



**INDICADORES DE DESEMPENHO DA SEGURANÇA DE PROCESSOS  
NAS OPERAÇÕES DE PÁTIO EM AEROPORTOS**

**LEONARDO LUCIO ESTEVES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**FACULDADE DE TECNOLOGIA**  
**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**INDICADORES DE DESEMPENHO DA SEGURANÇA DE  
PROCESSOS NAS OPERAÇÕES DE PÁTIO EM  
AEROPORTOS**

**LEONARDO LUCIO ESTEVES**

**ORIENTADOR: SÉRGIO RONALDO GRANEMANN**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES**

**PUBLICAÇÃO: T.DM-007/2017**

**BRASÍLIA/DF: MAIO/2017**

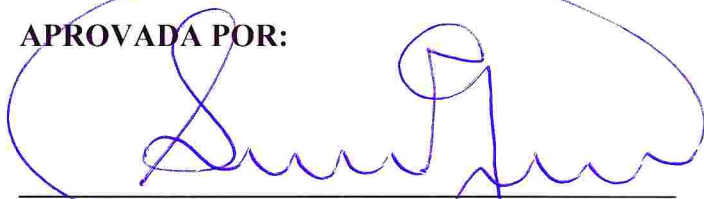
**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**INDICADORES DE DESEMPENHO DA SEGURANÇA DE  
PROCESSOS NAS OPERAÇÕES DE PÁTIO EM  
AEROPORTOS**

**LEONARDO LUCIO ESTEVES**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TRANSPORTES.

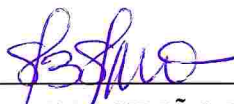
APROVADA POR:



**SÉRGIO RONALDO GRANEMANN, Dr. (PPGT/FT-UnB)  
(ORIENTADOR)**



**ADELAÍDA PALLAVICINI FONSECA, Dra. (PPGT/FT-UnB)  
(EXAMINADOR I)**



**SIMONE BORGES SIMÃO MONTEIRO, Dra. (EPR/FT-UnB)  
(EXAMINADOR II)**

**BRASÍLIA/DF, 29 DE MAIO DE 2017.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

ESTEVES, LEONARDO LUCIO

Indicadores de desempenho da segurança de processos nas operações de pátio em aeroportos [Distrito Federal] 2017.

xiv, 211p, 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2017). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| 1. Indicadores de desempenho               | 2. Segurança de processos |
| 3. Serviços auxiliares ao transporte aéreo | 4. Pátio de aeronaves     |

I. ENC/FT/UnB

II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ESTEVES, L. L. (2017). Indicadores de desempenho da segurança de processos nas operações de pátio em aeroportos. Dissertação de Mestrado Transportes, Publicação T. DM-007/2017, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 211p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Leonardo Lucio Esteves

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Indicadores de desempenho da segurança de processos nas operações de pátio em aeroportos

GRAU: Mestre

ANO: 2017

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Leonardo Lucio Esteves

Av. Pau Brasil, lote 3 apto. 1604 – Águas Claras

71916-500 Brasília – DF - Brasil

leoesteves@gmail.com

# DEDICATÓRIA

*Aos meus pais, Oscar e Leônia.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Professor Sérgio Granemann, por acreditar na proposta de pesquisa e pelas orientações nos momentos-chave da condução deste trabalho.

Às Professoras Simone Monteiro e Adelaida Pallavicini, pelas contribuições nos seminários intermediários.

Aos colegas que participaram do Programa de Pós-Graduação em Transportes antes de mim, Luciano, Michelle e Rafael, por compartilharem suas experiências.

Aos colegas e ex-colegas da ANAC que de algum modo apoiaram a realização desta pesquisa, em especial ao Fabio Rabbani, Rodrigo Moser, Francisco Monteiro e Douglas Targa.

Ao George Christian, pela disponibilidade em compartilhar seu conhecimento, pelas valiosas considerações sobre o trabalho e palavras de incentivo.

À Associação Brasileira das Empresas de Serviços Auxiliares de Transporte Aéreo, representada pelo Sr. Ricardo Miguel, por apoiar a realização de entrevistas e a divulgação dos questionários eletrônicos.

A todos os profissionais da aviação civil, que dedicaram seu tempo para participar da pesquisa.

Aos meus irmãos, Rafael e Luciana, pelo exemplo.

À Deise, pela paciência e pelo apoio diário que tornou possível a minha dedicação e este trabalho.

Ao pequeno Samuel, pelas doses diárias de alegria.

## RESUMO

Os pátios de aeronaves são usualmente descritos como locais perigosos nos quais pessoas, aeronaves, veículos e equipamentos interagem em um ambiente normalmente congestionado e sob grande pressão. Os custos globais decorrentes de ocorrências nos pátios de aeronaves são estimados em mais de US\$ 4 bilhões anuais para os transportadores aéreos. Apesar de se observar um aumento da preocupação da indústria e da academia com as operações das aeronaves em solo, a maior atenção ainda é dedicada às operações na área de manobras. Este trabalho se propõe a contribuir para o aprimoramento da segurança de processos nas operações do pátio de aeronaves por meio da proposição de um sistema de indicadores de desempenho da segurança. A avaliação da segurança é um desafio em muitas indústrias e um componente fundamental para o bom funcionamento de um sistema de gerenciamento da segurança operacional. O primeiro passo para a proposição dos indicadores foi a identificação daquilo que deveria ser objeto de medição. Para isso, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com especialistas e uma revisão sistemática da literatura, a fim de identificar os elementos que influenciam o risco nas operações de pátio. Em seguida, a relação entre esses elementos foi detalhadamente analisada por meio da análise *Bow tie*. Um total de 62 elementos foram identificados e submetidos à avaliação de profissionais da aviação civil por meio de um questionário eletrônico. Com base no resultado da avaliação foi realizada uma análise de agrupamentos (*cluster analysis*) por meio da qual os elementos foram divididos em quatro grupos de prioridade distintos. Indicadores foram propostos para os onze elementos integrantes do grupo de maior prioridade. Os indicadores propostos foram avaliados com base em requisitos identificados na literatura. A análise dos dados do questionário possibilitou ainda identificar que os elementos associados a indicadores reativos tendem a ser considerados mais importantes para o monitoramento da segurança. Identificou-se ainda uma diferença significativa na opinião dos representantes do órgão regulador e da indústria em relação a determinado grupo de elementos.

Palavras-chave: indicadores de desempenho. segurança de processos. serviços auxiliares ao transporte aéreo. pátio de aeronaves.

## **ABSTRACT**

Airport aprons are usually described as hazardous locations in which humans, aircrafts, vehicles and ground support equipment interact in a congested and pressured environment. The annual worldwide costs arising from ground accidents and incidents are estimated at more than \$ 4 billion for air carriers. Although industry and academia have shown increased concern to on-ground risks, the greatest attention is still devoted to operations in the maneuvering area. The purpose of this study is to contribute to the improvement of process safety in ramp operations through the proposal of a set of safety performance indicators. Safety assessment is a challenge in many industries and an essential component of for the proper functioning of a safety management system. The initial step in the development of the indicators was the identification of the key issues of concern. In order to identify the elements that influence the risk in ramp operations, semistructured interviews with specialists and a systematic literature review were conducted. Then, the relationship between these elements was reviewed in detail using the Bow tie analysis. A total of 62 elements have been identified and submitted to the assessment of civil aviation professionals through an electronic questionnaire. Based on the results of the evaluation, a cluster analysis was carried out through which the elements were divided into four distinct priority groups. Indicators were proposed for the eleven elements of the highest priority group. The proposed indicators were then evaluated based on requirements identified in the literature. The analysis of the questionnaire data also made it possible to identify that elements associated with reactive indicators tend to be considered more important for safety performance monitoring. There was also a significant difference in the opinion of the representatives of the regulatory authority and the industry in relation to a certain group of elements.

Keywords: performance indicators. safety process. ground handling. ramp operations.



# SUMÁRIO

Capítulo	Página
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 SEGURANÇA OPERACIONAL NOS SERVIÇOS DE PÁTIO.....	3
1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	10
1.3.1 Objetivo geral.....	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 JUSTIFICATIVA.....	10
1.5 METODOLOGIA .....	13
1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO .....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>18</b>
2.1 DESEMPENHO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO .....	18
2.2 SEGURANÇA OPERACIONAL NOS SERVIÇOS DE PÁTIO.....	23
2.2.1 Literatura científica .....	23
2.2.2 Literatura cinzenta.....	37
2.3 INDICADORES DE SEGURANÇA OPERACIONAL.....	54
2.3.1 Classificação de indicadores de segurança operacional.....	54
2.3.2 Requisitos desejáveis para indicadores de segurança operacional.....	61
2.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	65
<b>3. IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS ELEMENTOS A SEREM MONITORADOS.....</b>	<b>70</b>
3.1 ESTABELECIMENTO DO CONTEXTO .....	70
3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS .....	81
3.3 ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE ELEMENTOS QUE INFLUENCIAM OS RISCOS.....	84
3.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	93
<b>4. PRIORIZAÇÃO DOS ELEMENTOS A SEREM MONITORADOS .....</b>	<b>94</b>
4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA .....	94
4.2 DESCRIÇÃO GERAL DOS RESULTADOS .....	95
4.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS.....	104
4.3.1 Definição dos objetivos, planejamento e verificação de suposições em análise de agrupamentos .....	105

4.3.2	Determinação e validação de agrupamentos .....	109
4.3.3	Interpretação e perfil dos agrupamentos .....	116
4.4	TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	123
<b>5.</b>	<b>PROPOSIÇÃO DE INDICADORES .....</b>	<b>124</b>
5.1	CONSTRUÇÃO E DESCRIÇÃO DOS INDICADORES.....	124
5.1.1	Indicadores de eventos indesejados.....	126
5.1.2	Indicadores de falhas.....	134
5.1.3	Indicadores de fatores contribuintes.....	139
5.2	ANÁLISE DOS INDICADORES PROPOSTOS .....	149
5.3	TÓPICOS CONCLUSIVOS .....	157
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>159</b>
6.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO .....	159
6.2	PRINCIPAIS RESULTADOS .....	160
6.3	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	163
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>164</b>
	<b>Apêndice 1 .....</b>	<b>174</b>
	<b>Apêndice 2 .....</b>	<b>178</b>
	<b>Apêndice 3 .....</b>	<b>184</b>
	<b>Apêndice 4 .....</b>	<b>193</b>
	<b>Apêndice 5 .....</b>	<b>209</b>
	<b>Apêndice 6 .....</b>	<b>210</b>

# LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>
Tabela 1.1 – Acidentes e incidentes no transporte aéreo comercial dos Estados Membros da Comunidade Europeia por tipo problema de segurança operacional. ....	5
Tabela 1.2 – Número de eventos e indicadores de colisão de aeronaves no pátio e de danos a equipamentos no Aeroporto de Guarulhos.....	6
Tabela 2.1 – Incidência de falhas latentes.....	33
Tabela 2.2 – Categorias de acidentes e incidentes no pátio (2007).....	50
Tabela 2.3 – Agentes envolvidos e taxas de acidentes e incidentes no pátio (2007).....	51
Tabela 3.1 – Elementos citados com mais frequência entre os entrevistados em cada categoria .....	83
Tabela 4.1 – Frequência dos respondentes por tempo de experiência .....	96
Tabela 4.2 – Frequência dos respondentes por nível de instrução .....	96
Tabela 4.3 – Frequência dos respondentes por função exercida na organização .....	97
Tabela 4.4 – Estatísticas de posição e dispersão de cada elemento avaliado .....	98
Tabela 4.5 – Forma de distribuição das respostas .....	100
Tabela 4.6 – Esquema de aglomeração de análise hierárquica de agrupamentos pelo método Ward - Lista 1.....	111
Tabela 4.7 – Esquema de aglomeração de análise hierárquica de agrupamentos pelo método Ward - Lista 2.....	112
Tabela 4.8 – Dados gerais sobre os agrupamentos.....	112
Tabela 4.9 – Distribuição de elementos nos agrupamentos .....	113
Tabela 4.10 – Comparação de agrupamentos com métodos hierárquico e não hierárquico.....	115
Tabela 4.11 – Distribuição dos elementos, por tipo, nos agrupamentos .....	117
Tabela 4.12 – Tabela de contingência - tipo de elemento e agrupamentos.....	118
Tabela 4.13 – Médias de avaliações dos elementos por tipo de organização .....	120
Tabela 4.14 – Médias de avaliações dos elementos por tipo de organização – Indústria e Reguladores.....	122

# LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
Quadro 1.1 – Componentes e elementos de um SGSO.....	12
Quadro 2.1 – Parâmetros da pesquisa bibliográfica sobre avaliação ou medição da segurança.....	19
Quadro 2.2 – Agrupamento dos estudos de acordo com abordagem.....	20
Quadro 2.3 – Aplicação do método de revisão sistemática.....	24
Quadro 2.4 – Relação de publicações identificadas.....	25
Quadro 2.5 – Processo de seleção das publicações.....	26
Quadro 2.6 – Distribuição das publicações por periódicos e respectiva classificação.....	27
Quadro 2.7 – Distribuição das publicações de acordo com abordagens e métodos.....	29
Quadro 2.8 – Associação entre eventos típicos e suas falhas latentes.....	34
Quadro 2.9 – Descrição de agentes e respectivos equipamentos envolvidos nos serviços auxiliares.....	39
Quadro 2.10 – Elementos de cultura de segurança.....	44
Quadro 2.11 – Requisitos para indicadores de segurança operacional.....	61
Quadro 3.1 – Processos e subprocessos no pátio de aeronaves durante a escala.....	79
Quadro 3.2 – Associação entre perigos analisados e subprocessos.....	86
Quadro 3.3 – Perigos analisados com <i>Bow tie</i> .....	89
Quadro 3.4 – Elementos do risco identificados.....	90
Quadro 4.1 – Elementos específicos do ambiente de decisão de empresas aéreas, provedores de serviços de pátio e seus reguladores.....	107
Quadro 4.2 – Elementos com hipótese nula rejeitada para cada característica do perfil do respondente.....	119
Quadro 5.1 – Taxa de colisões envolvendo aeronaves no pátio.....	127
Quadro 5.2 – Taxa de danos a aeronave decorrente dos serviços de pátio.....	128
Quadro 5.3 – Taxa de atropelamento de pedestres no pátio.....	129
Quadro 5.4 – Taxa de acidentes de trabalho com lesão com afastamento.....	130
Quadro 5.5 – Tempo de afastamento de trabalhadores.....	131
Quadro 5.6 – Taxa de ocorrência de incêndios no pátio.....	131
Quadro 5.7 – Taxa de ocorrências de carregamento com excesso de peso ou que comprometa o balanceamento.....	132
Quadro 5.8 – Taxa de ocorrências de <i>Tail Tipping</i> .....	133
Quadro 5.9 – Taxa de falhas relativas à arrumação ou proteção da bagagem, correio ou carga.....	135

Quadro 5.10 – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o <i>pushback</i> .....	136
Quadro 5.11 – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o abastecimento de combustível .....	137
Quadro 5.12 – Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas por decolagem .....	138
Quadro 5.13 – Número médio de itens verificados em inspeções externas da aeronave.....	139
Quadro 5.14 – Percentual de exames toxicológicos realizados em relação ao planejado.....	140
Quadro 5.15 – Percentual de empregados treinados sobre o uso indevido de substâncias psicoativas .....	140
Quadro 5.16 – Percentual de empregados que atuam em função de supervisão nos serviços de pátio treinados para reconhecer sinais de uso de substâncias psicoativas.....	141
Quadro 5.17 – Percentual de empregados que atuam nos serviços de pátio submetidos a exames toxicológicos aleatórios no período.....	142
Quadro 5.18 – Percentual de exames toxicológicos aleatórios realizados com resultado positivo.....	143
Quadro 5.19 – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas" .....	143
Quadro 5.20 – Percentual de empregados treinados em gestão do risco ou segurança .....	144
Quadro 5.21 – Percentual de treinamentos que utilizam testes de competência.....	145
Quadro 5.22 – Nota de avaliação média dos empregados treinados .....	146
Quadro 5.23 – Percentual de treinamentos que foram atualizados .....	146
Quadro 5.24 – Percentual de lacunas de competência tratadas.....	147
Quadro 5.25 – Percentual de treinamentos realizados em relação ao planejado.....	148
Quadro 5.26 – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento" .....	148
Quadro 5.27 – Classificação dos indicadores propostos.....	151
Quadro 5.28 – Requisitos para análise da qualidade dos indicadores.....	155

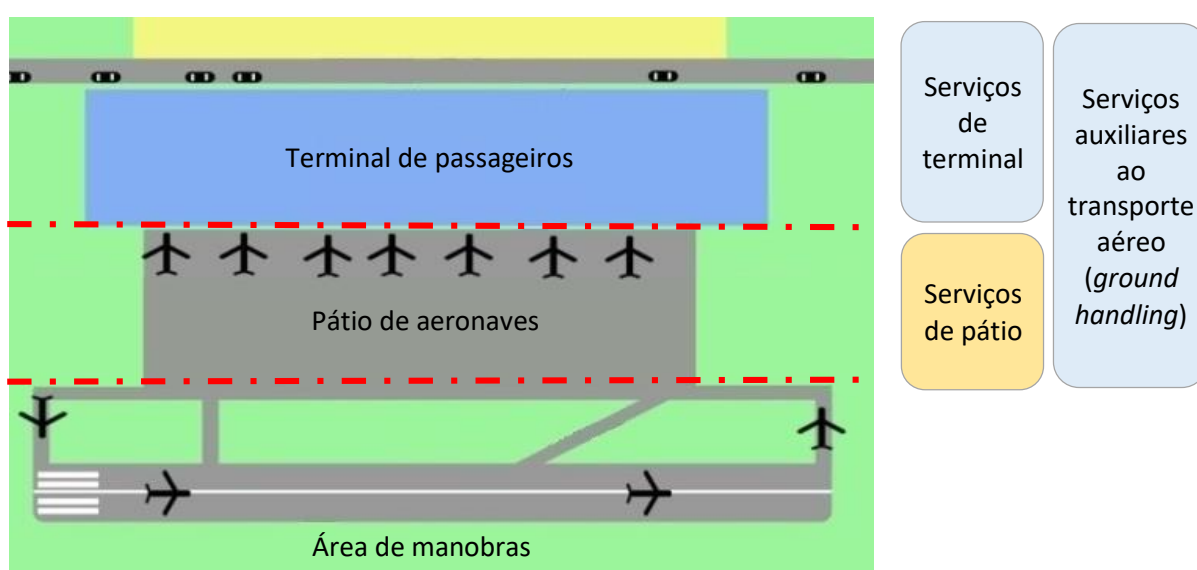
# LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1.1 – Delimitação das áreas operacionais em um aeroporto.....	1
Figura 1.2 – Taxa de acidentes fatais e fatalidades com aeronaves comerciais a jato no período de 1959 a 2015. ....	3
Figura 1.3 – Acidentes fatais e fatalidades a bordo com aeronaves comerciais a jato no período de 2005 a 2014 por fase do voo. ....	4
Figura 1.4 – Delimitação dos conceitos de segurança na aviação civil .....	9
Figura 1.5 – Fases e ferramentas da pesquisa e estrutura da dissertação. ....	14
Figura 2.1 – Distribuição de publicações sobre segurança nos serviços de pátio no período.....	27
Figura 2.2 – Distribuição do local de ocorrência de incidentes no solo com presença de tripulação de voo .....	31
Figura 2.3 – Distribuição de incidentes por fase da operação .....	39
Figura 2.4 – Distribuição dos incidentes por interface.....	41
Figura 2.5 – Distribuição dos incidentes por agente causador em cada fase da operação .....	42
Figura 2.6 – Causas diretas de incidentes, acidentes ou erros humanos .....	46
Figura 2.7 – Fatores contribuintes de incidentes, acidentes ou erros humanos .....	46
Figura 2.8 – Proporção dos danos ocorridos em solo de acordo com a severidade .....	52
Figura 2.9 – Causas primárias dos danos .....	53
Figura 2.10 – Distribuição dos danos por equipamentos e por severidade – Q3 2015 .....	54
Figura 2.11 – Classificação de indicadores de desempenho de segurança. ....	59
Figura 2.12 – Classificação hierárquica de indicadores de desempenho de segurança. ....	60
Figura 3.1 – Cronograma de serviços de assistência completa em escala para o A320.....	72
Figura 3.2 – Leiaute típico do pátio para assistência em escala do A320.....	73
Figura 3.3 – Agentes a serem consultados para elaboração de sistemas de indicadores. ....	80
Figura 3.4 – Tipos de elementos do diagrama <i>Bow tie</i> . ....	85
Figura 4.1 – Frequência dos respondentes por tipo de organização em que atua. ....	96
Figura 4.2 – Média e desvio padrão da avaliação de eventos indesejados.....	102
Figura 4.3 – Média e desvio padrão da avaliação de falhas. ....	103
Figura 4.4 – Média e desvio padrão da avaliação de fatores contribuintes.....	103
Figura 5.1 – Estrutura para indicadores de eventos indesejados.....	126
Figura 5.2 – Estrutura para indicadores de falhas. ....	134
Figura 5.3 – Associação entre indicadores e seus elementos do risco. ....	150

Figura 5.4 – Processo de gestão do risco e indicadores relativos a uso de substâncias psicoativas. ....	153
Figura 5.5 – Processo de gestão do risco e indicadores relativos a deficiência de conhecimento ou habilidade.....	154
Figura 5.6 – Avaliação dos indicadores propostos.....	156

# 1. INTRODUÇÃO

As operações em um complexo aeroportuário podem ser divididas entre aquelas que ocorrem nos terminais de passageiros ou de cargas e aquelas que ocorrem na denominada área de movimento. Os terminais são edificações onde se efetuam os processos associados à transferência intermodal de passageiros e bens (HORONJEFF; X. MCKELVEY, 1994). Já a área de movimento abrange as áreas utilizadas para decolagem, pouso, táxi e estacionamento de aeronaves. A área de movimento, por sua vez, pode ser ainda dividida entre área de manobras e pátio de aeronaves (Figura 1.1).



**Figura 1.1** – Delimitação das áreas operacionais em um aeroporto.

Fonte: elaboração própria.

A área de manobras é a parte do aeroporto utilizada para decolagem, pouso e táxi de aeronaves (ANAC, 2012a). Finalmente, o pátio de aeronaves é definido como a área em um “aeródromo em terra com o propósito de acomodar aeronaves para fins de embarque e desembarque de passageiros, carregamento ou descarregamento de cargas, correio, reabastecimento de combustível, estacionamento ou manutenção” (ANAC, 2012a, p. 7). A lista de atividades elencadas nessa definição não é exaustiva, uma vez que em um voo comercial de passageiros uma série de outras atividades ocorrem simultaneamente, tais como a limpeza da cabine, fornecimento de provisões de bordo, água potável, entre outras.

Essas operações que ocorrem no pátio de aeronaves são usualmente denominadas na língua inglesa como *ramp operations* ou, de forma mais genérica, como *ground handling* ou *ground*



*operations*, em oposição às operações de voo (*flight operations*). No entanto, o termo *ground handling* abrange também as operações que ocorrem nos terminais, como mostrado na Figura 1.1. A organização internacional de aviação civil (*International Civil Aviation Organization – ICAO*) define o termo *ground handling* como os “serviços necessários para a chegada de uma aeronave em um aeródromo e para sua partida de um aeródromo, com exceção das atividades relacionadas ao controle do tráfego aéreo” (ICAO, 2004, p. 4.10-1). Na regulamentação nacional, as atividades enquadradas como *ground handling* são denominadas de Serviços Auxiliares ao Transporte Aéreo. Ao longo deste trabalho será adotado o termo serviços auxiliares ao transporte aéreo (ou simplesmente serviços auxiliares) para se referir ao termo *ground handling*.

Para referência especificamente ao conjunto de atividades que acontecem no pátio de aeronaves durante a escala da aeronave, os termos usualmente adotados são serviços de rampa, serviços de pátio, operações de rampa e operações de pátio. Serão adotados neste trabalho preferencialmente os termos serviços de pátio ou operações de pátio, uma vez que o termo *rampa*, apesar de ainda ser frequentemente utilizado, foi empregado originalmente para se referir à área com grande declividade usada para as operações com hidroaviões, comuns nas décadas de 1920 a 1930 (RIBEIRO, 2002).

Paulus (2011) afirma que não há uma classificação padronizada internacionalmente das atividades incluídas sob o conceito de serviços auxiliares ao transporte aéreo ou para os serviços de pátio. Apesar disso, as atividades típicas que ocorrem no pátio durante a escala de uma aeronave em aeroportos podem ser elencadas como (CALVO, 2011):

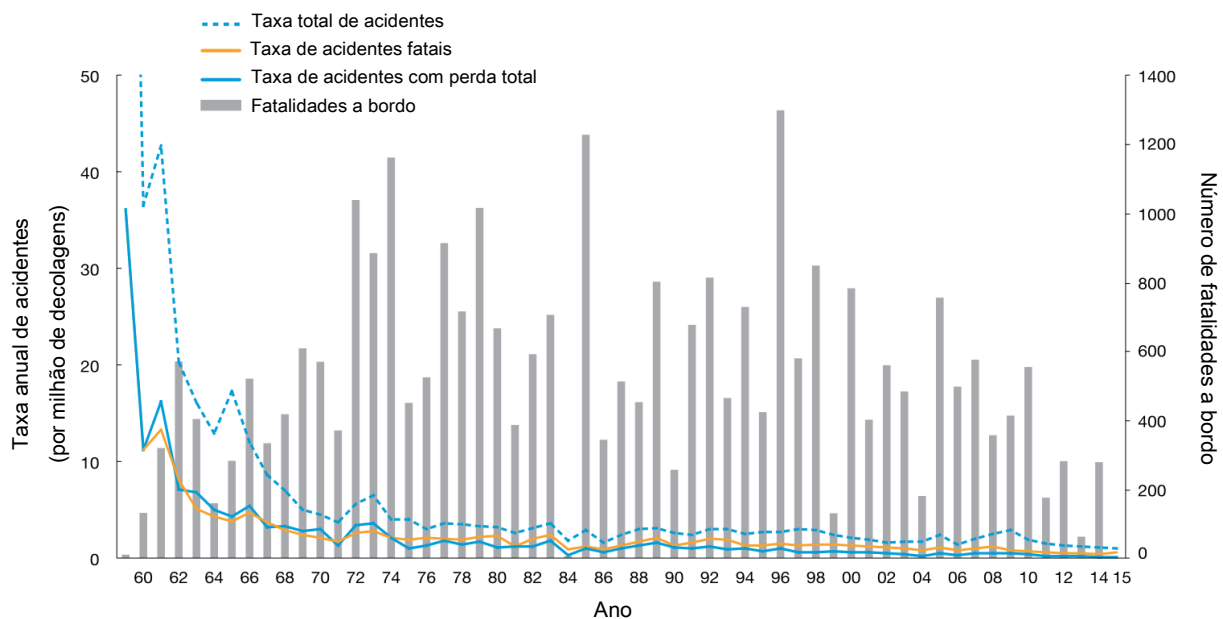
- Embarque, desembarque e a movimentação de passageiros entre terminal e aeronave;
- Carregamento, descarregamento e a movimentação de provisões de bordo;
- Limpeza de cabine da aeronave;
- Carregamento, descarregamento e a movimentação de bagagens e carga entre terminal e a aeronave;
- Abastecimento da aeronave com combustível;
- Suprimento de água potável;
- Esgotamento sanitário;
- Provisão de meios durante a escala e assistência para partida de motores (energia elétrica, ar-condicionado e ar comprimido);

- Manobra para estacionamento; e
- Manobra para partida – *pushback*<sup>1</sup>.

A seção 1.1 a seguir apresenta um panorama de questões relacionadas à segurança operacional nos serviços de pátio.

## 1.1 SEGURANÇA OPERACIONAL NOS SERVIÇOS DE PÁTIO

Os serviços de pátio fazem parte de uma cadeia mais abrangente de atividades que compõem o transporte aéreo. O modo aéreo de transporte é conhecido pelos altos índices de segurança operacional. Dados da Boeing (2016) a respeito de acidentes com aeronaves a jato na aviação comercial mostram uma expressiva queda na taxa global de acidentes fatais para cada milhão de decolagens. O índice mundial caiu de cerca de 28 acidentes por milhão de decolagens, em 1959, para aproximadamente 0,2 acidente por milhão de decolagens, em 2015: uma taxa média anual de redução de 8,4% (Figura 1.2).



**Figura 1.2** – Taxa de acidentes fatais e fatalidades com aeronaves comerciais a jato no período de 1959 a 2015.

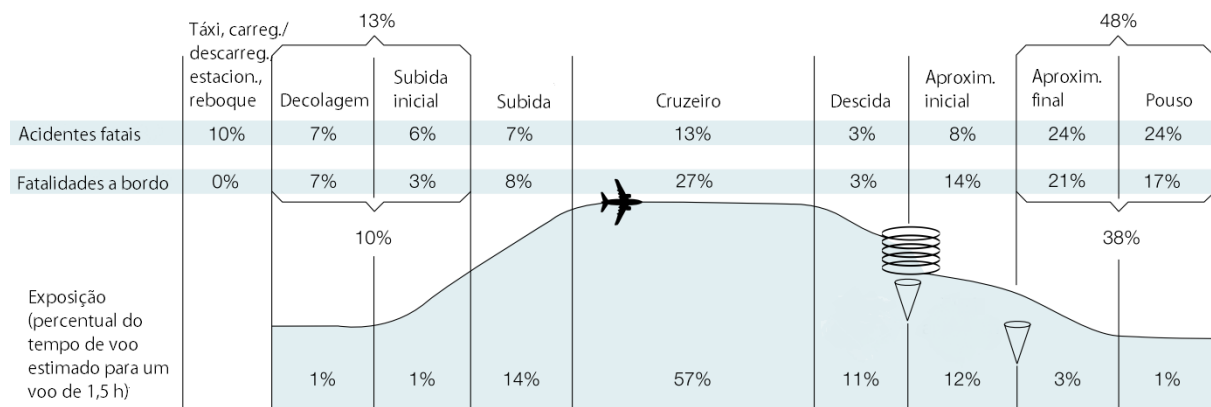
Fonte: Adaptado de Boeing (2016).

Naturalmente, os índices mencionados representam uma média mundial. Esses índices variam consideravelmente entre as regiões do globo. Os dados da associação internacional do

<sup>1</sup> Procedimento no qual a aeronave é rebocada desde a posição de estacionamento e alinhada à pista de táxi para posterior decolagem.

transporte aéreo (IATA, 2016a) mostram que em 2015 o índice médio de acidentes com aeronaves a jato para cada milhão de decolagens variou entre 0,22, no norte da Ásia, e 8,72, na África. Os valores na América do Norte e Europa foram 0,85 e 1,31, respectivamente. A região da América Latina e Caribe apresentou uma taxa de 1,18 acidente por milhão de decolagens. Independentemente das diferenças regionais, o transporte aéreo é frequentemente descrito como o modo de transporte comercial mais seguro (AMALBERTI, 2001; BOUARFA; BLOM; CURRAN, 2012; FLEISCHER; TCHETCHIK; TOLEDO, 2015).

A exposição ao risco também poderá sofrer variações em virtude da fase da operação. A Figura 1.3 mostra a distribuição dos acidentes fatais ocorridos entre 2005 e 2014 em cada fase da operação.



**Figura 1.3** – Acidentes fatais e fatalidades a bordo com aeronaves comerciais a jato no período de 2005 a 2014 por fase do voo.

Fonte: Adaptado de Boeing (2015).

Observa-se que 48% dos acidentes fatais ocorreram nas fases de aproximação final e pouso. Essas fases representam apenas cerca de 4% do tempo de voo, considerando-se um voo de uma hora e meia de duração. A segunda fase com maior número de acidentes fatais foi a fase de cruzeiro, com 13% do número de acidentes. E em terceiro lugar, com uma participação de 10%, aparece a fase que inclui as operações de táxi, descarregamento e carregamento, estacionamento e reboque da aeronave. Apesar de não apresentar um número relevante de fatalidades a bordo, essa fase tem uma participação significativa no número de acidentes fatais, considerando-se uma operação em que a aeronave está parada ou movimentando-se a baixa velocidade no solo.

Dados da agência europeia para segurança da aviação (EASA, 2016) indicam os problemas de segurança (*safety issues*) mais frequentemente relacionados a esses acidentes ou incidentes nos

estados membros, no período de 2011 a 2015. Problemas de segurança são definidos como áreas de preocupação que podem envolver uma ou mais deficiências capazes de levar a um acidente. A Tabela 1.1 apresenta, por ordem de acidentes fatais, os oito principais problemas de segurança operacional (de um total de doze).

**Tabela 1.1** – Acidentes e incidentes no transporte aéreo comercial dos Estados Membros da Comunidade Europeia por tipo problema de segurança operacional.

Problemas de segurança operacional relacionados	Incidentes	Incidente graves	Acidentes totais	Acidentes fatais
	2011-2015 (Total)	2011-2015 (Total)	2011-2015 (Total)	2011-2015 (Total)
<b>Detecção, reconhecimento e recuperação de desvios</b>	569	22	12	2
<b>Operação em condições climáticas adversas</b>	9.209	37	33	1
<b>Serviços auxiliares ao transporte aéreo (<i>ground handling</i>)</b>	10.697	8	7	1
<b>Manutenção de separação adequada entre aeronaves</b>	10.001	43	8	0
<b>Preparação e planejamento do voo antes da partida e em rota</b>	2.535	7	2	0
<b>Manutenção da aeronave</b>	1.318	7	1	0
<b>Gestão do abastecimento</b>	30	9	0	0
<b>Colisão com aves</b>	11.421	3	0	0

Fonte: Adaptado de EASA (2016).

Os serviços auxiliares ao transporte aéreo (*ground handling*) aparecem na terceira colocação, estando relacionado a um acidente fatal. Quando se trata do número total de acidentes e do número de incidentes graves a categoria de serviços auxiliares ocupa a quarta e quinta posições, respectivamente. Quando se trata de incidentes, os serviços auxiliares ao transporte aéreo ficam em segundo lugar, tendo relação com pouco mais de 10 mil incidentes.

No Brasil também há indicações de que as operações de pátio constituem fonte potencial de riscos ao transporte aéreo. Lobianco (2012) realizou estudo com o objetivo de desenvolver um indicador global de segurança operacional em aeroportos. A aplicação da metodologia proposta em um estudo de caso no Aeroporto de Guarulhos, em São Paulo, demonstrou que os danos a propriedades são os eventos que mais influenciam o indicador desenvolvido. No estudo, os danos a propriedades são divididos em dois tipos de indicadores individuais: os *Danos a Aeronaves*, que têm peso de 10,8% no indicador global; e os *Danos a Outros Veículos*,

*Equipamentos e Propriedades*, que têm peso de 42,7% no indicador global. O indicador global é obtido pela média dos indicadores individuais ponderados de acordo com o risco.

O indicador relativo a danos a aeronaves representa colisões de aeronaves que estejam sem intenção de voo, ocorridas no pátio. Usualmente, são situações em que a aeronave está sendo rebocada, fora dos limites da área de estacionamento ou quando veículos e equipamentos abalroam a aeronave. O indicador relativo a danos a outros veículos, equipamentos e propriedades representam colisões envolvendo veículos de pátio, usados, majoritariamente, nos serviços de apoio às aeronaves em solo.

A Tabela 1.2 mostra o número de eventos e o indicador individual relacionados com danos a propriedades obtidos por Lobianco (2012) no Aeroporto de Guarulhos. O indicador individual é obtido dividindo-se a quantidade de eventos observados pela quantidade de movimentos de aeronaves (pouso ou decolagem) multiplicados por 100.000. Percebe-se uma tendência de aumento em ambos os indicadores.

**Tabela 1.2** – Número de eventos e indicadores de colisão de aeronaves no pátio e de danos a equipamentos no Aeroporto de Guarulhos

Ano	Colisão de aeronaves no pátio		Danos a equipamentos e propriedades	
	Nº de eventos	Indicador Individual	Nº de eventos	Indicador Individual
2006	6	3,87	21	13,55
2007	8	4,26	21	11,17
2008	10	5,15	25	12,87
2009	12	5,72	40	19,08
2010	18	7,19	71	28,34

Fonte: Adaptado de Lobianco (2012).

