>1</sup> (RWR), entre outras envolvidas neste tipo de missão.

Woods (1998) afirma que ambientes complexos podem gerar carga de trabalho cognitivo e assim influenciar na solução de problemas complexos e degradar a performance do operador.

A busca de melhorias táticas e o emprego judicioso de mísseis com capacidade BVR, de médio alcance, aproximaram a Força Aérea Brasileira (FAB) de outras mais desenvolvidas pelas participações em exercícios como a *CRUZEX FLIGHT*, *RED FLAG*, *SALITRE*, entre outros.

O Comando Geral de Operações Aéreas (COMGAR) visando aprimorar estas capacidades, no ano de 2014, executou alguns Exercícios Operacionais (EXOP) específicos para promover o voo de combate BVR entre as Unidades de F-5M.

O amparo legal para este aperfeiçoamento está presente na Estratégia Nacional de Defesa (END) que prevê o uso de sistemas de armamentos embarcados [...] que permitam fogo com exatidão e além do alcance visual (BRASIL, 2008, p. 29).

As falhas podem ser resumidas nos erros de operação do sistema de armamento da aeronave gerados pelos próprios pilotos, no momento do lançamento do míssil. Estes erros geraram a perda da eficiência do armamento em atingir o alvo. É sabido que existem vários fatores intervenientes nesse ambiente que podem alterar o resultado final da missão.

O objetivo de um piloto, em missões de combate BVR, inicialmente, é de não ser abatido e, em seguida, validar um lançamento feito por ele. Porém, a complexidade do ambiente pode influenciar a obtenção dos níveis mais avançados de consciência situacional, segundo Schutte e Trujillo (1996).

Um dos momentos de maior complexidade de tomada de decisão, dentro de uma arena BVR, para um piloto de caça, é o lançamento de um míssil BVR. Para isso, é necessário que ele tenha a compreensão da consciência situacional estabelecida, que, segundo Rasmussen (1982) e Reason (1990), se processa nos três níveis de controle cognitivo.

Desta forma, o presente trabalho propõe estudar a relação entre a obtenção da consciência situacional e as características da tomada de decisão dos pilotos de F-5M da FAB a partir da influência dos fatores de complexidade presentes num voo operacional com capacidade BVR.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO DO EXOP BVR 1-2015

Neste trabalho o pesquisador usou o cenário simulado proposto e estabelecido no EXOP BVR 1-2015 que contemplava uma arena dividida em dois territórios. Dois partidos envolvidos (chamados de AZUL e VERMELHO) se enfrentavam em ações de varredura, escolta e defesa aérea.

Os voos foram realizados visando o treinamento dos pilotos em manobras que desenvolvessem suas habilidades dentro de um cenário complexo para formação da consciência situacional e para as tomadas de decisões, principalmente, nos momentos de um lançamento de míssil de médio alcance.

Os pilotos revezavam os partidos, voando na *Offensive Counter Air* (OCA) – país AZUL, ou na *Defensive Counter Air* (DCA) – país VERMELHO, assim como revezavam suas funções de líder e ala tático nas formações em que voavam. Desta maneira, a pesquisa ganhou credibilidade uma vez que todos os pilotos exerceram posições distintas dentro das esquadrilhas.

<sup>1</sup> *Radar Warning Sistem*: Equipamento aeroembarcado de recepção e alarme de emissões eletromagnéticas de radares de outras aeronaves ou de radares de solo.

### 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Uma característica marcante de um piloto de caça, durante o desenrolar de um voo BVR, é a capacidade de tomada de decisão diante de vários fatores intervenientes.

Existem três fatores de complexidade apontados por Woods (1998 apud HENRIQSON, et al., 2009, p. 434) e que serão estudados nesta pesquisa, a saber: características do sistema, características dos operadores e características das interfaces. As **características do sistema** relacionam-se com o dinamismo do processo, o risco da atividade e as incertezas da tarefa. Para se estudar as **características dos operadores** é necessário saber a quantidade de operadores e a hierarquia entre eles. A quantidade e qualidade dos painéis e controles do sistema revelam as **características das interfaces**.

