

# A influência da compreensão dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica

*The influence of pilots' understanding of the interaction of risk factors in the maximum effort landing operation in Antarctica*

*La influencia de la comprensión de los pilotos sobre la interacción de los factores de riesgo en la operación de aterrizaje de máximo esfuerzo en la Antártida*

Joyce de Souza Conceição<sup>1</sup>

## RESUMO

Esta pesquisa teve como objetivo identificar qual é a influência da compreensão dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica. Para isto, inicialmente procedeu-se pesquisa documental, a fim de determinar, dentre os fatores de planejamento do pouso de máximo esforço, quais aqueles que se constituem fatores de risco no contexto Antártico. Por meio da aplicação do arranjo de matrizes proposto pelo Método Brasileiro de Análise de Riscos, as variáveis identificadas foram classificadas de acordo com suas características de motricidade e dependência. Após isto, foi realizado levantamento junto aos pilotos do Quadro de Tripulantes Antárticos, buscando verificar qual era compreensão daqueles tripulantes quanto à interação entre os fatores, os quais foram igualmente submetidos a um arranjo de matrizes e classificados de acordo com método proposto por Brasileiro (2006). A comparação entre a classificação aferida na pesquisa e a percebida pelos pilotos indicou diferenças na localização dos fatores “vento”, “contaminação” e “ponto de toque”, os quais foram compreendidos pelos tripulantes como os de menor influência no sistema. Sendo assim, verificou-se que tal diferença observada pode ser indício de uma baixa Consciência Situacional no nível “compreensão”, o qual, segundo Endsley (1999), refere-se à habilidade de compreender, interpretar e avaliar dados. Após

tais constatações, concluiu-se que a compreensão inadequada a respeito da interação dos fatores de risco pode concorrer para acidentes ou incidentes na operação em SCRM, aumentando a possibilidade de eventos como saídas de pista ou perdas de controle lateral da aeronave.

**Palavras-chave:** Antártica. Pouso de Máximo Esforço. Fatores de Risco. Compreensão.

## ABSTRACT

*This research aimed to identify the influence of pilots' understanding of the interaction of risk factors in the maximum effort landing operation in Antarctica. In this regard, a documentary investigation was initially carried out to determine, among the planning factors of the maximum effort landing, which ones are risk factors in the Antarctic context. By applying the matrix arrangement proposed by the Brazilian Risk Analysis Method, the identified variables were classified according to their motor and dependency characteristics. Next, a survey was conducted with the Antarctic Crew Charter pilots to verify what crew members understood regarding the interaction between factors, which were also subjected to a matrix arrangement and classified according to the method proposed by Brasileiro (2006). The comparison between the classification obtained in the survey and the pilots' perception indicated differences in the*

I. Primeiro Esquadrão do Primeiro Grupo de Transporte (1º/1º GT) – Rio de Janeiro/RJ – Brasil. Bacharel em Ciências Aeronáuticas pela Academia da Força Aérea. E-mail: joyceconceicao@gmail.com

Recebido: 26/09/2019

Aceito: 18/02/2020

*location of the factors “wind”, “contamination” and “point of contact”, which were understood by the crew members as those with less influence on the system. Therefore, it was found that such difference may be an indication of a low situational awareness at the level of “understanding”, which refers to the ability of understanding, interpreting and evaluating data, according to Endsley (1999). After such findings, it was concluded that an inadequate understanding of the interaction of risk factors can contribute to accidents or incidents in the operation in SCRM, increasing the possibility of events such as runway departures or loss of lateral control of the aircraft.*

**Keywords:** *Antarctica. Maximum landing effort. Risk factors. Understanding.*

## RESUMEN

*Esta investigación tuvo como objetivo identificar la influencia de la comprensión de los pilotos sobre la interacción de los factores de riesgo en la operación de aterrizaje de máximo esfuerzo en la Antártida. Para ello, inicialmente se realizó una investigación documental para determinar, entre los factores de planificación del aterrizaje de esfuerzo máximo, cuáles son factores de riesgo en el contexto antártico. Mediante la aplicación del arreglo matricial propuesto utilizando el Método de Análisis de Riesgos de Brasileño, las variables identificadas se clasificaron de acuerdo con sus características motoras y de dependencia. Después de esto, se realizó una encuesta con los pilotos del Personal de la Tripulación Antártica, para verificar qué entendían aquellos miembros de la tripulación con respecto a la interacción entre los factores, que también fueron sometidos a un arreglo de matriz y clasificados de acuerdo con el método propuesto por Brasileño (2006). La comparación entre la clasificación obtenida en la encuesta y la percibida por los pilotos indicó diferencias en la ubicación de los factores “viento”, “contaminación” y “punto de contacto”, que los miembros de la tripulación entendieron como aquellos con menos influencia en el sistema. Por lo tanto, se encontró que tal diferencia observada puede ser una indicación de baja Conciencia Situacional en el nivel de “comprensión”, que según Endsley (1999), se refiere a la capacidad de comprender, interpretar y evaluar datos. Después de tales hallazgos, se concluyó que una comprensión inadecuada de la interacción de los factores de riesgo puede contribuir a accidentes o incidentes en la operación en SCRM, aumentando la posibilidad de eventos como salidas de pista o pérdida del control lateral de la aeronave.*

**Palabras clave:** *Antártida. Máximo esfuerzo de aterrizaje. Factores de riesgo. Comprensión.*

## 1 INTRODUÇÃO

O Primeiro Esquadrão do Primeiro Grupo de Transporte (1º/1ºGT), Esquadrão Gordo, é Unidade da Força Aérea Brasileira sediada no Rio de Janeiro, que tem como missão institucional capacitar suas equipagens e equipe de manutenção para emprego em combate em períodos de conflito e adestrar-se para cumprimento das missões atribuídas em tempo de paz, utilizando a aeronave C-130H (Hércules) em missões de Transporte Aereológico, Ressuprimento Aéreo, Reabastecimento em Voo, Missões Humanitárias e de Busca e Salvamento (BRASIL, 2017).

No escopo das missões de Transporte Aereológico, existem aquelas em apoio ao Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), as quais ocorrem desde o ano de 1983, com o transporte de pesquisadores, equipamentos, alimentos e militares para guarnecer a Estação Brasileira Comandante Ferraz (BRASIL, 2014). O pouso no Continente Gelado é realizado no aeródromo Teniente Rodolpho Marsh Martin (SCRM), localizado na Península Antártica.

Devido às características daquele aeródromo, faz-se necessário executar a técnica de operação de máximo esforço, a qual, segundo o manual de voo, “é aquela que requer o uso de procedimento fora dos parâmetros normais de decolagem e pouso, devido ao comprimento ou condições da pista” (BRASIL, 2006a, p. 5-38).