As informações apresentadas permitem constatar que as operações de pátio podem contribuir para o aumento do risco no transporte aéreo. Atualmente, o monitoramento da segurança desses serviços pode ser realizado por meio de dados relativos a acidentes, incidentes e outras ocorrências aeronáuticas.

A maior parte dos serviços de pátio estão sob responsabilidade de operadores aéreos ou de operadores de aeroportos, que executam diretamente essas atividades ou as contratam com empresas especializadas (IATA, 2007). Usualmente, não há uma regulação ou supervisão

intensivas sobre as operações no pátio de aeronaves. O operador aéreo, como executor ou contratante da maioria dos serviços, exerce papel central na supervisão da qualidade dos serviços que são delegados. O operador do aeroporto exerce também supervisão de parte das operações.

No Brasil, a prática adotada pela Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, é compatível com a descrita para o cenário global. Até 2009, a regulamentação nacional exigia uma autorização prévia individual para a prestação dos serviços auxiliares ao transporte aéreo. Em outubro de 2009 foi aprovada a Resolução ANAC nº 116, de 2009, que eliminou a necessidade de autorização individual e de verificações prévias, intensificando a prática de responsabilização do contratante dos serviços auxiliares (ANAC, 2009).

Entretanto, algumas manifestações da indústria indicam que esse modelo de supervisão pode não ser suficiente para garantir a segurança dessas operações. Relatório do Grupo de Trabalho destinado a estudar o tema no âmbito da organização internacional de aviação civil constata que continuam a ocorrer incidentes e acidentes, notadamente colisões em solo com pessoas, veículos, equipamentos e aeronaves no pátio (ICAO, 2015). O referido relatório menciona o resultado de estudos na França e no Reino Unido que mostram ainda números preocupantes relacionados ao incorreto balanceamento de aeronaves e à baixa qualidade de serviços destinados a evitar acúmulo de gelo na fuselagem de aeronaves. O Grupo de Trabalho apresenta entre as recomendações a exigência de que provedores especializados de serviços auxiliares sejam obrigados a implantar um sistema de gerenciamento da segurança operacional e o desenvolvimento de cultura de segurança operacional nos trabalhadores de solo, por meio de treinamento e procedimentos (ICAO, 2015).

## **1.2 DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA**

Diante da necessidade de aprimorar o monitoramento da segurança dos serviços de pátio em aeroportos, seja pelo órgão regulador, pelos operadores aéreos, pelos operadores de aeroportos ou pelos provedores especializados de serviços de pátio, apresenta-se o seguinte problema:

Quais indicadores devem ser prioritariamente utilizados para monitoramento da segurança de processos nos serviços de pátio em aeroportos?

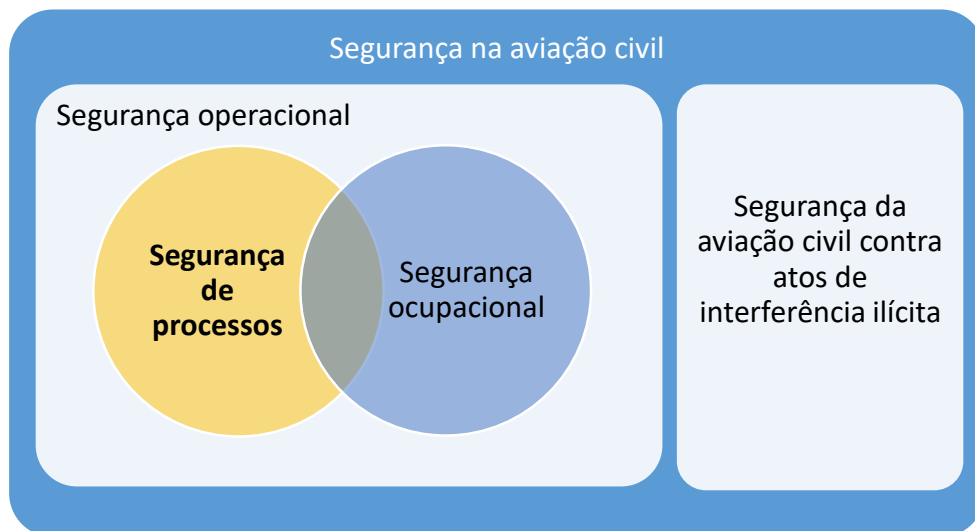
A apresentação de algumas definições e delimitações do escopo deste trabalho são necessárias para melhor compreensão do problema. A primeira definição relevante a ser estabelecida está na conceituação do termo *segurança de processos*. Na aviação, é comum a distinção entre a segurança operacional e a segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita. Essa última é definida como “a combinação de medidas, de recursos humanos e de materiais destinados a proteger a aviação civil contra atos que colocam em risco a segurança da aviação civil e o transporte aéreo”, tais como, entre outras: apoderamento ilícito de aeronave em voo ou no solo; manutenção de refém a bordo de aeronaves ou nos aeródromos; introdução de arma, artefato ou material perigoso, com intenções criminosas, a bordo de aeronave ou em um aeroporto (BRASIL, 2010).

A segurança operacional, por sua vez, pode ser definida como a ausência de perigo (STEP CHANGE IN SAFETY, 2012) ou o estado no qual o risco de lesões a pessoas ou danos a propriedades é reduzido e mantido em um nível aceitável ou abaixo deste (ICAO, 2013).

Outra distinção relevante no domínio da segurança é aquela entre a *segurança de processos* e a *saúde ocupacional e segurança no trabalho*. O foco da segurança de processos são os perigos que podem ter como consequências acidentes catastróficos com múltiplas fatalidades. A saúde ocupacional e segurança no trabalho, por sua vez, tem como foco a proteção dos trabalhadores e os tipos de perigos que afetam diretamente os indivíduos, com pouca ou nenhuma consequência para instalações, equipamentos e as atividades desempenhadas (HOPKINS, 2009a; ROELEN; KLOMPSTRA, 2012).

Diante dessas definições, esclarece-se que o foco deste trabalho é a segurança de processos, conforme apresentado na Figura 1.4. Para simplificação, o termo *segurança* será utilizado para se referir à segurança de processos.

Outra delimitação importante se refere ao escopo dos processos que serão considerados no estudo. A maioria dos estudos existentes sobre segurança nas operações de pátio se limita a eventos que envolvem apenas as aeronaves, representando a visão dominante das empresas aéreas. Quanto ao local, a maioria dos estudos se limita ao pátio de aeronaves e imediações, com raras exceções que consideram qualquer evento ocorrido em solo, inclusive em hangares, desde que haja pessoal trabalhando na aeronave ou ao redor dela.



**Figura 1.4** – Delimitação dos conceitos de segurança na aviação civil

Fonte: elaboração própria.

Com o objetivo de clarificar o escopo das operações neste trabalho, uma delimitação baseada nos agentes envolvidos e nos processos é descrita a seguir:

- Agentes envolvidos: entende-se que, para obter uma visão integrada da segurança nas operações, é necessário considerar eventos que envolvem aeronaves (empresas aéreas), mas também eventos que envolvem apenas outros veículos e equipamentos (operadores de aeródromos ou provedores de serviços de pátio).
- Processos: são objeto de interesse todos os processos que ocorrem durante a escala da aeronave em solo, a partir do momento em que a aeronave inicia a manobra para estacionamento auxiliada por um sinaleiro<sup>2</sup> ou um sistema automático de docagem, e concluindo após o término do *pushback*, quando a aeronave inicia o táxi por meios próprios para a decolagem.

Além disso, esclarece-se que o escopo da pesquisa tem como foco as operações de transporte aéreo público regular de passageiros ou carga. Não serão consideradas, portanto, especificidades existentes nos serviços de táxi aéreo, na aviação privada, nos serviços aéreos especializados e em serviços de transporte aéreo não regular que utilizem aeronaves de menor porte e procedimentos operacionais substancialmente diferentes.

---

<sup>2</sup> Profissional capacitado a orientar as operações de manobra de uma aeronave em solo.



## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo geral**

O objetivo geral desta pesquisa é desenvolver um conjunto de indicadores para avaliação da performance de segurança de processos nos serviços de pátio em aeroportos.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar os elementos que podem ser utilizados para representar o estado da segurança de processos nos serviços de pátio.
- Priorizar os elementos identificados, de acordo com a sua relevância para representação do estado da segurança de processos nos serviços de pátio.
- Propor indicadores de desempenho para monitoramento dos elementos priorizados.

## **1.4 JUSTIFICATIVA**

Os dados apresentados na seção 1.1 deste trabalho tendem a corroborar o cenário usualmente descrito para os pátios de aeronaves: “locais perigosos e potencialmente letais nos quais pessoas interagem com grandes aeronaves, veículos e equipamentos em um ambiente normalmente congestionado e sob grande pressão” (MARCHBANK, 2009, p. 10). Roelen e Blom (2011) *apud* Bouarfa, Blom e Curran (2012) mostram que as taxas de acidentes nas fases de decolagem, pouso e de operações em solo não reduziram no período de 1990 a 2008. Em contraste, as taxas de acidentes durante a fase de voo apresentaram decréscimo consistente no mesmo período. De acordo com Oster, Strong e Zorn (2013), os altos níveis de segurança operacional durante a fase de voo levaram a um aumento da atenção da indústria da aviação para os riscos das operações em solo, como uma nova fronteira a ser conquistada.

Apesar disso, é possível perceber que a maior parte dos estudos científicos sobre segurança das operações em solo têm como foco as operações na área de manobras, e não as operações nas áreas do pátio de aeronaves. Entre os trabalhos recentes que abordam a avaliação da segurança das operações nas áreas de manobras podem ser mencionados os de: Wilke, Majumdar e Ochieng (2014); Wong *et al.* (2009a); Wong *et al.* (2009b); Pacheco, Fernandes e Domingos, (2014); Stroeve, Blom e Bakker (2013); Distefano e Leonardi (2014); Rogerson e Lambert (2012); e Gonçalves e Correia (2015). Com relação aos trabalhos recentes que abordam especificamente a segurança nas áreas de pátio, pode-se mencionar os trabalhos de: Rieder e

Bepperling (2011); Šoltisová e Koščák (2015); Ek e Akselsson (2007); De Boer e De Jong (2014); e Hubbard e Lopp (2015) e Lobianco e Correia (2013). Esse último considera tanto as operações na área de manobras quanto as operações no pátio.

Entre as primeiras referências de estudos que mostram a preocupação da indústria com a segurança operacional no pátio de aeronaves está o trabalho de Mattheus (2004). De acordo com o estudo, de 20% a 30% dos acidentes nos Estados Unidos no período de 1987 e 2003 ocorreram no pátio de aeronaves. Mattheus (2004) avalia que as principais causas desses acidentes são a falta de conformidade com procedimentos e o inadequado treinamento de trabalhadores de solo ou de voo. As medidas corretivas seriam de relativo baixo custo, mas difíceis de serem implementadas, por requererem uma mudança na cultura das organizações.

Em âmbito global, uma importante iniciativa destinada à melhoria da segurança nas operações no pátio de aeronaves foi a criação de um programa de prevenção de acidentes em solo (*Ground Accident Prevention – GAP*), pela *Flight Safety Foundation – FSF*<sup>3</sup>, em 2003.

O estudo conduzido pelo GAP estimou que incidentes e acidentes em operações no pátio de aeronaves resultam em custos globais anuais de US\$ 4 bilhões para empresas aéreas. Esse valor inclui custos diretos de reparação das aeronaves e custos indiretos com perda de receitas e assistência a passageiros decorrentes de alterações na programação dos voos. Além disso, estima-se que os custos indiretos decorrentes de lesão ou morte de pessoas dupliquem esse valor inicial (LACAGNINA, 2007). O lucro líquido das empresas aéreas no mundo em 2015 foi de US\$ 35,3 bilhões, uma margem de 4,9% sobre o faturamento (IATA, 2016b).

Já no mercado de seguros, os danos causados pelas operações no pátio de aeronaves são responsáveis por 18% do número de sinistros e por 15% dos valores pagos em indenizações, considerando-se sinistros acima de 1 milhão de Euros (AGCS, 2014).

As informações apresentadas indicam que as operações de pátio, além de contribuírem para o aumento do risco no transporte aéreo, podem resultar em prejuízos econômicos significativos. O uso de indicadores de desempenho da segurança constitui uma ferramenta importante para a

---

<sup>3</sup> A FSF é uma fundação internacional sem fins lucrativos que tem como objetivo prover orientação em prol da segurança operacional, de forma imparcial e independente e conta com mais de mil associados de 150 países (FSF, 2016).

gestão do risco nas operações de pátio. Todo ciclo de gestão baseado no planejamento, implementação e controle, tal como o PDCA (*Plan, Do, Check and Act*), requer o uso de indicadores a partir dos quais decisões são tomadas (PASMAN; ROGERS, 2014).

Hsu (2004) *apud* Hsu; Li e Chen (2010) destaca a transição ocorrida na década passada no conceito de segurança operacional, que passou de “acidente zero” para “redução do risco a um nível aceitável”. A introdução de uma abordagem baseada em um nível aceitável reforça a necessidade de meios para monitoramento que sejam capazes de aferir não apenas a conformidade regulatória, mas também incluam parâmetros que se aproximem da real performance da segurança (ICAO, 2006).

Na estrutura do Sistema de Gerenciamento da Segurança Operacional (SGSO)<sup>4</sup> definida pela ICAO (2013), o elemento denominado *Processo de monitoramento e medição do desempenho da segurança operacional* (Quadro 1.1) está diretamente relacionado ao uso de indicadores de desempenho da segurança. De acordo com ICAO (2013) o produto desse processo é o desenvolvimento de indicadores de performance de segurança e das suas respectivas metas e níveis de alerta.

**Quadro 1.1 – Componentes e elementos de um SGSO**

<b>Componentes</b>	<b>Elementos</b>
1 – Política e objetivos da segurança operacional	1.1 – Responsabilidade e comprometimento da Alta Direção 1.2 – Responsabilidade primária acerca da segurança operacional 1.3 – Designação do pessoal-chave de segurança operacional 1.4 – Coordenação do Plano de Resposta à Emergência 1.5 – Documentação do SGSO
2 – Gerenciamento de riscos à segurança operacional	2.1 – Processo de identificação de perigos 2.2 – Processo de avaliação e controle de riscos
3 – Garantia da segurança operacional	3.1 – Processo de monitoramento e medição do desempenho da segurança operacional 3.2 – Processo de gerenciamento de mudanças 3.3 – Processo de melhora contínua do SGSO
4 – Promoção da segurança operacional	4.1 – Treinamento e qualificação 4.2 – Divulgação do SGSO e da comunicação acerca da segurança operacional

Fonte: Adaptado de ICAO (2013).

<sup>4</sup> SGSO é uma abordagem sistemática para gerenciamento da segurança, que inclui o estabelecimento de estrutura organizacional, atribuições, políticas e de procedimentos necessários (ICAO, 2013)

De acordo com Liou, Yen e Tzeng (2008), os elementos relacionados ao monitoramento do desempenho da segurança são os multiplicadores da rede, que mantêm o sistema de gestão da segurança coeso e propagam os aprimoramentos de cada elemento para o os demais.

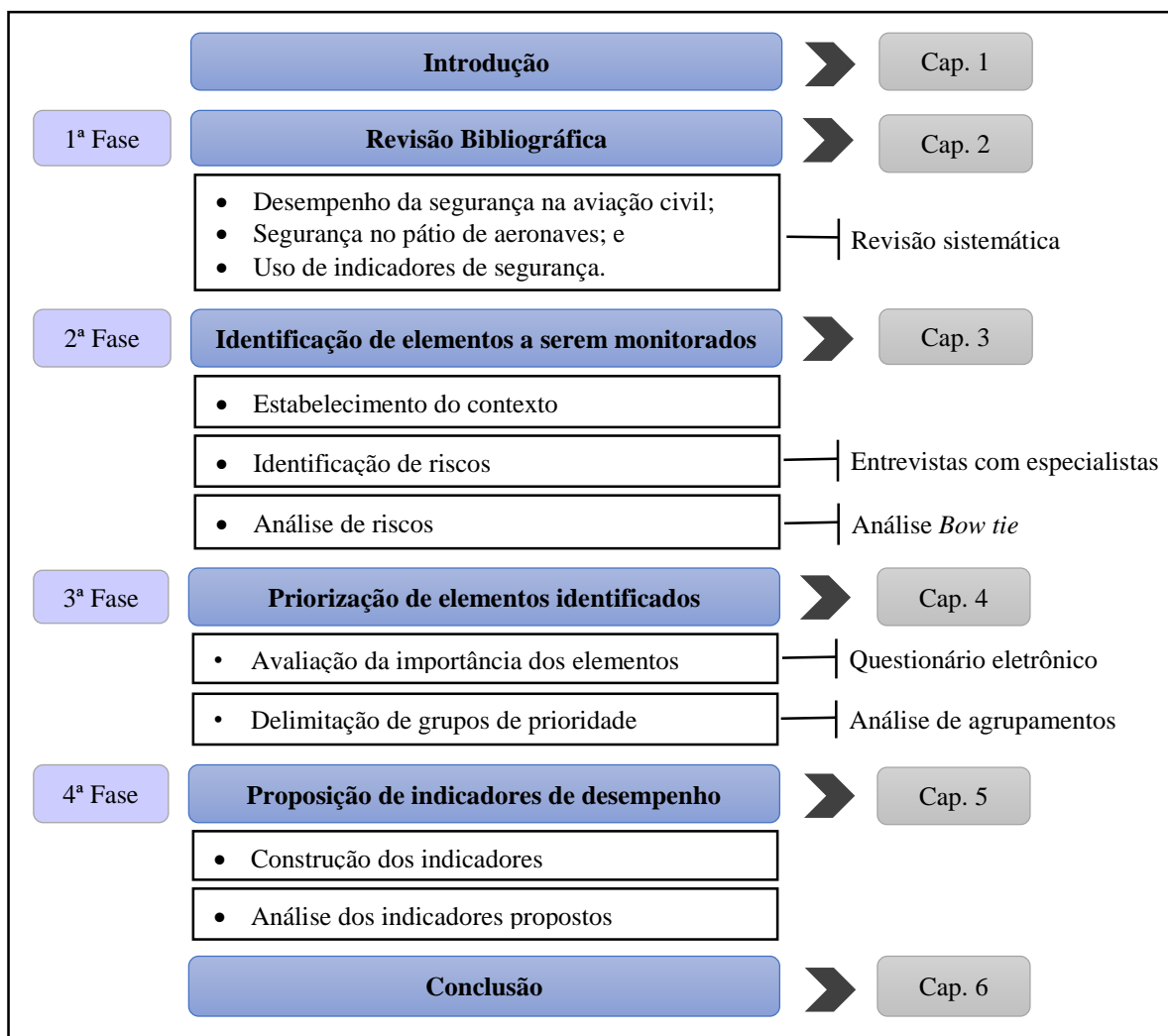
Diante dos dados apresentados, esse trabalho propõe o desenvolvimento de um instrumento que possa contribuir para o aprimoramento da gestão da segurança das operações no pátio de aeronaves. Cabe ressaltar que não foi localizado trabalho científico com o objetivo de estabelecer um sistema de indicadores da performance de segurança para as operações de pátio.

## **1.5 METODOLOGIA**

O método adotado para condução deste trabalho pode ser caracterizado como indutivo, definido como “um processo mental por intermédio do qual, partindo-se de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes” (LAKATOS; MARCONI, 2003, p. 86). Algumas características do método indutivo incluem: a descoberta de uma realidade desconhecida, a partir de indícios que são percebidos ao longo do processo; e um processo que vai do especial para o mais geral. Os elementos ou fases fundamentais do método indutivo são a observação dos fenômenos, descoberta da relação entre eles e generalização da relação (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Uma diferença entre o método indutivo e o método dedutivo que deve ser assinalada é o fato de que no método dedutivo, premissas verdadeiras levam inevitavelmente à conclusão verdadeira. No indutivo, conduzem apenas a conclusões prováveis.

É, portanto, a partir do estudo aprofundado da segurança nas operações de pátio de aeronaves e do uso de indicadores de desempenho que se pretende obter os elementos necessários para a alcance dos objetivos propostos. Também é relevante mencionar que esta pesquisa não partiu de uma ferramenta definida previamente a ser aplicada a um problema. As ferramentas utilizadas foram selecionadas ao longo da pesquisa, de acordo com a necessidade. Assim, as etapas para condução da pesquisa podem ser descritas em quatro fases principais de acordo com os objetivos específicos (Figura 1.5).



**Figura 1.5** – Fases e ferramentas da pesquisa e estrutura da dissertação.

Fonte: elaboração própria.

- **Primeira Fase:** Revisão Bibliográfica.

A primeira fase compreende uma revisão bibliográfica sobre três temas principais:

- a análise de desempenho da segurança na aviação civil;
- a segurança de processos nas operações do pátio de aeronaves; e
- o uso de indicadores de desempenho de segurança.

Essa fase dá suporte ao desenvolvimento das três fases seguintes e ao alcance dos três objetivos específicos. O método de revisão sistemática foi utilizado para revisão da literatura científica do segundo tema.

- **Segunda Fase:** Identificação de potenciais elementos a serem monitorados.

A segunda fase está relacionada ao objetivo específico de identificação dos elementos que podem ser utilizados para representar o estado da segurança de processos nos serviços de pátio.

Para alcance desse objetivo foram utilizadas técnicas do processo de gestão do risco. As primeiras três etapas de um processo de gestão do risco são: o estabelecimento do contexto, a identificação de riscos e a análise de riscos (ABNT, 2009). Essas três etapas foram desenvolvidas com o objetivo de identificar os elementos que influenciam a segurança e entender suas relações. Ressalta-se que na etapa de análise de risco não houve preocupação com a determinação do nível de risco, mas apenas com a compreensão das relações entre os elementos que influenciam o risco.

O estabelecimento do contexto foi realizado com base em informações obtidas durante a revisão bibliográfica. Nessa etapa são descritas as principais atividades executadas durante a escala da aeronave, e a forma como essas atividades são organizadas atualmente no Brasil. Nessa pesquisa, o estabelecimento do contexto foi utilizado posteriormente para, a sistematização dos processos durante a etapa de análise das relações entre os elementos que influenciam o risco.

A identificação dos riscos foi realizada com base em entrevistas com especialistas. O método de entrevista semiestruturada foi adotado para condução das entrevistas, de modo a obter um conjunto mínimo padronizado de informações e possibilitar o levantamento de outras eventuais informações relevantes expostas pelos entrevistados. As informações levantadas durante a revisão bibliográfica também dão suporte e complementam essa etapa.

A análise das relações entre os elementos que influenciam os riscos foi realizada com base no método *Bow tie*<sup>5</sup>. Na análise *Bow tie* os elementos que compõem o risco são apresentados graficamente de maneira simples, possibilitando analisar os caminhos de um risco desde as causas até as consequências (ABNT, 2012).

- **Terceira Fase:** Priorização de potenciais elementos a serem monitorados.

A terceira fase está relacionada ao objetivo específico de priorização dos elementos que foram anteriormente identificados, de acordo com a sua relevância para representação do estado da segurança de processos nos serviços de pátio. Para alcance desse objetivo, foi realizada uma pesquisa por meio de questionário eletrônico. O questionário solicitou a avaliação da importância da coleta de informações sobre cada um dos elementos identificados na fase anterior. Uma escala de importância de cinco pontos foi utilizada.

---

<sup>5</sup> Denominação *Bow tie* é decorrente da semelhança da forma dos diagramas obtidos com uma gravata borboleta.

Em seguida, a técnica de análise de agrupamentos (*cluster analysis*) foi utilizada para definição do grupo prioritário de elementos a serem monitorados. Na análise de agrupamentos a formação dos grupos dá-se de modo que haja elevada homogeneidade interna e elevada heterogeneidade externa (HAIR *et al.*, 2005). Assim, obtém-se, tanto quanto possível, grupos de elementos distintos quanto à sua importância para o monitoramento da segurança operacional.

- **Quarta Fase:** Proposição de indicadores de desempenho.

A quarta fase está relacionada ao objetivo específico de proposição de indicadores de desempenho para monitoramento dos elementos que foram priorizados.

Um conjunto de possíveis indicadores foi proposto para monitoramento dos elementos priorizados. A proposição dos indicadores foi realizada com base em pesquisa bibliográfica sobre indicadores de desempenho e sobre os temas específicos priorizados. O material pesquisado abrangeu a literatura científica, literatura cinzenta (relatórios e manuais produzidos por diversas organizações da indústria) e manuais de gestão da segurança de empresas aéreas e de operadores de aeroportos. Os indicadores foram avaliados quanto ao atendimento a determinados requisitos presentes na literatura.

## **1.6 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO**

A estrutura da dissertação foi dividida de acordo com as fases da metodologia expostas na seção anterior. Essa estrutura se mostrou mais adequada, em função da relação sequencial e de dependência de cada fase da pesquisa em relação às anteriores.

Desse modo, o capítulo 2 é destinado à revisão bibliográfica e foi dividido em três subseções, cada uma destinada a um dos temas principais pesquisados. Os capítulos 3, 4 e 5 são dedicados, cada um, a um objetivo específico. O capítulo 3 apresenta a contextualização dos serviços de pátio e as atividades desenvolvidas durante a realização das entrevistas com especialistas e da análise *Bow tie*. O capítulo 4 apresenta as atividades realizadas para aplicação do questionário eletrônico e uma análise dos seus resultados, incluindo a priorização por meio da análise de agrupamentos. O capítulo 5 descreve os indicadores de desempenho propostos para monitoramento dos elementos priorizados e realiza uma análise desses indicadores. Ao final

dos capítulos 2 a 5 foram inseridos tópicos conclusivos, que permitem a compreensão do trabalho realizado e dos principais resultados.

Por fim, o capítulo 6 apresenta as conclusões, incluindo as limitações da pesquisa, os principais resultados e sugestões para trabalhos futuros.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica realizada. Optou-se por realizar a revisão da literatura com foco em três grandes temas. O primeiro tema, apresentado na seção 2.1, trata de estudos sobre análise ou avaliação do risco realizados na área do transporte aéreo. O objetivo é identificar métodos utilizados para determinação do nível de desempenho da segurança ou do risco na aviação e como o uso de indicadores de desempenho está inserido nesse contexto.

O segundo tema, apresentado na seção 2.2, trata de estudos sobre a segurança de processos nas operações de pátio de aeronaves em aeroportos. Os objetivos são: identificar a natureza dos trabalhos existentes sobre o tema e como esta pesquisa pode contribuir para o avanço do conhecimento no assunto; e identificar os principais problemas ou fatores que influenciam o risco nas operações no pátio de aeronaves.

Adicionalmente, foi realizada ainda para esse tema uma revisão da literatura cinzenta<sup>6</sup>, com foco especial no segundo objetivo exposto acima. A revisão da literatura científica e da literatura cinzenta são apresentadas, respectivamente, nas seções 2.2.1 e 2.2.2.

A seção 2.3 concentra a revisão sobre o uso de indicadores de desempenho da segurança. O principal foco foi a compreensão de como os indicadores podem ser elaborados e quais os requisitos necessários para a obtenção de indicadores de segurança com qualidade.

Por fim, a seção 2.4 apresenta os tópicos conclusivos deste capítulo, em que é apresentada uma análise dos aspectos mais relevantes.

### **2.1 DESEMPENHO DA SEGURANÇA OPERACIONAL NA AVIAÇÃO**

A pesquisa deste tema foi realizada no segundo semestre de 2015 e adotou como ferramenta de busca o Portal de Periódicos Capes. As buscas foram realizadas com dois grupos de termos: o primeiro, contendo termos relacionados à análise ou avaliação da segurança (ou do risco) e termos relacionados à aviação; e o segundo, contendo termos relacionados a indicadores ou

---

<sup>6</sup> Documentos produzidos por entidades que não têm a publicação como atividade primária.

medidas da segurança (ou do risco) e os mesmos termos relacionados à aviação. O grupo 2 contém termos mais associados a medidas objetivas ou quantitativas (Quadro 2.1).

**Quadro 2.1** – Parâmetros da pesquisa bibliográfica sobre avaliação ou medição da segurança.

Descrição do parâmetro	Parâmetros adotados
<b>Horizonte de tempo:</b>	Últimos 10 anos (2005 a 2015)
<b>Ferramenta de Busca:</b>	Portal de Periódicos Capes/MEC
<b>Campos de Busca:</b>	Todos (título, resumo, palavras-chave e texto)
<b>Grupo 1 de termos de busca:</b> publicações relacionadas à <u>análise ou avaliação</u> do risco ou da segurança e à aviação	("risk assessment" OR "safety assessment" OR "risk evaluation " OR "safety evaluation" OR "risk analysis" OR "safety management") AND ("aviation" OR "air transport" OR "airport" OR "airline" OR "airside" OR "surface operation" OR "ground handling")
<b>Grupo 2 de termos de busca:</b> publicações relacionadas a <u>indicadores ou medidas</u> do risco ou da segurança e à aviação	("risk indicator" OR "safety indicator" OR "risk measure" OR "safety measure" OR "safety performance") AND ("aviation" OR "air transport" OR "airport" OR "airline" OR "airside" OR "surface operation" OR "ground handling")
<b>Outros:</b>	Apenas artigos revisados por pares. Exclusão de artigos publicados em periódicos especializados em ciências da saúde.

Fonte: elaboração própria.

A busca resultou em um total de 338 documentos, sendo 286 provenientes da busca com o grupo 1 de termos e 52 provenientes da busca com o grupo 2 de termos. Após uma análise preliminar dos documentos, trinta foram selecionados para uma análise mais detalhada, por sua originalidade ou compatibilidade com os objetivos desta pesquisa.

Com o objetivo de ordenar a apresentação dos estudos analisados, os documentos foram agrupados em cinco categorias: (1) estudos com uma abordagem de revisão ou análise de métodos existentes e que não podiam ser enquadrados em apenas uma das demais categorias; (2) estudos que adotam abordagem probabilística, com foco na utilização de redes *bayesianas*; (3) estudos que utilizam a Análise de Modo de Falhas e Efeitos (*Failure Mode and Effect Analysis* – FMEA) ou variações; (4) estudos baseados na avaliação do clima ou da cultura de segurança; e (5) outros estudos baseados na análise de fatores contribuintes e que utilizam métodos diferentes dos já mencionados anteriormente.

Essa última categoria foi ainda dividida em duas subcategorias, de acordo com o tipo de fatores que são considerados na avaliação: a primeira subcategoria abrange estudos que elencam fatores

de forma mais genérica ou abstrata; e a segunda, que elencam fatores ou indicadores específicos e objetivamente mensuráveis (Quadro 2.2).

**Quadro 2.2** – Agrupamento dos estudos de acordo com abordagem

Grupo	Abordagem	Identificação da Publicação
1	Revisão ou análise de métodos existentes	Netjasov e Janic (2008); e Stroeve, Blom e Bakker (2013)
2	Redes <i>bayesianas</i>	Mohaghegh, Kazemi e Mosleh (2009); Groth, Wang e Mosleh (2010); Ale <i>et al.</i> (2010); Brooker (2011); e Lin, Hale e Van Gulijk (2013)
3	FMEA/FMECA	Chang, Wei e Lee (1999); Lee (2006); e Feng e Chung (2013)
4	Avaliação de cultura ou clima de segurança	Ek e Akselsson (2007); Fu e Chan (2014); O'Connor <i>et al.</i> (2011); e Gao, Bruce e Rajendran (2015)
5	Análise contribuição de fatores - Gerais	Remawi, Bates e Dix (2011); Hsu, Li e Chen (2010); Chen e Chen (2012); Chang, Shao e Chen (2015); Wilke, Majumdar e Ochieng (2014); e Li, Chen e Xiang (2015); Di Gravio <i>et al.</i> (2015a)
	Análise de contribuição de fatores - Específicos	Hadjimichael (2009); Lofquist (2010); Herrera (2012); Rogerson e Lambert (2012); Hsiao <i>et al.</i> (2013a, 2013b); Lobianco e Correia (2013); Gonçalves e Correia (2015); e Di Gravio <i>et al.</i> (2015b)

Fonte: elaboração própria.

Devido à maior afinidade com os objetivos deste trabalho, alguns dos estudos do primeiro e do último grupo serão abordados em mais detalhes.

Netjasov e Janic (2008) realizaram uma revisão de estudos sobre modelos para análise do risco e da segurança na aviação. São priorizados modelos utilizados para análise do risco e da segurança nas operações de voo, especialmente no gerenciamento do tráfego aéreo. Os modelos são classificados em quatro categorias: (1) modelos causais; (2) modelos de risco de colisão; (3) modelos baseados em falhas humanas; e (4) modelos para análise do risco de terceiros.

Os modelos causais e baseados em falhas humanas têm mais afinidade com os objetivos desta pesquisa. Segundo os autores, os modelos causais requerem o estabelecimento de uma estrutura teórica de causas que podem resultar em acidentes (NETJASOV; JANIC, 2008). Os modelos podem ser quantitativos ou qualitativos. Nos métodos qualitativos a estrutura, normalmente hierárquica, de fatores que podem resultar em acidentes é estabelecida e ajuda na compreensão da relação entre as causas e na definição de medidas para prevenir a sua ocorrência.

Nos modelos quantitativos, a probabilidade de ocorrência de cada uma das causas é incorporada na análise, com base em dados estatísticos ou opinião de especialistas. Os métodos mencionados como pertencentes aos modelos causais são: árvore de falhas (*Fault Tree Analysis* – FTA), análise de causas comuns (*Common Cause Analysis* – CCA), árvore de eventos (*Event Tree Analysis* – ETA), método *Bow Tie Analysis*, TOPAZ (*Traffic Organization and Perturbation AnalyZer*), e redes bayesianas (*Bayesian-Belief Net* – BBN).

Netjasov e Janic (2008) avaliam que os métodos ETA, FTA e CCA são votados à determinação estatística do risco de acidentes ou de falhas em componentes do sistema com base em eventos anteriores, enquanto que os métodos TOPAZ, *Bow Tie* e de redes bayesianas são mais utilizados para análise prospectiva de risco de mudanças no sistema decorrentes de introdução de novas tecnologias ou alteração em procedimentos operacionais.

Entre os modelos baseados em falhas humanas, Netjasov e Janic (2008) mencionam os seguintes: HAZOP (*Hazard and Operability*); HEART (*Human Error Assessment and Reduction Techniques*), TRACER (*Technique for Retrospective Analysis of Cognitive Errors*); HERA (*Human Error in ATM*) e HFACS (*Human Factor Analysis and Classification System*). Os autores apontam como dificuldades na aplicação desses métodos o fato de demandarem grande quantidade de tempo e de pessoas com treinamento específico em psicologia, o que torna os métodos de difícil utilização no dia a dia das operações.

O segundo artigo deste primeiro grupo compara duas abordagens de análise de risco: a primeira, baseada em sequência de eventos; e a segunda, baseada em um modelo dinâmico de múltiplos agentes (STROEVE; BLOM; BAKKER, 2013). Os autores concluem que o modelo baseado em sequência de eventos tem a vantagem de resultar em uma estrutura arborescente que é de fácil entendimento, mas possui limitações para representação de interdependências entre os agentes, de variabilidades de contexto e de performance dos agentes. O risco estimado também foi menor do que no modelo de risco dinâmico de múltiplos agentes.

Outra diferença identificada foi o fato de que no modelo de risco dinâmico de múltiplos agentes, o risco não é resultado da performance individual de operadores, de equipamentos ou da interação direta entre ambos, mas emerge da interação e da performance de todo conjunto de operadores e de equipamentos dentro do contexto considerado. Essa constatação é compatível

com os modelos de segurança recentes que se baseiam na teoria de sistemas complexos (STROEVE; BLOM; BAKKER, 2013).