Nesta pesquisa, todas essas características foram levantadas pelos especialistas do método *Delphi* e apresentadas no Quadro 1. Estas foram inseridas no contexto do EXOP BVR 1-2015 e exploradas através de questionários enviados aos pilotos, após os voos, para se verificar a influência na obtenção dos três níveis de consciência situacional estabelecidos por Endsley (1995).

Os eventos em que houve tomada de decisão pelos pilotos, neste mesmo contexto, foram analisados e guiados pelo método de controle cognitivo de Rasmussen (1982) e Reason (1990).

Para Endsley (1995), a melhora da consciência situacional tem sido o sucesso em programas de treinamento. Por isso, o contexto de voo do EXOP BVR1-2015 caracterizou-se como um ambiente ideal para a quantificação do treinamento dos pilotos de F-5M em voos de combate com mísseis além do alcance visual.

A formação da consciência situacional relaciona-se com o desempenho no voo por três aspectos: as necessidades do piloto, as informações necessárias à percepção a ser medida e a manutenção do ambiente a ser estudado, segundo Endsley (1995).

A mesma autora divide a consciência situacional em três níveis: percepção, compreensão e projeção.

No nível da percepção (**nível 1**) o piloto detecta evidências e monitora a situação. No **nível 2**, o da compreensão, o piloto tem habilidade para compreender os dados e interpretá-los. Já no **nível 3**, o piloto concebe uma antecipação e faz simulação mental para projetar ações futuras. É o chamado nível da projeção, segundo Endsley (1999).

A metodologia para o estudo do processo de tomada de decisão foi balizada por Rasmussen (1982 apud HENRIQSON et al., 2009, p. 435), que explica a tomada de decisão através de três modos de controle cognitivo, conhecido como o **Método SRK**. As demandas

cognitivas relacionadas a grau de previsibilidade grande e respostas psicomotoras realizadas de forma inconsciente são classificadas como *Skill-Based Behavior* (SBB). Para situações de rotina onde haja algum treinamento em que as ações tomadas têm como base regras ou procedimentos preestabelecidos em legislação, os autores classificam-nas como *Rule-Based Behavior* (RBB). Já nas situações inusitadas em que as ações são tomadas com base em conhecimento tácito ou explícito esse processo é chamado de *Knowledge-Based Behavior* (KBB) (RASMUSSEN, 1982; REASON, 1990).

### 4 METODOLOGIA

Os caminhos metodológicos serão clarificados neste capítulo à medida que as ações de pesquisa forem traçadas sobre o fenômeno estudado.

Foi feita uma pesquisa de campo durante o EXOP BVR1-2015. A técnica utilizada foi a da observação direta extensiva que buscou, através de questionários, os dados para a análise do pesquisador (LAKATOS, 2001).

Inicialmente, com a intenção de determinar os fatores de complexidade, analisados pelos pilotos, foi feito um levantamento baseado no Método *Delphi*. De acordo com Shimizu (2006), este método é utilizado para geração e esclarecimento de temas através da coleta de informações e opiniões de especialistas.

Shimizu (2006) afirma que o *Delphi* pode ser usado para pequenos grupos. Foi feito, então, um questionário e enviado para dois pilotos de caça do 1<sup>o</sup>/4<sup>o</sup> Grupo de Aviação (1<sup>o</sup>/4<sup>o</sup> GAV) e dois controladores de voo BVR do 2<sup>o</sup>/6<sup>o</sup> Grupo de Aviação (2<sup>o</sup>/6<sup>o</sup> GAV). Realizaram-se duas consultas com objetivo de se obter a confluência das respostas, ajustando o julgamento coletivo dos envolvidos (SANTOS, 2001).

O *software Google Forms* foi utilizada como forma de divulgação dos questionários. Na primeira fase do método, foram identificados os fatores de complexidade que os quatro especialistas julgaram importantes dentro de um ambiente de voo BVR. Após o recebimento destes, foi confeccionada uma matriz para que fosse submetida à segunda fase do método.

Nesta fase ela foi apresentada aos especialistas para a verificação da relevância dos fatores de complexidade.