A realização do pouso de máximo esforço em SCRM é crítica, pois alguns fatores característicos da região elevam sobremaneira o grau de complexidade da manobra. Faz-se necessário, por exemplo, a manutenção de um perfil de aproximação adequado sob condições de forte vento cruzado, pois esta situação, quando combinada com um elevado nível de contaminação da pista com gelo, neve ou lama, pode levar à total perda do controle da aeronave no solo. Por esse motivo, os tripulantes antárticos são selecionados somente após atingirem no mínimo a marca de 700 horas de voo de C-130 e se tornarem instrutores da aeronave, passando ainda pela avaliação de um Conselho Operacional.

Neste contexto, por meio de consulta aos arquivos da Seção de Investigação e Prevenção de Acidentes, verificou-se que nos últimos cinco anos, durante as operações de pouso e decolagem na Antártica, ocorreram um acidente, no ano de 2014 (FAB 2470), um incidente, no ano de 2016 (FAB 2475), além de algumas situações anormais reportadas em Relatórios de Prevenção (RELPREV<sup>1</sup>) em 2017, em episódios nos quais, de acordo com os relatórios produzidos em cada ocasião,

<sup>1</sup> Relatórios voluntários, preenchidos por tripulantes ou não, visando reportar situação de risco em potencial, visando a prevenção de acidentes futuros.

o julgamento pode ter influenciado nas ocorrências. Segundo dados estatísticos da aviação brasileira apresentados pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes (CENIPA<sup>2</sup>), o deficiente julgamento se fez presente em 58% dos acidentes ocorridos no Brasil entre os anos de 2006 e 2015 (ALMEIDA, et al., 2016).

Tal cenário fez surgir uma inquietação na autora, a qual, tendo atuado como Oficial de Segurança de Voo desde o ano de 2014 e ingressado no Quadro de Tripulantes (QT) Antártico no ano de 2015, observou, em uma análise preliminar dos relatórios acima mencionados, que poderia estar ocorrendo uma compreensão inadequada dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação na Antártica, com possíveis implicações na segurança operacional, pois um inadequado nível de compreensão poderia ser reflexo de uma baixa Consciência Situacional (C.S.), definida por Mica Endsley (1999, p. 258) como “a percepção dos elementos no meio existente em um volume de tempo e espaço, a compreensão de seu significado e a projeção de seu *status* no futuro próximo”.

Desta inquietação, surgiu o seguinte problema de pesquisa: qual é a influência da compreensão dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica?

Tendo como base este problema, foram elaboradas as seguintes questões norteadoras (QN):

QN1: Dentre os fatores de planejamento do pouso de máximo esforço, quais se constituem fatores de risco na operação Antártica?

QN2: Qual é a interação entre os fatores de risco da operação de pouso de máximo esforço na Antártica?

QN3: Qual é a compreensão dos pilotos a respeito da interação entre os fatores de risco da operação de pouso de máximo esforço na Antártica?

Em seguida, o objetivo geral deste Artigo foi estabelecido: analisar qual é a influência da percepção dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica.

Por fim, foram definidos os objetivos específicos (OE) da pesquisa:

OE1: Identificar, dentre os fatores de planejamento do pouso de máximo esforço, quais aqueles que se constituem fatores de risco na operação Antártica.

OE2: Identificar qual é a interação entre os fatores de risco da operação de pouso de máximo esforço na Antártica.

OE3: Identificar qual é a compreensão dos pilotos a respeito da relação de influência entre os fatores de risco da operação de pouso de máximo esforço na Antártica.

Definidos os objetivos, cabe ressaltar a importância da pesquisa em tela para o Comando da Aeronáutica e para o 1º/1ºGT, uma vez que as conclusões apresentadas poderão ser úteis para promover ou elevar a segurança operacional nas missões em apoio ao Programa Antártico Brasileiro, prevenindo acidentes e minimizando a perda de recursos materiais e humanos.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

As teorias de análise de risco têm como objetivo explicitar o nível do risco e sua natureza e podem auxiliar na tomada de decisão frente a diversas situações, como em operações aéreas. Para Brito (2007), risco é a possibilidade do acontecimento de evento que afete negativamente um cenário. Brasiliano (2006), por sua vez, define risco como uma condição que aumenta ou diminui o potencial de eventos negativos em um sistema, e afirma que os fatores de risco são a origem ou a causa de um determinado perigo. À luz destas definições, verifica-se que no cenário da operação antártica, os riscos podem estar relacionados às condições ambientais ali encontradas, as quais levam a um determinado perigo, neste caso, à ocorrência de acidentes e incidentes aeronáuticos.

Desta forma, para que seja possível realizar um eficiente processo de avaliação e análise dos riscos em cenários com grande quantidade de variáveis presentes, a exemplo do encontrado na Antártica, Brasiliano (2009) estabelece que os fatores envolvidos podem ser considerados a partir de suas características de motricidade (influência) ou dependência, de maneira que possibilite definir quais aqueles que são essenciais à evolução do sistema. Sendo assim, Michel Godet (2006), na obra “La Prospective Stratégic”, propõe uma classificação das variáveis de um sistema entre: ligação, motrizes, dependentes e independentes.

Para estes autores, são variáveis de ligação aquelas que possuem valores máximos de motricidade e dependência. Segundo Brasiliano (2006), qualquer ação sobre elas repercutirá nas demais e o efeito retornará sobre si mesmo. Quanto às variáveis motrizes, estas representam os fatores que condicionam o restante do sistema. São muito influentes e pouco dependentes, consideradas como principais do sistema estudado, pois determinam a dinâmica do conjunto, e por conta disso, devem ser objeto de atenção prioritária. As variáveis dependentes, por sua vez, são altamente influenciáveis e pouco motrizes. Sua evolução ocorre de acordo com a evolução das demais. Por fim, as variáveis

<sup>2</sup> Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes – principal órgão responsável por gerenciar o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes (SIPAER) no Brasil.

independentes representam as variáveis autônomas, que não se constituem fatores determinantes no cenário. São pouco dependentes e pouco motrizes, e podem até serem excluídas do sistema sem maiores consequências (GODET, 1993).

A classificação das diversas variáveis relevantes no planejamento das missões de pouso na Antártica é oportuna, pois segundo Godet (1993), a comparação entre as variáveis permite confirmar a importância de certos fatores, e também revelar aqueles que, por meio de ações indiretas, desempenham papel relevante, o qual não seria facilmente detectado se analisado individualmente.