Entre os trabalhos do último grupo, Lofquist (2010) apresenta uma abordagem conceitual sobre o uso de indicadores para monitoramento da segurança operacional. O argumento central defendido pelo autor é a necessidade de uso de outros métodos para medição e monitoramento da segurança operacional, além de indicadores reativos baseados em acidentes e incidentes. Apesar de reconhecer a importância desses indicadores, o autor aponta os seguintes problemas: possuem baixa frequência; não possibilitam identificação de condições inseguras antes da sua materialização em uma consequência grave, o que pode levar anos; e o fato de que a análise das causas pode não ser efetiva para aprimoramento da segurança no futuro, devido ao ambiente de constante mudança e ao fato de que, frequentemente, acidentes catastróficos e eventos de menor repercussão têm as mesmas causas.

O autor então propõe uma abordagem equilibrada para medição da segurança operacional representada por um sistema de gestão da segurança operacional que monitora a segurança em três fases: fase de planejamento ou concepção do sistema (medidas preditivas); fase de operação do sistema (medidas interativas); e fase de resultados (medidas reativas).

Herrera (2012) tem uma abordagem semelhante quanto à adoção de indicadores relacionados a três momentos distintos. A autora afirma ser desejável uma abordagem que agregue indicadores reativos, indicadores proativos e um terceiro grupo de indicadores, denominado pela autora de indicadores correntes (*current indicators*), destinados ao monitoramento do sistema no presente.

No Brasil, Lobianco e Correia (2013) realizaram estudo com o objetivo de desenvolver um indicador global da segurança operacional em aeroportos. O indicador global é obtido por meio da soma de onze indicadores individuais ponderados pelo risco associado a cada indicador. Os onze indicadores considerados estão relacionados a Eventos de Segurança Operacional (ESO) registrados no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos: (1) *Lesões a pessoas*; (2) *Colisão com aves*; (3) *Colisão com fauna (outros)*; (4) *Incursão em pista*; (5) *Danos a propriedades (aeronaves)*; (6) *Danos a propriedades (veículos e outros)*; (7) *Desprendimento de reboque*; (8) *Estacionamento fora da área de segurança*; (9) *Atos inseguros e infrações*; (10) *Objetos estranhos e outros tipos*; e (11) *Ocorrências anormais*. Cada indicador individual é

obtido dividindo-se a quantidade de eventos observados pela quantidade de movimentos de aeronaves (pouso ou decolagem) multiplicados por 100.000. O peso de cada indicador individual é obtido por meio da análise de cada evento em uma matriz de risco com cinco classes de severidade e cinco classes de probabilidade.

Finalmente, em Di Gravio *et al.* (2015b) é descrita a experiência do desenvolvimento de uma medida global da performance de segurança na atividade do controle do tráfego aéreo baseada em acidentes, incidentes e outros tipos de ocorrências relatadas. Incluem, por exemplo, além dos acidentes e incidentes: situações de quase colisão; entrada não autorizada no espaço aéreo; falha em sistema de radar; e perda de comunicação prolongada. Um sistema de relatos padronizado foi desenvolvido para coleta dos dados.

O AHP é utilizado para obtenção do peso de cada evento, de acordo com a sua severidade. O objetivo é obter um valor único capaz de mostrar mudanças de tendência na performance de segurança em um nível macro. Ao mesmo tempo, os indicadores podem ser fragmentados para uma análise da evolução de cada tipo de evento. Os indicadores individuais de cada evento são obtidos pela divisão da quantidade de eventos relatados pelo tráfego total de aeronaves. Os autores ressaltam que, tendo em vista que os eventos menos graves acontecem com mais frequência, sua influência no valor global pode ser significativa, se forem adequadamente relatados.

## **2.2      SEGURANÇA OPERACIONAL NOS SERVIÇOS DE PÁTIO**

### **2.2.1    Literatura científica**

O método de revisão sistemática da literatura foi adotado para revisão de trabalhos científicos existentes sobre segurança operacional nos serviços de pátio em aeroportos. A revisão sistemática adota uma metodologia rigorosa para coleta, avaliação crítica e síntese de resultado de investigações preliminares de um problema específico. O rigor possibilita um processo replicável, científico e transparente (TRANFIELD; DENYER; PALMINDER, 2013). A aplicação do método de revisão sistemática seguirá a sequência de seis passos sugerida por Soni e Kodali (2011). O Quadro 2.3 apresenta detalhes sobre os passos realizados.

**Quadro 2.3** – Aplicação do método de revisão sistemática

<b>Passo</b>	<b>Descrição</b>	<b>Finalidade</b>
<b>1. Definição do problema de pesquisa</b>	Qual o panorama da literatura internacional sobre a segurança operacional nos serviços de pátio em aeroportos?	Ampliar o conhecimento acerca da segurança operacional nos serviços de pátio, em especial identificar: as abordagens ou métodos utilizados nesses estudos e os principais tipos de ocorrências e seus fatores contribuintes.
<b>2. Definição da estratégia de pesquisa</b>	Horizonte de tempo: Últimos 20 anos / De 1995 a 2016 (junho)	Identificar uma maior quantidade de trabalhos relevantes sobre o tema.
	Bases de pesquisas: <i>Scopus</i> , <i>Science Direct</i> , <i>Proquest</i> , <i>Wiley Online</i> , <i>Onefile GALE</i> e <i>Emerald Insight</i>	
	Campos de busca e termos utilizados. Em qualquer campo: ("ground handling" OR "apron" OR "ramp") AND "airport" AND No Resumo: "safety"	Delimitar os resultados a publicações com maior potencial de abordar os assuntos de interesse da pesquisa. A publicação deverá conter termos relacionados aos serviços de pátio e à segurança operacional.
<b>3. Definição de critérios para inclusão ou exclusão de trabalhos</b>	Critérios gerais de exclusão: - Publicações repetidas; - Publicações cujo texto completo não está disponível por meio do Portal de Periódicos Capes; e - Publicações em idioma diferente do inglês, português ou espanhol.	Delimitação do material acessível ao pesquisador.
<b>4. Seleção dos artigos</b>	Critério de seleção: - Publicações que tratem da segurança operacional nos serviços de pátio em aeroportos.	Selecionar publicações que sejam capazes de traçar o panorama da literatura sobre o assunto.
<b>5. Análise dos artigos selecionados</b>	Elementos para análise: - Data de publicação; título do periódico; país de origem; as abordagens ou métodos utilizados; e os principais tipos de ocorrências e seus fatores contribuintes, quando disponíveis.	Identificar elementos que representam maior risco à segurança das operações de serviços de pátio em aeroportos e métodos já utilizados capazes de avaliar a segurança operacional nesse setor.
<b>6. Apresentação dos resultados</b>	Resultados: - Elaboração de seção de Relatório de Pesquisa (Dissertação).	Apresentar resultados da revisão e principais conclusões.

Fonte: elaboração própria.

A busca realizada com os parâmetros indicados no passo 2 do Quadro 2.3 resultou em um total de 438 publicações. As bases de dados *Scopus*, *Science Direct* e *Proquest* congregam quase

90% das publicações (Quadro 2.4). A aplicação dos critérios gerais de exclusão, em uma primeira fase, eliminou 23 itens repetidos e 35 itens cujo texto completo não pôde ser acessado por meio do Portal de Periódicos Capes. Nenhum artigo foi eliminado em função do idioma.

**Quadro 2.4** – Relação de publicações identificadas

<b>Base de dados</b>	<b>Número de publicações</b>
<i>Scopus</i>	154
<i>Science Direct</i>	122
<i>Proquest</i>	117
<i>Wiley Online</i>	19
<i>OneFile - Gale</i>	15
<i>Emerald Insight</i>	11
<b>Total</b>	<b>438</b>

Fonte: elaboração própria.

Numa segunda fase, foi realizada uma análise preliminar dos 380 itens restantes por meio da leitura do título, resumo e conclusão, com o objetivo de identificar se os artigos se enquadravam nos critérios de seleção. Segundo esse critério, 278 publicações foram eliminadas por não tratarem de serviços de pátio. Em geral, a razão foi a presença dos termos *ground handling*, *apron* e *ramp*, sem que o documento, de fato, abordasse problemas de serviços de pátio em aeroportos. A presença desses termos em quaisquer campos do documento, em conjunto com termos ligados a aeroportos e segurança operacional resultou em uma grande quantidade de trabalhos que tratam da segurança da aviação de uma forma geral, mas com enfoque apenas em outros setores. A opção de inclusão desses termos em qualquer campo do documento se deu com o objetivo de aumentar as chances de identificar número maior de estudos relevantes.

Ainda nessa segunda fase, 31 publicações foram eliminadas por não tratarem de segurança operacional. Em geral, são artigos que abordam os serviços de pátio, mas sob a ótica da eficiência dos serviços ou da segurança da aviação civil contra atos de interferência ilícita.

As 71 publicações que apresentavam potencial de conter elementos relevantes para esta pesquisa permaneceram para análise na terceira fase. Nessa fase, uma leitura completa do texto foi iniciada, a fim de identificar características relevantes dos estudos, especialmente: as abordagens ou métodos utilizados; e os principais tipos de ocorrências e seus fatores contribuintes, quando disponíveis. Outras informações como data e país de publicação e título do periódico também são analisadas. Nessa fase ainda foi excluída grande quantidade de



publicações. Constatou-se que 43 não tratavam de serviços de pátio e que 8 não tinham como foco a segurança operacional. Resultaram, assim, 20 publicações.

Por fim, em uma quarta e última fase foram incluídas publicações referenciadas em alguma das 20 anteriormente selecionadas e que, por algum motivo, não constavam na busca realizada nas bases de dados selecionadas. Cinco publicações foram incluídas, resultando em um total de 25. O Quadro 2.5 resume o processo de seleção dos artigos nas quatro fases.

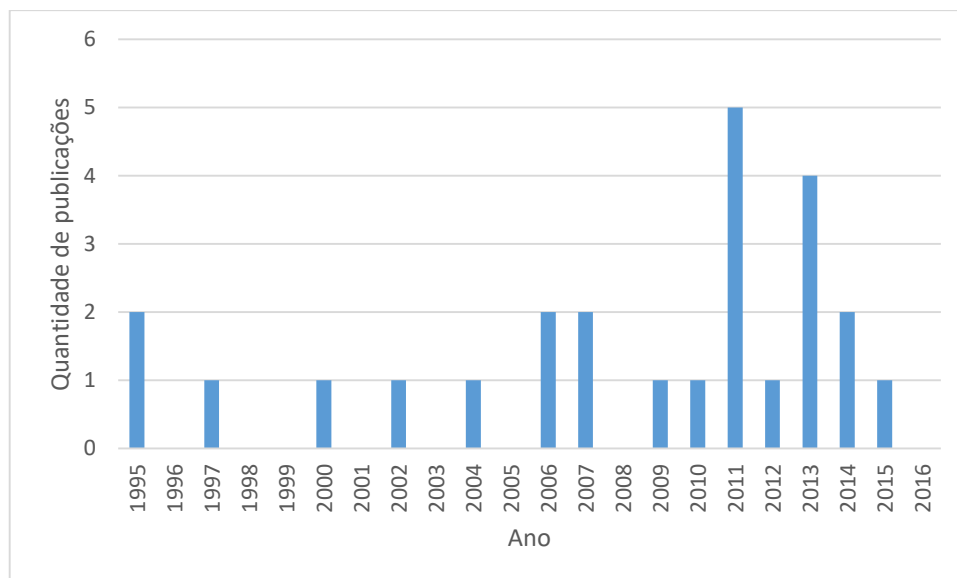
**Quadro 2.5** – Processo de seleção das publicações

<b>Fases de seleção</b>	<b>Motivo de exclusão ou inclusão</b>	<b>Quantidade</b>
<b>1ª Fase</b> (Qtd. inicial: 438)	Publicação repetida	23
	Texto completo indisponível	35
	<b>Total remanescente</b>	<b>380</b>
<b>2ª Fase</b> (Qtd. inicial: 380)	Não trata de serviços de pátio	278
	Foco não é segurança operacional	31
	<b>Total remanescente</b>	<b>71</b>
<b>3ª Fase</b> (Qtd. inicial: 71)	Não trata de serviços de pátio	43
	Foco não é segurança operacional	8
	<b>Total remanescente</b>	<b>20</b>
<b>4ª Fase</b> (Qtd. inicial: 20)	Referências em outras publicações	5
	<b>Total</b>	<b>25</b>

Fonte: elaboração própria.

Uma análise da distribuição dos trabalhos ao longo dos anos permite perceber que apenas a partir de 2009 passou a haver uma produção mais constante de publicações sobre o tema. Ainda assim, as publicações são reduzidas, não ultrapassando duas por ano, com exceção de 2011 e 2013 que registraram, respectivamente, cinco e quatro publicações (Figura 2.1).

Quanto à distribuição geográfica das publicações com base na afiliação institucional do primeiro autor, mais da metade dos estudos provêm da Europa (56%): Espanha, Irlanda, Portugal e Alemanha com duas publicações, cada; e Itália, Reino Unido, Grécia, Eslováquia, Suécia e Holanda com uma publicação, cada. Quatro publicações são provenientes dos Estados Unidos. As demais estão distribuídas entre Ásia, Oceania e Oriente Médio: Taiwan, China e Austrália contam com duas publicações, cada; e a Arábia Saudita com uma.



**Figura 2.1** – Distribuição de publicações sobre segurança nos serviços de pátio no período

Fonte: elaboração própria.

A distribuição das publicações por periódicos é apresentada no Quadro 2.6.

**Quadro 2.6** – Distribuição das publicações por periódicos e respectiva classificação

(continua)

Título do periódico	Qualis (2014)	SCImago (2015)	Quantidade
<i>Abstract and Applied Analysis</i>	ND	0,512	1 (ZAFAR; ALHUMAIDAN; KHAN, 2014)
<i>Accident Analysis and Prevention</i>	A1	1,109	1 (DÍAZ; CABRERA, 1997)
<i>ACM International Conference Proceeding Series</i>	ND	ND	1 (DIEKE-MEIER <i>et al.</i> , 2013)
<i>Aircraft Engineering and Aerospace Technology</i>	B2	0,391	1 (“Safety Topics”, 1995)
<i>Aviation Week and Space Technology (New York)</i>	ND	0,100	1 (FIORINO, 2004)
<i>Cognition, Technology and Work</i>	ND	0,361	1 (CAHILL <i>et al.</i> , 2013)
<i>ICTIS 2011: Proceedings of the 1st Int. Conf. on Transportation Information and Safety</i>	ND	ND	1 (XU; TIAN, 2011)
<i>IEEE Aerospace Conference Proceedings</i>	ND	0,113	1 (PESTANA; DA SILVA; REIS, 2011)
<i>IEEE Antennas and Propagation Society AP-S International Symposium (Digest)</i>	ND	0,190	1 (CORTE; GUTIÉRREZ; GÓMEZ, 2012)
<i>IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance AVSS 2014</i>	ND	ND	1 (FENZI <i>et al.</i> , (2014)

**Quadro 2.6** – Distribuição das publicações por periódicos e respectiva classificação

(conclusão)

<b>Título do periódico</b>	<b>Qualis (2014)</b>	<b>SCImago (2015)</b>	<b>Quantidade</b>
<i>IET Intelligent Transport Systems</i>	ND	0,455	1 (SEMERTZIDIS <i>et al.</i> , 2010)
<i>International Human Error and System Safety Development HESSD Workshop</i>	ND	ND	1 (PIOTROWICZ; EDKINS; PFISTER, 2002)
<i>International Journal of Aviation Psychology</i>	ND	0,157	2 (CHAMBERLIN <i>et al.</i> , 1995); e (EK; AKSELSSON, 2007)
<i>International Journal of Industrial Ergonomics</i>	B1	0,592	2 (HORBERRY, 2011); e (WENNER; DRURY, 2000)
<i>Intl. Conf. on Information and Communication Technology for Intelligent Systems</i>	ND	ND	1 (CHENG; SUN, 2011)
<i>Journal of Air Transport Management</i>	A2	0,845	2 (CHEN; CHEN; LIN, 2009); e (POSTORINO; BARRILE; COTRONEO, 2006)
<i>Journal of Air Transportation</i>	ND	ND	1 (LU; WETMORE; PRZETAK, 2006)
<i>Mathematical Problems in Engineering</i>	A2	0,285	1 (FENG; CHUNG, 2013)
<i>Procedia Engineering</i>	B3	0,238	1 (PASSENIER; SHARPANSKYKH; DE BOER, 2015)
<i>Safety Science</i>	A1	0,928	1 (O'CONNOR <i>et al.</i> , 2011)
<i>Telecommunication Systems</i>	ND	0,593	1 (CASACA <i>et al.</i> , 2007)
<i>Transport Problems</i>	ND	0,210	1 (HROMÁDKA, 2013)

ND – Não Disponível

Fontes: CAPES (2010); SCIMAGO (2007)

Não há uma predominância de periódicos em que o tema é tratado. Apenas três periódicos apresentam mais de uma publicação: *International Journal of Aviation Psychology*; *International Journal of Industrial Ergonomics*; e *Journal of Air Transport Management*. O tema é tratado em alguns periódicos com alto fator de impacto e elevada qualificação para área Engenharias I, de acordo com a classificação realizada pela Capes (Qualis). No entanto, uma parcela significativa das publicações é proveniente de artigos de eventos e sem classificação de qualidade disponível.

As publicações foram distribuídas em quatro grupos de acordo com a abordagem e métodos utilizados (Quadro 2.7).

**Quadro 2.7** – Distribuição das publicações de acordo com abordagens e métodos

<b>Abordagens e métodos utilizados</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Identificação da Publicação</b>
Uso de tecnologia para controle da movimentação de aeronaves e outros veículos no solo. Sistemas baseados em radares, GPS, câmeras, redes sem fio e cálculo de trajetória da aeronave em manobras.	9	Postorino, Barrile e Cotroneo (2006); Casaca <i>et al.</i> (2007); Corte, Gutiérrez e Gómez (2012); Semertzidis <i>et al.</i> (2010); Pestana, Da Silva e Reis (2011); Cahill <i>et al.</i> (2013); Dieke-Meier <i>et al.</i> (2013); Fenzi <i>et al.</i> (2014); e Zafar, Alhumaidan e Khan (2014)
Análise de dados de acidentes, incidentes ou outros tipos de ocorrências ou problemas identificados. Análise estatística, análise de fatores contribuintes e análise de risco.	6	“Safety Topics” (1995); Chamberlin <i>et al.</i> (1995); Wenner e Drury (2000); Fiorino (2004); Lu, Wetmore e Przetak (2006); e Hromádka (2013)
Análise de fatores humanos. Avaliação da cultura de segurança, clima de segurança ou do comportamento. Entrevistas, questionários e observação direta.	4	Díaz e Cabrera (1997); Piotrowicz, M., Edkins, G. e Pfister (2002); Ek e Akseleson (2007); e O’Connor <i>et al.</i> (2011)
Proposição de modelos ou métodos para avaliação ou aprimoramento da segurança operacional. Lógica <i>Fuzzy</i> , AHP, FMECA, Delphi, STAMP, Etnografia Organizacional e Modelo Baseado em Agentes ( <i>Agent Modelling</i> ).	6	Chen, Chen e Lin (2009); Xu e Tian (2011); Horberry (2011); Cheng e Sun (2011); Feng e Chung (2013); e Passenier, Sharpanskykh e De Boer (2015)

Fonte: elaboração própria.

Observou-se que nove das publicações adotam soluções baseadas no uso da tecnologia. Tratam, em grande parte, de sistemas utilizados para controle da movimentação de aeronaves ou outros veículos em solo, baseados em GPS, dispositivos sem fio ou imagens de câmeras.

Um segundo grupo de publicações adota uma abordagem mais descritiva de problemas de segurança operacional ou de dados de acidentes ou incidentes nas operações de pátio. Alguns desses estudos tentam identificar os fatores contribuintes dos acidentes de acordo com modelos diversos de segurança operacional.

O terceiro grupo, composto por quatro publicações, tem como foco a avaliação de fatores humanos ou organizacionais. Apesar de alguns trabalhos do grupo anterior considerarem aspectos relacionados a fatores humanos, optou-se por agrupar esses quatro trabalhos em uma categoria específica, em função de sua abordagem voltada exclusivamente para observação do comportamento dos indivíduos ou avaliação do clima ou cultura de segurança nas organizações.

Por fim, um quarto grupo de publicações apresenta uma abordagem mais inovadora, com a proposição ou adaptação de modelos para avaliação da segurança na aviação civil. Em geral, não são desenvolvidos especificamente para tratar de serviços de pátio, mas abrangem elementos desses serviços. Utilizam combinações de técnicas diversas, incluindo análise de risco, técnicas ligadas à teoria de decisão, modelos matemáticos e simulação. A descrição de alguns dos estudos dos grupos 2 e 3, mais relevantes para este trabalho, é apresentada a seguir.

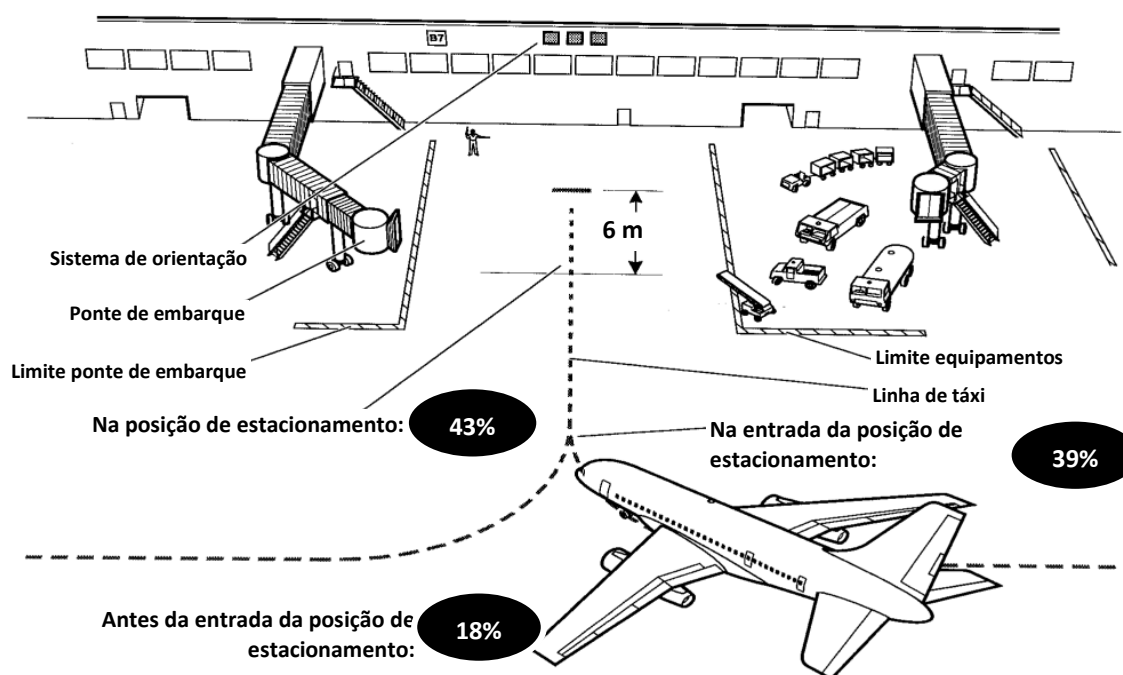
Em “Safety Topics” (1995) são apresentados os destaques de um seminário sobre segurança no pátio de aeronaves ocorrido no Reino Unido. A avaliação apresentada no artigo é de que os incidentes têm crescido, mas não têm recebido atenção suficiente, devido ao *status* mais baixo da segurança no solo em relação à segurança de voo. Os principais problemas apontados são o tráfego intenso de veículos nas áreas de pátio, a falta de integração ou supervisão das atividades e a pressão para processamento das aeronaves no solo (*turnaround*) em tempo reduzido.

A melhoria da cultura de segurança dos trabalhadores de pátio é apontada como desafio e a alta rotatividade e utilização de trabalhadores temporários são mencionados como complicadores para o alcance desse objetivo. Outros perigos relacionados ao ambiente físico são mencionados, como a ocorrência de raios e os reflexos no pavimento molhado, que dificultam visualização da sinalização horizontal. A existência de uma função de supervisor ou coordenador das atividades no pátio é discutida como possível medida para aumento da segurança.

A utilização da função de coordenadores de operações de pátio é discutida também em Hromádka (2013). De acordo com o autor, os aeroportos de médio porte (até 12 milhões passageiros ao ano) utilizam a função de coordenador de pátio com mais frequência do que grandes aeroportos. Ainda segundo o autor, a liberalização dos serviços de pátio e o aumento na competitividade fizeram a remuneração desses serviços cair, às custas de deterioração da qualidade dos serviços e da segurança. A redução de pessoal e equipamentos, aliado a redução no tempo de *turnaround* estão entre os principais problemas.

Chamberlin *et al.* (1995) analisaram relatos de ocorrências entre 1986 e 1994 envolvendo serviços de pátio nos Estados Unidos. 182 relatos foram selecionados para análise, de acordo com os seguintes critérios: deveriam envolver operações aéreas comerciais; deveriam relatar danos a aeronave, equipamentos de rampa ou lesão a pessoas; e deveriam envolver tripulação de voo, ou seja, deveriam ocorrer enquanto a tripulação de voo ocupava a posição na cabine.

Inicialmente, o autor relata que os aspectos ambientais (clima, período do ano e horário do dia) não parecem ser relevantes nos reportes analisados. Quanto ao local de ocorrência, 18% das aeronaves se encontravam na pista de táxi de acesso à posição de estacionamento; 39% na entrada ou saída da posição de estacionamento; e 43% na posição de estacionamento, na área distante até aproximadamente 6 m (20 pés) da posição de parada. Também foi identificado que as ocorrências são mais comuns durante a chegada do que durante a partida da aeronave (Figura 2.2).



**Figura 2.2** – Distribuição do local de ocorrência de incidentes no solo com presença de tripulação de voo

Fonte: Adaptado de Chamberlin *et al.* (1995).

Entre os fatores que contribuíram para as ocorrências, foram identificados os seguintes: (1) sinalização horizontal ou luminosa inadequada; (2) problemas de comunicação; (3) problemas com procedimentos operacionais; (4) erros de pessoal de solo; e (5) erros de tripulação de voo. Os problemas com a sinalização do aeroporto são relatados em 24% dos casos, mas estão em geral associadas a dificuldades relacionadas ao congestionamento e ausência de sinaleiro (*marshaling*). A comunicação deficiente entre pessoal de solo e a tripulação está presente em 52% dos relatos. Em 61% dos casos as ocorrências se dão em situações em que há apenas comunicação por sinais. Um número menor de ocorrências (24%) se dá quando há comunicação verbal.

Os problemas com procedimentos operacionais de empresas aéreas estão presentes em 34% dos relatos. Trata-se, em geral, de falta de procedimentos estabelecidos. Os relatos atribuem as ocorrências ao pessoal de solo em mais de 57% dos casos. Em pouco mais de 41% são atribuídos a falhas de tripulação de voo. Deve-se ressaltar que quase a totalidade dos relatos são provenientes de tripulantes de voo. Na maior parte dos casos, as falhas são relacionadas ao sinaleiro, que constitui figura central durante a movimentação da aeronave. Outras falhas são relativas ao posicionamento inadequado de veículos e equipamentos de rampa: estacionamento fora das áreas demarcadas ou aproximação do veículo antes da parada completa da aeronave.

As recomendações para melhoria da segurança incluem o treinamento de pilotos e de pessoal de solo, com o objetivo de que cada grupo compreenda as atividades sob responsabilidade do outro grupo; a certificação de sinaleiros e *wingwalkers*<sup>7</sup>; e o estabelecimento de limites de velocidade e de procedimentos de comunicação entre motoristas. Para a tripulação de voo, as recomendações foram no sentido de estabelecer procedimentos destinados a uma maior atenção da tripulação durante a movimentação da aeronave no solo e um julgamento crítico acerca das distâncias em relação a obstáculos.

Wenner e Drury (2000) analisaram 130 incidentes em solo envolvendo danos materiais, com o objetivo de identificar suas falhas ativas e latentes. A análise é feita com base em relatos registrados entre 1992 e 1995 por uma empresa aérea norte-americana. O escopo da análise inclui tanto os danos causados durante o atendimento da aeronave no processo de *turnaround*, quanto os danos causados durante serviços de manutenção da aeronave em hangares. Ou seja, envolve qualquer evento que resulte em danos materiais enquanto pessoas trabalham na aeronave ou ao redor da aeronave em solo.

Inicialmente, os relatos são analisados e classificados em 12 eventos típicos, que representam os principais perigos encontrados. Foi constatado que 94% dos relatos poderiam ser enquadrados em três grandes grupos de eventos, descritos como: Equipamento colide com aeronave estacionada (39%); Aeronave colide com objeto ou equipamento (32%); e Aeronave ou suas partes se movem (involuntariamente) e colidem com objetos (23%). Em seguida, são identificadas as falhas latentes associadas a cada evento típico. Essas falhas são estruturadas

---

<sup>7</sup> Profissionais que auxiliam os sinaleiros, acompanhando as asas ou a cauda da aeronave, a fim de identificar se as distâncias em relação a objetos estão sendo mantidas em margens aceitáveis.

segundo o modelo SHELL, que se baseia na interação de quatro componentes: processo (*Software*); equipamento (*Hardware*), entorno (*Environment*); e pessoas – indivíduo e equipe (*Liveware*). Segundo os autores, não foram identificadas falhas latentes relacionadas a processos. Portanto, a classificação conta apenas com os demais elementos restantes. A incidência de falhas latentes nos incidentes é apresentada na Tabela 2.1.

**Tabela 2.1** – Incidência de falhas latentes

<b>Componente (SHELL)</b>	<b>Falha latente</b>	<b>Número de incidentes</b>	<b>%</b>
<b>H</b> Equipamento	<b>H1 – Equipamento deficiente</b>	<b>72</b>	<b>27</b>
	Equipamento deficiente: inadequado para tarefa	39	15
	Equipamento deficiente: problema mecânico	33	12
<b>E</b> Entorno	<b>E1 – Espaço inadequado</b>	<b>30</b>	<b>11</b>
	Espaço inadequado: área congestionada	22	8
	Espaço inadequado: não adequado para a tarefa	8	3
	<b>E2 – Sinalização horizontal</b>	<b>21</b>	<b>8</b>
	Sinalização: inexistente	7	3
	Sinalização: não se estende até fora do hangar	4	1
<b>L</b> Indivíduo	<b>L1 – Falta de consciência dos perigos/riscos</b>	<b>34</b>	<b>13</b>
<b>LL</b> Equipe	<b>LL1 – Comunicação deficiente</b>	<b>29</b>	<b>11</b>
	Comunicação deficiente: entre membros da equipe	24	9
	Comunicação deficiente: entre turnos	5	2
	<b>LL2 – Falta de consciência das atividades concomitantes</b>	<b>8</b>	<b>3</b>
	<b>LL3 – Número correto de pessoas não utilizado</b>	<b>36</b>	<b>14</b>
	<b>LL4 – Pressão para manter pontualidade da partida</b>	<b>19</b>	<b>7</b>
	<b>LL5 – Diretrizes para <i>pushback</i> não cobradas</b>	<b>16</b>	<b>6</b>
	<b>Total</b>	<b>265</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de Wenner e Drury (2000).

Posteriormente, os autores construíram, para cada um dos doze eventos típicos, uma sequência típica de acontecimentos em uma estrutura arborescente, semelhante à utilizada em árvores de falhas (*Fault Tree Analysis* – FTA). Com base nas falhas latentes associadas a cada acontecimento são realizados testes estatísticos (Qui-quadrado) para verificar a ocorrência de



associações acima do esperado. Associações estatisticamente relevantes, que podem indicar relação causal, foram identificadas para nove falhas latentes. O Quadro 2.8 apresenta a associação entre eventos típicos e falhas latentes.

**Quadro 2.8** – Associação entre eventos típicos e suas falhas latentes

<b>Eventos Típicos</b>	<b>Falhas latentes</b>
<b>Aeronave estacionada</b>	–
<b>Equipamento colide com aeronave estacionada</b> Ferramentas/Materiais colidem com aeronave Plataforma de trabalho colide com aeronave Equipamento de rampa conduzido em direção à aeronave Equipamento não tripulado se desloca em direção à aeronave Portas de hangar colidem com aeronave	H1 – Equipamento deficiente LL3 – Número correto de pessoas não utilizado LL4 – Pressão para manter pontualidade da partida
<b>Aeronave ou suas partes se movem e colidem com objetos</b> Posição de partes da aeronave mudam Centro de gravidade da aeronave muda Aeronave se move para frente ou para trás	L1 – Falta de consciência dos perigos/riscos LL1 – Comunicação deficiente LL2 – Falta de consciência das atividades concomitantes LL3 – Número correto de pessoas não utilizado LL4 – Pressão para manter pontualidade da partida
<b>Aeronave em <i>pushback</i></b> <b>Veículo de <i>pushback</i> colide com aeronave</b> <b>Aeronave não está ainda preparada para <i>pushback</i></b> <b>Aeronave colide com objeto ou equipamento</b> Aeronave colide com objeto ou equipamento fixo Aeronave colide com objeto ou equipamento móvel	E1 – Espaço inadequado E2 – Sinalização horizontal LL5 – Diretrizes para <i>pushback</i> não cobradas LL3 – Número correto de pessoas não utilizado LL4 – Pressão para manter pontualidade da partida

Fonte: Adaptado de Wenner e Drury (2000).

Ressalta-se que, devido à quantidade reduzida de incidentes analisados, as associações com algumas falhas latentes foram estatisticamente relevantes apenas para grupos de eventos. As falhas latentes *Número correto de pessoas não utilizado* e *Pressão para manter a pontualidade*

*da partida* estão associadas a todos os eventos típicos. Outras sete falhas estão associadas a grupos de eventos específicos.

Lu, Wetmore e Przetak (2006) analisaram relatos de acidentes ocorridos entre 1999 e 2004 nos EUA com aeronaves da aviação comercial regular. Os acidentes foram classificados em 10 causas diretas e 36 causas raízes. Entre as causas diretas estava incluída a causa *Pessoal de solo*, definida como: acidente causado por pessoal de solo (motorista de caminhão, operador de esteira de carregamento ou rebocador, agentes de pátio etc.). Para cada causa direta foram identificadas as causas raízes mais comuns. Dos acidentes classificados, 43 (22,75%) tiveram como causa direta o pessoal de solo. Foi a segunda maior frequência de causa direta, antecedido pela classe de *Operações de voo*.

Os fatores relacionados com pessoal de solo foram: (1) consciência situacional deficiente (distâncias, operações de veículos e pontes de embarque); (2) comunicação deficiente (motoristas, pilotos e sinaleiros); (3) ausência de supervisão; (4) desconhecimento pelos agentes de rampa sobre procedimentos de segurança; (5) fadiga; e (6) problemas de saúde ou uso de medicamentos.

O terceiro grupo de publicações da literatura científica congrega quatro estudos que tratam da segurança nas operações de pátio sob a perspectiva dos fatores humanos ou organizacionais. O primeiro estudo, desenvolvido por Díaz e Cabrera (1997) trata de uma pesquisa que se tornou importante referência não só para a pesquisa da segurança de operações de pátio, como também para pesquisa sobre clima de segurança nas organizações com um todo. A pesquisa tinha entre os objetivos explorar as relações entre: (1) as atitudes do indivíduo; (2) o nível geral de segurança da organização; e (3) o clima de segurança em organizações que atuam nos serviços auxiliares.

Três organizações que atuam em um aeroporto espanhol foram selecionadas para pesquisa: uma empresa aérea; uma empresa de abastecimento de combustíveis; e o operador de aeroporto. O estudo foi limitado aos departamentos de serviços auxiliares da empresa aérea e do operador do aeroporto, mas não há descrição do conjunto de atividades desenvolvidas por essas organizações.

Questionários foram aplicados para avaliar os três elementos objeto do estudo. Para avaliação da atitude em relação à segurança foi desenvolvido um questionário que abordou 29 itens considerados relevantes, com base em uma escala de *Likert* com cinco pontos. O clima de segurança foi avaliado por meio de questionário que abordou cinco grandes dimensões, divididas em 40 itens.