Para isso, empregou-se o cálculo do Coeficiente de Concordância (Cc) de cada um dos valores apresentados. Santos (2001) apresenta este cálculo baseado nos parâmetros Vn (quantidade de especialistas em desacordo com o critério predominante) e Vt (quantidade total de especialistas). Santos (2001) também estabelece um Cc igual ou superior a 60% para validação. Esse cálculo foi realizado segundo a Equação 1 (SANTOS, 2001, p. 29).

$$Cc = (1 - Vn/Vt) * 100 \quad (1)$$

A matriz final serviu para a confecção de um questionário que visou obter dos pilotos a percepção sobre como a obtenção da **consciência situacional** e as características da **tomada de decisão** são influenciadas pelos **fatores de complexidade** componentes de um voo BVR.

No final, foram tabulados onze fatores de complexidade e apresentados aos 38 pilotos de F-5M, presentes ao EXOP BVR 1-2015, em questionários logo após os voos.

Foi aplicado o método indutivo, pois, a partir dos dados particulares, constatados pela amostra, foi apresentada uma inferência ao universo de 52 pilotos de F-5M da FAB, operacionais em combate BVR que estavam aptos a participar do exercício. A amostra mínima desejada de 34 respondentes foi considerada para um grau de confiabilidade de 95% com 10 % de margem de erro, conforme preconizado por Cochran (1965). Para isso, foram propostas cinco situações em algumas etapas do voo.

As respostas foram divididas em duas fases. A primeira focava levantar, através da convergência das respostas, de que maneira os fatores de complexidade elencados influenciaram no nível de formação da consciência situacional. O mesmo método foi usado na segunda fase das respostas, pois buscou apontar de que maneira os mesmos fatores de complexidade influenciaram no método de tomada de decisão dos pilotos de F-5M.

O questionário foi formulado da seguinte maneira:

a) Nas questões 1 e 2 foram apresentados os fatores de complexidade relativos à interface. Informações do *Data Link*<sup>2</sup> na tela do *Tactical Situation Display (TSD)*<sup>3</sup>, alcance do RDR e atuação de *Chaff*<sup>4</sup> construíram o cenário proposto. Buscando o posicionamento dos pilotos sobre a formação da consciência situacional, as opções foram apresentadas assim: 1) Conseguiria, somente, detectar o posicionamento dos membros da minha esquadrilha e dos inimigos na tela do RDR e do TSD; 2) Conseguiria compreender as táticas da minha esquadrilha e da esquadrilha inimiga; 3)

Conseguiria analisar as táticas da minha esquadrilha e da esquadrilha inimiga e prever as ações futuras da maioria das aeronaves da arena; e 4) Nenhuma das alternativas acima. Para a obtenção do método de controle cognitivo para o lançamento de um míssil BVR, as opções foram dispostas desta maneira: 1) Tomaria a decisão de lançar baseada nas informações prestadas pelo *Data Link*, pelo RDR da minha aeronave e na minha qualidade pessoal em definir um bom alvo; 2) Tomaria a decisão de lançar baseada nas informações prestadas pelo *Data Link*, pelo RDR da minha aeronave e de acordo com o que prevê a Ordem de Operações; 3) Tomaria a decisão de lançar baseada nas informações prestadas pelo *Data Link*, pelo RDR da minha aeronave e na minha experiência por ter participado de várias manobras similares ao EXOP BVR-1, assim como pelos meus conhecimentos adquiridos nos manuais sobre combate BVR da FAB; e 4) Nenhuma das alternativas acima.

b) Na questão 3 foram apresentados os fatores de complexidade relativos aos operadores. Fraseologia intensa em virtude da falha de *Data Link* e elevado número de contatos no RDR. Buscando o posicionamento dos pilotos sobre a formação da consciência situacional, as opções foram apresentadas assim: 1) Conseguiria continuar no combate, mas somente realizando o *Flow Plan*<sup>5</sup>, sem me preocupar com a *Shot Philosophy*<sup>6</sup>; 2) Conseguiria continuar no combate, mas somente realizando o *Flow Plan* e a *Shot Philosophy*; 3) Conseguiria continuar no combate realizando o *Flow Plan*, a *Shot Philosophy* e planejando todas as ações ofensivas combinadas em *briefing*, a exemplo do *Opportunity To Strikers*<sup>7</sup>; e 4) Nenhuma das alternativas acima. A obtenção do método de controle cognitivo dos pilotos seguiu o mesmo modelo da letra **a**;

c) Nas questões 4 e 5 foram apresentados os fatores de complexidade relativos ao sistema. Fraseologia intensa, impossibilidade de o controlador informar as *Threat Calls*<sup>8</sup>, risco de colisão, arena com 16 aeronaves, tela do RDR saturada de contatos, falha do *Data Link*. Os modelos para obtenção da consciência situacional e do método de controle cognitivo seguiram como o estabelecido na letra **b**.