Gava (2011, p. 51), por sua vez, afirma que esta classificação pode ser adequada à atividade aérea, “pois deixa claro quais fatores são os mais influenciadores dos demais e, dessa forma, torna possível priorizar as medidas mitigadoras a fim de economizar tempo e recursos”, corroborando a viabilidade da aplicação de teorias que hierarquizem os fatores de risco na operação na Antártica.

A partir desta visão, faz-se oportuno também considerar os aspectos relacionados à Consciência Situacional (CS), definida por Mica Endsley (1999, p. 258) como “a percepção dos elementos no meio existente em um volume de tempo e espaço, o entendimento de seu significado e a projeção de seu *status* no futuro próximo”. A CS é classificada em três níveis: Percepção, Compreensão e Projeção.

No primeiro nível, a Percepção, Endsley (1999) postula que o piloto deve perceber o estado, os atributos e a dinâmica dos elementos relevantes do ambiente e no contexto, como as condições climáticas, o estado da pista em uso e demais fatores que condicionam a operação antártica, por exemplo.

O nível Compreensão, segundo a teórica, refere-se à habilidade de compreender, interpretar e avaliar os dados, tendo como resultado um claro entendimento de como os elementos identificados no nível Percepção influenciam para a consecução dos objetivos definidos. No cenário encontrado em SCRM, onde muitas decisões necessitam serem tomadas em um curto espaço de tempo, uma compreensão adequada dos elementos ambientais presentes pode se constituir fator determinante para que sejam atingidos os objetivos e para o sucesso da operação.

Quanto ao terceiro nível da CS, a Projeção, esta envolve a antecipação e a simulação mental, de maneira a averiguar, em um cenário percebido e compreendido, quais são os elementos e estados prováveis, projetando-os para o futuro. É o nível mais alto da CS, e não foi objeto desta pesquisa, cuja metodologia, conforme será visto adiante, permite tão somente verificar se os pilotos do QI Antártico percebem e compreendem corretamente como interagem os fatores de risco da operação.

Neste contexto, cabe salientar que, segundo Endsley (1999), a falha no nível Percepção é responsável por cerca de 72% dos acidentes em que há a perda da C.S. entre os fatores contribuintes, estando o nível Compreensão presente em outros 22% das ocorrências. Portanto, nas operações de pouso em cenários complexos, como o encontrado na Antártica, adequados níveis de percepção e de compreensão são fatores que não podem ser negligenciados.

### 3 METODOLOGIA

Esta pesquisa foi classificada como descritiva (GIL, 2002), pois além de ter identificado as características da operação de máximo esforço na Antártica, estabeleceu uma relação entre a interação dos fatores de risco pesquisados, e a compreensão dos pilotos acerca desta interação, de maneira que permitisse verificar qual é a influência da compreensão dos pilotos na operação de pouso na Antártica.

A fim de alcançar os objetivos específicos, foram elaborados os seguintes passos no plano de trabalho: identificação dos fatores de risco presentes no cenário antártico, aplicação dos dados no arranjo de matrizes proposto pelo Método Brasileiro, levantamento junto aos pilotos visando identificar sua compreensão sobre a interação dos fatores e comparação de resultados.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, foi realizada inicialmente uma pesquisa documental junto aos manuais de voo e de desempenho da aeronave, Manual Antártico, Manual de Procedimentos, além de publicações da *Federal Aviation Administration*<sup>3</sup> (FAA) e da *Flight Safety Foundation*<sup>4</sup> (FSF), de maneira a caracterizar as condições da operação de pouso na Antártica, e identificar, dentre as variáveis de planejamento, aquelas que se constituem fatores de risco, de acordo com a definição de Brasiliano (2006), viabilizando a elucidação da QN1.

Para elucidar a QN2, e assim estabelecer qual é a relação de interdependência entre as variáveis, os fatores identificados por meio da pesquisa documental foram inseridos em um arranjo de matrizes proposto por Brasiliano (2009): Matriz de Impactos Cruzados (MIC) e Matriz de Vulnerabilidade (MVul).

A MIC permite avaliar as interdependências entre os fatores, quantificando a conexão entre eles. Nesta matriz, os dados são inseridos de cima para baixo, avaliando-se como o fator de cada coluna influencia no fator das linhas. No exemplo abaixo, na primeira coluna, verifica-se que fator “x1” exerce grau 1 de influência (baixa influência) sobre o fator “x2”, e nenhuma influência sobre os demais.

<sup>3</sup> FAA: Entidade governamental do Estados Unidos que regulamenta diversos aspectos da aviação civil americana (FAA, 2016a).

<sup>4</sup> FSF: organização internacional independente, cujo objetivo é proporcionar, de forma imparcial, orientação especializada em segurança de voo para a comunidade aeronáutica (BRASIL, 2016a).

Figura 1 - MIC e Quadro de Valores.

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	D
x1	0	1	1	1	1	1	5
x2	1	0	1	1	1	0	4
x3	0	1	0	0	1	1	3
x4	0	0	0	0	1	1	2
x5	0	1	1	0	0	1	3
x6	0	1	0	0	1	0	2
M	1	4	3	2	5	4	

Influência	Nota
ALTA	3
MÉDIA	2
BAIXA	1
NÃO INTERFERE	0

**D = Dependência M = Motricidade**

Fonte: Brasileiro (2009, p. 34).

Sendo assim, conforme prevê o método (BRASILIANO, 2009), em cada cruzamento entre os fatores de risco, deve ser atribuído um grau de 0 a 3, definido a partir da constatação da influência de cada fator sobre o outro. Na pesquisa em tela, esta constatação se deu prioritariamente por meio da análise dos gráficos do manual da aeronave. Por exemplo, ao cruzar o fator peso com o fator distância de pouso, verificou-se que um aumento de 10mil libras (equivalente a uma quadrícula) no peso, correspondente a um aumento de aproximadamente 10% na distância de pouso. Ao cruzar o fator peso com o fator limite de vento, verificou-se, por outro lado, que um aumento de 10mil libras no peso ocasiona um aumento de 4% no limite de vento recomendado, e assim por diante. O fator de maior influência verificado no gráfico apontou uma influência de 30% sobre a outra variável; o menor, cerca de 4%; e medianos, em torno de 10%. Desta maneira foram adotados os seguintes parâmetros na definição dos valores a serem inseridos na matriz:

- Grau 0 – 0% – não influencia;
- Grau 1 – 1 a 5% – influencia fracamente
- Grau 2 – 6 a 15% – influencia moderadamente
- Grau 3 – 16 a 30% – influencia fortemente

Os cruzamentos que, por suas características, não puderam ser mensurados de maneira quantitativa, por meio dos gráficos, foram analisados à luz das diversas literaturas que discorrem sobre os temas relacionados à segurança nas operações de pouso, como as publicações da FAA e da FSF sobre os temas “Aproximação Estabilizada” e “ALA” (*Approach and Landing Accident*).