Por fim, a segurança geral da organização foi avaliada por meio da opinião de 29 especialistas, em uma escala de 1 a 5, sobre seis elementos, incluindo: (1) envolvimento da organização em acidentes ou incidentes nos últimos 12 meses; (2) probabilidade de envolvimento no futuro próximo; (3) nível de segurança na condução de veículos no pátio; (4) desempenho em tarefas específicas na área ao redor da aeronave; (5) conformidade com padrões de segurança; e (6) nível geral de segurança do comportamento dos operadores nos serviços auxiliares. Os questionários incluíam também variáveis independentes, como tipo de organização, idade, tempo de atuação na companhia, nível hierárquico, entre outras.

A análise da correlação entre atitude do indivíduo e variáveis independentes mostrou diferenças significativas nas atitudes de acordo com o tipo de organização e a área de atuação dos trabalhadores. A pontuação média obtida nos questionários da empresa de abastecimento de combustíveis foi de 4,20. A pontuação obtida pelo operador de aeroporto e pela empresa aérea foram, respectivamente, 3,98 e 3,89. Os trabalhadores que atuam diretamente no pátio de aeronaves obtiveram uma pontuação média de 3,96, enquanto que demais trabalhadores alcançaram uma pontuação de 4,12. As autoras afirmam que essa diferença na atitude poderia ser explicada pela maior familiarização com o risco ou pressão do tempo a que o grupo que atua no pátio está submetido.

A avaliação geral da segurança operacional também apresentou diferenças significativas entre as organizações: a pontuação média obtida pelo operador do aeroporto foi 4,14; a pontuação da empresa de abastecimento de combustíveis, foi 4,29; e a da divisão de serviços auxiliares da empresa aérea, foi 2,14. Resultados similares foram obtidos para a avaliação do clima de segurança das organizações.

Díaz e Cabrera (1997) ainda ressaltam a dificuldade de uma avaliação quantitativa e objetiva para comparação do desempenho de segurança das organizações e opinam que a medida da segurança operacional deverá ser alcançada por meio de um conjunto de várias medidas. De

modo geral, o estudo afirma que organizações com maior avaliação da segurança também apresentam maiores pontuações na avaliação do clima de segurança e uma atitude mais positiva em relação à segurança.

Ek e Akselsson (2007) realizaram uma pesquisa com o objetivo de adaptar uma ferramenta para avaliação de aspectos da cultura de segurança em provedores de serviços auxiliares. O questionário desenvolvido considerou nove aspectos: (1) Condições de trabalho; (2) Comunicação; (3) Aprendizado; (4) Relatos de segurança; (5) Cultura justa; (6) Flexibilidade; (7) Atitudes em relação à segurança; (8) Comportamento relacionado à segurança; e (9) Percepção do risco.

O melhor desempenho geral foi obtido nos critérios *Atitudes em relação à segurança*, *Relatos de segurança* e *Condições de trabalho*. Os três piores desempenhos foram observados em *Flexibilidade*, *Cultura justa* e *Aprendizado*. Em oito dos nove critérios a avaliação do grupo de gestores foi superior à do pessoal operacional. O resultado geral, comparado ao de outros setores do transporte anteriormente pesquisados (controle de tráfego aéreo e transporte marítimo de passageiros) sugere uma cultura de segurança menos desenvolvida no setor de serviços de pátio.

### **2.2.2 Literatura cinzenta**

Conforme mencionado anteriormente, a segunda parte desta revisão abrange documentos classificados como integrantes da literatura cinzenta, uma vez que se esperava encontrar relevante literatura cinzenta sobre o tema (MAHOOD; VAN EERD; IRVIN, 2014). A literatura cinzenta abrange documentos produzidos em todos os níveis de governos, academia, empresas e organizações, em formato impresso ou eletrônico, por entidades que não têm a publicação como atividade primária (GREYNET, 2012). No presente caso, os documentos que são apresentados foram produzidos por entidades de pesquisa ou consultores em parceria com entidades de governo e por associações de empresas aéreas ou de operadores de aeroportos.

A pesquisa por publicações sobre o tema na literatura cinzenta, no entanto, não seguiu o método de revisão sistemática. A busca foi inicialmente direcionada aos sítios eletrônicos de entidades internacionais de aviação e de autoridades de aviação civil de países ou grupos de países. Quatro documentos foram inicialmente selecionados. Três deles fazem parte de uma série de estudos

produzidos pelo centro aeroespacial holandês (*Netherlands Aerospace Centre – NLR*), entre 2008 e 2011, sobre os serviços de pátio. O quarto documento, patrocinado pela administração federal de aviação norte-americana (*Federal Aviation Administration – FAA*), trata de um estudo sobre práticas de segurança adotadas nas operações de pátio.

Além desses, uma série de documentos e relatórios elaborados pela IATA também foram consultados. Informações de um relatório do banco de dados de danos em solo (*Ground Damage DataBase – GDDDB*), mantido pela IATA, serão apresentadas.

Os primeiros três documentos tratam de estudos sobre segurança operacional nos serviços de pátio produzidos pelo centro aeroespacial holandês (*Netherlands Aerospace Centre – NLR*). O primeiro deles, concluído em 2008, realizou um mapeamento dos processos envolvidos nos serviços de pátio e uma análise das ocorrências registradas (BALK, 2008). A abordagem apresenta semelhança com os estudos de Chamberlin *et al.* (1995) e Wenner e Drury (2000).

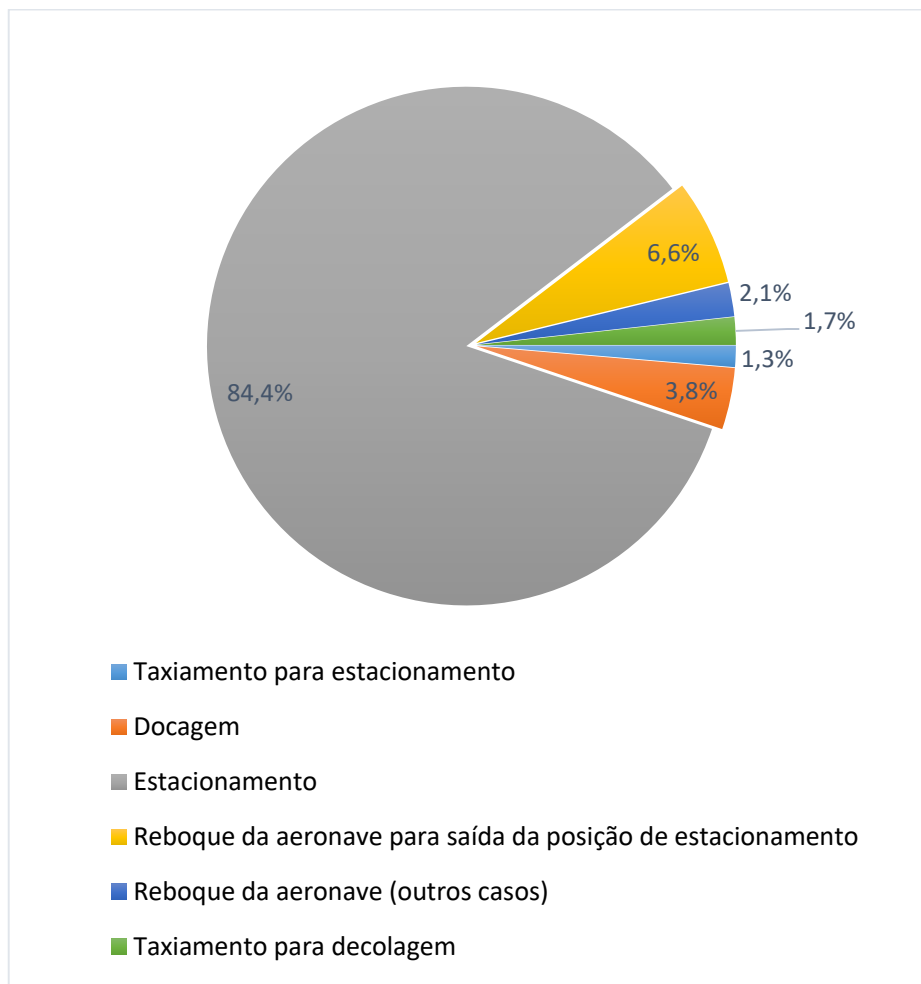
De acordo com o relatório, o objetivo principal do estudo era a identificação de problemas de segurança nos processos dos serviços de pátio e a proposição de soluções. Os objetivos específicos incluíam a identificação e análise dos riscos, por meio da investigação do papel de cada agente na causa de acidentes e incidentes (BALK, 2008).

O estudo inclui ocorrências classificadas como RAMP (definida como as ocorrências durante ou resultantes dos serviços auxiliares), bem como outras em que a aeronave se movimenta por meios próprios ocorridas no pátio. Outro critério relevante de delimitação do escopo do estudo foi a exclusão de ocorrências que não envolvem a aeronave. Desse modo, não foram consideradas as colisões envolvendo exclusivamente veículos e equipamentos.

A partir dessa delimitação, foram analisados os dados de incidentes do banco de dados no NLR que resultaram em danos ocorridos em solo com aeronaves de asa fixa nos principais aeroportos dos Estados Unidos, Canadá, Europa, Austrália, Extremo Oriente e África. O período de tempo não é especificado. A busca resultou em um total de 2.841 incidentes em uma base de 14

milhões de etapas de voos<sup>8</sup>, o que corresponde a aproximadamente uma ocorrência para cada 5.000 etapas.

Uma distribuição dos 2.841 incidentes de acordo com seis fases da operação em solo mostrou que a grande parte dos incidentes (84,4%) ocorre quando a aeronave está estacionada. A Figura 2.3 apresenta a distribuição dos incidentes por fase de operação.



**Figura 2.3** – Distribuição de incidentes por fase da operação

Fonte: Adaptado de Balk (2008).

Para avaliar o papel de cada agente nos acidentes, o estudo analisa também a distribuição dos incidentes de acordo com a interface com cada equipamento ou veículo. Os agentes identificados no estudo, com seus respectivos equipamentos estão descritos a seguir no Quadro 2.9.

---

<sup>8</sup> Um voo com mesmo número pode ser composto por mais de uma etapa. Cada etapa de um voo é composta por um pouso e uma decolagem.

Quadro 2.9 – Descrição de agentes e respectivos equipamentos envolvidos nos serviços auxiliares

Agente	Equipamento
Operador de aeronave	Aeronave
Operador de aeroporto	Ponte de embarque, sistema visual de orientação para docagem, sinaleiro
Prestador de serviços auxiliares	Escadas de passageiros, esteira de bagagem, trator de bagagem, <i>loader</i> de carga, <i>dolly</i> , equipamentos de serviços auxiliares (energia, ar-condicionado), rebocador
Manutenção	Veículos, escada de manutenção, plataforma de manutenção, macaco aeronáutico
Provedor de combustível	Caminhões-tanque, servidores de hidrante
Provisão de serviços de bordo	Caminhão de serviço de bordo
Limpeza da aeronave	Veículo de limpeza
Serviços de esgotamento sanitário	Caminhão de serviços de esgotamento sanitário
Serviço de água potável	Caminhão de água potável
Degelo	Caminhão ou equipamento de degelo

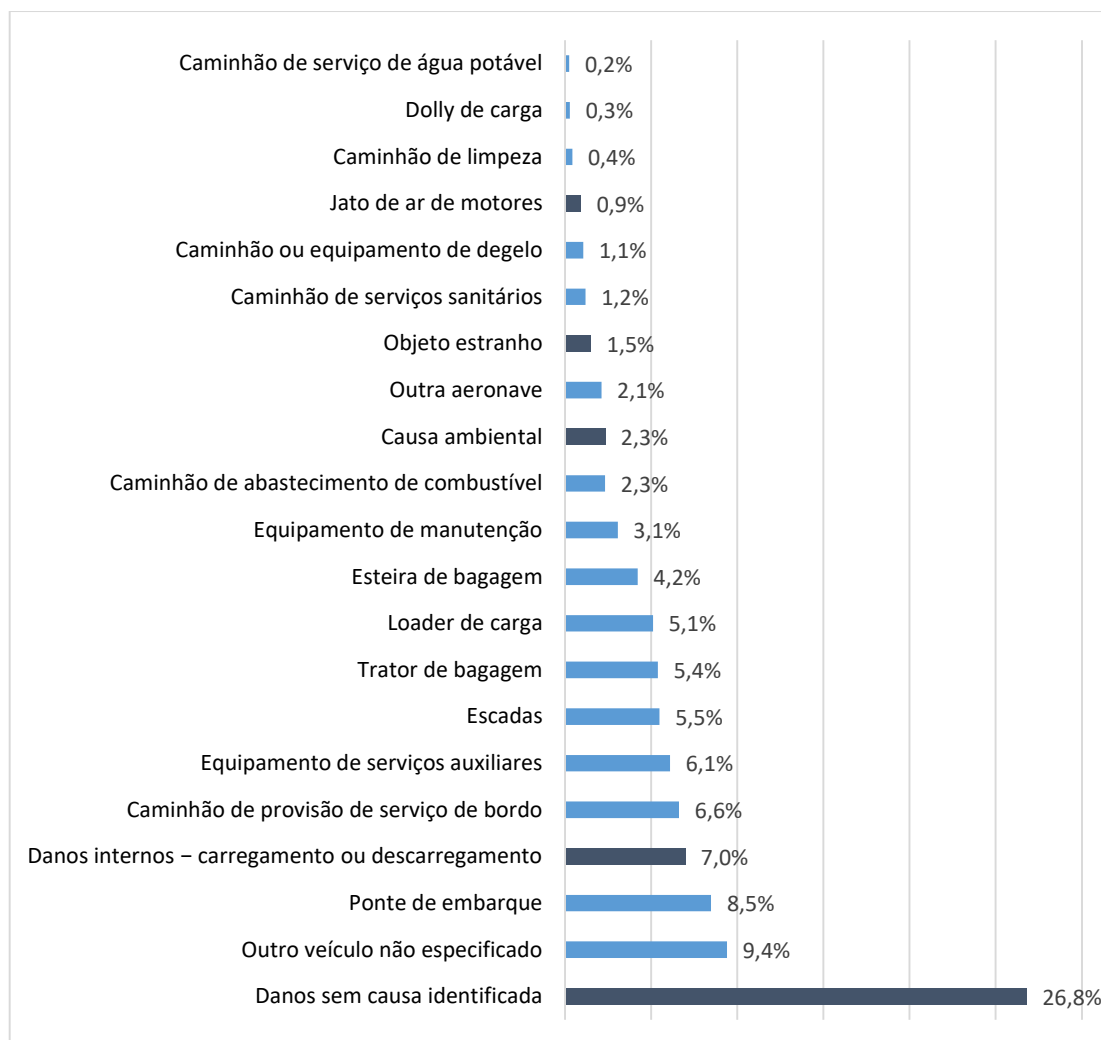
Fonte: Adaptado de Balk (2008).

Percebe-se que o prestador de serviços auxiliares (*Ground Handling Organization* – GHO, na terminologia do relatório) é identificado como um agente distinto daqueles que realizam as atividades relacionadas à manutenção, fornecimento de combustível, serviços de bordo, limpeza da aeronave, serviços de esgotamento sanitário, serviços de água potável e degelo. O relatório faz a ressalva de que, dependendo do contrato, diversos agentes podem fazer parte de uma única organização.

A análise identificou que 61,5% (1.747) dos incidentes ocorre quando há o estabelecimento de interface com um dos agentes elencados no Quadro 2.9. Os 38,5% restantes foram então agrupados em outras cinco categorias: (1) objetos estranhos (*Foreign Objects* – F.O.); (2) jato de ar de turbinas; (3) ambiental (colisão com fauna, clima, colisão com objeto fixo); (4) danos no interior da aeronave durante carregamento ou descarregamento; e (5) danos sem causa identificada. A Figura 2.4 apresenta a distribuição dos incidentes de acordo com as interfaces do Quadro 2.9 e as outras cinco categorias aqui elencadas.

Chama atenção o número de incidentes classificados como sem causa identificada. De acordo com o relatório do estudo, isso se deve a dois motivos: ao fato de que muitos dos relatórios das ocorrências não continham informações suficientes para determinar a origem do dano à

aeronave; ou ao fato de que o dano foi identificado por um terceiro e, portanto, não identificado ou reportado diretamente pelos envolvidos na ocorrência. A segunda maior categoria de incidentes está relacionada a danos resultantes de interface com outro veículo não identificado, o que também reflete a falta de informações detalhadas nos relatórios.



**Figura 2.4** – Distribuição dos incidentes por interface

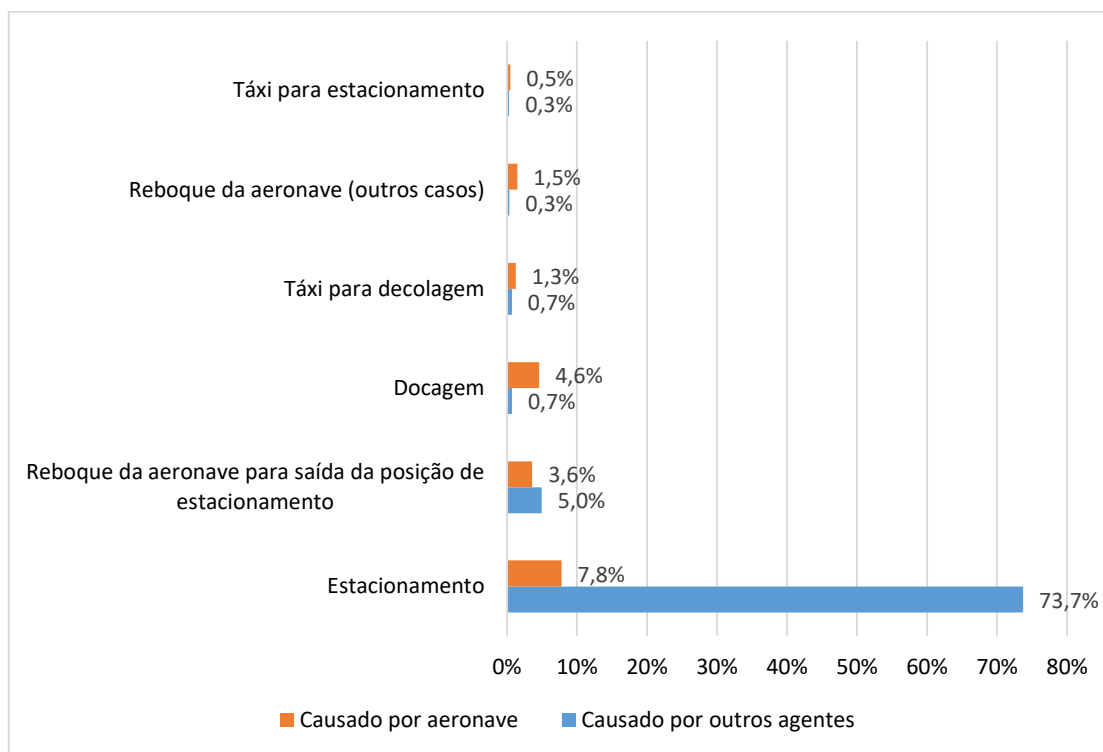
Fonte: Adaptado de Balk (2008).

Em seguida, os incidentes mais frequentes estão relacionados com pontes de embarque, danos internos nos compartimentos de carga e bagagem durante o carregamento e descarregamento, caminhões de serviços de bordo, equipamentos de serviços de pátio (energia, ar condicionado), escadas de passageiros, trator de bagagem e *loader* de carga.

A análise também buscou identificar se o incidente foi causado pela aeronave ou se foi causado pelos demais agentes, no momento da interface com algum dos equipamentos discriminados no Quadro 2.9. Essa análise excluiu as cinco categorias que não se enquadram em nenhuma das



interfaces. A identificação do agente causador do incidente, distribuído para cada fase de operação é apresentada na Figura 2.5.



**Figura 2.5** – Distribuição dos incidentes por agente causador em cada fase da operação

Fonte: Adaptado de Balk (2008).

Os dados mostram que 73,7% (1.288) dos incidentes ocorrem durante a fase de estacionamento e são causados por outros agentes. Nessa fase, a aeronave é responsável por 7,8% (136) dos incidentes. Durante o *pushback*, os demais agentes são também responsáveis pela maior parte dos incidentes. Nas outras quatro fases, a aeronave é o principal agente causador. No entanto, o número de incidentes nessas fases é consideravelmente menor do que nas duas primeiras.

As principais conclusões do estudo são destacadas a seguir (BALK, 2008):

- O número de incidentes aumenta nas fases das operações que ocorrem em áreas mais congestionadas do aeroporto.
- Os incidentes durante a fase de docagem são causados prioritariamente pela movimentação da própria aeronave (87%) e têm como principal causa o espaço livre insuficiente. As colisões mais comuns são com pontes de embarque e caminhões de combustível.
- O número elevado de incidentes relacionados a algumas interfaces, como por exemplo, com caminhão de serviços de bordo, *loader* de carga e tratores de bagagem poderia ser

explicado pelo fato de que o atendimento à aeronave usualmente requer a existência de mais de um veículo do mesmo tipo.

- Durante a fase de *pushback* a distribuição da causa das colisões é equitativa entre aeronave e demais agentes. No entanto, tendo em vista que a aeronave está sendo conduzida pelo veículo rebocador, na prática a responsabilidade pela colisão não pode ser atribuída à aeronave. As causas de incidentes nessa fase estão relacionadas a falhas de comunicação, visão obstruída ou espaço livre insuficiente entre aeronave e demais veículos ou equipamentos.
- O elevado número de danos não reportados no interior de compartimentos de bagagem e carga representa um risco grave para a segurança de voo, seja pelo fato de não terem sido identificados ou por não terem sido notificados. A inexistência de padrões relacionados ao reporte de incidentes entre todos os envolvidos resulta em perda valiosa de informações para a segurança operacional.

O segundo e o terceiro estudos desenvolvidos pelo NLR tiveram como foco os fatores humanos. O segundo estudo foi realizado em parceria com a equipe europeia de segurança operacional na aviação civil comercial (*European Commercial Aviation Safety Team – ECAST*) e a autoridade de aviação civil da Holanda (BALK; BOSSENBROEK, 2010). A ECAST é resultado de uma parceria entre a agência europeia de aviação civil (*European Aviation Safety Agency – EASA*), outros órgãos reguladores europeus e a indústria da aviação. A escolha do objeto do estudo se deveu à opinião de que os aspectos de fatores humanos não são considerados (ou são pouco considerados) nos processos de serviços auxiliares ao transporte aéreo. O escopo do estudo foi limitado aos serviços de pátio. Essa limitação foi justificada pela conclusão do estudo anterior, que constatou que o risco de danos à aeronave é maior quando a aeronave está estacionada (BALK, 2008).

O estudo aplicou questionários em trabalhadores de sete empresas de serviços auxiliares na Holanda para investigar a cultura de segurança dessas organizações e os fatores humanos. A primeira parte do questionário, destinada a analisar a cultura de segurança das organizações, utiliza o questionário de cultura de segurança da aviação (*Aviation Safety Culture Inquiry Tool – ASC-IT*).

A segunda parte do questionário se destina a identificar os incidentes mais comuns, suas causas diretas (falhas) e fatores contribuintes. A classificação de incidentes, falhas e fatores

contribuintes utilizada é baseada em uma ferramenta de investigação de acidentes denominada REDA (*Ramp Error Decision Aid*), desenvolvida pela Boeing especificamente para as operações de pátio. Os questionários são aplicados a dois grupos distintos dentro de cada organização: gestores e pessoal operacional. Adicionalmente, foram realizadas entrevistas com o objetivo de alcançar uma melhor compreensão dos resultados.

A primeira parte do questionário avalia a percepção dos empregados em relação a seis características da organização, desdobradas em 21 elementos. O Quadro 2.10 apresenta as características, com seus respectivos elementos.

**Quadro 2.10** – Elementos de cultura de segurança

<b>Característica</b>	<b>Elementos</b>
Comprometimento	Comprometimento da gerência Comprometimento do empregado Investimento em segurança
Cultura Justa	Avaliação de comportamento (in)seguro Percepção da justiça da avaliação Responsabilidade em relação à segurança
Informação	Treinamento em segurança Comunicação de informação de segurança Sistema de relatos de segurança Propensão para relatar Consequências de relatos de segurança
Consciência	Consciência dos riscos decorrentes da atividade Atitude em relação a perigos não conhecidos Atenção para segurança
Aprendizagem Organizacional	Ações após ocorrências de segurança Proatividade para prevenir ocorrências de segurança Participação do pessoal operacional
Comportamento	Satisfação no trabalho Condições de trabalho Comportamento do empregado em relação à segurança Expectativa e encorajamento mútuos

Fonte: Adaptado de Balk e Bossenbroek (2010).

A avaliação geral das empresas ficou entre 3,4 e 3,8, em uma escala de 1 a 5. Esses valores classificam as empresas entre o nível *Calculativo* e o nível *Proativo*, na escala apresentada por Hudson (2003) *apud* Balk e Bossenbroek (2010). A escala define cinco níveis de maturidade da cultura de segurança da organização: (1) *Patológico*; (2) *Reativo*; (3) *Calculativo*; (4) *Proativo*; e (5) *Construtivo*.

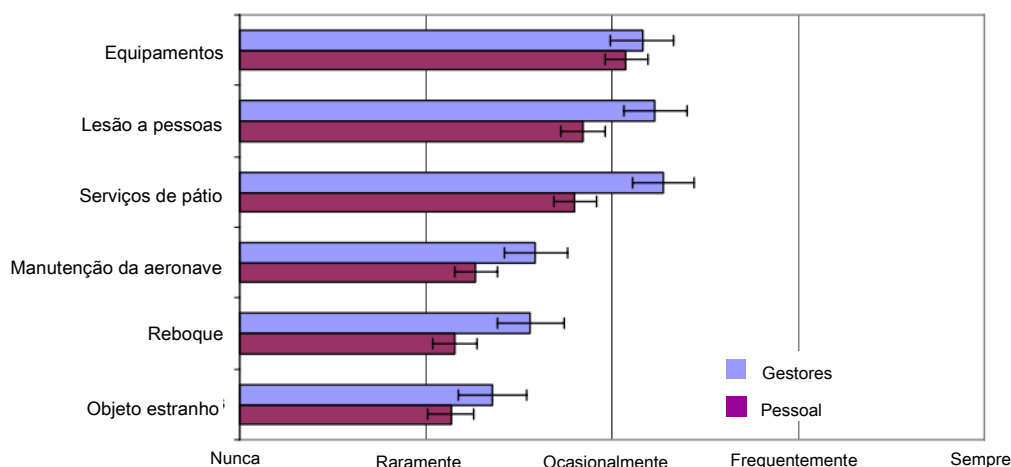
No nível *Calculativo* a organização apresenta as seguintes características: a segurança é levada em consideração nas decisões gerenciais, mas não é um valor fundamental; ações são adotadas em casos de ocorrências de segurança; o comportamento dos empregados é influenciado por aspectos de segurança; há situações em que um comportamento inseguro é aceito em benefício de outros interesses, mas em geral há uma expectativa mútua de um comportamento seguro.

A avaliação de cada uma das características apresentou diferenças significativas, mas o padrão de distribuição da pontuação foi semelhante em todas as sete organizações. As características *Comprometimento* e *Consciência* apresentam avaliações elevadas. *Cultura justa*, por sua vez, apresenta as avaliações mais baixas. Uma baixa avaliação nesse indicador está relacionada a uma impressão de que o objetivo principal da gerência é encontrar e punir os responsáveis por erros ou incidentes ou de que a gerência e pessoal operacional não admitem seus erros. A avaliação mais baixa nessa característica se deve à baixa pontuação do indicador *Responsabilidade em relação à segurança*.

A característica *Aprendizagem* também apresentou uma baixa avaliação média, principalmente devido à baixa avaliação do elemento *Ações após ocorrências de Segurança*. Essa baixa avaliação entre o pessoal operacional é decorrente de uma desconfiança de que ações efetivas não são realizadas, de fato, após acidentes ou incidentes. Há ainda entre pessoal operacional e gestores dúvidas em relação à avaliação da efetividade das ações corretivas. As características *Comprometimento*, *Informação* e *Comportamento* tiveram avaliações intermediárias.

A segunda parte do questionário buscava extrair a opinião dos trabalhadores em relação aos eventos mais comuns, suas causas diretas (falhas) e fatores contribuintes. São considerados cinco tipos de eventos: (1) danos a aeronaves; (2) danos a equipamentos; (3) lesão a pessoas; (4) impacto ambiental; e (5) perturbações operacionais. Este último é o evento considerado mais frequente, ocorrendo até diversas vezes durante uma semana segundo os gestores. Em seguida, com uma frequência estimada de menos de uma vez por semana, aparecem *Danos a equipamentos*, *Danos a aeronaves* e *Lesão a pessoas*. Por fim, a frequência do evento *Impacto ambiental* é estimada em menos de uma vez por mês. A opinião do pessoal operacional é mais otimista nesses casos, apresentando uma frequência menor do que dos gestores. A explicação para essa diferença foi atribuída a uma visão mais abrangente das operações por parte dos gestores.

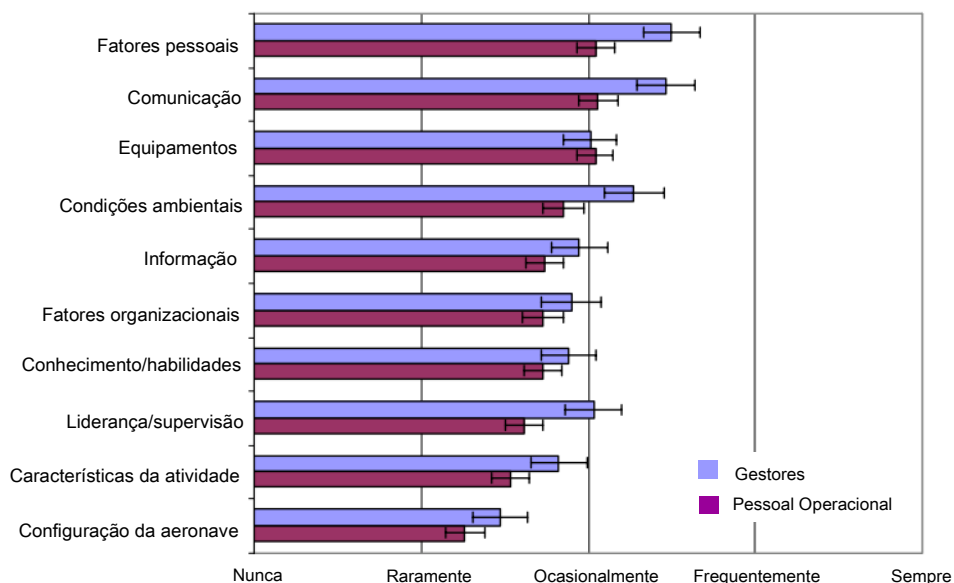
As causas diretas (falhas) e os fatores contribuintes são apresentados na Figura 2.6 e na Figura 2.7.



**Figura 2.6** – Causas diretas de incidentes, acidentes ou erros humanos

Fonte: Adaptado de Balk e Bossenbroek (2010).

Pode-se observar divergência na opinião de gestores e de pessoal operacional quanto às causas diretas. Para os gestores, a causa direta mais comum são as atividades executadas durante o atendimento à aeronave (*Serviços de pátio*), seguido de *Lesão a pessoas* e *Equipamentos*. *Lesão a pessoas*, nesse contexto se refere a situações em que a lesão acabou resultando em um incidente com danos à aeronave. Para o pessoal operacional, as mesmas três causas aparecem nas primeiras posições, mas em ordem invertida. Para o pessoal operacional, os *Equipamentos* são as causas mais comuns de incidentes.



**Figura 2.7** – Fatores contribuintes de incidentes, acidentes ou erros humanos

Fonte: Adaptado de Balk e Bossenbroek (2010).

Os fatores contribuintes (Figura 2.7) com maior importância segundo gestores e pessoal operacional são *Fatores pessoais* e *Comunicação*. Apesar da convergência de opinião entre gestores e pessoal operacional na maioria dos fatores, há duas divergências marcantes. Para gestores, os *Equipamentos* aparecem na quinta colocação, enquanto para o pessoal operacional os *Equipamentos* estão entre os três principais fatores contribuintes, junto com *Fatores pessoais* e *Comunicação*. A outra diferença marcante se refere ao fator *Liderança e supervisão*. Esse é o quarto fator mais comum para gestores e apenas o oitavo para o pessoal operacional.

Outro fator relevante, tanto para gestores quanto para pessoal operacional são as *Condições ambientais* no pátio de aeronaves. Em geral são elementos que estão fora de controle dos provedores de serviços auxiliares.

Cada um dos dez fatores é analisado em maiores detalhes por meio da identificação de fatores específicos associados. A frequência com que esses fatores específicos contribuem para erros humanos também é analisada numa escala de cinco classes: (1) nunca; (2) raramente; (3) ocasionalmente; (4) frequentemente; e (5) sempre. Dos 108 fatores específicos listados, a grande maioria (85,2%) é enquadrado na classe *Raramente*. Apenas um fator é enquadrado na classe *Nunca* e 15 fatores (13,8%) são enquadrados na classe *Ocasionalmente*.

A *Pressão do tempo* é o fator específico considerado mais frequente por gestores e pessoal operacional. Esse fator específico afeta os *Fatores pessoais* e está relacionado à importância que é dada à partida da aeronave no horário programado, em virtude de exigências contratuais e, de acordo com as entrevistas, em virtude também de orgulho profissional. Entre os fatores pessoais aparecem também com maior frequência os fatores específicos *Estresse*, *Fadiga* e *Pressão de colegas*. De certo modo, são fatores que estão relacionados entre si. Nas entrevistas foi identificada a ocorrência de trabalhadores que realizam dupla jornada com diferentes empregadores para obter renda suficiente.

Entre o pessoal operacional, o segundo fator mais frequente é a *Equipe insuficiente*. Afeta os *Fatores organizacionais*. Essa opinião não é compartilhada pelos gestores, que consideram a *Não aderência a procedimentos* estabelecidos como o principal fator específico dentro dos fatores organizacionais. Divergência semelhante ocorre com os fatores relacionados a *Equipamentos*. Gestores consideram o principal fator específico o *Uso incorreto*, enquanto o pessoal operacional considera a *Manutenção inadequada* como fator contribuinte mais comum.

Dentro do fator *Comunicação*, os fatores específicos que aparecem com mais frequência são aqueles relacionados à comunicação entre membros da própria equipe. Já entre as *Condições ambientais*, destacam-se os fatores relacionados ao clima, especialmente *Chuva*. Além dos fatores relacionados ao clima, o *Ruído* é o fator ambiental de destaque. Quanto aos fatores referentes à *Característica da atividade*, há predominância daqueles relacionados aos movimentos físicos requeridos para execução das atividades. Entre os gestores, há também preocupação com a existência de atividades repetitivas ou monótonas.

O terceiro estudo desenvolvido pelo NLR é um desdobramento do segundo e tem como objetivo identificar os elementos necessários para estabelecer e manter uma cultura justa e um programa de treinamento em fatores humanos (BALK; STROEVE; BOSSENBROEK, 2011). Assim como no segundo, o estudo limitou-se aos serviços de pátio. A característica *Cultura justa* obteve a pior avaliação entre as seis características da organização pesquisadas em Balk e Bossenbroek (2010). De acordo com definição da Comunidade Europeia, cultura justa é “a cultura onde o pessoal operacional e outros trabalhadores não são punidos por ações, omissões ou decisões tomadas por eles quando essas são proporcionais com sua experiência e treinamento, mas onde negligência grave, violações intencionais e ações destrutivas não são toleradas” (EC, 2010 *apud* BALK; STROEVE; BOSSENBROEK, 2011, p. 12).

Os aspectos considerados relevantes para a existência de uma cultura justa foram identificados pelos autores em uma pesquisa bibliográfica. Uma pesquisa por meio de questionário foi realizada, com o objetivo de identificar a situação desses aspectos nas empresas de serviços de pátio na Holanda. Seis das sete organizações contatadas responderam o questionário. O estudo considerou que os resultados são representativos para toda Europa, em função da similaridade nos processos e na estrutura organizacional dos serviços auxiliares na Holanda e na Europa como um todo.