<sup>2</sup> *Data Link*: sistema aeroembarcado que permite efetuar trocas de dados entre aeronaves de uma mesma formação, desde que conectados na mesma rede.

<sup>3</sup> TSD: equipamento em formato de tela digital, situado no painel da aeronave, que mostra ao piloto as informações táticas fornecidas pelo sistema de navegação, *Data Link*, entre outros.

<sup>4</sup> *Chaff*: partículas metálicas lançadas por aeronaves para realizar contramedidas buscando iludir o radar de aeronaves inimigas e de solo através da formação de uma nuvem metálica.

<sup>5</sup> *Flow Plan*: é o plano de fluxo das aeronaves de caça, dentro de uma arena BVR, determinado pelo líder tático durante o *briefing* da esquadrilha, com a finalidade de se obter superioridade tática na área de conflito.

<sup>6</sup> *Shot Philosophy*: é o plano estabelecido pelo líder tático durante o *briefing* da esquadrilha com a finalidade de estabelecer os momentos e as distâncias dos lançamentos de mísseis BVR.

<sup>7</sup> *Opportunity To Strikers*: mensagem emitida pelo controlador de voo ou pelo líder tático da esquadrilha que apresenta ao piloto a oportunidade de abater uma aeronave inimiga que está na iminência de lançar bombas sobre o país inimigo.

<sup>8</sup> *Threat Calls*: são chamadas realizadas pelos controladores de voo BVR em alerta às ameaças representadas pelos incursores inimigos que tem como objetivo a execução de manobras defensivas por parte dos pilotos e com isso concorrer para aumento das chances de sobrevivência na arena de combate.

**Quadro 1** - Matriz dos fatores de complexidade.

QUESTÃO	FATOR DE COMPLEXIDADE	DESCRIÇÃO
1 e 2	INTERFACE	RADARES DE SOLO/EMBARCADOS SUSCETÍVEIS A <i>CHAFF</i>
		ELEVADO N° DE CONTATOS NO RADAR DE BORDO DO F-5M
		BAIXO ALCANCE DO RADAR DO F-5M
		INFORMAÇÕES DO <i>DATA LINK</i> NA TELA DO CMFD
3	OPERADORES	INTERAÇÃO PILOTO/ CONTROLADOR DURANTE O VOO
		ELEVADO N° DE AERONAVES PARA UM CONTROLADOR
4 e 5	SISTEMA	RECEBER AS <i>THREAT CALLS</i> NO MOMENTO CORRETO
		ARENA BVR COM MAIS DE 4 <i>RED X 4 BLUE</i>
		LOCALIZAÇÃO DAS AERONAVES AMIGAS E INIMIGAS NA ARENA
		RISCO DE COLISÃO
		FRASEOLOGIA SATURADA

Fonte: O autor.

As respostas deles foram tabuladas, classificadas e ordenadas de forma a mensurar a percepção do grupo analisado. Um tratamento estatístico foi estabelecido, pois, segundo Correa (2003), pode-se buscar uma tendência de concentração de valores de uma dada distribuição. Isto é, se ela se posiciona no início, no meio ou no final de certa distribuição. Nesta análise foi utilizada a moda, pois demonstra o dado que ocorre com maior frequência em um conjunto (CORREA, 2003).

Na pesquisa foram identificadas algumas restrições e assim foram classificadas como limitações. Inicialmente, só foi possível abranger o grupo de pilotos de caça que participou do EXOP BVR1-2015. Ocorreu também a limitação do método estatístico que apenas determinou as tendências de concentração das respostas. Por fim, não se analisou a correlação entre as falhas nos níveis de formação da consciência situacional e a classificação de erros de resposta de acordo com o método SRK.

A pesquisa, porém, mostrou-se relevante na medida em que pode contribuir para esclarecer as dificuldades dos pilotos de caça nos momentos de maior complexidade durante um voo BVR e assim apontar de que maneira os lançamentos de mísseis de médio alcance poderão ser empregados de maneira judiciosa através da diminuição dos erros causados pelos fatores de complexidade deste ambiente.