Após finalizada a inserção dos dados na MIC, deve-se efetuar a soma de cada coluna (M) e cada linha (D), determinando assim o valor total de motricidade e de dependência das variáveis. No exemplo da Figura 1, verifica-se que o fator “x1”, por exemplo, possui total de 1 de motricidade e 5 de dependência.

A seguir, deve-se calcular o ponto médio dos eixos que permitirão construir o gráfico da MVul, onde o eixo das abcissas corresponde aos valores de dependência e o eixo das ordenadas aos de motricidade, utilizando as seguintes equações:

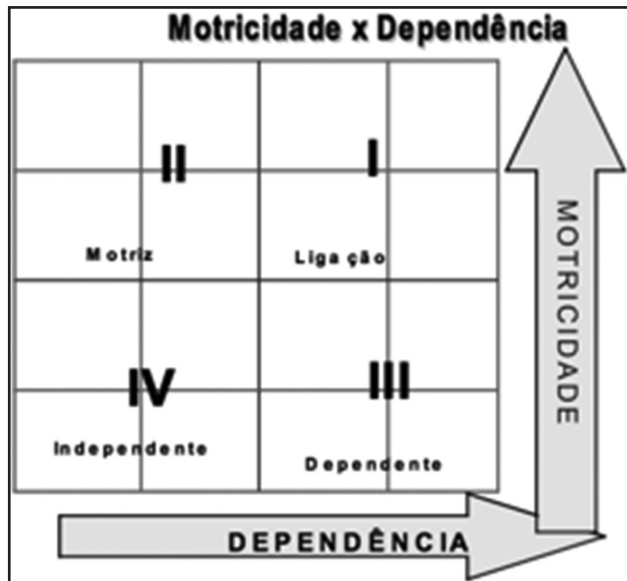
Figura 2 - Equações para Cálculo dos Pontos Médios Motriz e Dependente.

$PM = \frac{VM + vM}{2}$	PM = Ponto Médio da Motricidade VM = Valor mais alto de motricidade vM = Valor mais baixo da motricidade
$PD = \frac{VD + vD}{2}$	PD = Ponto Médio da Dependência VD = Valor mais alto da dependência vD = Valor mais baixo da dependência

Fonte: Brasileiro (2009, p. 35).

Uma vez localizados os pontos médios, os quadrantes são delimitados, e os fatores, por fim, posicionados na MVul, um arranjo que permite que as variáveis sejam classificadas de acordo com sua localização na matriz. Conforme verifica-se na figura abaixo, no quadrante I estarão localizadas as variáveis de ligação, no II, as variáveis motrizes, no III, as variáveis dependentes, e no IV, as variáveis independentes.

Figura 3 - Matriz de Vulnerabilidade.



Fonte: Brasileiro (2009, p. 35).

Por meio desta classificação foi possível estabelecer, de acordo com as definições de Godet (1993) e Brasileiro (2009), qual é a interação entre os fatores, viabilizando a elucidação da QN2.

No passo seguinte, com o objetivo de identificar a compreensão dos pilotos acerca dos fatores de risco, e assim, elucidar a QN3, foi realizado um levantamento, por meio de um questionário confeccionado na plataforma *Google Forms*, dirigido ao universo de pilotos que pertencem ou pertenceram ao QT Antártico entre os anos de 2015 e 2017, correspondendo a um total de 17 indivíduos. Tal recorte temporal visou restringir a pesquisa ao período pós acidente ocorrido em 2014, evento a partir do qual, por meio das recomendações emitidas pelo CENIPA, diversos aspectos da doutrina foram reforçados (BRASIL, 2016b). Todos os 17 tripulantes responderam o formulário, de maneira que a amostra correspondeu a 100% do universo delimitado.

O questionário possuía 6 itens, por meio dos quais os pilotos foram indagados sobre o quanto acreditavam que determinado fator de risco influenciava os demais, com opções entre “não influencia”, até “influencia fortemente”. Os dados foram compilados e submetidos ao arranjo MIC/MVul, com o intuito de elucidar a QN3 e assim obter um modelo para futura comparação.

Finalmente, foi realizada uma análise qualitativa dos dados, comparando-se as duas MVul confeccionadas.

Observou-se inicialmente como os pilotos posicionaram as variáveis dentro das categorias: ligação, motrizes, dependentes e independentes. A partir de então buscou-se pontuar semelhanças e diferenças em relação à matriz padrão, de forma a constatar se a compreensão dos pilotos era consistente com os dados levantados na pesquisa documental realizada na primeira fase do trabalho, e verificar de que maneira isto poderia impactar na operação.

Desta maneira, pautando-se nas definições de Consciência Situacional de Endsley (1999), foi possível constatar qual é a influência da compreensão dos pilotos acerca dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica, o que permitiu que o objetivo geral fosse alcançado.

Cabe pontuar que esta pesquisa limitou suas análises à fase de pouso, considerada a mais crítica, pois é nesta fase que as habilidades do piloto são mais exigidas, momento em que, estatisticamente, ocorrem cerca de 35% dos acidentes (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016a). Uma segunda limitação se deu em função das variáveis estudadas, que se restringiram àquelas passíveis de serem avaliadas à luz dos manuais de voo e publicações gerais segurança operacional. Não foram consideradas as variáveis relacionadas ao fator “máquina” (sistemas da aeronave e suas possíveis falhas) ou fator “homem” (habilidades psicomotoras, aspectos psicológicos, etc.), não excluindo a possibilidade de tais variáveis tornarem-se objeto de estudos futuramente.

#### 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

A partir de pesquisa documental nos manuais de voo e de desempenho da aeronave, manuais de doutrina da Unidade, além de publicações da FAA e da FSF, inicialmente foi possível apontar os diversos fatores que devem ser observados no planejamento para realização de pouso de máximo esforço, em qualquer localidade: peso, direção e intensidade do vento, contaminação da pista, velocidade de cruzamento, ponto de toque, distância de pouso, temperatura e altitude do campo. Tais variáveis foram então situadas no cenário antártico, conforme a seguir:

Peso da aeronave (F1) – é um dos principais fatores que determinam a distância de pouso, pois um incremento em seu valor implica em aumento da velocidade da aproximação final, e conseqüentemente, na distância de pouso, o que se faz crítico, dada a condição de pista curta encontrada em SCRM.