As recomendações para o estabelecimento e manutenção de uma cultura justa incluem a presença e desenvolvimento dos seguintes elementos: (1) política e procedimentos de reporte; (2) designação de responsáveis pelo sistema de reporte dentro da organização; (3) garantias contra processos administrativos e judiciais, exceto nos casos de conduta intencional ou negligência grave; (4) estabelecimento de métodos para reporte e para análise das informações; (5) formulários de reporte; (6) resposta aos trabalhadores (especialmente aos que apresentaram

o relato); (7) medidas para aumentar consciência sobre importância do sistema de reporte; e (8) medidas para desenvolver e manter a cultura justa.

Do resultado da pesquisa com os provedores de serviços auxiliares na Holanda, são realizadas ainda as seguintes recomendações: (1) introdução de procedimentos para garantir adequado grau de sigilo aos reportes; (2) introdução de procedimentos que garantam independência aos responsáveis pela investigação das ocorrências; (3) introdução de procedimentos para apuração do grau de responsabilidade dos envolvidos nas ocorrências relatadas; (4) comunicação clara dentro da organização sobre os procedimentos de sigilo e investigação dos reportes e dos critérios para apuração de responsabilidade; (5) treinamento adequado e promoção de todos os aspectos de cultura de segurança; e (6) envolvimento da alta gerência.

A segunda parte desse estudo está relacionada ao desenvolvimento de programa de treinamento em fatores humanos. A abordagem do estudo tem como objetivo a identificação de orientações para implantação de um programa de treinamento em fatores humanos e sua adequação ao contexto dos serviços de pátio.

O resultado do estudo apresenta, entre outras, as seguintes recomendações, sujeitas a uma avaliação do porte, necessidades, circunstâncias locais e recursos disponíveis:

- Incorporar o treinamento em fatores humanos nas iniciativas de segurança operacional e programas de treinamento já estabelecidos.
- Estabelecer exames médicos regulares para avaliação das condições físicas, particularmente visão e audição.
- Buscar a padronização de procedimentos e equipamentos.
- Estabelecer um sistema de recompensa para o desempenho seguro das equipes.
- Estabelecer uma forma padronizada de comunicar regularmente questões de trabalho.
- Prover tempo suficiente para troca de turnos.
- Estabelecer meios de comunicação padronizado (fraseologia).
- Disponibilizar cursos de liderança aos supervisores.
- Usar dados históricos de movimentação (horários reais de chegada) na alocação de pessoal de pátio.

O quarto estudo relevante com foco na segurança operacional do pátio foi desenvolvido nos Estados Unidos, com apoio da administração federal de aviação norte-americana (*Federal*



*Aviation Administration – FAA*). A abordagem do estudo foi composta por uma revisão da literatura, aplicação de questionários e realização de entrevistas com operadores de aeroportos, empresas aéreas e provedores de serviços auxiliares ao transporte aéreo (LANDRY; INGOLIA, 2011). O objetivo do estudo era identificar as práticas de segurança e de treinamento adotadas na ocasião e possíveis discrepâncias em relação às recomendações da literatura.

A revisão de trabalhos anteriores inclui as publicações já mencionadas aqui, de Chamberlin *et al.* (1995), Díaz e Cabrera (1997), Wenner e Drury (2000), Piotrowicz, Edkins e Pfister (2002), Lu, Wetmore e Przetak (2006) e Ek e Akselsson (2007). Além dessas, considera-se relevante mencionar os dados relativos a uma pesquisa sobre acidentes e incidentes no pátio de aeronaves, realizada pelo conselho internacional de aeroportos (ACI, 2009 *apud* LANDRY; INGOLIA, 2011).

Os dados da pesquisa contemplam 158 aeroportos no mundo, que registraram 12.360.425 movimentos de aeronaves<sup>9</sup> em 2007. As categorias de acidentes e incidentes são mostradas na Tabela 2.2. Mais de 90% dos incidentes são causados por equipamentos. Outras causas são jatos de ar de motores de aeronaves, objetos estranhos e colisões com outros obstáculos.

Tabela 2.2 – Categorias de acidentes e incidentes no pátio (2007)

<b>Categorias de acidentes e incidentes no pátio</b>	<b>Número</b>	<b>% Total</b>
<b>Dano a aeronave estacionada causada por equipamento</b>	<b>725</b>	<b>23,96%</b>
Equipamento de atendimento a passageiro	188	
Equipamento de carga ou bagagem	294	
Equipamento de atendimento a aeronave	136	
Outros	107	
<b>Dano a aeronave em movimento</b>	<b>241</b>	<b>7,96%</b>
Outra aeronave	6	
Jato de ar	7	
Orientação inadequada (sinaleiro, sistema de docagem etc.)	2	
Aeronave em manobra ( <i>pushback</i> , reboque)	46	
Objetos fixos	10	
Equipamento de pátio estacionado	21	
Objeto estranho (FOD)	77	
Outros	72	
<b>Dano a propriedade ou equipamento causado por jato de ar</b>	<b>27</b>	<b>0,89%</b>
<b>Danos a equipamento causado por equipamento</b>	<b>1.393</b>	<b>46,03%</b>
<b>Danos a propriedade causado por equipamento</b>	<b>640</b>	<b>21,15%</b>

Fonte: Adaptado de ACI (2009) *apud* Landry e Ingolia (2011)

<sup>9</sup> Significa um pouso, uma decolagem ou um toque e arremetida de aeronaves no aeródromo.

A Tabela 2.3 apresenta os mesmos dados agregados de acordo com os agentes envolvidos e causadores, bem como apresenta taxas dos acidentes ou incidentes para cada 1.000 movimentos de aeronaves.

**Tabela 2.3** – Agentes envolvidos e taxas de acidentes e incidentes no pátio (2007)

<b>Causas de acidentes e incidentes no pátio</b>	<b>Número</b>	<b>% Total</b>	<b>Taxa por 1000 mov. aeronaves</b>
<b>Incidentes e Acidentes</b>	<b>3.026</b>	<b>100%</b>	<b>0,245</b>
Envolvendo aeronaves	966	31,92%	0,078
Envolvendo equipamentos e propriedades	2.060	68,08%	0,167
<b>Incidentes e acidentes envolvendo aeronave</b>	<b>966</b>	<b>100%</b>	<b>0,078</b>
Dano a aeronave estacionada causada por equipamento	725	75,05%	0,059
Dano a aeronave em movimento	241	24,95%	0,019
<b>Incidentes e acidentes envolvendo equipamento e propriedades</b>	<b>2.060</b>	<b>100%</b>	<b>0,167</b>
Causados por jato de ar	27	1,31%	0,002
Danos a equipamento causado por equipamento	1.393	67,62%	0,113
Danos a propriedade causado por equipamento	640	31,07%	0,052
<b>Lesões a pessoas</b>	<b>473</b>	<b>100%</b>	<b>0,038</b>
Fatal	1	0,21%	0,000
Severa	60	12,68%	0,005
Branda	412	87,10%	0,033

Fonte: Adaptado de ACI (2009) *apud* Landry e Ingolia (2011)

Os incidentes e acidentes sem envolvimento de aeronaves representam pouco mais de 68% do total. Dentre incidentes e acidentes que envolvem a aeronave, mais de 75% são causados por equipamentos enquanto a aeronave se encontra estacionada. As lesões a pessoas ocorreram em pouco mais de 15% dos incidentes ou acidentes. A grande maioria é classificada como de severidade branda (87,1%).

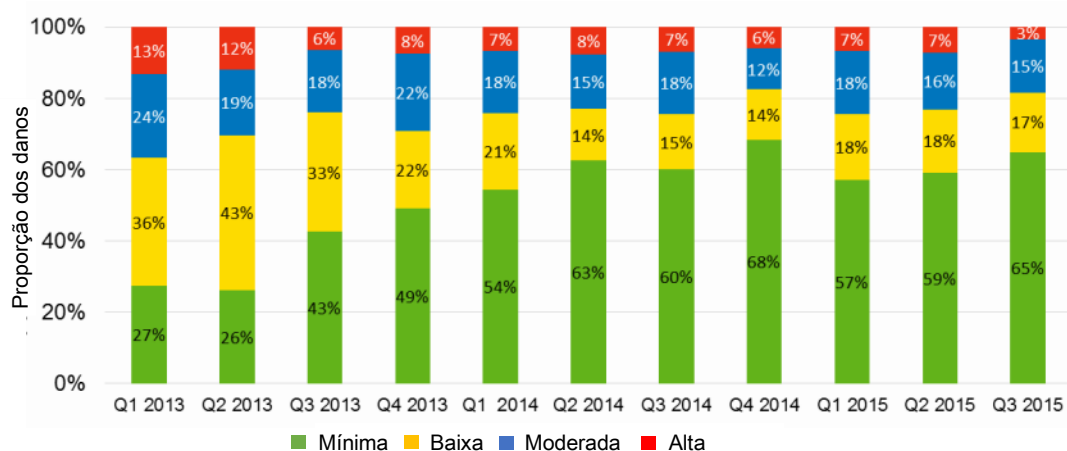
O estudo registrou, entre outras, as seguintes conclusões (LANDRY; INGOLIA, 2011):

- Nenhuma prática ou tendência diferente foi observada em função do porte ou localização do aeroporto. O pátio de aeronaves é complexo, independentemente do porte e da configuração do aeroporto.

- O pátio é um local perigoso, devido a fatores como operações em áreas confinadas, pressão do tempo, interação de vários equipamentos, interferências de condições climáticas e fatores humanos, como fadiga e consciência situacional. No entanto, não há repositório de dados que apresente uma análise dos tipos de acidentes, causas e tendências, capaz de mostrar a eficácia de medidas de mitigação.
- Entre as razões usualmente apontadas pela indústria para o aumento de ocorrências nos serviços de pátio estão: a terceirização de pessoal, aumento do tráfego, aumento do congestionamento no pátio, aumento no tamanho das aeronaves, redução de pessoal e outras medidas de redução de custo, incluindo treinamento, equipamento e supervisão.
- A ausência de um comitê de segurança nos aeroportos foi apontada como uma lacuna, assim como a ausência de padrões operacionais e de certificação dos operadores.

Finalmente, dentre as numerosas publicações emitidas pela IATA sobre segurança das operações de pátio, apresenta-se o relatório com dados de danos ocorridos em solo referentes ao terceiro trimestre de 2015. A IATA mantém um banco de dados de danos em solo (*Ground Damage DataBase – GDDB*) que contém os dados encaminhados por seus mais de 130 participantes, incluindo empresas aéreas, operadores de aeroportos que prestam serviços auxiliares e provedores independentes de serviços auxiliares (IATA, 2016c).

O GDDB contém relatos de eventos que resultam em danos, bem como de potenciais eventos adversos. A distribuição dos danos de acordo com a severidade mostra que 65% são considerados de gravidade mínima (Figura 2.8). Observa-se ainda uma tendência de redução da gravidade dos danos.

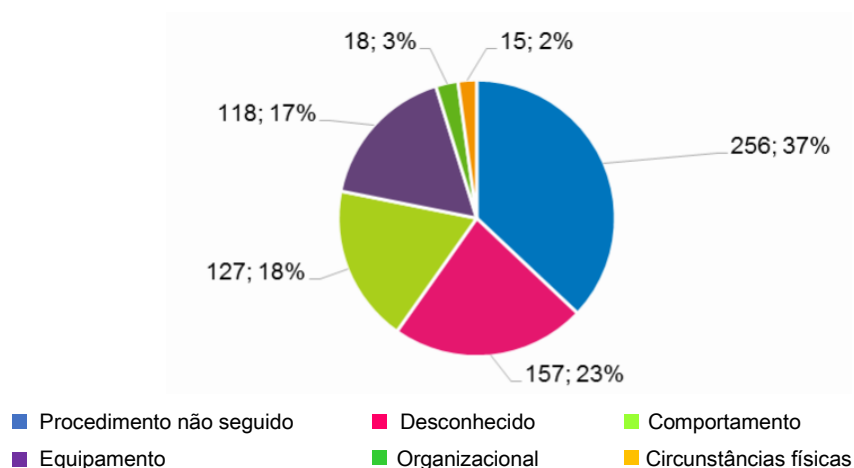


**Figura 2.8** – Proporção dos danos ocorridos em solo de acordo com a severidade

Fonte: Adaptado de IATA (2015a).

O relatório também aponta que a maior parte dos danos às aeronaves são em portas, porões de carga e na fuselagem. As áreas de danos com maior severidade são as asas e motores. O relatório aponta ainda que a maior parte dos danos (67%) são encontrados. Apenas 33% são relatos voluntários de pessoas envolvidas ou testemunhas dos eventos. A proporção dos relatos relativos a danos encontrados tem aumentado desde 2013. No entanto, quase 70% dos relatos de danos encontrados são de severidade mínima, sem impactos operacionais; apenas 2%, são de alta severidade.

Em 58% (691) dos relatos há também identificação das causas dos eventos reportados (Figura 2.9).



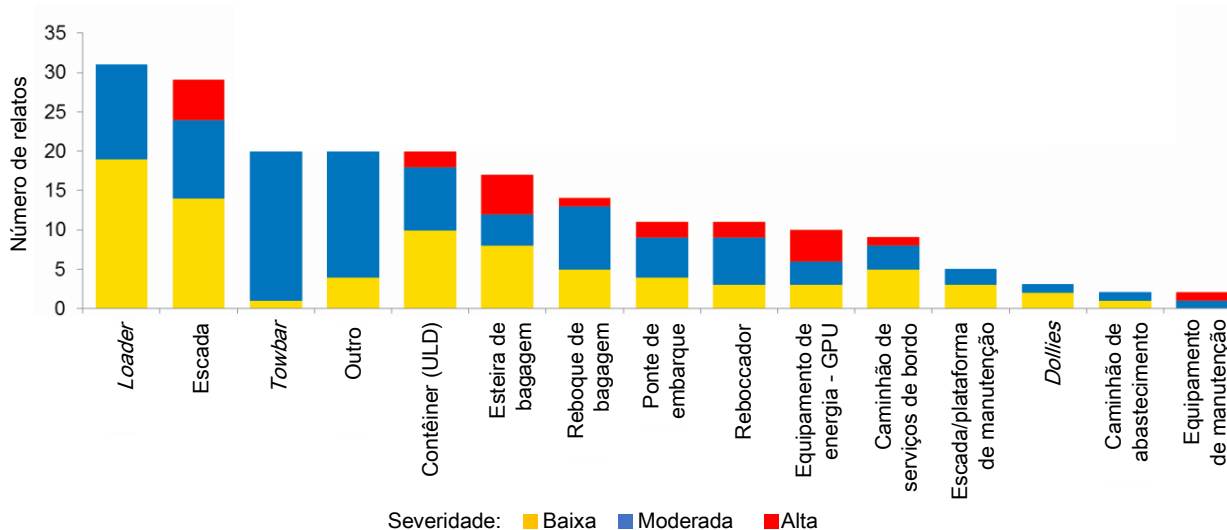
**Figura 2.9** – Causas primárias dos danos

Fonte: Adaptado de IATA (2015a).

A principal causa primária é apontada como sendo o descumprimento de regulamentos ou procedimentos operacionais padrão. Essa é a principal causa em todas as regiões, exceto em países da Europa Oriental. Em seguida, aparecem como fatores *Comportamento*, *Equipamentos*, *Fatores Organizacionais* e *Circunstâncias físicas*. O *Comportamento* é a principal causa de incidentes em países da Europa Oriental.

O relatório também apresenta os equipamentos que mais comumente causam danos a aeronaves. Em 493 relatos (43% do total de relatos no trimestre) há especificação dos equipamentos que causam danos a aeronaves. Quase a metade dos relatos (47%) são classificados como de severidade mínima. Dos relatos restantes, com severidade baixa, moderada ou alta, os equipamentos mencionados com maior frequência são *loaders*, escadas de passageiros, *towbars* e contêineres de carga. A Figura 2.10 apresenta a distribuição de danos e

sua severidade para os 15 equipamentos mais mencionados nos relatos do terceiro trimestre de 2015.



**Figura 2.10** – Distribuição dos danos por equipamentos e por severidade – Q3 2015

Fonte: Adaptado de IATA (2015a).

Por fim, com relação às condições climáticas no momento do evento, em 94,4% dos casos o tempo era considerado bom. Apenas em 5% foi relatada chuva e em 0,6% dos casos, nevoeiro ou outra situação adversa.

## 2.3 INDICADORES DE SEGURANÇA OPERACIONAL

A seção 2.3 concentra a revisão bibliográfica de alguns aspectos específicos relacionados ao uso de indicadores de desempenho de segurança. A seção 2.3.1 inicia com uma revisão sobre os tipos de indicadores de segurança, segundo diferentes formas de classificação. A seção 2.3.2 apresenta um levantamento de requisitos considerados desejáveis para a obtenção de indicadores de segurança com qualidade.

### 2.3.1 Classificação de indicadores de segurança operacional

Kjellén (2009) define indicador de segurança ou medida de performance de segurança como uma métrica utilizada para medir a habilidade da organização de controlar o risco de acidentes. A OECD (1993) *apud* Mearns (2009) considera que indicadores podem ser originados de

diversos parâmetros e dão informação sobre fenômenos em forma de valores. São uma tentativa de representar a realidade, por meio de múltiplos e diferentes dados. Esse ponto é ressaltado também por Ale (2009), que acrescenta que indicadores são utilizados porque são uma forma mais fácil (ou a única possível) de representar o todo. OECD (2008) define indicador de segurança como uma medida observável que fornece uma percepção de um conceito – segurança – que é difícil de medir diretamente.

Em 2009 uma edição especial da revista *Safety Science* promoveu extenso debate sobre indicadores de desempenho na segurança operacional, em especial, sobre a distinção entre indicadores reativos (*lagging*) e proativos<sup>10</sup> (*leading*) e outras formas de classificação dos indicadores.

Inicialmente, Hopkins (2009a) discute a diferença entre indicadores de segurança de processos e indicadores de segurança ocupacional, ressaltando que não se pode utilizar indicadores típicos de segurança ocupacional, tais como o Tempo de afastamento por lesões (*Lost time injuries*) para medir a segurança de processos. Ale (2009) concorda com essa afirmação, em princípio, mas alerta que, caso a gestão da segurança ocupacional e de processos possuam fatores causais comuns, um indicador típico de segurança ocupacional poderia também ser utilizado como indicador de segurança de processos.

A opinião de Hudson (2009) e Glendon (2009) é similar, ao afirmar que causas comuns podem existir entre indicadores de segurança de processos e de segurança ocupacional. Roelen e Klompstra (2012) também consideram a possibilidade de existência de alguma sobreposição nos perigos de segurança de processos e de segurança ocupacional.

Quanto aos indicadores proativos e reativos, Hopkins (2009a) argumenta não haver distinção clara na literatura e na indústria entre ambos, evidenciando a existência de classificações inconsistentes. Ale (2009) argumenta que há uma gradação contínua dos indicadores entre o proativo extremo e o reativo extremo, com o ponto de ruptura no momento da ocorrência do dano ou da perda de controle. Essa é também opinião de Harms-Ringdahl (2009) e Hudson (2009), que consideram que a diferença reside no ponto de referência adotado na sequência de

---

<sup>10</sup> Neste trabalho, será adotado termo *proativo* como tradução para *lagging*, seguindo tradução realizada em Petrobras (2013)

eventos. Esse último propõe a classificação de indicadores proativos e reativos a partir da descrição de um evento em uma análise *Bow tie*. Naturalmente, ainda poderá haver divergência sobre a definição do evento a partir do qual se considera que houve a perda de controle e o indicador passaria a ser reativo (HOPKINS, 2009b).

Para Kjellén (2009) um indicador proativo é aquele que muda antes do risco real mudar, de acordo com o conceito adotado em economia. Dyreborg (2009, p. 475) apresenta a seguinte definição para indicadores proativos: “o indicador proativo é prospectivo por natureza e indica a performance de elementos-chave de processos, da cultura e comportamento ou de barreiras existentes entre perigos e danos, que se acredita serem capazes de controlar resultados indesejados”. Já o indicador reativo é definido como “uma medida retrospectiva baseada em incidentes que são tidos como resultados indesejados”. Para o autor, um indicador reativo pode se transformar em um indicador proativo, se for utilizado para previsão de outro resultado indesejado.

Hopkins (2009a) também argumenta que indicadores reativos são os mais representativos, uma vez que sua relação com a segurança do processo é direta. Naturalmente, em algumas indústrias os indicadores reativos não ocorrem em frequência suficiente para representar uma tendência. Ale (2009) não discorda de Hopkins (2009a) nesse ponto, mas ressalta a importância dos indicadores proativos por sua capacidade de possibilitar ações antes da ocorrência de danos e pelo fato de que o indicador reativo nem sempre possibilita a identificação do que necessita ser modificado para prevenção de novos danos. Reforça, assim, a necessidade de relação causal do indicador proativo com a segurança operacional. Opinião similar é expressada por Erikson (2009), ao afirmar que o indicador reativo pode oferecer a melhor medida da performance de segurança, mas não dá indicação de como esse resultado foi obtido e de como a organização está gerenciando o sistema de segurança.

Hudson (2009) ressalta a maior complexidade de indicadores proativos, que requerem a existência de um modelo que explique como o processo é controlado. Kjellén (2009) faz uma análise sobre a tentativa de pesquisadores em estabelecer relações entre a performance de segurança e fatores contribuintes, tais como qualidade dos elementos de gestão da segurança ou clima de segurança. Para a autora, as correlações, quando existem, são fracas, devido à generalidade dos fatores contribuintes e alto nível de agregação dos dados de acidentes.

Para Mearns (2009) um indicador proativo deveria demonstrar uma relação válida e confiável com indicador reativo. Mas a autora reconhece que não é tarefa simples, uma vez que os acidentes são resultados de uma conjunção de circunstâncias complexas. Para Grote (2009) a relação deve ser causal, mas acrescenta que, normalmente, só se consegue estabelecer essa relação depois da ocorrência do evento indesejado.

Além da classificação dos indicadores em proativos e reativos, outras denominações são identificadas. O guia da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico considera a existência de dois tipos de indicadores: indicadores de atividades e indicadores de resultado (OECD, 2008). Segundo a OECD (2008), os indicadores de resultado, ao contrário dos primeiros, não dão informações das razões de os resultados terem ou não sido alcançados.

O Centro para Segurança de Processos Químicos (CCPS, 2011) define três tipos de indicadores, descritos abaixo, e recomenda a organização dos indicadores em quatro níveis, dividindo-se as métricas reativas em duas classes distintas, de acordo com a severidade.

Métricas Reativas – um conjunto retrospectivo de métricas que são baseadas em incidentes que se encontram no limiar da gravidade que devem ser relatados como parte da métrica de segurança de processo em todas as indústrias

Atuações dos Sistemas de Segurança, Eventos de Quase Perdas e outras Métricas Internas Reativas – a descrição de incidentes menos graves (isto é, abaixo do limiar para inclusão na métrica reativa industrial) ou condições inseguras que ativaram uma ou mais camadas de proteção. Embora esses eventos sejam eventos reais (isto é, métricas “reativas”), eles são geralmente considerados como bons indicadores de condições que possam levar a um incidente mais grave.

Métricas Proativas – um conjunto inovador de métricas que indicam o desempenho dos principais processos de trabalho, disciplina operacional ou camadas de proteção que previnem incidentes. (CCPS, 2011, p. 4)

Zwetsloot (2009) associa a classificação dos indicadores a elementos do processo de gestão da segurança, em: entrada (*input*), transformação (*throughput*), saída (*output*) e resultado (*outcome*). No processo de gestão da segurança, as entradas são os perigos ou recursos financeiros e humanos, informações e conhecimento. Transformação é associada às medidas para aprimoramento do controle da segurança. As saídas representam as consequências dessas medidas (funcionamento de barreiras e perigos remanescentes). E resultados representam impactos reais na segurança.



Além dessas classificações, como já mencionado na seção 2.2.1, Herrera (2012) propõe sistema de indicadores divididos em indicadores proativos, correntes e reativos. De modo similar, Lofquist (2010) propõe sistema com indicadores proativos, interativos e reativos. O manual de gerenciamento da segurança operacional da organização internacional de aviação civil (ICAO, 2013) descreve três métodos de coleta de dados destinados à identificação de perigos, que apresentam uma abordagem semelhante à de Lofquist (2010) e Herrera (2012).

Reativa (*Reactive*) – envolve a análise dos resultados ou eventos passados. Os perigos são identificados através de investigação de ocorrências de segurança. Incidentes e acidentes são indicadores claros de deficiências do sistema e, portanto, podem ser usados para determinar os perigos que contribuíram para o evento ou que permanecem latentes.

Proativa (*Proactive*) – envolve a análise de situações existentes ou em tempo real, que é a principal tarefa da função de garantia de segurança com suas auditorias, avaliações, reporte de funcionários e processos de análise e de avaliação associados. Isso envolve a busca ativa de perigos nos processos existentes.

Preditiva (*Predictive*) – envolve a coleta de dados, a fim de identificar possíveis resultados ou eventos futuros negativos, analisando os processos do sistema e o ambiente para identificar perigos potenciais futuros e iniciar ações de mitigação. (ICAO, 2013, p. 2–26)

Desse modo, segundo essa classificação da ICAO (2013) os indicadores que vêm sendo descritos como proativos (*lagging*) seriam subdivididos em dois tipos: proativos e preditivos.

Reiman e Pietikäinen (2010) *apud* Herrera (2012) descrevem ainda a existência das seguintes classificações:

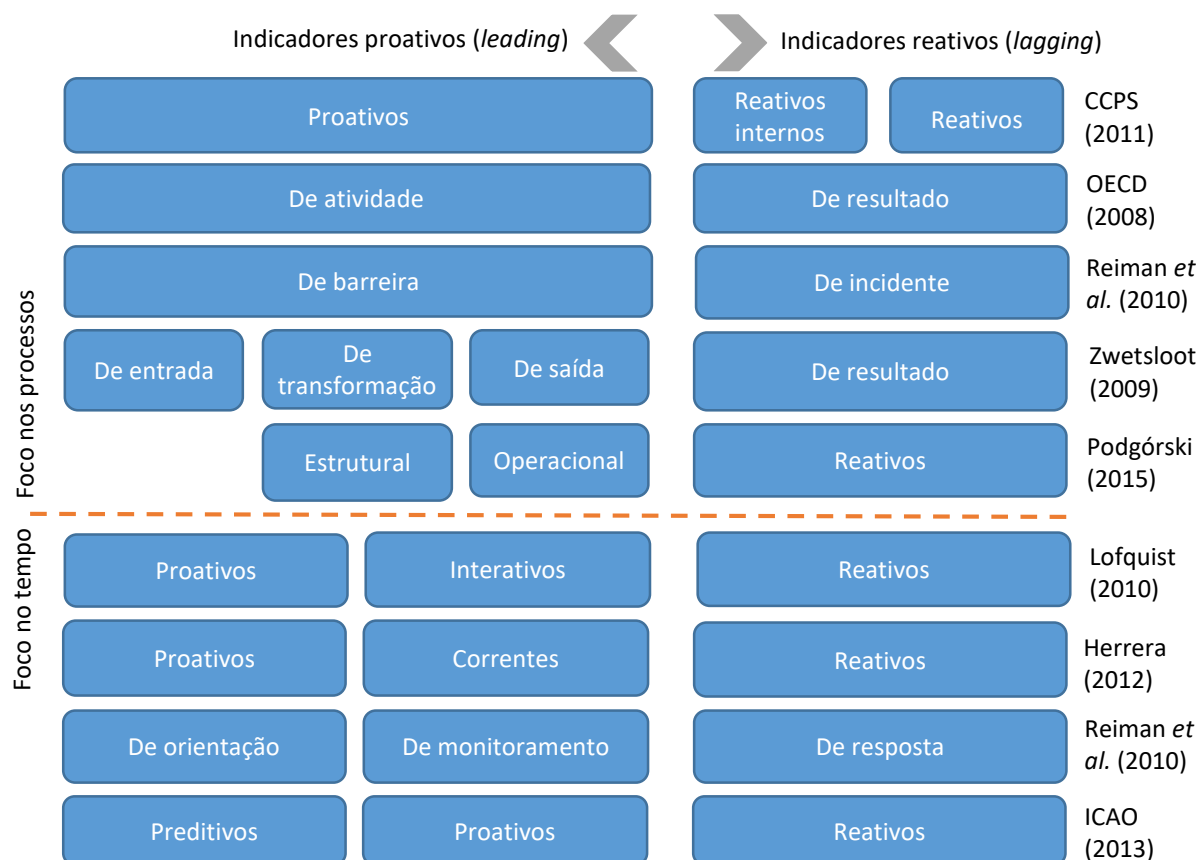
- indicadores de incidentes e indicadores de barreiras;
- indicadores de resposta (*feedback*), de monitoramento (*monitor*) e direcionadores (*drive*); e
- indicadores técnicos e indicadores de fatores humanos.

De acordo com Herrera (2012), os indicadores de incidentes e de resposta se relacionam com os indicadores reativos, uma vez que se referem a medidas de performance de segurança de eventos no passado, tais como acidentes, incidentes e potenciais situações de perigo. Indicadores direcionadores são similares a indicadores proativos. Os indicadores de monitoramento se referem a medidas relativas ao estado atual do sistema. Os indicadores de barreiras medem a performance ou condição de uma barreira de determinado evento. Já os

indicadores técnicos e de fatores humanos se distinguem por representarem condições de sistemas técnicos ou fatores humanos e organizacionais.

Apesar de haver um debate sobre os critérios para classificação de um indicador como proativo ou reativo, em geral há consenso de que os indicadores reativos representam medidas de acidentes e incidentes. A Figura 2.11 associa as diversas classificações, adotando-se esse parâmetro.

Outro tipo de classificação de indicadores está relacionado com a sua abrangência ou especificidade e o seu nível de agregação, quando os indicadores são agregados. Os indicadores de performance para aeroportos, desenvolvidos com o apoio da administração federal de aeroportos norte-americana, por exemplo, foram organizados em três categorias: (1) indicadores fundamentais, de interesse de todo aeroporto; (2) indicadores-chave, de interesse departamental; e (3) outros indicadores (HAZEL *et al.*, 2011). Um total de 29 indicadores fundamentais, 132 indicadores chave e 679 outros indicadores são apresentados pelo documento.



**Figura 2.11** – Classificação de indicadores de desempenho de segurança.

Fonte: elaboração própria.

Já Hassan e Khan (2012) propõem a classificação de indicadores em uma estrutura hierárquica. Os indicadores são classificados de acordo com o objeto a ser medido, em três elementos, que representam o nível mais alto da estrutura hierárquica: (1) indicadores de equipamentos (mecânicos); (2) indicadores de pessoal; e (3) indicadores de processos (Figura 2.12).

Abaixo dessa classificação os indicadores proativos e reativos são classificados ainda em: indicadores de atividades, que representam as principais atividades monitoradas; indicadores chave, que representam o estado geral de determinadas áreas de preocupação; e indicadores específicos, que medem diretamente as condições da instalação ou do processo. Para obtenção dos valores dos indicadores de hierarquia superior, os indicadores são agregados de acordo com pesos que foram atribuídos por meio de opinião de especialistas com uso do método analítico hierárquico (AHP).



**Figura 2.12** – Classificação hierárquica de indicadores de desempenho de segurança.

Fonte: Adaptado de Hassan e Khan (2012).

Hakkert, Gitelman e Vis (2007) *apud* Roelen e Klompstra (2012) alertam para as dificuldades na construção de indicadores compostos, especialmente quando se utiliza algum processo para atribuição de pesos aos indicadores, uma vez que esse processo será carregado de valores e não necessariamente neutro, o que pode levar análises equivocadas do risco existente. Pasma e Rogers (2014), apesar de defenderem a necessidade de algum tipo de agregação de indicadores, argumentam também que confiar apenas na opinião de especialistas ou em uma quantidade pequena de indicadores específicos pode levar a uma análise enviesada.

### 2.3.2 Requisitos desejáveis para indicadores de segurança operacional

Esta seção se destina à investigação de requisitos a serem buscados para se obter um conjunto de indicadores com adequada qualidade. Essa informação é relevante durante a etapa de proposição dos indicadores.

A investigação dos requisitos desejáveis para indicadores de segurança operacional é feita com base em pesquisa bibliográfica. Seis publicações de diferentes autores foram utilizadas para um levantamento dos requisitos. Quatro das publicações são relacionadas especificamente a indicadores de segurança de processos: Hale (2009), Herrera (2012), Rockwell (1959) *apud* Kjellén (2009) e Webb (2009). Duas das publicações dispõem sobre indicadores em um contexto mais geral de gestão ou de segurança ocupacional: Carlucci (2010) e Podgórski (2015).

O Quadro 2.11 elenca os requisitos identificados, já agrupados de acordo com certo grau de similaridades identificadas.

**Quadro 2.11** – Requisitos para indicadores de segurança operacional

(continua)

Requisito	Significado	Autor
<b>Válido</b>	Capacidade de representar o que se quer medir. Possui correlação suficiente com o que objeto da medição.	Hale (2009); (Rockwell, 1959 <i>apud</i> Kjellén, 2009)
<b>Significativo</b>	Pode ser usado para compreender o que está acontecendo no sistema e orientar ações futuras.	(Herrera, 2012)
<b>Relevante</b>	As medidas provenientes do indicador devem contribuir para o alcance dos objetivos. O indicador deve ser relevante para a organização, suas unidades e usuários. Os resultados das medidas devem ser suficientes para atendimento de requisitos de documentação das atividades.  Provê informação relevante e tempestiva para tomada de decisão pelos usuários. Está relacionada ao poder de previsão ou de resposta do indicador.	(Podgórski, 2015)  (Carlucci, 2010)
<b>Representativo</b>	Abrangência do indicador em relação a todos os aspectos considerados relevantes.	(Hale, 2009)
<b>Sensível</b>	Capacidade de responder de modo estatisticamente significativo a mudanças ocorridas no objeto medido em um período de tempo razoável.	(Hale, 2009); (Rockwell, 1959 <i>apud</i> Kjellén, 2009); (Herrera, 2012)
<b>Definido no tempo</b>	Deve ser possível determinar o período em que o valor do indicador pode ser atingido. O tempo para alcance do valor pode ser dividido em estágios graduais.	(Podgórski, 2015)

**Quadro 2.11 – Requisitos para indicadores de segurança operacional**

(continuação)

<b>Requisito</b>	<b>Significado</b>	<b>Autor</b>
<b>Quantificável</b>  <b>Mensurável</b>	<p>Permite uso de procedimentos de estatística inferencial</p> <p>Os valores do indicador podem ser representados de maneira concisa, seja quantitativamente ou qualitativamente.</p> <p>Deve ser possível tecnicamente medir o valor do indicador com base na unidade selecionada. Os dados para medição devem poder ser identificados com facilidade e rapidez. Os indicadores devem prover acurácia adequada em medidas repetidas. Os valores dos indicadores devem poder ser usados para comparações.</p>	<p>Rockwell (1959) <i>apud</i> Kjellén (2009)</p> <p>Herrera (2012)</p> <p>Podgórski (2015)</p>
<b>Custo-efetividade</b>  <b>Atingível</b>	<p>O custo da coleta do indicador deve ser menor do que as perdas resultantes sem o auxílio do indicador.</p> <p>O custo de obtenção e utilização deve ser compatível com os benefícios.</p> <p>Deve haver recursos suficientes (materiais, humanos e técnicos) para coleta dos dados de medição. Os valores dos indicadores devem ser alcançáveis sob determinadas condições e em um período de tempo razoável.</p>	<p>Hale (2009)</p> <p>Rockwell (1959) <i>apud</i> Kjellén (2009); Herrera (2012); Webb (2009)</p> <p>Podgórski (2015)</p>
<b>Confiável</b>	<p>Apresenta variações mínimas ao medir as mesmas condições, ainda que realizadas por diferentes pessoas e em diferentes ocasiões.</p> <p>É preciso e acurado.</p> <p>Qualidade do indicador que é livre de erros ou vieses e que representa com fidelidade o que se propõe a representar. A representação fiel da realidade depende da disponibilidade de dados, o que também influencia o custo de coleta de dados.</p>	<p>Hale (2009); Rockwell (1959) <i>apud</i> Kjellén (2009); Herrera (2012)</p> <p>Webb (2009)</p> <p>Carlucci (2010)</p>
<b>Comparável e consistente</b>	<p>Capacidade de comparação com informações similares de outras organizações ou da mesma organização em períodos de tempo diferentes.</p>	<p>Carlucci (2010)</p>
<b>Não manipulável</b>  <b>Verificável</b>	<p>Não poder ser modificado sem que objeto medido tenha de fato alterado.</p> <p>De difícil manipulação.</p> <p>Possibilita a confirmação do valor ou descrição do indicador.</p>	<p>Hale (2009)</p> <p>Webb (2009)</p> <p>Herrera (2012)</p>

**Quadro 2.11** – Requisitos para indicadores de segurança operacional

(conclusão)

<b>Título do Requisito</b>	<b>Significado</b>	<b>Autor</b>
<b>Compreensível</b>	Clareza do seu significado para os que possuem responsabilidade de utilizar a informação.  Característica relacionada à facilidade de entendimento do seu significado e da forma de obtenção. Concisão, simplicidade e forma de apresentação influenciam a característica.	Rockwell (1959) <i>apud</i> Kjellén (2009); Webb (2009)  Carlucci (2010)
<b>Interdisciplinar</b>	Indicadores são compreendidos da mesma maneira por diferentes pessoas, integrantes ou não de uma mesma comunidade técnica.	Herrera (2012)
<b>Específico</b>	O nome do indicador deve definir precisamente o fenômeno sob análise e deve ser compreendido por todos os usuários. O indicador deve ser adequado para medição da efetividade de ações em relação aos objetivos específicos.	Podgórski (2015)
<b>Operacional</b>	Capaz de ser usado para apoiar medidas concretas no contexto operacional.  Influencia o comportamento adequado.  Apoia a melhora contínua.  Aceitação pelas pessoas envolvidas nas atividades que são objeto de medição e aqueles que utilizam os indicadores.	Herrera (2012)  Webb (2009)  Webb (2009)  Webb (2009)
<b>Abordagem positiva</b>	Enfatiza sucessos e realizações ao invés de apenas falhas.	Webb (2009)

Fonte: elaboração própria.