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A pesquisa desenvolveu-se com a finalidade de se estudar a relação entre a obtenção da **consciência situacional** e as características da **tomada de decisão** dos pilotos de F-5M da FAB através da influência dos **fatores de complexidade** presentes num voo operacional com capacidade BVR. Para isso, foi feita uma pesquisa de campo, através de questionário entregue aos pilotos que participaram da Operação BVR 1, no ano de 2015.

A representação da amostra obtida de 38 respondentes, de um universo de 52 pilotos operacionais em voos BVR da FAB, atingiu um grau de confiabilidade de 99%, com margem de erro de 10,95%, conforme preconizado por Cochran (1965).

Foi conferido um tratamento estatístico à pesquisa após a tabulação dos dados, pois, segundo Correa (2003), pode-se buscar uma tendência de concentração de valores de uma dada distribuição. Nesta análise foi utilizada a moda, pois demonstra o valor que ocorre com maior frequência em um conjunto de dados (CORREA, 2003).

Os questionários apontam ao pesquisador a quantidade de vezes (repetição) que os respondentes, quando estão submetidos a certo problema, se comportam em relação ao que lhes foi apresentado (BRYMAN, 2004).

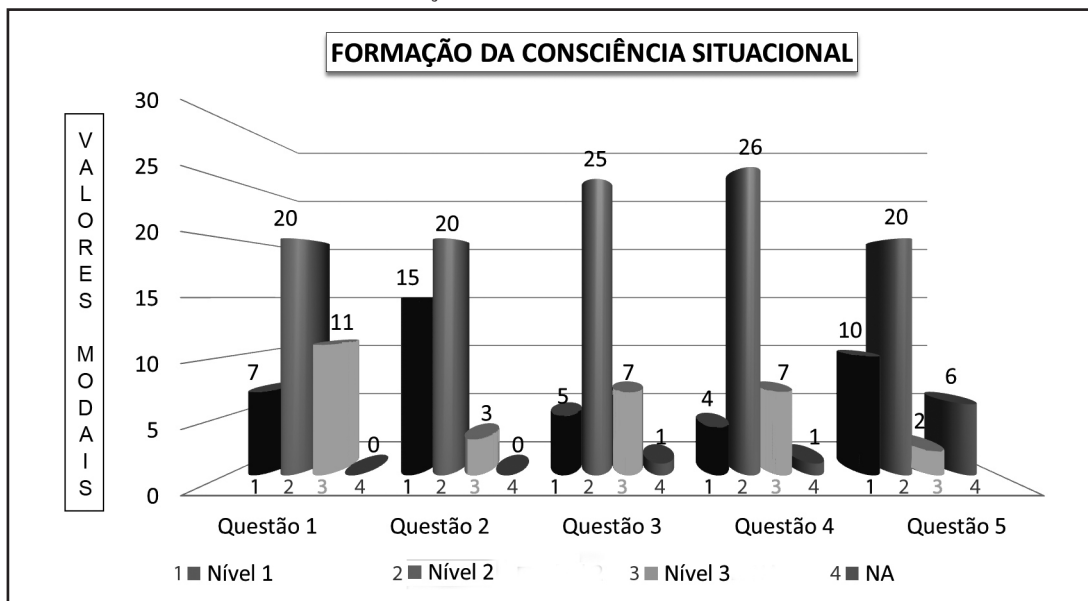
Na primeira fase do questionário, conforme demonstrado no Gráfico 1, foi registrada a ativação dos três níveis da consciência situacional, porém, os pilotos concentraram seus resultados no nível 2. Essa prevalência indica que todos os fatores de complexidade apresentados aos pilotos impediram que tivessem meios de conceber uma antecipação e fazer simulações mentais para projetar ações futuras e dessa forma atingir o nível 3 (ENDSLEY, 1999).

Nas questões 1 e 2, os pilotos somente conseguiriam compreender as táticas da sua esquadrilha e da esquadrilha inimiga, sem ter a capacidade de analisar e projetar as ações futuras da maioria das aeronaves da arena.