Vento e suas limitações (F2) – aumenta ou diminui a distância de pouso em função de sua direção e intensidade. Na Península Antártica, devido à instabilidade climática típica da região, os ventos podem variar bastante de direção e intensidade, podendo atingir velocidades superiores a 50kt,

vindos de direções diversas, alinhadas ou não com o campo de pouso de SCRM (CARRASCO, 2007), o que torna este um dos fatores de planejamento mais relevantes no sistema.

Contaminação da pista (F3) – determina a condição de frenagem e controle lateral oferecida pela pista. A contaminação, juntamente com o peso, limita a intensidade de vento cruzado a que a aeronave pode ser submetida, antes que seja totalmente perdido o controle lateral no solo. Por conta disso tal variável deve ser compreendida como de grande importância para a segurança no pouso.

Velocidade de cruzamento (F4) – velocidade que deve ser empregada pelo piloto na aeronave ao passar sobre a cabeceira da pista. Constitui-se fator crítico, pois qualquer aumento ou diminuição nesta velocidade pode influenciar no sucesso da operação de pouso, sobretudo em pistas curtas como a de SCRM. Uma velocidade menor que a ideal pode ocasionar toque antes dos limites da pista, e uma velocidade acima da preconizada pode postergar o ponto de toque, com consequência direta na distância de pouso (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016b).

Ponto de toque (F5) – a correta aplicação da técnica de máximo esforço prevê que a área de toque esteja localizada entre 30m e 100m do início da pista, sendo essencial tocar em até 150m da cabeceira em uso. Qualquer retardo no toque tem influência direta sobre a distância de parada planejada. Uma vez que a pista em SCRM é curta (1280m), este fator pode concorrer para acidentes por ultrapassagem do limite disponível, em uma localidade em que, devido a obstáculos naturais nas extremidades da pista, não há margem para este tipo de ocorrência.

Distância de pouso (F6) – é um dos fatores que determina o que se conhece como *performance*<sup>5</sup> de uma aeronave. A distância de pouso é calculada a partir de parâmetros conhecidos, e para que seja possível realizar

o pouso com segurança em SCRM, é primordial que os tripulantes considerem corretamente tais parâmetros (o peso, a condição de vento, a contaminação, etc.) para então determinar se é possível realizar a manobra dentro do limite de pista disponível, neste caso, 1280m.

Finalmente, em relação à altitude do campo e à temperatura, verificou-se que quanto mais elevados, mais estes dois fatores comprometem o desempenho dos motores, devido à menor densidade do ar (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016b), o que implica também em maiores velocidades e distâncias de pouso necessárias. A pista de SCRM, situa-se a 40m do nível do mar, e para efeitos de cálculos de desempenho, é considerada como a nível zero, sofrendo, portanto, pouquíssimos efeitos relacionados à densidade. Da mesma forma vê-se a temperatura, a qual na península antártica é baixa, variando anualmente entre 1°C e -10°C (CARRASCO, 2007). Portanto, que é improvável a influência negativa destas duas variáveis na operação em SCRM.

Concluída a pesquisa documental, cabe pontuar que Brasileiro (2006) define fatores de risco como sendo aqueles que aumentam a possibilidade de ocorrências negativas (como acidentes e incidentes aeronáuticos) em um determinado cenário. Dadas as considerações dos parágrafos anteriores, e à luz da definição de Brasileiro, verificou-se que, no cenário antártico, constituem-se fatores de risco, ou seja, fatores que possibilitam a ocorrência de eventos negativos, neste caso na fase de pouso, as seguintes variáveis: peso, vento, contaminação, velocidade de cruzamento, ponto de toque e distância de pouso, elucidando assim a QN1.

Tais variáveis foram aplicados na Matriz de Impactos cruzados (MIC), com valores de 0 a 3 atribuídos a cada cruzamento entre os fatores das colunas sobre os fatores das linhas, conforme preconiza o método. Ao final, obteve-se a seguinte matriz:

Figura 4 - MIC confeccionada a partir dos gráficos de desempenho.

FATORES ANALISADOS	F1: PESO DE POUSO	F2: VENTO E SEUS LIMITES	F3: CONTAMINAÇÃO	F4: VEL. CRUZAM.	F5: PTO TOQUE	F6: DIST. POUSO	TOTAL DEPENDÊNCIA
F1: PESO DE POUSO	0	0	0	0	0	0	0
F2: VENTO E SEUS LIMITES	1	0	3	0	0	0	4
F3: CONTAMINAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0
F4: VEL. CRUZAM.	2	2	0	0	3	3	10
F5: PTO TOQUE	0	0	0	1	0	3	4
F6: DIST. POUSO	2	3	3	3	3	0	14
TOTAL MOTRICIDADE	5	5	6	4	6	6	PM= 5 PD=7

Fonte: A autora (2017).

<sup>5</sup> *Performance*: termo que define a capacidade de uma aeronave em atingir parâmetros que tornam útil e eficaz sua utilização em certos cenários de operação (FAA, 2016a). Por exemplo, a capacidade do C-130H de operar em pistas de dimensões reduzidas o torna útil e adequado para operar em SCRM, onde a pista possui distância declarada de 1280m, considerada curta, e com depressões ao final de ambas as cabeceiras.

A partir destes dados, os fatores foram posicionados na Matriz de Vulnerabilidade (MVul), de acordo com seu grau de dependência e motricidade identificados na matriz anterior. Por exemplo, quanto ao fator vento (F2), verificou-se que possui, no total, os graus 4 de dependência e 5 de motricidade. Feita a compilação de cada um dos dados, confeccionou-se a MVul, apresentada a seguir:

A análise do posicionamento de cada fator neste arranjo tornou possível estabelecer como se relacionam os fatores, viabilizando a elucidação da QN2. Nota-se que o fator “distância de pouso” ficou localizado no quadrante I, das variáveis ligação, ou seja, de acordo com Brasiliano (2009), apresenta um elevado poder de influência e de dependência ao mesmo tempo. Tal condição é consistente com a análise do fator em si, pois a distância de pouso disponível é o principal determinante da necessidade ou não da realização da operação de máximo esforço, ou seja, é a que move todo o sistema. Ao mesmo tempo, todos os demais fatores influenciam nesta distância durante a operação.