Esse agrupamento inicial dos requisitos foi realizado alocando-se os requisitos que tratam da mesma característica ou de características muito similares sob um mesmo título. Assim, considerou-se, por exemplo, que a descrição dos requisitos realizada por Podgórski (2015) e por Carlucci (2010), na primeira linha, tratam da mesma dimensão, identificada com o título de *Relevante*.

Um segundo nível de agrupamento foi realizado alocando-se os requisitos semelhantes na mesma linha. Desse modo, tomando-se como exemplo a primeira linha do Quadro 2.11, considerou-se que os requisitos com títulos *Válido*, *Significativo* e *Relevante* tratam de aspectos semelhantes. Uma breve análise de cada um desses agrupamentos e dos demais requisitos será realizada a seguir. Alguns dos requisitos não foram agrupados e serão comentados em seguida.

Os requisitos *Válido* e *Significativo* possuem essencialmente o mesmo significado, que está relacionado à correlação existente entre a medida do indicador e a situação real que se deseja avaliar. Por exemplo, pode-se adotar como indicador da qualificação do empregado o número de horas de treinamento. A validade desse indicador pode ser aceitável, mas não será ideal se não houver também informação sobre a qualidade do treinamento ou sobre o aproveitamento do empregado (HERRERA, 2012). Já o requisito *Relevante* apresenta em sua descrição alguns elementos distintos dos anteriores. No entanto, considerou-se o seu significado está essencialmente relacionado com a capacidade do indicador de representar o fenômeno que se quer avaliar.

O segundo agrupamento, na terceira linha, inclui *Sensível* e *Definido no tempo*. O requisito *Sensível* está relacionado ao grau de variação do valor do indicador quando ocorrem variações no fenômeno que se deseja medir. As variações no valor do indicador devem ser suficientes para indicar tendências com confiabilidade. O significado de *Definido no tempo* trata da capacidade de o indicador ser medido ao longo do tempo, mostrando evolução gradual. Assim, um indicador que tem como medida apenas “sim” ou “não” é menos desejável do que outro que possibilita a medição da graduação entre um estado e outro.

O terceiro grupo de requisitos consta na quarta linha e inclui *Quantificável* e *Mensurável*. Lida com a capacidade de valoração do indicador, seja de maneira quantitativa ou qualitativa. A descrição de Podgórski (2015) desse requisito contém alguns elementos que outros autores denominam também como *Confiável*.

O grupo seguinte está relacionado ao custo de obtenção do indicador e a relação com seus benefícios ou com as perdas que podem ocorrer caso o indicador não esteja disponível. A descrição fornecida por Podgórski (2015) acrescenta alguns elementos que estão mais relacionados ao alcance do indicador como uma meta.

Em seguida são agrupados os requisitos *Não manipulável* e *Verificável*. São requisitos relacionados à maneira como os valores dos indicadores são medidos, incluindo aspectos de transparência, e que podem facilitar ou dificultar a manipulação dos indicadores. Quando metas são estabelecidas, algumas vezes com recompensas financeiras ou de outro tipo, há incentivos para manipulação dos dados.

O sexto agrupamento contém os indicadores *Compreensível*, *Interdisciplinar* e *Específico*. Apesar de títulos distintos, todos estão relacionados à facilidade de compreensão do que o indicador representa pelos usuários do indicador, ainda que tenham formações distintas, como apontado por Herrera (2012). Carlucci (2010) ressalta também as características de simplicidade e concisão para que melhor compreensão seja obtida.

Os demais requisitos não foram agrupados inicialmente, apesar de também possuírem algum grau de similaridade. O requisito *Representativo*, na segunda linha do Quadro 2.11 está relacionado à capacidade do indicador para representar um maior número de aspectos considerados relevantes para a organização. Assim, um número pequeno de indicadores representativos pode ser suficiente para avaliação de determinado objeto.

O requisito *Confiável* trata do grau de variabilidade no processo de medição do valor do indicador. Espera-se que a medida possa ser realizada mais objetivamente, resultando num mesmo valor, mesmo quando esse valor é atribuído por pessoas diferentes. Na descrição desse requisito Carlucci (2010) inclui ainda características relacionadas à ausência de viés, à disponibilidade de dados, facilidade de medição e, conseqüentemente, custo da medição.

O requisito *Comparável e consistente*, descrito por Carlucci (2010), está relacionado à possibilidade de comparação dos valores dos indicadores ao longo do tempo, bem como entre valores obtidos por diferentes organizações. Portanto, tem relação com a confiabilidade na determinação dos valores dos indicadores, mas também na consistência no método de medição ao longo do tempo e na facilidade de compreensão do seu significado.

Finalmente, o requisito intitulado como *Operacional* agrega alguns itens que não são propriamente características dos indicadores, mas dos seus efeitos nas pessoas e na organização. O requisito *Abordagem positiva* traz uma recomendação de que o indicador, preferencialmente deve medir os sucessos, ao invés dos fracassos. Essa abordagem pode ter como resultado uma melhor aceitação do indicador pelas pessoas.

## **2.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS**

Inicialmente, a seção 2.1 permitiu perceber que a determinação do desempenho da segurança operacional (ou do risco) é uma atividade complexa e os métodos disponíveis são numerosos.



Segundo Feng e Chung (2013), a análise do risco pode ser realizada por métodos qualitativos, quantitativos ou semiquantitativos. Apesar de existir uma preferência pela adoção de métodos quantitativos (ICAO (2013), Herrera (2012) aponta que essa estratégia resulta em sacrifícios à análise em função de exclusão das variáveis não quantificáveis. Por isso a autora defende uma combinação de medidas quantitativas e qualitativas para compreensão mais profunda da situação analisada.

Nos artigos analisados, pode-se perceber um esforço em busca do desenvolvimento de métodos capazes de quantificar variáveis qualitativas, para incorporação em modelos quantitativos. Isso é realizado, em grande parte, com base em consulta a especialistas. No entanto, ao analisar métodos que utilizam redes *bayesianas*, Brooker (2011) alerta para a diferença entre “opinião de especialistas” e “evidência de especialistas”, reforçando a necessidade de que algum tipo de evidência prévia esteja disponível sobre as questões a serem analisadas pelos especialistas, a fim de se obter resultados mais precisos. O uso da lógica *Fuzzy* e teoria *Grey*, individualmente ou em associação com o AHP, ANP e TOPSIS, são técnicas frequentemente utilizadas nos trabalhos analisados para extrair evidências de especialistas e lidar com incertezas desses julgamentos.

Outra constatação importante se refere à importância de não se basear apenas em indicadores reativos como referência para monitoramento da segurança. Lofquist (2010) aponta os problemas do uso exclusivo de indicadores reativos, opinião compartilhada também por Liou, Yen e Tzeng (2008). Foi possível observar grande número de estudos que utilizam medidas proativas de segurança. Lofquist (2010) e Herrera (2012) vão além ao recomendar não só o uso de indicadores reativos e proativos, e incluem também uma terceira categoria de indicadores relacionados às operações no momento presente.

Finalmente, fica claro também que os métodos são resultado dos modelos de risco ou teorias em que se baseiam. Nos modelos causais, por exemplo a estrutura de causas deve ser compatível com a teoria subjacente (NETJASOV; JANIC, 2008). Nos trabalhos de Lofquist (2010), Herrera (2012) e Stroeve, Blom e Bakker (2013) foi possível identificar a influência de ideias relacionadas a sistemas complexos, que consideram inadequados os modelos bastante difundidos que utilizam sequências lineares ou multilineares de eventos para análise do risco.

A revisão sistemática da literatura científica apresentada na seção 2.2.1 mostrou que, no período dos últimos vinte anos, a quantidade de publicações dedicadas especificamente ao tema da segurança operacional nos serviços de pátio é bastante reduzida. Apesar de haver um reconhecimento de que as operações em solo passaram a receber mais atenção recentemente (OSTER; STRONG; ZORN, 2013), essa atenção parece estar quase totalmente voltada às operações da área de manobras.

De 25 trabalhos selecionados que tratam da segurança nas áreas de pátio, nove dedicam-se à proposição de soluções tecnológicas para o controle do tráfego de aeronaves e outros veículos no solo, com pouca ou nenhuma investigação das causas de colisões. No entanto, fica claro que a abordagem adotada consiste na implantação de sistemas destinados a reduzir ou eliminar erros humanos, por meio do aumento da consciência situacional dos condutores ou emissão de alertas quando situações de potencial perigo são identificadas.

Entre os trabalhos que se dedicam à análise de incidentes e acidentes é possível perceber que a preocupação dominante está relacionada a colisões envolvendo aeronaves, veículos terrestres e objetos fixos (ACI, 2009; BALK, 2008; CHAMBERLIN *et al.*, 1995; IATA, 2015a; WENNER; DRURY, 2000). Eventos envolvendo lesão a pessoas e danos ao compartimento de carga e bagagem também aparecem, mas com menor frequência.

Há, no entanto, algumas diferenças no escopo desses trabalhos que devem ser ressaltadas. Chamberlin *et al.* (1995) limita a análise a eventos nos quais a tripulação de voo está envolvida na operação. Isso exclui uma parcela significativa do tempo em que a aeronave está estacionada, o que pode explicar a menor proporção de eventos com a aeronave estacionada em relação ao levantamento de Balk (2008). Os eventos analisados por Wenner e Drury (2000), por sua vez, incluem acidentes e incidentes que ocorrem em hangares, diferentemente do critério adotado em Chamberlin *et al.* (1995) e Balk (2008).

Outra diferença observada no escopo das análises está relacionada à inclusão ou não de eventos que não envolvem as aeronaves. A maioria dos estudos representa a visão das empresas aéreas e tem como foco apenas os eventos que geram danos a aeronaves. Apenas o relatório do conselho internacional de aeroportos apresenta dados de incidentes e acidentes envolvendo apenas veículos terrestres. Esses dados mostram que, do total de incidentes e acidentes no pátio em 2007, apenas cerca de 32% envolvem aeronaves (ACI, 2009).

Outra importante conclusão presente em diversos dos documentos analisados diz respeito à falta de informações ou a informações incompletas, que auxiliem na investigação de causas dos eventos analisados (BALK, 2008; IATA, 2015a; LANDRY; INGOLIA, 2011; WENNER; DRURY, 2000). De acordo com IATA (2015a), apenas 33% dos danos a aeronaves são reportados voluntariamente. BALK (2008) constatou que 26,8% dos danos analisados não tinham causa identificada e 9,4% dos danos envolvendo veículos não especificavam o tipo de veículo.

Apesar das diferenças, muitas das conclusões desses estudos sobre os fatores contribuintes de acidentes e incidentes são coincidentes. A pressão do tempo para garantia da partida da aeronave no horário é mencionada em “Safety Topics” (1995), Díaz e Cabrera (1997), Wenner e Drury (2000), Balk e Bossenbroek (2010), Passenier, Sharpanskykh e De Boer (2015). Comunicação deficiente envolvendo pessoal de solo, pessoal de solo e tripulantes ou entre turnos aparece em Chamberlin *et al.* (1995), Wenner e Drury (2000), (Lu, Wetmore e Przetak, (2006), e Balk e Bossenbroek (2010).

Problemas relacionados a equipamentos, especialmente a ausência de equipamento apropriado ou manutenção deficiente também são frequentes (BALK; BOSSENBROEK, 2010; CHENG; SUN, 2011; IATA, 2015a; WENNER; DRURY, 2000; XU; TIAN, 2011). Problemas relacionados a falta de supervisão ou descumprimento ou ausência de procedimentos operacionais aparecem em “Safety Topics” (1995), Chamberlin *et al.* (1995), Wenner e Drury (2000), Lu, Wetmore e Przetak (2006), Balk, Bossenbroek (2010), Cheng e Sun (2011), Hromádka (2013) e IATA (2015a).

Quantidade de pessoal insuficiente é apontada como uma das causas de incidentes e acidentes em Wenner e Drury (2000) e Balk e Bossenbroek (2010). Problemas relacionados à complexidade da operação, como o congestionamento ou as reduzidas distâncias de separação estão presentes em, “Safety Topics” (1995), Chamberlin *et al.* (1995), Wenner e Drury (2000), Lu, Wetmore e Przetak (2006), Balk (2008), Landry e Ingolia (2011) e Dieke-Meier *et al.* (2013).

Com relação a aspectos ambientais, tais como condições climáticas e de luminosidade, as conclusões apresentam algumas divergências. “Safety Topics” (1995), Balk e Bossenbroek

(2010), e Landry e Ingolia (2011) consideram que esses fatores são relevantes. Já Chamberlin *et al.* (1995) e Wenner e Drury (2000) não consideram ou não identificam esses fatores como influentes nos índices de incidentes ou acidentes no pátio de aeronaves.

Quanto à classificação dos indicadores, percebe-se que o critério temporal, que divide os indicadores em proativos (*leading*) e reativos (*lagging*) é o mais comum. Apesar de haver um debate sobre os critérios para classificação de um indicador como proativo ou reativo, em geral há consenso de que os indicadores reativos são compostos acidentes e incidentes. Alguns autores defendem ainda uma terceira classe de indicadores, relacionada à medição de condições no momento presente (HERRERA, 2012; ICAO, 2013; LOFQUIST, 2010). Outros critérios de classificação dos indicadores são relacionados simplesmente ao seu objeto de medição ou sua representatividade para os níveis estratégicos ou grau de especificidade ou agregação.

Finalmente, a seção 2.3.2 apresenta um conjunto de onze grupos de requisitos que seriam desejáveis em indicadores de desempenho, baseados na opinião de seis diferentes autores.

### **3. IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIAIS ELEMENTOS A SEREM MONITORADOS**

O processo para implantação de indicadores de segurança pode ser descrito pelas seguintes etapas, com base em Enoma e Allen (2007), OECD (2008) e Hazel *et al.* (2011): (1) Definir as partes que devem participar da elaboração dos indicadores; (2) Decidir o que medir; (3) Propor indicadores; (4) Coletar dados; (5) Calcular os indicadores; (6) Reportar os resultados; (7) Analisar os resultados; (8) Adotar ações; e (9) Medir novamente.

Tendo em vista que neste trabalho não haverá a aplicação dos indicadores, as atividades a serem desenvolvidas ficam limitadas às etapas 1, 2 e 3 descritas acima. A seção 3.1, que trata do estabelecimento do contexto, auxilia na definição da etapa 1. O restante deste capítulo e o capítulo 4 estão relacionados com a etapa 2, que trata de decisão sobre o que deve ser objeto de medição por meio de indicadores. Este capítulo, em particular, apresenta as atividades desenvolvidas para alcance do objetivo específico de identificação dos elementos que podem ser utilizados para representar o estado da segurança de processos nos serviços de pátio. A priorização e seleção dos elementos serão apresentadas no capítulo 4.

Como mencionado na seção 1.5, a metodologia e as técnicas utilizadas para identificação dos elementos a serem medidos foram baseadas no processo de gestão de riscos. De acordo com a norma internacional ABNT NBR ISO 31000:2009, que dispõe sobre princípios e diretrizes da gestão de riscos, o processo de gestão do risco é composto por 5 etapas: (1) estabelecimento do contexto (2) identificação do risco; (3) análise do risco; (4) avaliação do risco; e (5) tratamento do risco (ABNT, 2009).

A seção 3.1 apresentará o contexto, em complementação às informações já expostas na introdução deste trabalho. A seção 3.2 contém descrição das atividades para identificação do risco. A seção 3.3 contém a análise das relações entre os elementos que influenciam o risco, realizada para melhor compreensão dos fatores que afetam o risco.

#### **3.1 ESTABELECIMENTO DO CONTEXTO**

A contextualização do processo de gestão de riscos envolve o estabelecimento dos objetivos, estratégias, escopo e parâmetros das atividades da organização em que o processo de gestão de

riscos está sendo aplicado (ABNT, 2009). No âmbito desta pesquisa, a contextualização concentrou-se na definição do escopo das atividades. Desse modo, o objetivo da contextualização é definir os processos e subprocessos que fazem parte do escopo da pesquisa, incluindo a identificação dos agentes responsáveis por cada processo e os principais equipamentos envolvidos. Com isso, é possível identificar as partes que devem participar da elaboração dos indicadores.

Para descrever as atividades típicas durante a assistência em escala foram utilizadas informações de manuais de aeronaves destinados ao planejamento dos serviços e da infraestrutura aeroportuários. Duas informações são relevantes: a sequência de atividades realizadas no pátio de aeronaves durante a escala; e o leiaute da área de estacionamento.

Cada modelo de aeronave possui manual próprio com informações necessárias para o planejamento da infraestrutura e dos serviços para assistência durante a escala. Apesar de ser possível a existência de algumas especificidades para cada modelo de aeronave, os principais requisitos são comuns, em função da necessidade de padronização mínima.

Para descrição de um processo típico de assistência, inicialmente foram selecionadas aeronaves utilizadas com maior frequência no Brasil. Com base nos dados de Horários de Transporte – HOTRAN<sup>11</sup>, de dois diferentes dias, nos meses de setembro e outubro de 2016, identificou-se que a aeronave utilizada com maior frequência é o Boeing 737-700, seguida do Airbus 320 e Embraer 190 (ANAC, 2016).

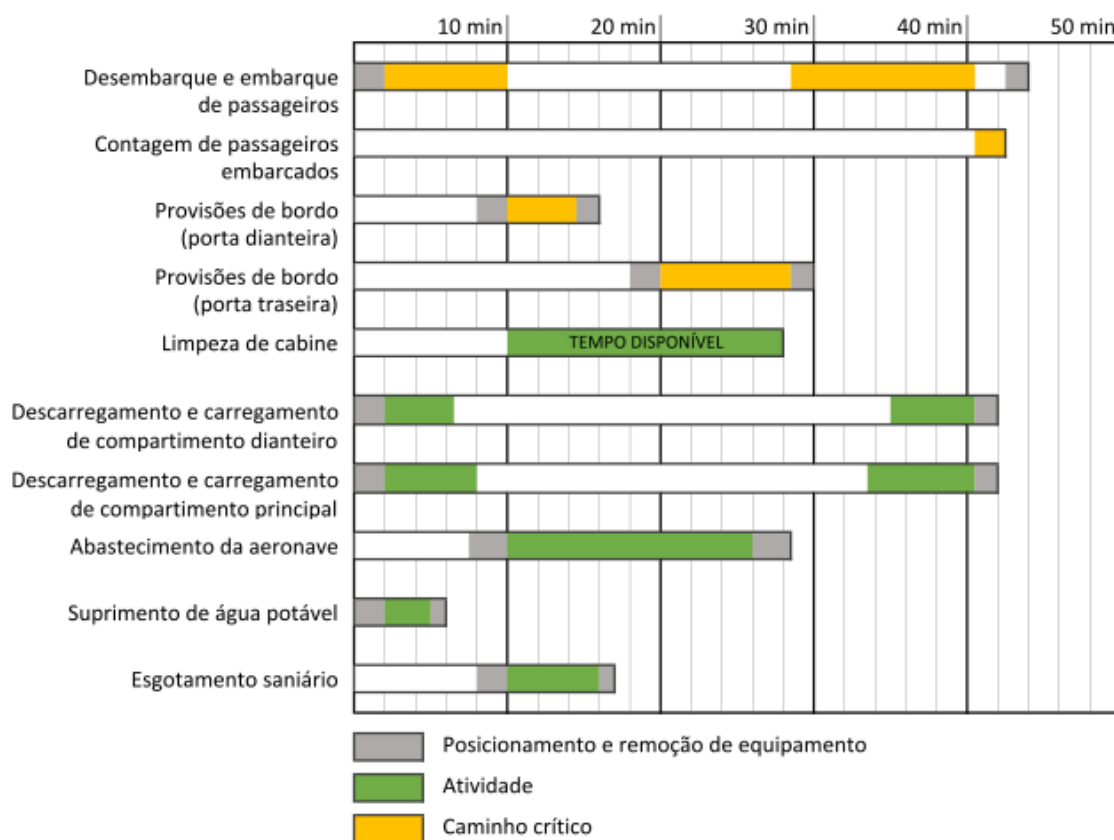
Após uma análise preliminar do manual dos três modelos de aeronaves, optou-se por utilizar como referência as informações do manual na aeronave Airbus 320, por apresentar informações mais detalhadas e por não diferir substancialmente dos demais modelos de aeronaves mencionados (AIRBUS, 2016).

A sequência das atividades no pátio durante a escala da aeronave, também denominado de *turnaround*, é mostrada na Figura 3.1. A figura contempla as principais atividades em uma assistência completa. É possível que em uma escala mais simples as atividades de

---

<sup>11</sup> O HOTRAN é constituído pelos voos regulares domésticos e internacionais e inclui voos de passageiros e de carga.

abastecimento com combustíveis, suprimento de água potável, esgotamento sanitário e até mesmo provisões de bordo não sejam realizadas.



**Figura 3.1** – Cronograma de serviços de assistência completa em escala para o A320.

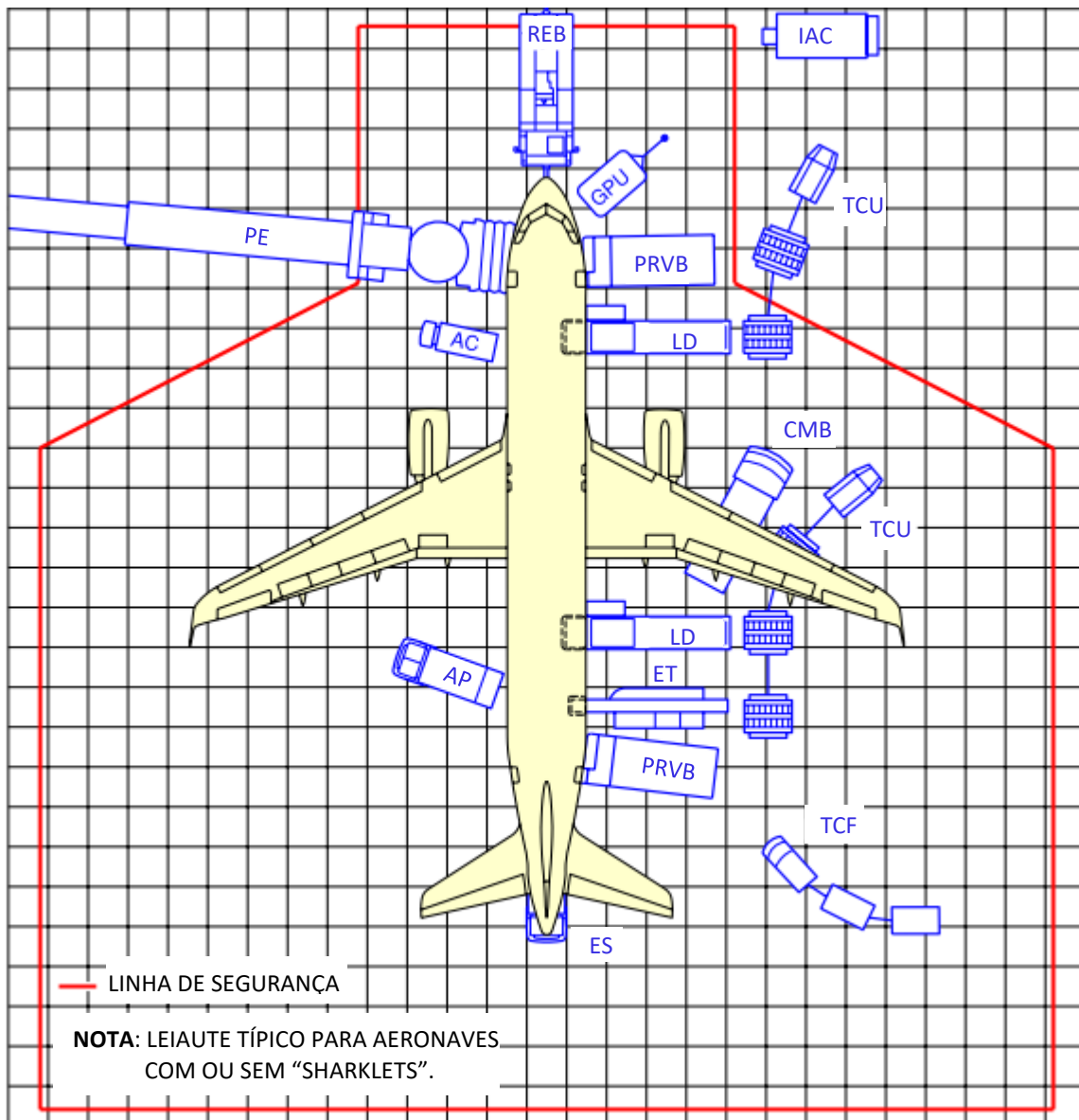
Fonte: Adaptado de AIRBUS (2016).

As seguintes atividades são descritas nos cronogramas dos três manuais analisados: (1) Desembarque de passageiros; (2) Fornecimento de provisões de bordo; (3) Limpeza de cabine; (4) Embarque de passageiros; (5) Descarregamento dos compartimentos de carga e bagagem; (6) Carregamento dos compartimentos de carga e bagagem; (7) Abastecimento da aeronave; (8) Suprimento de água potável; e (9) Esgotamento sanitário.

Essas atividades podem ser agrupadas em três classes (BOEING, 2013a; EMBRAER, 2015): serviços relacionados aos passageiros, que abrange as atividades de 1 a 4 mencionadas anteriormente; serviços relacionados à carga ou à bagagem, que abrange as atividades 5 e 6; e serviços relacionados à aeronave, que abrange às atividades 7 a 9.

A maior parte dessas atividades é precedida e sucedida pelo posicionamento e remoção de equipamentos ou veículos. Outras três atividades não são mostradas nos cronogramas e se destinam a prover energia elétrica, ar pré-condicionado e ar comprimido para a aeronave. O

provimento desses recursos para a aeronave é necessário quando, por motivos de economia de combustível ou redução de poluição sonora ou atmosférica, o motor auxiliar da aeronave (*auxiliar power unit* – APU) é mantido desligado durante a escala. A Figura 3.2 apresenta o posicionamento de veículos e equipamentos utilizados nas atividades durante a escala da aeronave.



PE	PONTE DE EMBARQUE	LD	LOADER DE CARGA
REB	REBOCADOR	AP	VEÍCULO DE ÁGUA POTÁVEL
IAC	IGNIÇÃO (AR COMPRIMIDO)	ET	ESTEIRA TRANSPORTADORA
GPU	ENERGIA ELÉTRICA	ES	ESGOTAMENTO SANITÁRIO
PRVB	PROVISÃO DE BORDO	TCF	TRATOR BAGAGEM/CARGA FRACIONADA
AC	AR CONDICIONADO	TCU	TRATOR CARGA UNITIZADA
CMB	CAMINHÃO ABASTECEDOR		

**Figura 3.2** – Leiaute típico do pátio para assistência em escala do A320.

Fonte: Adaptado de AIRBUS (2016).



As atividades descritas até o momento ocorrem quando a aeronave está estacionada. O movimento da aeronave no pátio durante a transição de ou para a pista de táxi ocorre em dois momentos (WILKE; MAJUMDAR; OCHIENG, 2014): após o pouso, na manobra para o estacionamento da aeronave; e antes da decolagem, na operação denominada de *pushback*, para saída da posição de estacionamento e acesso à pista de táxi.

Uma descrição detalhada das atividades realizadas com a aeronave parada ou movimentando-se no pátio será realizada a seguir com base em Calvo (2011). As atividades descritas serão apresentadas em quatro grupos: serviços relacionados aos passageiros, serviços relacionados a bagagens e carga, serviços relacionados à aeronave, além de atividades relacionadas à própria movimentação da aeronave no pátio.

- **Serviços relacionados aos passageiros:**

#### **Embarque, desembarque e movimentação de passageiros entre terminal e aeronave.**

A maior parte dos serviços relacionados aos passageiros ocorrem nos terminais de passageiros. As atividades que ocorrem no pátio são as relacionadas ao embarque e desembarque de passageiros. A atividade será diferente se a aeronave estiver estacionada em uma posição atendida por ponte de embarque em contato direto com o terminal ou se estiver estacionada em uma posição remota.

No primeiro caso, o embarque e o desembarque se dão pela ponte de embarque, sem que os passageiros acessem o pátio de aeronaves. No Brasil, a operação da ponte de embarque é realizada por profissional sob responsabilidade do operador do aeroporto. No segundo caso, os passageiros embarcam e desembarcam por meio de escadas ou passarelas acopladas à aeronave e sobem ou descem até o nível do solo. A depender da distância entre a aeronave e o terminal, os passageiros caminham pelo pátio ou são transportados em ônibus. A operação dos ônibus está sob responsabilidade do operador do aeroporto e a operação das escadas ou passarelas para acesso à aeronave, sob responsabilidade da empresa aérea, que executa diretamente ou contrata o serviço.

Quando os passageiros caminham até a aeronave, a responsabilidade pela condução segura dos passageiros é da empresa aérea. Em todos os casos, a coordenação do embarque e desembarque

dos passageiros é de responsabilidade da empresa aérea ou de prestador de serviço independente contratado pela empresa aérea.

### **Carregamento, descarregamento e movimentação de provisões de bordo.**

Provisões de bordo são bens destinados ao uso ou consumo da tripulação ou dos passageiros durante o voo. Também são denominados de serviços de “comissaria”. Alimentos e bebidas são os itens mais relevantes, mas o fornecimento de revistas, fones de ouvido, travesseiros e cobertores também estão incluídos nessa atividade. A parte desses serviços que ocorre no pátio de aeronaves é a movimentação, carregamento e descarregamento das provisões de bordo. Essas atividades são realizadas em geral por empresas especializadas contratadas das empresas aéreas. A movimentação e o embarque são realizados com uso de caminhões especializados que são elevados até a altura da soleira da porta da aeronave.

### **Limpeza de cabine.**

A limpeza da cabine de passageiros é realizada pela empresa aérea ou por provedor independente contratado. Há pouca especialização nos veículos e equipamentos utilizados nessa atividade, se comparado às demais atividades.

- **Serviços relacionados a bagagens e carga:**

### **Carregamento, descarregamento e movimentação de bagagens e carga entre terminal e a aeronave.**

Assim como no caso dos serviços relacionados aos passageiros, a maior parte dos serviços relacionados a bagagens e carga ocorre nos terminais e incluem o recebimento e processamento da documentação, identificação, separação e preparação para o transporte. A descrição realizada aqui aplica-se também aos correios. O movimento da bagagem ou pequenos volumes de carga fracionada entre o terminal e a aeronave se dá com uso de tratores e reboques de bagagem. O carregamento e descarregamento podem ser realizados com auxílio de esteiras mecanizadas inclinadas.

A movimentação de volumes maiores de carga unitizada utiliza equipamentos específicos. Os paletes ou contêineres normalmente são movimentados entre o terminal e a aeronave sobre dispositivos denominados *dolly*, puxados por tratores de carga. Também podem ser utilizados transportadores específicos que dispensam o uso de reboques. A elevação dos dispositivos

unitizados até a altura da soleira da aeronave é realizada com uso do *loader*. Todas essas operações estão sob responsabilidade das empresas aéreas ou de suas empresas contratadas.

- **Serviços relacionados à aeronave:**

#### **Abastecimento da aeronave com combustível.**

O fornecimento de combustível aeronáutico é a atividade mais especializada dentre as que serão descritas neste grupo. Em geral, as empresas são responsáveis pelo armazenamento, controle de qualidade do combustível e seu transporte até a aeronave e abastecimento. A atividade que ocorre no pátio de aeronaves é o transporte do combustível e o abastecimento (ou retirada de combustível em excesso).

O abastecimento pode ser realizado de duas maneiras distintas, dependendo do tipo de infraestrutura disponível no aeroporto. Alguns aeroportos possuem uma rede subterrânea de hidrantes que interliga os tanques de combustíveis a pontos de abastecimento localizados em cada posição de estacionamento no pátio de aeronaves. Nesses casos, o abastecimento é realizado com o uso de veículos servidores de hidrantes, que têm a função intermediária de medir, filtrar e controlar a pressão do combustível entregue à aeronave. Quando o aeroporto não dispõe de rede de hidrantes, o abastecimento é realizado com o uso de caminhões-tanque. Além das funções do servidor de hidrante, o caminhão-tanque dispõe de reservatório para o transporte do combustível.

#### **Suprimento de água potável.**

A atividade de suprimento de água potável é relativamente simples. Os cuidados necessários estão relacionados ao fato de que o veículo deve ser posicionado sob a fuselagem. Requer a utilização de um veículo médio dotado de reservatório de aço inoxidável. O veículo dispõe de motor hidráulico para bombeamento da água e uma plataforma de elevação para acesso ao ponto de abastecimento. A atividade é executada pela empresa aérea ou por sua contratada.

#### **Esgotamento sanitário.**

Essa atividade consiste na retirada de águas residuais utilizadas em lavatórios e sanitários. Da mesma forma que no suprimento de água potável, exige cuidados especiais pelo fato de o veículo posicionar-se sob a aeronave e movimentando-se em marcha ré. Requer a utilização de um veículo dotado de reservatório com capacidade para coleta de resíduos das aeronaves. A

remoção é realizada por gravidade com uso de mangueiras. A atividade é executada pela empresa aérea ou por sua contratada.

### **Provisão de meios durante a escala e assistência para partida de motores.**

Nessa categoria são agrupadas três atividades que são realizadas especialmente quando há restrições à utilização do motor auxiliar da aeronave (*auxiliar power unit* – APU). A primeira atividade é a provisão de energia elétrica (400 Hz), necessária para funcionamento dos equipamentos da aeronave. O fornecimento pode se dar de duas formas: com uso de um equipamento móvel localizado em solo; ou com uso de um equipamento fixo, normalmente instalado nas pontes de embarque.