No caso das questões 3, 4 e 5, os pilotos conseguiriam continuar no combate e realizar o *Flow Plan* e a *Shot Philosophy*, sem ter condições de projetar as ações ofensivas combinadas em *briefing*, como a de receber uma *Opportunity To Strikers*, engajar combate com este tipo de alvo e continuar realizando o *Flow Plan* e a *Shot Philosophy*.

A dificuldade encontrada pelos pilotos de F-5M para obterem o nível da projeção pode ser corroborada, então, por Schutte e Trujillo (1996), que afirmaram que a complexidade do ambiente pode influenciar a obtenção dos níveis mais avançados de consciência situacional.

Gráfico 1 - Valores modais relativos a formação da consciência situacional.



Fonte: O autor.

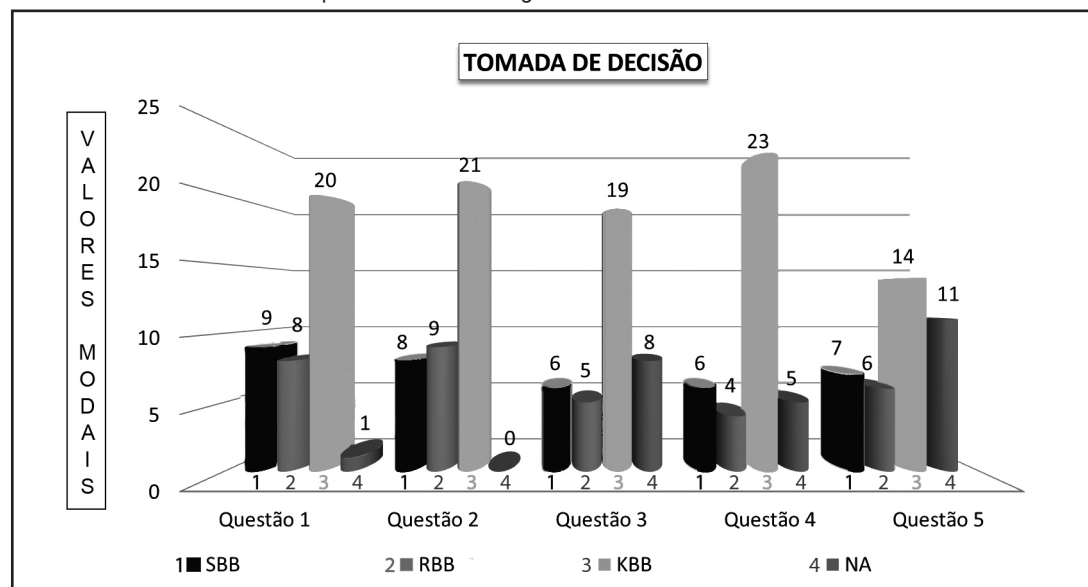
Endsley e Tilbury (2004) afirmam que a compreensão da consciência situacional se processa cognitivamente nos três níveis de controle cognitivo de Rasmussen (1882) e Reason (1990).

Rasmussen (1982) define que os modos de controle cognitivo complementam a abordagem dos níveis de consciência situacional definidos por Endsley (1995, 1999). Para Woods e Sarter (2005), é a partir da consciência situacional que as decisões e ações de controle são selecionadas e ativadas. Tais afirmações justificam o estudo da segunda fase do questionário que esclareceu em que tipo de

demanda cognitiva concentraram-se as respostas dos pilotos.

Na segunda fase do questionário, conforme demonstrado no Gráfico 2, os pilotos concentraram seus resultados na demanda cognitiva tipo *Knowledge-Based Behavior* (KBB). Essa prevalência indica que os onze fatores de complexidade apresentados aos pilotos, baseados em situações inusitadas, possibilitaram que estes operadores tivessem meios de tomar suas decisões, na arena BVR, com base em conhecimento tácito ou explícito (RASMUSSEN, 1982; REASON, 1990).

Gráfico 2 - Valores modais dos tipos de demandas cognitivas.



Fonte: O autor.

Os fatores de complexidade apresentados nas questões de 1 a 2 geraram situações de regras claras e de maior conhecimento dos pilotos, como RDR e *Data Link* operacionais, segundo Rasmussen (1982 apud HENRIQSON et al., 2009 p. 435). Neste momento, as respostas tiveram menor espalhamento entre as alternativas, demonstrando uma clara definição para o comportamento em KBB.