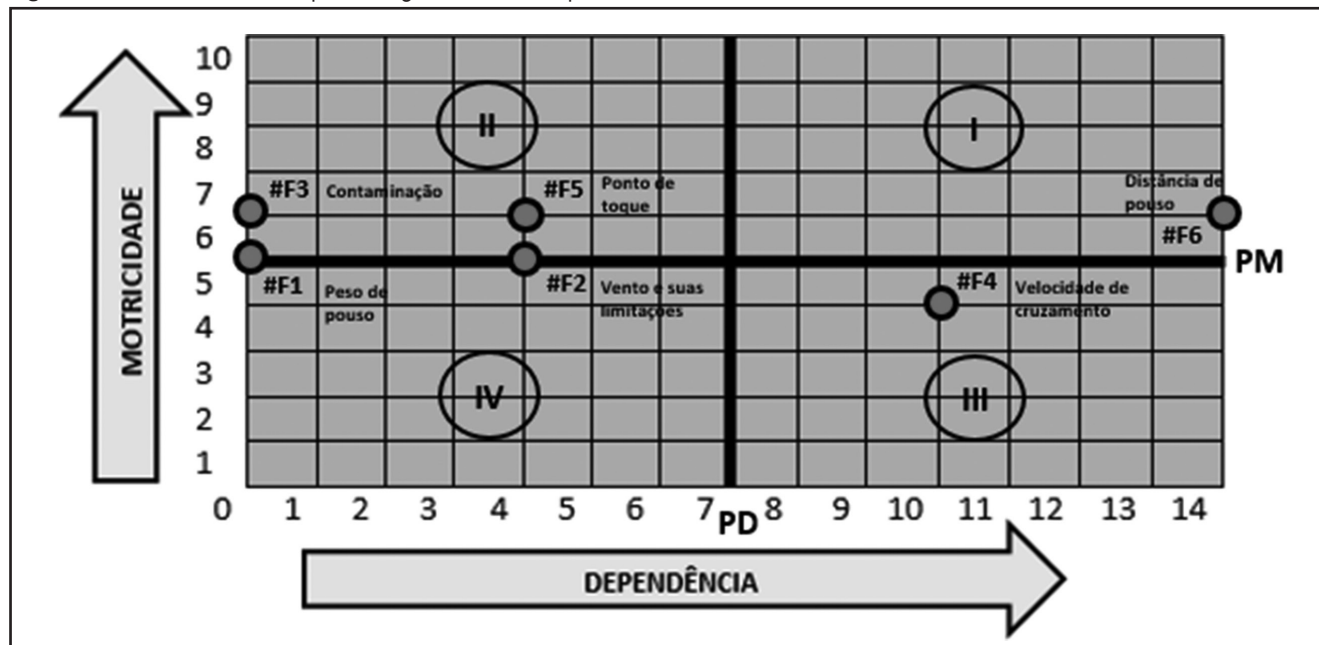
No quadrante II, das variáveis motrizes, posicionaram-se os fatores contaminação e ponto de toque. Tais variáveis são muito influentes e pouco dependentes, e segundo Godet (1993), condicionam a dinâmica do conjunto e devem ser objeto de ação prioritária. De fato, a contaminação tem elevada relevância, pois limita sobremaneira o vento cruzado recomendado, bem como pode elevar drasticamente a distância de pouso e compromete o controle lateral, quando conjugada com o fator vento. De modo análogo vê-se o ponto de

toque, o qual uma vez definido pela necessidade de pouso de máximo esforço, exerce influência na velocidade empregada na aproximação, além de ser fundamental para que não seja ultrapassada a distância de pouso, ou para que o toque não ocorra antes da pista.

Os fatores vento e peso de pouso encontram-se no ponto médio motriz, indicando uma capacidade considerável de influenciar o sistema. Esta posição, de acordo com Godet (1993), denota que tal variável que não pode ser desprezada. De fato, verificou-se, quanto ao fator peso, que este exerce influência moderada sobre a velocidade de aproximação, e é limitante da componente de vento de través, além de afetar a distância de pouso. Já o vento, de acordo com sua direção e intensidade, pode exercer significativa influência na velocidade de cruzamento e na distância de pouso. Da mesma forma, a não observância do limite de vento de través, em combinação com o fator contaminação, pode levar à perda de controle da aeronave ou saída de pista (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016a), conforme já pontuado anteriormente.

No quadrante III, das variáveis dependentes, localizou-se fator velocidade de cruzamento. Segundo Brasiliano (2009), a evolução dos fatores deste quadrante se dá basicamente em função das variáveis do primeiro e do segundo quadrantes, o que se mostra verdadeiro, ao analisarmos que a velocidade de cruzamento é influenciada pelos fatores peso da aeronave, vento, e distância de pouso disponível, enquanto exerce uma influência alta somente na distância de pouso.

Figura 5 - MVul confeccionada a partir dos gráficos de desempenho.



Fonte: A autora (2017).



Faz-se relevante pontuar que, no universo dos fatores analisados nesta pesquisa, nenhuma variável encontra-se no quadrante IV, das variáveis independentes, reservado àquelas de menor importância, e que segundo Brasiliano (2009), poderiam até mesmo serem excluídas do sistema. Tal constatação corrobora a análise que identificou os fatores de risco, realizada na primeira fase da pesquisa.

Dando continuidade ao estudo, a fim de verificar a compreensão dos pilotos e assim

responder à QN3, foi feito um levantamento junto aos indivíduos do universo selecionado, composto por pilotos que pertencem ou pertenceram ao QT Antártico entre os anos de 2015 e 2017. As respostas obtidas foram compiladas e aplicadas na MIC, conforme a seguir:

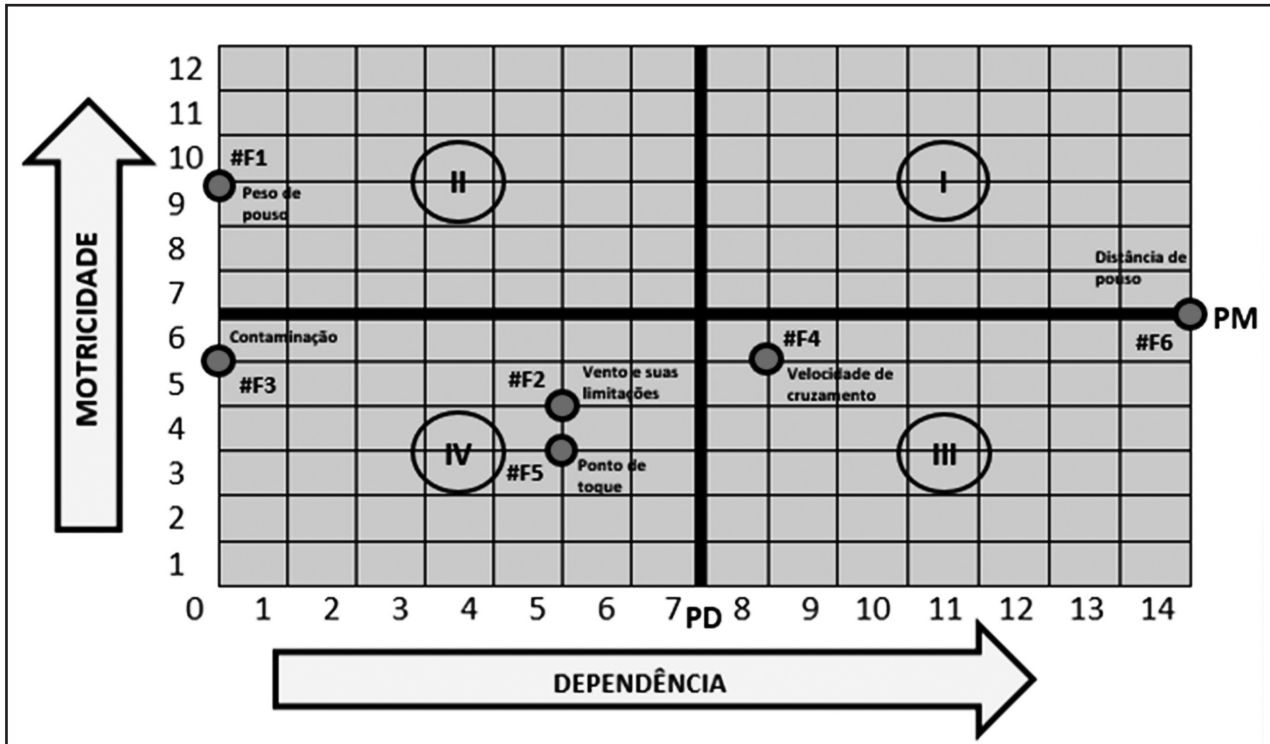
De maneira análoga à realizada anteriormente, a partir dos dados da MIC, foi possível confeccionar a seguinte MVul:

Figura 6 - MIC Confeccionada a Partir das Respostas dos Pilotos.

FATORES ANALISADOS	F1: PESO DE POUSO	F2: VENTO E SEUS LIMITES	F3: CONTAMINAÇÃO	F4: VEL. CRUZAM.	F5: PTO TOQUE	F6: DIST. POUSO	TOTAL DEPENDÊNCIA
F1: PESO DE POUSO	0	0	0	0	0	0	0
F2: VENTO E SEUS LIMITES	3	0	2	0	0	0	5
F3: CONTAMINAÇÃO	0	0	0	0	0	0	0
F4: VEL. CRUZAM.	3	2	0	0	0	3	8
F5: PTO TOQUE	0	0	0	2	0	3	5
F6: DIST. POUSO	3	2	3	3	3	0	14
TOTAL MOTRICIDADE	9	4	5	5	3	6	PM= 6 PD=7,0

Fonte: A autora (2017).

Figura 7 - MVul confeccionada a partir das respostas dos pilotos.



Fonte: A autora (2017).

A comparação entre as duas matrizes mostra similaridades quanto aos fatores dos quadrantes I e III, onde nota-se uma compreensão adequada quanto às variáveis “distância de pouso” e “velocidade de cruzamento”. Corroborando os conceitos de Brasiliano (2009) e Godet (2006), a primeira foi compreendida como condicionante do sistema, influenciando e sendo influenciada ao mesmo tempo, e a segunda foi percebida como dependente de outros fatores, neste caso os fatores peso e distância de pouso disponível. Tanto a distância de pouso quanto e velocidade de cruzamento são dois fatores bastante relevantes no universo das ocorrências aeronáuticas no pouso (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2016b), portanto a compreensão adequada destes mostra-se oportuna para a segurança operacional.

Porém, também se observa que houve mudanças relevantes quanto aos elementos dos quadrantes II (motrizes) e IV (independentes). No quadrante II, a variável “peso de pouso” posicionou-se com nível de motricidade elevado, maior que o aferido na pesquisa, denotando uma supervalorização, a qual não foi confirmada na análise dos gráficos de desempenho. Quanto aos fatores contaminação, ponto de toque e vento, verificou-se que todos posicionaram no quadrante IV, das variáveis independentes, consideradas as menos influentes e menos dependentes. De acordo com dados apresentados na matriz aferida na pesquisa, a compreensão a respeito destes fatores mostra-se inadequada.

Uma baixa compreensão quanto à motricidade e à interação dos fatores vento, contaminação e ponto de toque, subestima a real importância destas variáveis, e pode trazer consequências indesejáveis à operação. O nível de contaminação deve ser compreendido como um fator que eleva drasticamente a distância de pouso, com motricidade bastante superior ao fator “peso” (conforme verificado nas análises dos gráficos de desempenho), além de concorrer para uma perda do controle lateral e saída de pista, se na presença de fortes ventos cruzados.

Da mesma maneira, é importante que os pilotos compreendam que um toque longo (além dos 150m recomendados) diminui o comprimento de pista disponível para a frenagem, aumentando a criticidade da operação. Uma vez que a combinação de tais fatores pode levar a uma ultrapassagem dos limites da pista, ou uma saída lateral, em localidade em que não há margem para tais ocorrências, a motricidade menor atribuída pode comprometer a segurança das operações.

Segundo Endsley (1999), o nível Compreensão refere-se à habilidade de compreender, interpretar e avaliar os dados, tendo como resultado um claro entendimento de como os elementos identificados no nível percepção influenciam para a consecução dos

objetivos. Neste nível, a teórica afirma que ocorrem 22% dos acidentes em que uma deficiente CS se faz presente, devido principalmente a modelos mentais inadequados e excesso de confiança.

À luz destes conceitos, pode-se inferir que o nível de influência mais baixo que o aferido, atribuído pelos pilotos na análise das variáveis contaminação, vento e ponto de toque, pode ser indicativo de uma baixa Consciência Situacional, em seu nível Compreensão, o que diante dos riscos da operação de pouso na Antártica, pode concorrer para futuros acidentes ou incidentes no Continente Gelado, como um toque antes da pista, uma ultrapassagem dos seus limites, ou a perda de controle lateral no solo.

## 5 CONCLUSÃO

A complexidade da realização do pouso de máximo esforço na Antártica, aliada à possibilidade de que falhas de julgamento são fatores que poderiam contribuir para ocorrência de acidentes e incidentes na operação e geraram uma inquietação na autora, a qual, por meio desta pesquisa, buscou elucidar o seguinte questionamento: qual é a influência da compreensão dos pilotos acerca da interação dos fatores de risco na operação de pouso de máximo esforço na Antártica? Dessa forma, três objetivos específicos foram estabelecidos para responder ao problema de pesquisa.