No primeiro caso, o fornecimento é executado pela própria empresa aérea ou por suas contratadas. O equipamento não costuma ser autopropulsado e gera energia a partir de um motor a diesel (*ground power unit* – GPU). No segundo caso, o fornecimento é executado pelo operador do aeroporto e a energia provém de rede específica para essa finalidade. Nos dois casos a energia é conduzida por um cabo conectado à parte frontal da aeronave. A conexão e desconexão do cabo que fornece energia elétrica são, respectivamente, a primeira a ser realizada após a parada e contenção da aeronave, e a última antes de sua partida.

A segunda atividade é a provisão de ar pré-condicionado para conforto térmico da cabine. De forma semelhante ao descrito anteriormente, a provisão pode se dar por meio de equipamento móvel em solo abastecido a diesel ou por meio de instalações fixas ligadas à ponte de embarque. O ar condicionado é conectado à parte inferior da fuselagem da aeronave por meio de dutos.

A terceira atividade é o fornecimento de ar comprimido sob alta temperatura, utilizado em alguns casos para acionamento dos motores da aeronave. O fornecimento é realizado por meio de equipamento móvel, autopropulsado ou não, dotado de motor a diesel. A atividade é executada pela empresa aérea ou por sua contratada.

- **Movimentação da aeronave:**

### **Manobra para estacionamento.**

Além das atividades já mencionadas, que ocorrem enquanto a aeronave se encontra estacionada, há duas atividades relevantes que estão relacionadas à movimentação da aeronave e que

ocorrem no pátio. A primeira delas é a manobra para estacionamento. Após o pouso o piloto é orientado pela sinalização vertical e horizontal do aeroporto, bem como pelas cartas do aeródromo, até a posição onde deve estacionar. A orientação para o estacionamento de aeronaves pode ser provida por um sistema automático de orientação visual de estacionamento ou por um sinaleiro.

O sistema de orientação visual de estacionamento ou sistema de docagem fornece ao piloto uma indicação do alinhamento longitudinal e do ponto exato de parada no estacionamento da aeronave. Já o sinaleiro utiliza sinais padronizados para se comunicar com o piloto e orientar as manobras da aeronave no solo. Em geral são utilizadas raquetes, luvas ou bastões iluminados para melhor visualização dos gestos pelo piloto. Nas situações em que o sinaleiro não possui ângulo de visão adequado das partes das aeronaves em relação a obstáculos, são usados outros profissionais, normalmente para monitoramento das asas (*wingwalkers*) e da cauda, que se comunicam entre si e com o sinaleiro por meio de gestos. Em ambas as situações a responsabilidade pela orientação da manobra para estacionamento é do operador do aeroporto.

### **Manobra para partida – *pushback*.**

A saída da aeronave da posição de estacionamento pode se dar por meios próprios ou com o apoio de veículos rebocadores. Devido à configuração adotada nos pátios de aeronaves, a saída por meios próprios é incomum em aeroportos com operações comerciais devido à falta de espaço ou aos perigos provocados pelo jato de ar nas proximidades de terminais durante a operação de *powerback*<sup>12</sup>. Por esse motivo, será considerado como padrão a saída da posição de estacionamento com o apoio de veículos rebocadores.

A operação de *pushback* pode ser realizada de duas maneiras. A mais comum no Brasil ainda é com uso de uma barra (*towbar*) que conecta o trator rebocador ao trem de pouso dianteiro da aeronave. Cada modelo de aeronave exige a utilização de uma barra específica. A segunda maneira é com o uso de tratores que dispensam o uso de *towbar*. Nos últimos anos tem se popularizado o uso desse tipo de trator. O tipo mais comum faz a elevação do trem de pouso dianteiro.

---

<sup>12</sup> Manobra em que a aeronave se move em marcha ré impulsionada por meios próprios com o acionamento do reverso.

Em ambos os casos, em geral é necessário também o uso de um pino de *bypass* que permite que a aeronave seja conduzida pelo trator. Após o término do *pushback* esse pino deve ser removido, devolvendo-se o controle da direção para o piloto. Além do motorista do trator e de *wingwalkers* essa operação requer a utilização de um outro profissional de orientação que auxilia a operação e se comunica verbalmente com o piloto por meio de sistema de microfone e fone de ouvido.

O Quadro 3.1 apresenta um resumo das atividades descritas nesta seção.

**Quadro 3.1** – Processos e subprocessos no pátio de aeronaves durante a escala.

(continua)

Processo	Subprocesso	Principais agentes responsáveis	Principais equipamentos
Serviços relacionados aos passageiros	Embarque, desembarque e movimentação de passageiros entre terminal e aeronave	Empresa aérea ou provedor independente	Escadas ou passarelas
		Operador de aeroporto	Ponte de embarque ou ônibus de passageiros
	Carregamento, descarregamento e movimentação de provisões de bordo	Empresa aérea ou provedor independente	Caminhão de provisões de bordo
	Limpeza de cabine	Empresa aérea ou provedor independente	Veículo para transporte de trabalhadores e dejetos recolhidos
Serviços relacionados a bagagens e carga	Carregamento, descarregamento e movimentação de bagagens e carga entre terminal e a aeronave	Empresa aérea ou provedor independente	Trator, reboque de bagagem, esteira de bagagem, contêiner, palete, <i>dolly</i> , transportadores e <i>loader</i> .
Serviços relacionados à aeronave	Abastecimento da aeronave com combustível	Provedor independente de combustível	Caminhão-tanque ou servidor de hidrante
	Suprimento de água potável	Empresa aérea ou provedor independente	Caminhão de água potável
Serviços relacionados à aeronave	Esgotamento sanitário	Empresa aérea ou provedor independente	Caminhão de serviços de esgotamento
	Provisão de meios durante a escala e assistência para partida de motores (energia elétrica, ar-condicionado e ar comprimido)	Empresa aérea ou provedor independente	<i>Ground power unit</i> – GPU móvel, equipamento de ar pré-condicionado móvel, equipamento de ar comprimido móvel.
		Operador de aeroporto	<i>Ground power unit</i> – GPU fixa, equipamento de ar pré-condicionado fixo, equipamento de ar comprimido fixo.

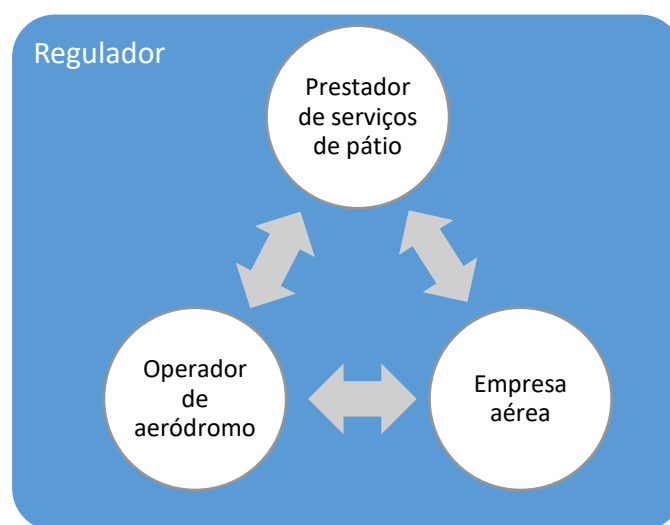
**Quadro 3.1** – Processos e subprocessos no pátio de aeronaves durante a escala.

(conclusão)

Processo	Subprocesso	Principais agentes responsáveis	Principais equipamentos
Movimentação da aeronave	Manobra para estacionamento	Empresa aérea (tripulante de voo)	Aeronave
		Operador de aeroporto (sinaleiro)	Sistema de docagem, equipamentos utilizados pelo sinaleiro
	Manobra para partida – <i>pushback</i>	Empresa aérea (tripulante de voo)	Aeronave
		Empresa aérea ou provedor independente (pessoal de solo)	Rebocador, <i>tow bar</i> , pino de <i>bypass</i>

Fonte: elaboração própria.

Com base nas atividades descritas, fica claro que os três principais agentes envolvidos são: a empresa aérea, o operador do aeroporto e os prestadores independentes de serviços de pátio. Seguindo o trabalho de Wilke, Majumdar e Ochieng (2014), considera-se importante incluir também o órgão regulador que, apesar de não atuar diretamente nas operações, é responsável pela supervisão da segurança de todo o sistema. Um quinto agente a ser considerado seria o responsável pelo serviço de controle de tráfego de aeronaves no aeroporto. No entanto, a análise da Instrução do Comando da Aeronáutica que dispõe sobre os serviços de tráfego aéreo, deixa claro que a Torre de Controle não tem responsabilidade pelas movimentações no pátio (COMAER, 2016). Assim, a Figura 3.3 ilustra os agentes a serem consultados para elaboração dos indicadores.



**Figura 3.3** – Agentes a serem consultados para elaboração de sistemas de indicadores.

Fonte: elaboração própria.

## **3.2 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS**

De acordo com ABNT (2009) a identificação dos riscos envolve a identificação das fontes de risco (perigos), eventos, suas causas e suas consequências potenciais. Diversas técnicas são consideradas fortemente aplicáveis para identificação de riscos, incluindo: Brainstorming, entrevistas, método Delphi, listas de verificação, estudo de perigos e operabilidade (HAZOP) etc. (ABNT, 2012).

Optou-se por realizar a identificação dos riscos com base em entrevistas com especialistas, considerando-se ser um método de baixa complexidade e com baixo grau de incerteza (ABNT, 2012). O método de entrevista semiestruturada foi adotado para condução das entrevistas. Lakatos e Marconi (2003) classificam entrevista como uma técnica de observação direta intensiva. Na pesquisa semiestruturada, o pesquisador segue um roteiro previamente estabelecido, mas possui liberdade para alterar ordem dos tópicos ou fazer outras perguntas. Essa técnica permite obter um conjunto mínimo padronizado de informações que possam ser comparadas e ao mesmo tempo dá liberdade ao entrevistado para apresentar outras informações que considere relevantes. As informações levantadas durante a revisão bibliográfica também dão suporte e complementam essa etapa.

Um roteiro para realização das entrevistas foi desenvolvido, conforme apresentado no Apêndice 1. A entrevista foi dividida em quatro partes. Na primeira e segunda partes são fornecidas informações ao entrevistado sobre o objetivo da pesquisa, escopo da entrevista e sobre confidencialidade da identidade do entrevistado. A terceira parte contém as questões que formam o cerne da entrevista.

Um primeiro conjunto de questões se destina a caracterizar os riscos, incluindo suas fontes, os eventos indesejados durante as operações e as consequências potenciais desses eventos indesejados. Em seguida, outras três questões são destinadas a identificar as causas dos eventos indesejados, as medidas usualmente adotadas para prevenção ou mitigação dos eventos indesejados e os fatores que influenciam negativamente ou positivamente as medidas de prevenção ou mitigação. Por fim a quarta e última parte da entrevista contém informações sobre o perfil do entrevistado.



Considerando-se que se trata de uma técnica que demanda muito tempo e é difícil de ser realizada (LAKATOS; MARCONI, 2003), priorizou-se a realização das entrevistas com representantes do órgão regulador, que poderiam trazer uma visão mais abrangente e balanceada do tema. Ainda assim, não se descartou a realização de entrevistas com especialistas que atuam diretamente na execução dos serviços de pátio. Contatos iniciais foram feitos com 14 profissionais. Buscou-se, preferencialmente, profissionais que exercem atividades voltadas à segurança operacional e que atuam em uma posição mais estratégica. Foram realizadas entrevistas com nove profissionais, sendo três representantes do órgão regulador na área de aeroportos, três representantes do órgão regulador na área de operações de aeronaves, dois representantes de empresas provedoras de serviços de pátio e um representante de empresa aérea.

As entrevistas foram realizadas ao longo do mês de novembro de 2016 e tiveram duração média de 37 minutos. Três entrevistas foram realizadas pessoalmente e seis por telefone. Uma compilação das respostas obtidas nas entrevistas consta no Apêndice 2. O tempo médio de experiência na aviação dos entrevistados é de 11,9 anos. Três dos entrevistados possuem até o nível superior, quatro possuem especialização e dois, mestrado. Quanto à função exercida na organização, três exercem funções no nível tático e seis no nível operacional, sendo três deles na função de coordenação ou supervisão. Deve-se ressaltar que, devido ao tipo de atividade exercida, no órgão regulador até mesmo os profissionais de nível operacional possuem uma adequada visão estratégica dos problemas.

Quanto às respostas relativas à terceira parte do questionário, observa-se de forma geral que há grandes concordâncias em relação aos elementos mencionados pelos entrevistados. A Tabela 3.1 apresenta os quatro elementos citados com maior frequência em cada questão principal da entrevista.

A primeira questão se refere às fontes do risco, eventos indesejados e suas consequências. Essa categoria agrupa esses três elementos, pois observou-se dificuldade dos entrevistados em elencá-los separadamente. A segunda categoria se refere às causas dos eventos indesejados. Em seguida, os controles usados para prevenir ocorrência ou para mitigar os efeitos dos eventos. Por fim, a última categoria se refere a fatores que podem afetar a efetividade dos controles utilizados.

**Tabela 3.1** – Elementos citados com mais frequência entre os entrevistados em cada categoria

<b>Categoria</b>	<b>Descrição do elemento citado</b>	<b>Frequência</b>	<b>% de entrevistados que mencionam</b>
<b>Riscos</b> <i>Fontes de risco, eventos indesejados ou suas consequências</i>	Colisões entre veículos, equipamentos, aeronaves ou estruturas	9	100,0%
	Objetos estranhos (F.O.)	7	77,8%
	Atropelamentos	7	77,8%
	Sucção pela turbina	5	55,6%
<b>Causas</b>	Baixa visibilidade	6	66,7%
	Condições climáticas adversas (chuva, temperatura)	5	55,6%
	Condução de veículos em alta velocidade	4	44,4%
	Manutenção deficiente de equipamentos	3	33,3%
<b>Controles</b>	Treinamento	8	88,9%
	Supervisão das atividades	7	77,8%
	Sinalização (horizontal ou vertical)	7	77,8%
	Existência de procedimentos ou instruções de trabalho	4	44,4%
<b>Fatores que afetam efetividade de controles</b>	Pressão do tempo	7	77,8%
	Treinamento deficiente	6	66,7%
	Supervisão insuficiente	3	33,3%
	Descumprimento de procedimentos.	3	33,3%

Fonte: elaboração própria.

Observa-se que na primeira categoria de elementos todos os entrevistados mencionaram a ocorrência de algum tipo de colisão envolvendo aeronaves, veículos ou equipamentos. Em seguida, aparecem a presença de objetos estranhos (*Foreign Objects* – F.O.) e ocorrência de atropelamentos. Na quarta colocação é mencionado o risco de sucção de pessoas pela turbina da aeronave.

As causas dos eventos indesejados mencionadas com maior frequência são relacionadas ao ambiente, incluindo-se baixa visibilidade e condições climáticas adversas. Em seguida, aparecem como causas a imprudência na condução de veículos e manutenção deficiente de equipamentos. Entre as causas, houve maior dispersão nas respostas.

Já entre os controles, houve grande convergência para três elementos: treinamento, supervisão das atividades e sinalização utilizada para orientação da movimentação ou demarcação de áreas de segurança. O quarto elemento citado com maior frequência trata da existência de procedimentos ou instruções de trabalho claramente estabelecidas.

Quanto aos fatores que afetam a efetividade dos controles, aparece com destaque o fator relacionado à pressão do tempo. Em seguida, aparecem fatores que refletem deficiências nos controles anteriormente já mencionados: treinamento deficiente, supervisão insuficiente e descumprimento dos procedimentos estabelecidos.

Uma diferença observada entre os entrevistados foi a menção a elementos relacionados ao carregamento e descarregamento por três dos entrevistados: um representante de empresa aérea e dois representantes do órgão regulador, na área de operações aéreas. Esses elementos não apareceram nas entrevistas com demais participantes, indicando que pode ser uma preocupação específica da empresa aérea.

As informações levantadas durante as entrevistas serão utilizadas, juntamente com as informações levantadas na revisão bibliográfica para realização da análise das relações entre os elementos que influenciam o risco, apresentada na seção seguinte.

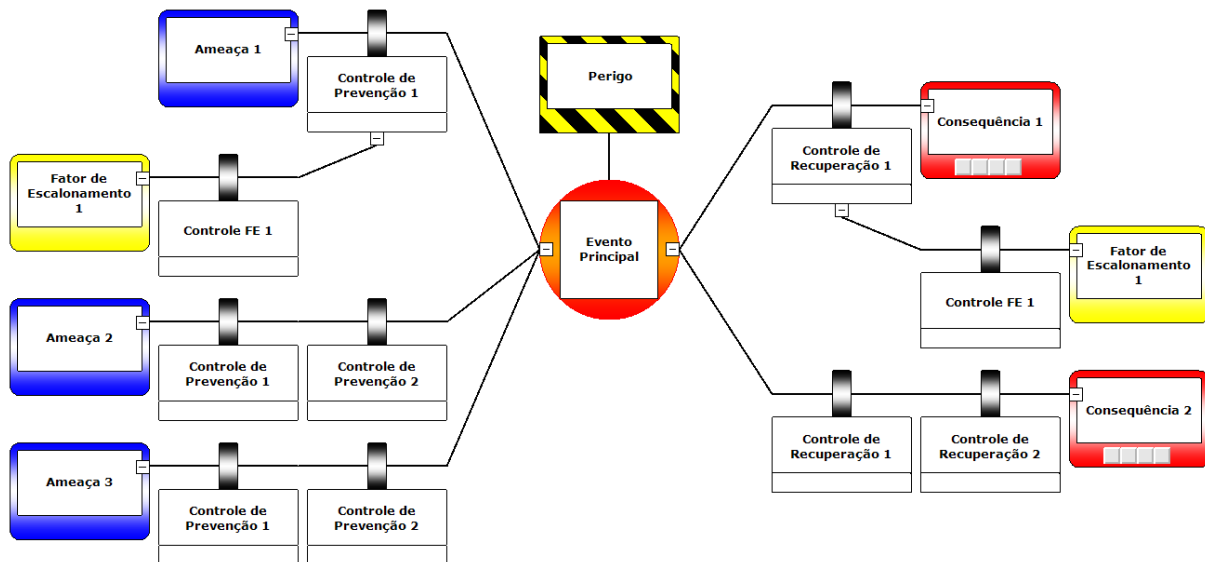
### **3.3 ANÁLISE DAS RELAÇÕES ENTRE ELEMENTOS QUE INFLUENCIAM OS RISCOS**

ABNT (2009) define a análise de riscos como o processo de compreensão da natureza do risco e de determinação do nível de risco. Envolve a compreensão dos riscos, incluindo a apreciação de duas causas, fontes, consequências positivas e negativas e a probabilidade de que essas consequências possam ocorrer. Convém ainda que os controles existentes e sua eficácia e eficiência também sejam levados em consideração. Obtém-se, portanto, a compreensão da natureza do risco e a determinação do nível (magnitude) do risco.

Como mencionado na seção 1.5 neste trabalho o foco será a compreensão das relações entre os elementos que influenciam o risco, mas não necessariamente a determinação do nível do risco. Diversas técnicas podem ser utilizadas para análise de risco, tais como: análise de causa-raiz, análise de modos de falha e efeito, análise de causa e consequência, análise *Bow tie* etc. (ABNT, 2012). Optou-se pela utilização da análise *Bow tie*. Essa ferramenta tem a vantagem de apresentar uma sequência multilinear de causas até consequências de um evento, incluindo seus controles e fatores que afetam efetividade dos controles. Além disso, a autoridade de aviação

civil do Reino Unido possui uma iniciativa que promove a utilização da análise *Bow tie* em parceria com a indústria, o que mostra sua adequação para o tipo de problema em análise (UK-CAA, 2016).

A análise *Bow tie* aplicada baseia-se na elaboração de um diagrama composto por oito tipos de elementos, conforme apresentado na Figura 3.4.



**Figura 3.4** – Tipos de elementos do diagrama *Bow tie*.

Fonte: elaboração própria.

Os elementos básicos que fazem parte do diagrama Bow tie são descritos a seguir:

- **Perigo:** condição, objeto ou atividade com potencial para causar lesão a pessoas, danos a equipamentos ou estruturas, perda de material ou redução na habilidade para desempenhar uma função determinada.
- **Evento principal:** evento que representa o momento em que há a liberação ou perda de controle do perigo.
- **Ameaças:** fatores que podem provocar o evento principal. As ameaças devem ser suficientes ou necessárias. Cada ameaça deve ter a capacidade de, por si só, provocar o evento principal.
- **Consequências:** ocorrência resultante diretamente da liberação do perigo, que resulta em lesão, danos ou perdas.
- **Barreiras ou controles de prevenção:** medidas adotadas que agem contra determinada força ou intenção, com o objetivo de manter o estado desejado e evitar que o evento principal ocorra.
- **Barreiras ou controles de recuperação:** medidas adotadas que agem contra determinada força ou intenção, com o objetivo de manter o estado desejado e evitar que o evento principal resulte em consequências indesejadas.

- **Fatores de escalonamento:** condições que levam ao aumento do risco anulando ou reduzindo a eficácia ou eficiência de uma barreira.
- **Controles de fatores de escalonamento:** controles que atuam sobre os fatores de escalonamento e gerenciam as condições que reduzem a eficácia ou eficiência de outros controles.

A construção de um diagrama *Bow tie* pode ser feita em oito etapas: (1) identificação de um perigo genérico; (2) identificação do evento principal; (3) identificação das ameaças; (4) análise das consequências; (5) identificação dos controles de prevenção; (6) identificação dos controles de recuperação; (7) identificação dos fatores de escalonamento; e (8) identificação dos controles de fatores de escalonamento (UK-CAA, 2015). Durante as etapas 5, 6 e 8 foi registrado ainda nos diagramas, para cada um dos controles, o seu responsável, em duas categorias: *executor dos serviços de pátio*, que inclui a empresa aérea e os provedores independentes desses serviços; e *operador de aeroporto*. Alguns dos controles são compartilhados entre essas duas categorias. O *software* BowTieXP foi utilizado para confecção dos diagramas (CGE, 2016).

Com base nas etapas de contextualização, identificação de riscos e na revisão bibliográfica, especialmente em Wenner e Drury (2000), cinco perigos foram selecionados para análise. O Quadro 3.2 apresenta a associação entre os perigos e cada um dos subprocessos definidos na seção 3.1.

**Quadro 3.2** – Associação entre perigos analisados e subprocessos

(continua)

<b>Processo</b>	<b>Subprocesso</b>	<b>Perigo associado</b>
Serviços relacionados aos passageiros	Embarque, desembarque e movimentação de passageiros entre terminal e aeronave	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
	Carregamento, descarregamento e movimentação de provisões de bordo	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
	Limpeza de cabine	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
Serviços relacionados a bagagens e carga	Carregamento, descarregamento e movimentação de bagagens e carga entre terminal e a aeronave	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves 4. Carregamento ou descarregamento de aeronave

**Quadro 3.2 – Associação entre perigos analisados e subprocessos**

(conclusão)

<b>Processo</b>	<b>Subprocesso</b>	<b>Perigo associado</b>
Serviços relacionados à aeronave	Abastecimento da aeronave com combustível	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves 5. Abastecimento de aeronaves
	Suprimento de água potável	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
	Esgotamento sanitário	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
	Provisão de meios durante a escala e assistência para partida de motores (energia elétrica, ar condicionado e ar comprimido)	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves
Movimentação da aeronave	Manobra para estacionamento	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves 3. Movimentação da aeronave no pátio para estacionamento ou decolagem
	Manobra para partida – <i>pushback</i>	1. Condução de objetos no pátio de aeronaves 2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves 3. Movimentação da aeronave no pátio para estacionamento ou decolagem

Fonte: elaboração própria.

Percebe-se que os Perigos 1 e 2 são associados a todos os subprocessos. Esses perigos representam a movimentação, respectivamente, de objetos tripulados e de objetos não tripulados no pátio. O primeiro caso trata da movimentação de quaisquer veículos ou equipamentos autopropelidos utilizados nos serviços de pátio. O segundo caso, trata de equipamentos móveis ou objetos estranhos que possam se movimentar involuntariamente e colidir com outro objeto ou pessoas.

Em seguida, três outros perigos foram selecionados para análise e tratam de subprocessos específicos. O Perigo 3 aborda a movimentação da aeronave no pátio e está associado aos dois subprocessos em que a aeronave se movimenta para estacionamento ou para partida. O Perigo

4 aborda o subprocesso de carregamento e descarregamento da aeronave. Por fim, o Perigo 5 aborda o subprocesso de abastecimento da aeronave.

Posteriormente, para cada perigo foi identificado um evento principal. No caso do perigo relativo ao carregamento ou descarregamento da aeronave, foram selecionados dois eventos principais associados. Desse modo, um total de seis diagramas foram elaborados, relativos a eventos distintos. Durante a confecção dos diagramas, observou-se que havia um grupo de elementos que eram aplicáveis a quase todos os eventos principais. Desse modo, com o objetivo de evitar repetição e prejuízo à adequada visualização e comunicação dos elementos, optou-se por elaborar diagramas complementares para tratar dos elementos comuns.

Três diagramas complementares foram elaborados. Dois deles, denominados Diagramas A e C, realizam uma análise complementar para os casos em que a aeronave é afetada durante os serviços de pátio. Portanto, esses diagramas analisam os eventos que podem ocorrer nas demais fases da operação em decorrência de eventos que ocorrem no pátio. Resumidamente, os Diagrama A e C analisam os controles e consequências possíveis durante outras fases da operação (decolagem ou fase de voo, por exemplo), após a ocorrência de consequências de eventos indesejados nos serviços de pátio.

O Diagrama A realiza uma análise complementar decorrente de colisões com a aeronave. Já o Diagrama C, realiza uma análise complementar decorrente do carregamento ou descarregamento incorreto da aeronave. Os controles e as consequências desses diagramas, que ocorrem durante a fase de voo da aeronave, foram baseados em diagramas elaborados pela autoridade de aviação civil do Reino Unido (UK-CAA, 2016). Esses elementos que fazem parte de outras fases da operação constam nos diagramas para uma melhor contextualização dos desdobramentos de eventos ocorridos no pátio, mas não serão objeto de análise e proposição de indicadores, uma vez que extrapolam o escopo da pesquisa.

O terceiro diagrama complementar, denominado Diagrama B, trata da influência de fatores humanos, que podem reduzir a eficácia e eficiência de determinados controles. Assim, o Diagrama B representa, na prática, o detalhamento de um fator de escalonamento bastante relevante para as operações de pátio, conforme observado especialmente em Balk e Bossenbroek (2010) e Balk, Stroeve e Bossenbroek (2011). O Quadro 3.3 apresenta os cinco perigos analisados, associados aos eventos principais e diagramas complementares aplicáveis.

**Quadro 3.3** – Perigos analisados com *Bow tie*

<b>Perigo</b>	<b>Evento Principal</b>	<b>Diagrama complementar</b>
1. Condução de objetos no pátio de aeronaves	Objeto é conduzido sem controle em trajetória de colisão com outro objeto, pessoa ou estrutura	A. Danos a aeronaves durante serviços de pátio B. Variabilidade de desempenho do operador
2. Deslocamento de objetos não tripulados no pátio de aeronaves	Objeto se desloca em trajetória de colisão com outro objeto, pessoa ou estrutura	A. Danos a aeronaves durante serviços de pátio B. Variabilidade de desempenho do operador
3. Movimentação da aeronave no pátio para estacionamento ou decolagem	Aeronave e objetos ou pessoas em trajetória de colisão	A. Danos a aeronaves durante serviços de pátio B. Variabilidade de desempenho do operador
4. Carregamento ou descarregamento de aeronave	I - Carga ou bagagem se desloca sem controle ou é derramada no porão da aeronave durante carregamento ou descarregamento	A. Danos a aeronaves durante serviços de pátio B. Variabilidade de desempenho do operador
	II - Aeronave excessivamente desbalanceada (fora dos limites de margem de segurança)	B. Variabilidade de desempenho do operador C. Carregamento ou descarregamento realizado em desacordo com planejamento
5. Abastecimento de aeronaves	Derramamento de combustível no pátio	B. Variabilidade de desempenho do operador

Fonte: elaboração própria.

Os nove diagramas elaborados são apresentados no Apêndice 3. São compostos por 325 elementos, divididos em ameaças, consequências, controles de prevenção e de mitigação, fatores de escalonamento e controles de fatores de escalonamento. Considerando-se que alguns dos elementos se repetem em mais de um diagrama, os diagramas contêm um total de 155 elementos não repetidos. Esses elementos foram sucessivamente agregados, até que se alcançasse uma quantidade de itens que pudessem ser avaliadas pelos especialistas por meio de um questionário.

Após sucessivas agregações e realização de um pré-teste com o questionário, um conjunto de 62 elementos foi obtido. Apesar de ser ainda um número relativamente elevado, optou-se por não realizar outras combinações de elementos, a fim de permitir identificar de forma mais específica os elementos de maior relevância.



Para facilitar a posterior avaliação pelos especialistas, os 62 elementos foram organizados em três grupos, de acordo com o modelo adotado no *Ramp Error Decision Aid* – REDA (BOEING, 2013b). O modelo de análise de eventos do REDA considera que cada *evento* é decorrente de uma *falha* no sistema. Essa *falha*, por sua vez, é resultante de um ou mais *fatores contribuintes*.

Os eventos indesejados são normalmente representados por acidentes, incidentes ou outras ocorrências que podem ter como resultado danos materiais ou lesão a pessoas. A ocorrência de um evento indesejado tem como causa direta falhas em um ou mais componentes dos serviços de rampa. As falhas humanas, em particular, desempenham um papel central na segurança dos serviços de rampa. Falhas humanas são representadas por atos que, intencionalmente ou não, são executados com desvios em relação ao esperado. As falhas em outros componentes também podem ser causa direta de eventos indesejados. Fatores contribuintes são condições que contribuem para ocorrência de falhas nos serviços de rampa. Diversos fatores contribuintes podem estar presentes na ocorrência de uma falha (BOEING, 2013b)

O Quadro 3.4 apresenta uma descrição dos 62 elementos. As iniciais EI do código indicam que se trata de um evento indesejado; FA indica que se trata de uma falha; e FC, um fator contribuinte.

**Quadro 3.4** – Elementos do risco identificados

(continua)

<b>Código</b>	<b>Descrição do elemento</b>
EI1	Colisão no pátio envolvendo aeronave (entre aeronave e veículo/equipamento de rampa, estrutura fixa ou outra aeronave)
EI2	Colisão envolvendo apenas veículos ou equipamentos de rampa (entre veículos/equipamentos de rampa ou destes com estrutura fixa)
EI3	Atropelamento de pessoa (por aeronave ou veículo/equipamento de rampa)
EI4	Queda em altura de pessoa
EI5	Fogo no pátio
EI6	Aeronave desbalanceada (fora dos limites de margem de segurança)
EI7	Aeronave carregada com excesso de peso
EI8	Colisão de carga ou bagagem com estrutura interna ou sistema da aeronave no porão
EI9	Derramamento de carga ou bagagem no porão
FAVE1	Falha durante a condução de veículo ou equipamento de rampa (excesso de velocidade, desrespeito às regras de fluxo e preferência, condução de veículos com partes soltas ou não retraídas etc.)
FAVE2	Falha na preservação de distâncias de segurança requeridas (desrespeito a áreas de segurança de aeronaves, contato com aeronave durante serviços etc.)

**Quadro 3.4 – Elementos do risco identificados**

(continuação)

<b>Código</b>	<b>Descrição do elemento</b>
FAVE3	Falha em procedimentos para contenção de veículos ou equipamentos (deixar de usar freio, travas, calços, estabilizadores etc.)
FAVE4	Falha em procedimentos para manobra de veículo ou equipamento (sem visibilidade e sem apoio de balizadores)
FAVE5	Falha em procedimentos relacionados à operação em baixa visibilidade
FAVE6	Falha em procedimentos de inspeção prévia das condições de uso de veículos ou equipamentos
FAVE7	Não utilização de trajes de alta visibilidade por pedestres
FAVE8	Falha de funcionamento em veículo ou equipamento de rampa durante o uso
FAFO1	Abandonar objetos ou contribuir para o desprendimento de objetos estranhos (F.O.) no pátio
FAFO2	Falha em procedimentos de limpeza periódica do pátio
FAFO3	Falha em procedimentos de inspeção ou de coleta de objetos estranhos (F.O.)
FACD1	Falha em procedimentos para movimentação de carga ou bagagem no porão (arremessada ou movimentada com excesso de energia)
FACD2	Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga (amarração incorreta, uso de dispositivos danificados, excesso de carga por área de contato etc.)
FACD3	Falha em procedimentos relativos ao manuseio e armazenamento de dispositivos de unitização ou de amarração (prevenção de danos)
FAOA1	Falha em procedimento para <i>pushback</i> (sem autorização, com sequência incorreta ou ausência de procedimento, com equipamento incorreto etc.)
FAOA2	Falha em procedimentos para abastecimento de aeronaves (obstrução de rotas de evacuação, presença de fontes de ignição, tensão na mangueira de abastecimento etc.)
FAOA3	Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida (não realização ou realização incompleta)
FCVE1	Manutenção deficiente de veículo ou equipamento de rampa
FCVE2	Ausência de veículo ou equipamento de rampa adequado (para modelo da aeronave ou tipo de tarefa)
FCVE3	Veículo ou equipamento não possui tecnologia para auxiliar a operação segura (sensores, dispositivos de proteção mecânica, alerta, limitação de velocidade ou para interrupção automática da operação em casos de perigo)
FCVE4	Dispositivos de amarração ou unitização (contêineres, paletes) sem condições adequadas de uso
FCVE5	Ausência ou deficiência nos equipamentos/serviços de resposta a emergências aeroportuárias
FCAC1	Sinalização de orientação deficiente (sinalização horizontal, vertical ou luminosa não implantada ou ineficaz)
FCAC2	Sinalização de obstáculos deficiente (pintura ou sinalização luminosa não implantada ou ineficaz)
FCAC3	Má qualidade do pavimento (desnível, atrito, desagregação etc.)
FCAC4	Iluminação artificial deficiente no pátio (insuficiente ou causa de ofuscamento)
FCAC5	Área de segurança (envelope) incompatível com modelo da aeronave em operação

**Quadro 3.4 – Elementos do risco identificados**

(conclusão)

<b>Código</b>	<b>Descrição do elemento</b>
FCAC6	Área para guarda de veículo ou equipamento de rampa inadequada (insuficiente, sujeita a jatos de ar etc.)
FCAC7	Vias de serviço inadequadas (excesso de pontos de conflito, desvios, pontos cegos)
FCAC8	Ausência ou deficiência de recipientes para coleta de F.O.
FCAN1	Condições climáticas adversas (calor, frio, vento, chuva etc.)
FCAN2	Baixa visibilidade (operação noturna, com chuva ou neblina)
FCAO1	Alterações frequentes no planejamento das operações (alterações de "último minuto", aumentos não previstos na demanda etc.)
FCAO2	Dificuldade de detecção de colisões na fuselagem pelo uso de materiais compósitos em aeronaves
FCAO3	Congestionamento (excesso de veículos ou equipamentos no pátio)
FCAO4	Quantidade de prestadores de serviços de rampa (dificuldade de coordenação das atividades)
FCAO5	Falta de padronização nos procedimentos entre diferentes empresas e modelos de aeronaves
FCIN1	Condições físicas deficientes (visão, audição etc.)
FCIN2	Uso de substâncias psicoativas (álcool ou drogas)
FCIN3	Pressão do tempo (pressão para partida no horário)
FCIN4	Fadiga
FCIN5	Conhecimento ou habilidade insuficiente (treinamento deficiente)
FCOR1	Ausência ou deficiência no estabelecimento e comunicação da política de segurança
FCOR2	Ausência ou deficiência no estabelecimento de procedimentos operacionais padrão (ineficiente, inadequado, incompleto etc.)
FCOR3	Ausência ou deficiência em processos para identificação de perigos, análise e controle de riscos
FCOR4	Pessoal insuficiente para execução das tarefas de forma adequada
FCOR5	Supervisão insuficiente
FCOR6	Ausência de cultura justa (medo de punição por erros)
FCOR7	Ausência ou deficiência na comunicação de assuntos de segurança operacional
FCOR8	Ausência ou deficiência de procedimentos para atuação em situações de emergência
FCCO1	Falha de comunicação (pessoal de solo e tripulação, pessoal de solo entre si – durante os serviços e na troca de turnos)
FCCO2	Ausência de coordenação das atividades no nível operacional (durante execução dos serviços de rampa)
FCCO3	Ausência de coordenação no nível estratégico (entre organizações – operadores aéreos, operadores de aeroportos e provedores de serviços de rampa)

Fonte: elaboração própria.