Nas questões 3 e 4, alguns fatores de complexidade, conhecidamente de difícil gerência para os pilotos, como falha de *Data Link* e dificuldade em receber as *Threat Calls* foram inseridos e, segundo Rasmussen (1982 apud HENRIQSON et al., 2009, p. 435) representam regras que não estão definidas em manuais e exigem uma abstração de representação em níveis superiores exigindo conhecimento armazenado dos pilotos.

Na questão 5, o elevado número de aeronaves na arena, a necessidade de maior controle de altitude e a falha de *Data Link* foram fatores que geraram o maior grau de indecisão dos operadores, como pode ser visto no Gráfico 2. Uma grande parcela deles decidiu pela opção Nenhuma das Respostas Acima (NA). Contudo, a prevalência no método KBB baseou-se nas decisões definidas nos conhecimentos relacionados a situações treinadas e vividas anteriormente, segundo Rasmussen (1982 apud HENRIQSON et al., 2009, p. 435).

Os caminhos metodológicos desta pesquisa focaram os fatores de complexidade, constantes de uma arena de combate BVR, dentro do processo de formação da consciência situacional e as características da tomada de decisão de um piloto operacional na aeronave F-5M.

Graças à predominância da formação da consciência situacional no nível 2 e da demanda cognitiva no método KBB, pode-se afirmar que os onze fatores de complexidade apresentados aos 38 pilotos de F-5M, durante o EXOP BVR 1-2015, geraram uma restrição na obtenção do nível de projeção das ações futuras. Porém, determinaram que os pilotos tomassem suas decisões num nível de abstração alto, focadas em conhecimentos previamente conhecidos, baseados em situações treinadas e vividas anteriormente, atingindo desta maneira o objetivo da pesquisa.

## 6 CONCLUSÃO

O trabalho iniciou abordando algumas características da complexidade do ambiente BVR e a preparação específica para os pilotos de caça.

Através dos *debriefings* dos EXOP de 2014 observaram-se algumas falhas dos pilotos nos momentos finais do lançamento de um míssil de médio alcance, gerando perda de eficiência dos mesmos.

Decidiu-se, então, focar o estudo sobre a formação da consciência situacional estabelecida por Endsley (1995) e o método de tomada de decisão dos pilotos Rasmussen (1982 apud HENRIQSON et al., 2009, p. 435) no momento do lançamento de um míssil com capacidade BVR.

Estes fatos geraram a inquietação em se buscar o esclarecimento sobre a relação entre a obtenção da **consciência situacional** e as características da **tomada de decisão** dos pilotos de F-5M da FAB a partir da influência dos **fatores de complexidade** presentes num voo operacional com capacidade BVR.

Na busca pela fundamentação teórica, o conceito de fatores de complexidade revelou-se aplicável na pesquisa, pois apresenta três aspectos plenamente coerentes com o voo BVR. Neste sentido, os fatores relacionados com as características do sistema, dos operadores e das interfaces foram apresentados aos 38 pilotos de caça presentes no EXOP BVR 1-2015.

O primeiro instrumento de pesquisa utilizado foi o método *Delphi* para que os fatores de complexidade constantes de uma arena BVR fossem levantados por quatro especialistas. A confluência das respostas e o alinhamento de onze fatores foram alcançados após duas séries de questionários.

Como consequência disso, foi feita uma pesquisa de campo, através de questionário apresentado aos 38 pilotos da amostra, após os voos do EXOP BVR 1-2015 para que manifestassem seus desempenhos na formação da consciência situacional e para que tomassem suas decisões de acordo com o método SRK.

As informações colhidas pelas respostas da primeira fase das questões revelaram que todos os onze fatores de complexidade apresentados aos respondentes prejudicaram a formação do nível 3 de formação da consciência situacional. Com isso, a projeção das ações futuras das aeronaves da arena foi prejudicada. De acordo com as respostas, os pilotos conseguiriam executar o *Flow Plan* e a *Shot Philosophy*, mas não teriam condições de receber uma mensagem de *Opportunity To Strikers* e engajar com este alvo.