O OE1 era verificar, dentre os fatores de planejamento do pouso de máximo esforço, quais se constituíam fatores de risco na operação antártica. Por meio de pesquisa documental nos manuais de voo, de desempenho e de procedimentos disponíveis, foram identificados os seguintes fatores: peso, vento e suas limitações, contaminação, velocidade de cruzamento, ponto de toque e distância de pouso.

O OE2 era identificar a interação entre os fatores de risco da operação de pouso de máximo esforço na Antártica. Para isto, os fatores foram aplicados no arranjo de matrizes proposto por Brasiliano (2009), composto pelas Matrizes de Impactos Cruzados e de Vulnerabilidade. Por meio deste método, foi possível apontar as variáveis mais motrizes, ou seja, que mais exercem influência no sistema: vento, contaminação, ponto de toque e peso da aeronave. A variável distância de pouso foi identificada no conjunto das variáveis de ligação, as quais são influentes e influenciadas ao mesmo tempo. Já a velocidade de cruzamento foi identificada como o fator mais dependente, influenciado por diversos outros, como peso da aeronave e vento. Nenhum dos fatores foi posicionado no quadrante das variáveis independentes, as quais são consideradas de menor importância no sistema.

O OE3 era identificar qual a compreensão dos pilotos a respeito da relação de influência entre os fatores de risco da operação de máximo esforço na Antártica. Para isso foi realizado um levantamento, por meio de um questionário composto por 6 perguntas, cujas respostas foram compiladas e aplicadas no arranjo MIC/Mvul. Da análise da MVul obtida, verificou-se que na visão dos pilotos, a variável mais motriz foi a variável peso de pouso. Houve similaridade na identificação das variáveis distância disponível e velocidade de cruzamento. As variáveis vento, contaminação e ponto de toque foram percebidas como as menos influentes do sistema.

Desta maneira, respondendo ao problema de pesquisa, concluiu-se que a diferença apontada quanto ao nível de motricidade das variáveis vento, contaminação e ponto de toque pode influenciar na segurança das operações na Antártica, pois aponta indícios de uma baixa Consciência Situacional, no nível Compreensão, o que diante dos riscos presentes naquela localidade, pode concorrer para futuros

acidentes e incidentes nas operações de pouso no Continente Gelado, seja por um toque antes da pista, por ultrapassagem da distância de pouso, ou pela perda de controle lateral da aeronave.

Sendo assim, cabe ressaltar a importância da pesquisa em tela para o Comando da Aeronáutica e para o 1º/1ºGT, uma vez que as conclusões apresentadas poderão oferecer subsídios para verificar pontos da Doutrina que podem ser melhorados ou reforçados, de forma a contribuir para a elevação da segurança operacional das missões em apoio ao Programa Antártico Brasileiro, prevenindo acidentes e minimizando a perda de recursos materiais e humanos.

Por fim, diante da relevância do assunto e da complexidade que envolve as variáveis de planejamento da operação antártica, faz-se adequado sugerir futuras investigações, que considerem o fator “máquina” ou o fator “homem”, ou ainda que se estendam aos demais membros que compõe a tripulação, de maneira a ampliar o alcance destas conclusões.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A. et al. **Ocorrências Aeronáuticas: Panorama Estatístico da Aviação Brasileira - Aviação Civil 2006-2015**. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Brasília, 2016, 117 p.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Ala 11. **ICA 11-170 – Plano de Trabalho Anual do 1º/1ºGT**. Rio de Janeiro, 2017.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Divulgação Operacional (DIVOP): Excursão de Pista no Contexto da FAB**. Brasília, 2016a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Relatório final de acidente: FAB 2470 de 14 nov. 2014**. Brasília, 2016b. 28 p.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **TO 1C-130H-1: Manual de Voo da aeronave C-130**. Rio de Janeiro, 2006a.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Apoio. **TO 1C-130H-1-1: Manual de Performance da aeronave C-130**. Rio de Janeiro, 2006b.

BRASIL. Comando da Aeronáutica. Comando Geral de Operações Aéreas. **MCA 55-53 – Manual da Ação de Transporte Aéreo Logístico no Continente Antártico**. Rio de Janeiro, 2014.

BRASILIANO, A. C. R. **Análise de risco: método Brasileiro**. São Paulo: Sicurezza, 2006.

BRASILIANO, A. C. R. **Método Avançado de Análise de Riscos: resposta aos riscos corporativos**. São Paulo: Brasiliano & Associados, 2009.

BRITO, O. S. G. **Gestão de Riscos: uma abordagem orientada aos riscos operacionais**. São Paulo: Saraiva, 2007.

CARRASCO, J. C. **Climatología de la Península Antártica y del Centro Meteorológico Eduardo Frei Montalva**. Dirección General de Aeronautica Civil Dirección Meteorológica de Chile. Santiago, 2007.

CIVIL AVIATION AUTHORITY. **Takeoff and Landing Performance. 2014**. Disponível em: [https://www.caa.govt.nz/safety\\_info/GAPs/Takeoff\\_Landing.pdf](https://www.caa.govt.nz/safety_info/GAPs/Takeoff_Landing.pdf). Acesso em: 20 set. 2017.

ENDSLEY, M. R. **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.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Mitigating the Risks of a Runway Overrun Upon Landing AC 91-79A: Change 1**. 2016b. Disponível em: [https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory\\_Circular/AC\\_91-79A\\_CHG\\_1.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_91-79A_CHG_1.pdf). Acesso em: 21 set. 2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. **Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge**. 2016a.

Disponível em: [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/phak/media/pilot\\_handbook.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/phak/media/pilot_handbook.pdf). Acesso em: 21 set. 2017.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **ALAR Briefing Note 8.3: Landing Distances**. 2009c. Disponível em: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/867.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **ALAR Tool Kit: 8.7: Crosswind Landings**. 2009b. Disponível em: <https://www.skybrary.aero/bookshelf/books/871.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

FLIGHT SAFETY FOUNDATION. **Reducing the Risk of Runway Excursion**. 2009a. Disponível em: <https://flightsafety.org/files/RERR/fsf-runway-excursions-report.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

GAVA, W. E. **Análise da percepção dos pilotos de VH-35 sobre os fatores de planejamento da decolagem CAT A em helipontos elevados**. 2013.

18 f. Artigo Científico (Curso de Aperfeiçoamento de Oficiais)-Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica, Universidade da Força Aérea, Rio de Janeiro, RJ, 2013.

GAVA, W. E. **Análise de Risco da Operação de Helicópteros na Região Amazônica**. 2011. 136 f. Dissertação (Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) - Curso de Engenharia Aeronáutica e Mecânica, Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, SP, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODET, M. **Manual de prospectiva estratégica: da antecipação à acção**. Tradução de J. Freitas e Silva. Lisboa: Dom Quixote, 1993.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos da metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.