Na segunda fase das respostas, os pilotos concentraram seus resultados na demanda cognitiva tipo *Knowledge-Based-Behavior* (KBB). Essa prevalência demonstrou que as tomadas de decisão, influenciadas pelos onze fatores de complexidade, foram baseadas no conhecimento tácito ou explícito dos 38 pilotos de caça.

Em face dos fatos apresentados, afirma-se que, apesar de haver uma deficiência na formação da consciência situacional no nível projeção (nível 3), pela maioria dos pilotos, as decisões foram tomadas

no mais alto nível conhecido pelo método SRK. Com isso, ficou definido que os pilotos chegaram a um elevado grau de abstração baseado em conhecimentos anteriormente armazenados.

Ficou, desta maneira, estabelecida a relação entre a obtenção da **consciência situacional** e as características da **tomada de decisão** dos pilotos de F-5M da FAB a partir da influência dos **fatores de complexidade** presentes num voo operacional com capacidade BVR, sendo o objetivo da pesquisa alcançado.

Como principais ensinamentos, projeta-se que o esclarecimento dos níveis de formação de consciência situacional conseguidos e os métodos de tomadas de decisões poderão ser aproveitados para a modificação do treinamento dos pilotos de F5-M e da preparação dos EXOP da FAB.

Sugere-se, contudo, o aperfeiçoamento da pesquisa que pode ser desenvolvida em outros contextos, como por exemplo a arena *Within Visual Range* (WVR), ataque ar-solo, apoio aéreo aproximado, entre outros.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 6.703, de 18 de dezembro de 2008. Aprova a Estratégia Nacional de Defesa, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2008.

BRYMAN, A. Qualitative research on leadership: a critical but appreciative review. **The Leadership Quarterly**, v. 15, n. 6, p. 729-769, dez. 2004. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1048984304000840>>. Acesso em: 23 jun. 2015.

COCHRAN, W. G. **Técnicas de amostragem**. Tradução de Fernando A. Moreira Barbosa. Rio de Janeiro: Aliança para o Progresso, 1965.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e estatística**. 2. ed. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003.

ENDSLEY, M. R. **Measurement of situation awareness in dynamic systems. Human factors**. Texas Tech University, 1995. p. 65-84. Disponível em: <[http://uwf.edu/skass/documents/HF.37.1995-Endsley-Measure\\_001.pdf](http://uwf.edu/skass/documents/HF.37.1995-Endsley-Measure_001.pdf)>. Acesso em: 06 jun. 2015.

\_\_\_\_\_. Situation awareness in aviation systems. In: GARLAND, D. J.; WISE, J. A.; HOPKIN, V. D. **Handbook of aviation human factors**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999. p. 257-276.

ENDSLEY, M. R.; TILBURY, D. M. **Modular verification of modular finite state**. New York: Plenum Press, 2004. p. 972-979.

HENRIQSON, E. et al. Consciência situacional, tomada de decisão e modos de controle cognitivo em ambientes complexos. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 433-444, 2009.

LAKATOS, E. M. **Metodologia do trabalho científico**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

PERROW, C. **Normal accidents: living with high-risk technologies**. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1984.

RASMUSSEN, J. Human errors: a taxonomy for human malfunction in industrial installations. **Journal of Occupational Accidents**, v. 14, p. 311-333, 1982.

REASON, J. **Human error**. Cambridge, UK: Cambridge University, 1990. p. 302.

SANTOS, A. C. O uso do método Delphi na criação de um modelo de competências. **Revista de Administração**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 25-32, abr./jun. 2001. Disponível em: <<http://www.rausp.usp.br/download.asp?file=v36n2p25a32.pdf>>. Acesso em: 06 maio 2015.

SCHUTTE, P. C.; TRUJILLO, A. C. Flight crew task management in non-normal situations. In: HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS ANNUAL MEETING, 40., 1996, Philadelphia. **Proceedings ... Philadelphia: [s.n.]**, 1996. p. 244-248.

SHIMIZU, T. **Decisão nas organizações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

WOODS, D. D. Designs are hypotheses about how aircrafts shape cognition and collaboration. **Ergonomics**, n. 41, p. 168-173, 1998.

WOODS, D. D.; SARTER, N. Learning from automation surprises and going sour accidents. In: SARTER, N.; AMALBERTI, R. **Cognitive engineering in the aviation domain**. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 2005.