Esses elementos foram a base a partir da qual se realizou a priorização, conforme apresentado no capítulo 4, a seguir.

### 3.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS

O presente capítulo teve o intuito de identificar os potenciais elementos a serem monitorados por meio de indicadores. Merecem relevo os seguintes tópicos conclusivos:

- Inicialmente, foi realizada uma descrição das atividades que fazem parte do escopo deste trabalho. O Quadro 3.1 apresenta e classifica as atividades em quatro processos principais, divididos em dez subprocessos. Os agentes responsáveis e principais equipamentos envolvidos em cada subprocesso também são identificados.
- Com base na descrição das atividades foi possível definir os quatro agentes a serem consultados durante a elaboração dos indicadores: a empresa aérea, o operador do aeroporto; os prestadores independentes de serviços de pátio; e o órgão regulador.
- Entrevistas semiestruturadas foram realizadas com nove especialistas, a fim de identificar os riscos. Observou-se grande convergência na opinião dos entrevistados, exceto em relação a riscos relacionados ao subprocessos de carregamento da aeronave, os quais foram mencionados apenas por representantes de empresas aéreas e reguladores de empresas aéreas (Tabela 3.1).
- A relação entre os elementos que influenciam o risco foi investigada por meio da análise *Bow tie*. Nove diagramas foram elaborados para representar cinco perigos e seis eventos principais ligados aos dez subprocessos definidos anteriormente. Um total de 155 diferentes elementos são considerados nos diagramas. Esses elementos foram posteriormente condensados em 62 elementos a serem submetidos à avaliação por profissionais da aviação civil (Quadro 3.4). Os 62 elementos foram classificados em: Eventos indesejados; Falhas; e Fatores contribuintes.

## **4. PRIORIZAÇÃO DOS ELEMENTOS A SEREM MONITORADOS**

Este capítulo apresenta as etapas desenvolvidas para priorização dos elementos identificados no capítulo anterior, que influenciam o risco das operações no pátio de aeronaves. A primeira etapa para priorização foi a aplicação de um questionário com especialistas. A seção 4.1 descreve o processo de elaboração e aplicação de questionário eletrônico. A seção 4.2 apresenta uma descrição geral dos resultados da avaliação dos elementos submetidos à análise. Finalmente, a seção 4.3 apresenta a análise de agrupamentos, técnica selecionada para priorização e seleção dos elementos a serem monitorados.

### **4.1 ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE PESQUISA**

Um questionário eletrônico foi elaborado para coletar a opinião de especialistas sobre os elementos que poderiam ser utilizados para monitoramento das condições de segurança nos serviços de pátio. Uma primeira versão do questionário foi submetida a um pré-teste com 6 profissionais familiarizados com operações de aeroportos e de aeronaves. O pré-teste mostrou que não havia problemas relacionados à clareza dos termos empregados e ao objetivo do questionário. No entanto, verificou-se que o questionário demandava de 20 a 30 minutos para resposta, o que poderia inviabilizar o recebimento de uma quantidade suficiente de respostas para análise.

Desse modo, optou-se por excluir questões abertas que perguntavam sobre os indicadores de segurança utilizados na organização do respondente, bem como resumir a parte introdutória e agregar alguns elementos semelhantes. Com essas alterações, estimou-se o tempo de resposta do questionário entre 10 e 15 minutos.

O questionário final, que consta no Apêndice 4, foi dividido em três partes principais. Na primeira parte, foi realizada uma contextualização e foram fornecidas instruções para respostas. Na segunda e principal parte, os respondentes foram solicitados a opinar sobre a importância da coleta de informações sobre os elementos apresentados para que haja um adequado monitoramento e avaliação da segurança dos processos nos serviços de pátio. Uma escala *Likert* de 5 pontos foi adotada, variando de “1 - Nada importante” a “5 - Muito importante”. Uma alternativa “Não sei opinar” foi incluída, para evitar realização de julgamento por um

profissional não familiarizado com algum elemento específico. A parte final do questionário foi destinada a coletar informações sobre o perfil do participante e contém questões sobre o tempo de experiência, nível de escolaridade, tipo de organização em que atua e função exercida na organização.

O questionário foi divulgado por meio de mensagens eletrônicas a profissionais que atuam no órgão regulador, em empresas aéreas, em empresas de serviços de pátio e em operadoras de aeroportos. Aproximadamente 520 mensagens foram encaminhadas para divulgação do questionário. As mensagens foram direcionadas: à Agência Nacional de Aviação Civil (setor responsável pela regulação e fiscalização de operações aeroportuárias e setor responsável pela regulação e fiscalização de operações de aeronaves de transporte aéreo regular); a 85 empresas de serviços de pátio que prestam serviços operacionais em aeroportos brasileiros (ABESATA, 2016); a 104 aeroportos brasileiros em que operam voos regulares; e a 13 empresas aéreas nacionais que realizam transporte regular de passageiros ou carga. Uma associação de empresas aéreas internacionais e uma associação de empresas de serviços auxiliares ao transporte aéreo também foram contatadas.

O questionário ficou disponível para respostas por aproximadamente três semanas, entre janeiro e fevereiro de 2017. Um total de 77 respostas foram recebidas, o que representa cerca de 14,75% de taxa de retorno. Destes, 65 foram integralmente respondidos. Um questionário foi enviado com apenas uma questão respondida. Os outros 11 apresentam diferentes graus de completude: em 6 dos questionários foram respondidas apenas as questões sobre os eventos indesejados; em 3 questionários foram respondidas questões sobre eventos indesejados e falhas; e em outros dois ficaram ausentes apenas as questões sobre o perfil do participante.

## **4.2 DESCRIÇÃO GERAL DOS RESULTADOS**

Inicialmente, apresenta-se uma descrição do perfil dos respondentes, com base nos 65 questionários que apresentaram informações relativas ao perfil. O tempo médio de experiência dos profissionais é de cerca de 15,5 anos, com amplitude variando de 1 ano a 50 anos. A distribuição dos respondentes de acordo com cinco classes de experiência é mostrada na Tabela 4.1. As três classes centrais, que compreendem profissionais com experiência entre 5 e 20 anos, apresentam a mesma frequência. Quantidade representativa de profissionais (24,62%) situa-se ainda na classe com experiência igual ou superior a 20 anos.

**Tabela 4.1** – Frequência dos respondentes por tempo de experiência

<b>Tempo de experiência na aviação (anos)</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
0  – 5	7	10,77%
5  – 10	14	21,54%
10  –15	14	21,54%
15  – 20	14	21,54%
20  – 51	16	24,62%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaboração própria.

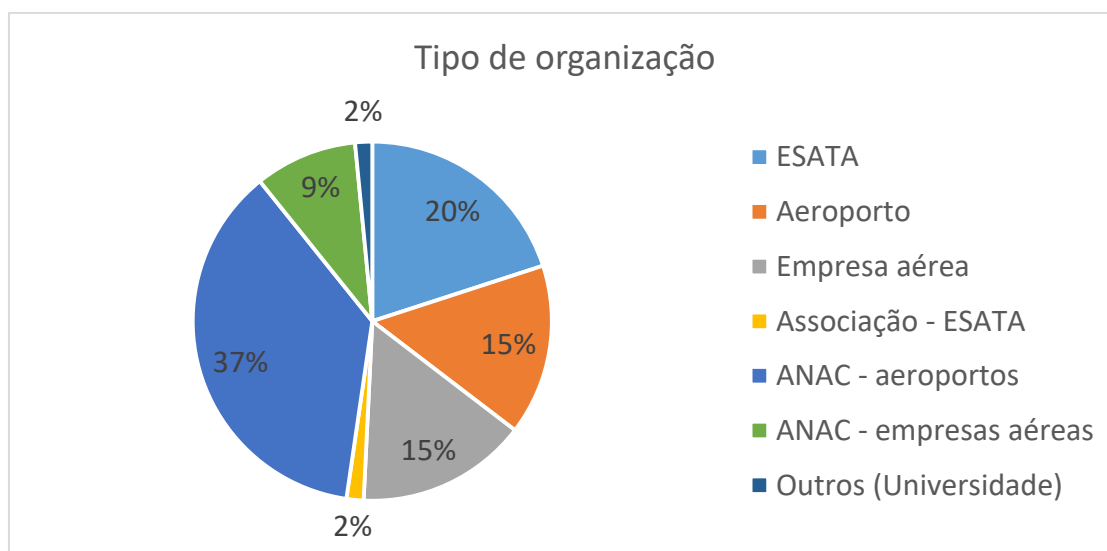
Quanto ao nível de instrução, a classe mais frequente é a de profissionais com Especialização (*lato sensu*), seguida de profissionais com até o Nível superior, conforme apresentado na Tabela 4.2.

**Tabela 4.2** – Frequência dos respondentes por nível de instrução

<b>Nível de instrução</b>	<b>N</b>	<b>%</b>
Nível médio	3	4,62%
Nível superior	20	30,77%
Especialização	24	36,92%
Mestrado	15	23,08%
Doutorado	3	4,62%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaboração própria.

A distribuição dos respondentes por tipo de organização em que atua é mostrada na Figura 4.1.



**Figura 4.1** – Frequência dos respondentes por tipo de organização em que atua.

Fonte: elaboração própria.

Quase a metade dos respondentes é de representantes do órgão regulador, com predominância do setor responsável pela regulação de aeroportos. Pouco mais de 52% dos respondentes é composta por representantes da indústria, com participação pouco mais expressiva das Empresas de Serviços Auxiliares ao Transporte Aéreo, que prestam os serviços de pátio de forma independente. Há ainda um respondente que atua em Universidade.

Já a Tabela 4.3 mostra a distribuição dos respondentes de acordo com o nível da função que exerce na organização em que atua. Observa-se uma maior concentração no nível operacional (execução), no entanto, pode-se afirmar também que há uma participação proporcionalmente expressiva de profissionais do nível tático (24,62%) e estratégico (27,69%).

**Tabela 4.3** – Frequência dos respondentes por função exercida na organização

<b>Função na Organização</b>	<b>Nº</b>	<b>%</b>
Nível operacional – Execução	23	35,38%
Nível operacional – Supervisão	8	12,31%
Nível tático	16	24,62%
Nível estratégico	18	27,69%
<b>Total</b>	<b>65</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: elaboração própria.

Os resultados da segunda parte do questionário, referentes à avaliação da importância dos elementos, será apresentada a seguir. A fim de preservar a qualidade dos dados, optou-se por excluir dois questionários que foram preenchidos por profissionais com menos de três anos de experiência. Um terceiro questionário foi eliminado por ter sido enviado sem adequada análise, uma vez que se verificou que foi respondido em apenas três minutos e com todos os elementos classificados como “5 - Muito importante”. Por fim, outros dois questionários que não continham pelo menos todas as respostas referentes aos eventos indesejados foram também excluídos.

Desse modo, o número de respondentes para cada elemento varia de 72 a 55, dependendo da completude dos questionários enviados e da presença ou não de respostas com a opção “Não sei opinar”.

A Tabela 4.4 apresenta estatísticas básicas de posição e dispersão de cada elemento avaliado.



**Tabela 4.4 – Estatísticas de posição e dispersão de cada elemento avaliado**

(continua)

<b>Elemento</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
EI1	72	4,889	0,3582	3,0	5,0
EI2	71	4,070	0,8836	2,0	5,0
EI3	72	4,778	0,6103	2,0	5,0
EI4	72	4,319	1,0458	1,0	5,0
EI5	72	4,694	0,5967	3,0	5,0
EI6	72	4,625	0,7588	2,0	5,0
EI7	72	4,639	0,7927	2,0	5,0
EI8	71	4,324	0,8746	2,0	5,0
EI9	71	4,014	0,9486	1,0	5,0
FAVE1	67	4,299	0,8351	2,0	5,0
FAVE2	67	4,313	0,8204	2,0	5,0
FAVE3	67	4,328	0,8942	2,0	5,0
FAVE4	67	4,194	0,9085	2,0	5,0
FAVE5	67	4,358	0,7727	2,0	5,0
FAVE6	67	3,851	1,0188	1,0	5,0
FAVE7	67	3,701	0,8879	2,0	5,0
FAVE8	67	3,731	1,0088	1,0	5,0
FAFO1	67	4,418	0,8376	2,0	5,0
FAFO2	67	4,134	0,9194	1,0	5,0
FAFO3	67	4,254	0,8763	1,0	5,0
FACD1	66	3,712	1,0490	1,0	5,0
FACD2	67	4,284	0,9817	1,0	5,0
FACD3	66	4,045	1,0588	1,0	5,0
FAOA1	67	4,657	0,6641	2,0	5,0
FAOA2	67	4,716	0,5981	2,0	5,0
FAOA3	66	4,667	0,8290	1,0	5,0
FCVE1	65	4,000	1,0155	2,0	5,0
FCVE2	65	4,062	0,8638	2,0	5,0
FCVE3	65	3,554	1,0312	1,0	5,0
FCVE4	65	4,062	1,0136	2,0	5,0
FCVE5	65	4,308	0,9670	1,0	5,0
FCAC1	64	4,391	0,7892	1,0	5,0
FCAC2	64	4,359	0,7208	3,0	5,0
FCAC3	64	4,328	0,7778	2,0	5,0
FCAC4	64	4,141	0,8139	2,0	5,0
FCAC5	64	4,438	0,8706	2,0	5,0
FCAC6	64	3,797	0,9949	1,0	5,0
FCAC7	64	4,031	0,9253	1,0	5,0
FCAC8	64	3,594	1,0035	1,0	5,0
FCAN1	64	3,688	1,0216	1,0	5,0
FCAN2	64	4,063	0,8141	2,0	5,0
FCAO1	63	4,032	0,8975	2,0	5,0
FCAO2	55	4,055	0,8696	2,0	5,0

**Tabela 4.4** – Estatísticas de posição e dispersão de cada elemento avaliado  
(conclusão)

<b>Elemento</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
FCAO3	64	3,625	1,0313	1,0	5,0
FCAO4	64	3,578	1,0661	1,0	5,0
FCAO5	64	3,906	1,0346	2,0	5,0
FCIN1	64	4,016	1,0615	1,0	5,0
FCIN2	63	4,730	0,5450	3,0	5,0
FCIN3	64	4,219	0,8814	1,0	5,0
FCIN4	64	4,469	0,5901	3,0	5,0
FCIN5	64	4,594	0,6099	3,0	5,0
FCOR1	64	4,063	0,8886	2,0	5,0
FCOR2	64	4,297	0,7701	2,0	5,0
FCOR3	64	4,141	0,9062	1,0	5,0
FCOR4	64	4,078	0,8224	2,0	5,0
FCOR5	64	4,234	0,8497	1,0	5,0
FCOR6	64	4,031	0,9590	1,0	5,0
FCOR7	64	4,078	0,8029	2,0	5,0
FCOR8	63	4,143	0,8587	2,0	5,0
FCCO1	64	4,219	0,7657	2,0	5,0
FCCO2	64	4,141	0,7739	3,0	5,0
FCCO3	63	4,063	0,8590	2,0	5,0

Fonte: elaboração própria.

Inicialmente, observa-se que a média das avaliações de todos os elementos foi elevada, considerando-se a escala de importância de 1 a 5 que foi adotada. Os valores médios de avaliação variaram de 4,889 para o Evento Indesejado 1 (EI1 – Colisão no pátio envolvendo aeronave) a 3,554 para o Fator Contribuinte 3 (FC3 – Veículo ou equipamento não possui tecnologia para auxiliar operação segura). Portanto, todos os valores obtidos são superiores ao ponto médio da escala adotada. Esse resultado não permite afirmar que algum dos elementos não é importante e poderia ser descartado em análises futuras com base simplesmente nos valores da avaliação obtida.

Observa-se também que o grupo de elementos formado pelos eventos indesejados apresenta avaliações médias mais elevadas do que dos elementos formados pelas falhas. Por sua vez, os elementos formados pelas falhas apresentam avaliações médias mais elevadas do que dos elementos formados pelos fatores contribuintes. As médias de avaliação dos eventos indesejados, falhas e fatores contribuintes são, respectivamente 4,4837, 4,2155 e 4,0979.

Com relação à forma de distribuição das respostas, a medida de assimetria mostra distribuições assimétricas negativas em todos os casos (Tabela 4.5). Esse comportamento era esperado devido a uma maior concentração das respostas nos pontos superiores da escala de avaliação. Ressalta-se que uma parcela significativa dos elementos apresenta valores de assimetria inferiores a -1, que indicam elevada assimetria. O teste estatístico de normalidade de Kolmogorov-Smirnov foi realizado e indicou que em nenhum dos casos a distribuição segue o modelo normal. Quanto ao grau de achatamento, há predominância de distribuições leptocúrticas.

**Tabela 4.5** – Forma de distribuição das respostas

(continua)

	Percentis					Assimetria		Kurtosis	
	10	25	50	75	90	Estatística	Modelo padrão	Estatística	Modelo padrão
EI1	4,300	5,000	5,000	5,000	5,000	-3,424	0,283	12,213	0,559
EI2	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,651	0,285	-0,324	0,563
EI3	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-3,287	0,283	11,468	0,559
EI4	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,517	0,283	1,606	0,559
EI5	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-1,826	0,283	2,248	0,559
EI6	3,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-2,030	0,283	3,309	0,559
EI7	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-2,393	0,283	5,061	0,559
EI8	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,218	0,285	0,760	0,563
EI9	3,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,855	0,285	0,437	0,563
FAVE1	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-0,939	0,293	0,020	0,578
FAVE2	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-0,985	0,293	0,223	0,578
FAVE3	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,100	0,293	0,160	0,578
FAVE4	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,900	0,293	-0,069	0,578
FAVE5	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-0,928	0,293	0,018	0,578
FAVE6	2,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,577	0,293	-0,347	0,578
FAVE7	2,000	3,000	4,000	4,000	5,000	-0,304	0,293	-0,541	0,578
FAVE8	2,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,435	0,293	-0,452	0,578
FAFO1	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,248	0,293	0,565	0,578
FAFO2	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,998	0,293	0,890	0,578
FAFO3	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,362	0,293	2,224	0,578
FACD1	2,000	3,000	4,000	4,250	5,000	-0,627	0,295	-0,128	0,582
FACD2	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,397	0,293	1,394	0,578
FACD3	2,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,135	0,295	0,771	0,582
FAOA1	4,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-2,044	,293	3,931	0,578
FAOA2	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-2,437	,293	6,622	0,578
FAOA3	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-2,977	,295	8,822	0,582
FCVE1	2,600	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,554	,297	-0,919	0,586

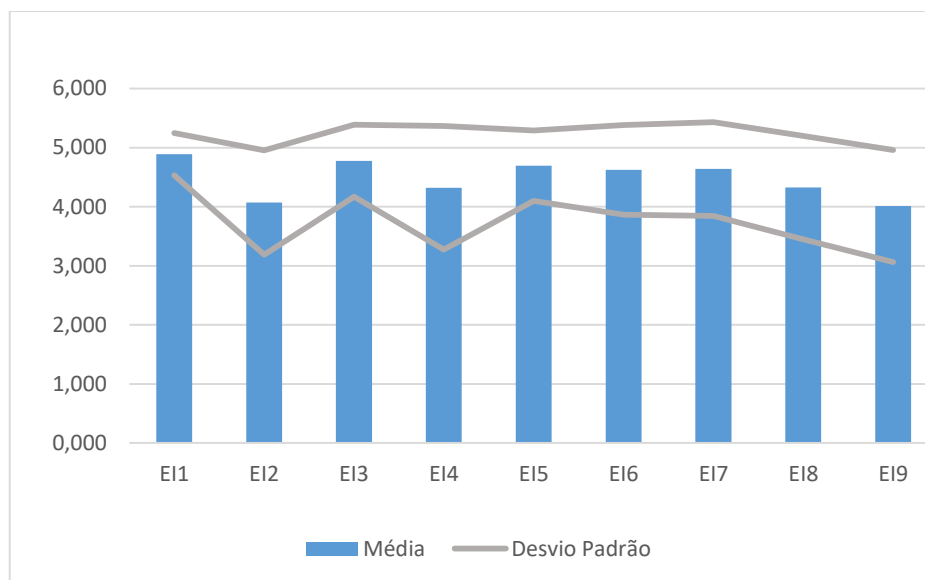
**Tabela 4.5** – Forma de distribuição das respostas

(conclusão)

	Percentis					Assimetria		Kurtosis	
	10	25	50	75	90	Estatística	Modelo padrão	Estatística	Modelo padrão
FCVE2	3,000	3,500	4,000	5,000	5,000	-0,571	0,297	-0,417	0,586
FCVE3	2,000	3,000	4,000	4,000	5,000	-0,237	0,297	-0,713	0,586
FCVE4	2,600	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,684	0,297	-0,750	0,586
FCVE5	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,411	0,297	1,502	0,586
FCAC1	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,627	0,299	4,047	0,590
FCAC2	3,000	4,000	4,500	5,000	5,000	-0,668	0,299	-0,787	0,590
FCAC3	3,000	4,000	4,500	5,000	5,000	-0,863	0,299	-0,087	0,590
FCAC4	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,632	0,299	-0,216	0,590
FCAC5	3,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,441	0,299	1,118	0,590
FCAC6	2,500	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,474	0,299	-0,327	0,590
FCAC7	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,304	0,299	2,320	0,590
FCAC8	2,000	3,000	4,000	4,000	5,000	-0,558	0,299	-0,022	0,590
FCAN1	2,000	3,000	4,000	4,750	5,000	-0,344	0,299	-0,570	0,590
FCAN2	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,663	0,299	0,131	0,590
FCAO1	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,755	0,302	-0,032	0,595
FCAO2	3,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,459	0,322	-0,724	0,634
FCAO3	2,000	3,000	4,000	4,000	5,000	-0,885	0,299	0,762	0,590
FCAO4	2,000	3,000	4,000	4,000	5,000	-0,454	0,299	-0,123	0,590
FCAO5	2,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,429	0,299	-1,052	0,590
FCIN1	3,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,936	0,299	0,361	0,590
FCIN2	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	-1,941	0,302	2,947	0,595
FCIN3	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,598	0,299	3,803	0,590
FCIN4	4,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-0,593	0,299	-0,565	0,590
FCIN5	4,000	4,000	5,000	5,000	5,000	-1,238	0,299	0,534	0,590
FCOR1	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,685	0,299	-0,232	0,590
FCOR2	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,003	0,299	0,820	0,590
FCOR3	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,211	0,299	1,662	0,590
FCOR4	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,501	0,299	-0,448	0,590
FCOR5	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-1,277	0,299	2,299	0,590
FCOR6	3,000	3,000	4,000	5,000	5,000	-0,844	0,299	0,389	0,590
FCOR7	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,524	0,299	-0,262	0,590
FCOR8	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,757	0,302	-0,084	0,595
FCCO1	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,617	0,299	-0,302	0,590
FCCO2	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,251	0,299	-1,275	0,590
FCCO3	3,000	4,000	4,000	5,000	5,000	-0,597	0,302	-0,322	0,595

Fonte: elaboração própria.

As Figura 4.2 a Figura 4.4 apresentam, separadamente para os três grupos de elementos, valores de média e de variabilidade das avaliações realizadas. A análise das figuras permite observar os elementos que se destacam positiva ou negativamente.

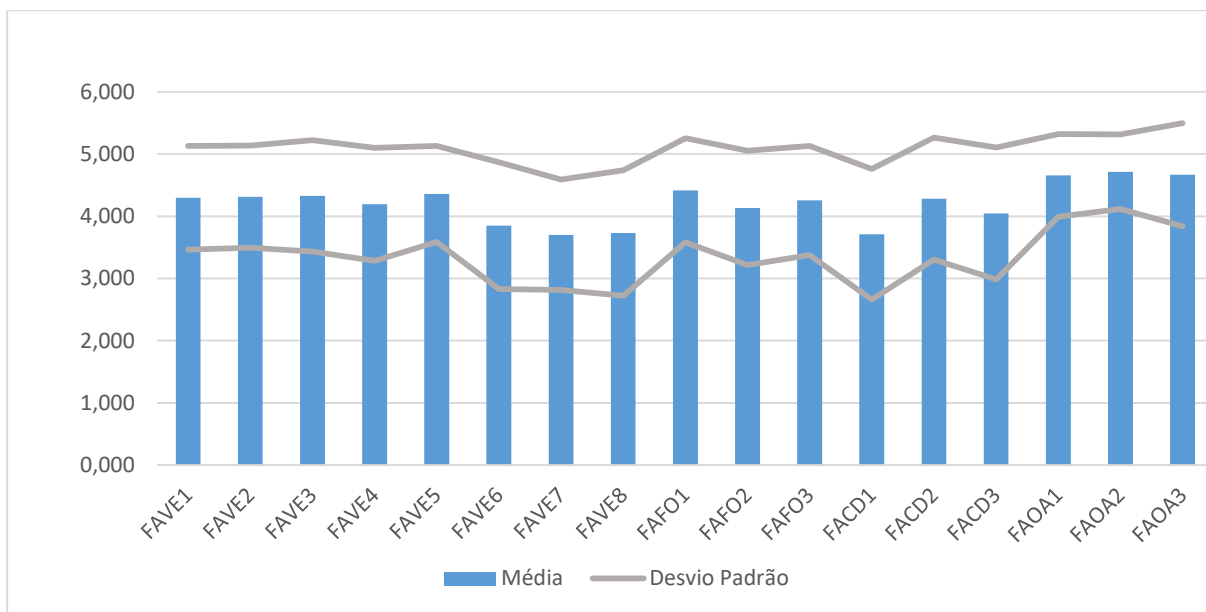


**Figura 4.2** – Média e desvio padrão da avaliação de eventos indesejados.

Fonte: elaboração própria.

Inicialmente, com relação aos eventos indesejados, a Figura 4.2 mostra que menor importância foi atribuída ao EI2 – *Colisão envolvendo apenas veículos ou equipamentos de rampa*, ao EI4 – *Queda em altura de pessoa*, e aos dois elementos que envolvem processamento de cargas e bagagens: EI8 – *Colisão de carga ou bagagem com estrutura interna ou sistema da aeronave no porão*; e EI9 – *Derramamento de carga ou bagagem no porão*. O EI1, já comentado anteriormente, se destaca como elemento avaliado com maior importância. Esse elemento também apresenta o menor desvio padrão.

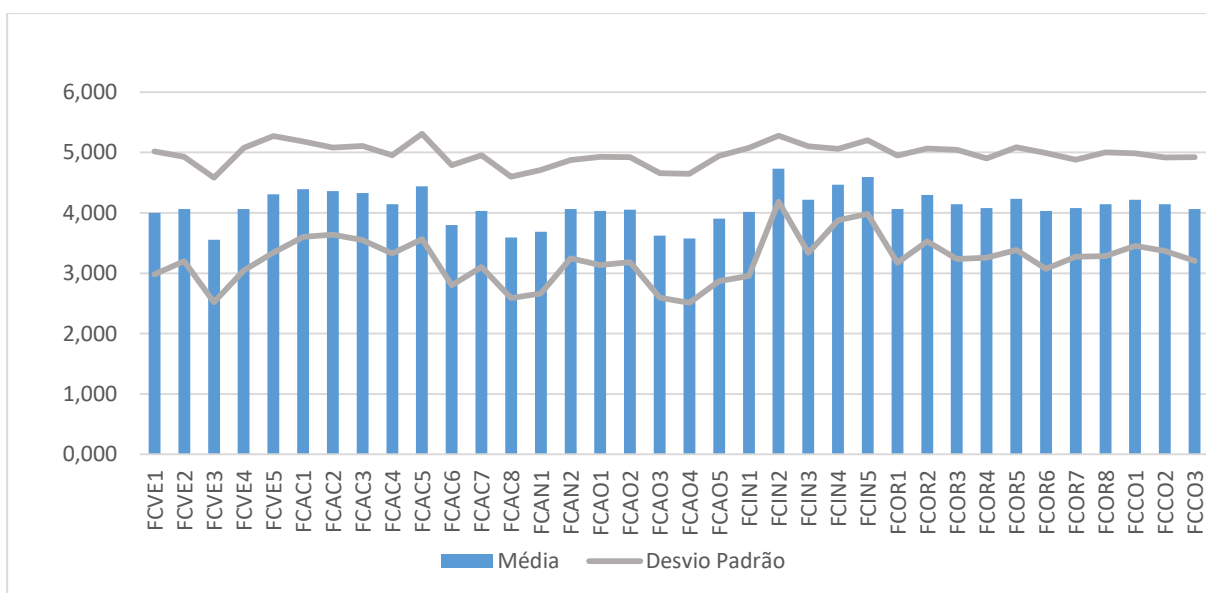
No grupo de elementos formado pelas falhas (Figura 4.3), destacam-se com maiores avaliações as falhas relacionadas a procedimentos para *pushback* (FAOA1), para abastecimento de aeronaves (FAOA2) e para inspeção externa da aeronave antes da partida (FAOA3). As avaliações mais baixas estão associadas a falhas na inspeção prévia de veículos ou equipamentos (FAVE6), não utilização de trajes de alta visibilidade (FAVE7), falha em veículo ou equipamento durante o uso (FAVE8) e falha na movimentação de carga ou bagagem no porão da aeronave (FACD1).



**Figura 4.3** – Média e desvio padrão da avaliação de falhas.

Fonte: elaboração própria.

Por fim, a Figura 4.4 mostra que no grupo de fatores contribuintes três elementos relacionados ao indivíduo aparecem com bastante destaque: uso de substâncias psicoativas (FCIN2); fadiga (FCIN4); e conhecimento ou habilidade insuficiente (FCIN5). Um segundo grupo de elementos com elevada avaliação de importância aparece entre os fatores relacionados ao ambiente construído e incluem: sinalização de orientação deficiente (FCAC1); sinalização de obstáculos deficiente (FCAC2); má qualidade do pavimento (FCAC3); e área de segurança incompatível com modelo da aeronave (FCAC5).



**Figura 4.4** – Média e desvio padrão da avaliação de fatores contribuintes.

Fonte: elaboração própria.

Quanto aos elementos com menores avaliações, cinco fatores se destacam. O primeiro é o que possui a menor avaliação entre todos os elementos e é relacionado à ausência de tecnologia em veículo ou equipamento para auxiliar operação segura (FCVE3). Em seguida aparecem os fatores relacionados a recipientes para coleta de objetos estranhos (FCAC8), condições climáticas adversas (FCAN1), congestionamento (FCAO3) e quantidade de prestadores de serviços de rampa (FCAO4).

### 4.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS

Um dos objetivos da pesquisa é a priorização dos elementos do risco a serem monitorados. Essa classificação dos elementos em diferentes grupos de prioridade com o uso da análise de agrupamentos apresenta como uma das vantagens a obtenção de homogeneidade interna e heterogeneidade externa nos agrupamentos.

A análise de agrupamentos (*cluster analysis*) é o nome dado a um conjunto de técnicas multivariadas que tem como objetivo agregar objetos com base em suas características naturais. O agrupamento se dá de modo que haja elevada homogeneidade interna (semelhança entre objetos dentro do grupo) e elevada heterogeneidade externa (diferença entre agrupamentos). A análise de agrupamento é caracterizada como exploratória e descritiva, mas não tem base estatística sobre a qual se possa realizar inferências de uma amostra para uma população. Por esse motivo, a análise de agrupamento não pressupõe que o conjunto de dados atenda aos pressupostos de distribuição normal, linearidade e homoscedasticidade dos dados (HAIR *et al.*, 2005).

HAIR *et al.* (2005) propõem a aplicação da análise de agrupamentos em um processo com seis etapas:

- Definição dos objetivos da análise de agrupamentos;
- Planejamento da análise de agrupamentos;
- Verificação de suposições em análise de agrupamentos;
- Determinação de agrupamentos e avaliação do ajuste geral;
- Interpretação dos agrupamentos; e
- Validação e perfil dos agrupamentos.

A metodologia e o desenvolvimento dessas etapas serão apresentados em três subseções a seguir. Na subseção 4.3.1 serão apresentadas as três primeiras etapas elencadas acima. A subseção 4.3.2 apresenta as atividades relacionadas com a determinação dos agrupamentos e sua posterior validação. Finalmente, a subseção 4.3.3 apresenta a interpretação e descrição do perfil dos agrupamentos.

### **4.3.1 Definição dos objetivos, planejamento e verificação de suposições em análise de agrupamentos**

#### **Definição dos objetivos da análise de agrupamentos**

Os três objetivos que podem ser alcançados ao se criar grupos homogêneos são: formação de uma taxonomia; simplificação de dados; e identificação de relações (HAIR *et al.*, 2005). No contexto desta pesquisa, o objetivo principal da análise de agrupamentos é a simplificação de dados, agregando-se os elementos do risco em diferentes classes de importância, de acordo com a opinião de especialistas. É importante ressaltar que, devido aos valores médios obtidos na avaliação de importância, superiores a 3,5 em uma escala de 1 a 5, não é possível afirmar que determinado grupo de elementos não é importante e deveria ser descartado. Desse modo, o objetivo do agrupamento é definir grupos de prioridade para os elementos a serem monitorados. Assim, cada agrupamento poderá receber um tratamento diferenciado por parte dos gestores.

Como objetivo secundário, a análise de agrupamento também foi utilizada para investigar a existência de relações entre as observações ou objetos. A análise de agrupamentos possibilita verificar a existência ou não de relações entre os elementos do risco e sua alocação nos diferentes agrupamentos, incluindo-se relações decorrentes de características próprias dos elementos ou da influência de características dos respondentes no agrupamento.

Nesta etapa, também são selecionadas as variáveis que foram utilizadas para classificação dos objetos nos agrupamentos. Fávero *et al.* (2009) e Hair *et al.* (2005) alertam que o uso de variáveis inadequadas pode afetar dramaticamente resultados dos agrupamentos. Desse modo, deve-se selecionar criteriosamente as variáveis de acordo com sua relevância e diferenças entre os objetos.



A primeira opção de variável naturalmente considerada foi a média da avaliação dos elementos. Testes também foram realizados com o uso dos valores de desvio padrão. Observou-se que, em geral, os elementos mais bem avaliados possuem também menores desvios padrão. No entanto, há alguns casos em que elementos possuem valores de média relativamente alta, mas também desvio padrão alto. Esse fato resultou, durante a análise de agrupamentos, em um rebaixamento na classificação de elementos com maiores valores de desvio padrão. Tendo em vista que o maior desvio padrão indica uma variação para cima ou para baixo em torno da média (não apenas para baixo), considerou-se que a utilização apenas da média das avaliações seria a variável mais adequada para agrupamento.

### **Planejamento da análise de agrupamentos**

Nesta etapa, três decisões devem ser tomadas. A primeira, é relacionada à identificação e eliminação de observações atípicas, que podem distorcer a verdadeira estrutura e resultar em agrupamentos não representativos. Essa identificação pode ser realizada com análise prévia dos dados ou durante os cálculos de similaridade para formação dos grupos. A descrição dos resultados, apresentada na seção 4.2 indica que o elemento EI1 é potencialmente uma observação atípica, com média geral bastante elevada em relação aos demais e baixo desvio padrão. O elemento aparenta ser um consenso entre os respondentes. Optou-se, no entanto, por não excluir esse elemento da análise desde o início. Ao invés disso, serão utilizados os cálculos de similaridade da análise de agrupamentos para confirmar a existência de elementos atípicos.

Ainda a respeito da existência de observações que podem resultar em agrupamentos não representativos, ponderou-se sobre a necessidade da realização da análise em separado dos elementos que estão sob responsabilidade de grupos específicos. As atividades que envolvem o carregamento e descarregamento da aeronave, por exemplo, são executados pela empresa aérea ou por provedores de serviços de pátio, sob supervisão da empresa aérea, sem participação direta do operador de aeródromo.

Durante a etapa de entrevistas com especialistas, observou-se que as questões relacionadas ao carregamento não foram mencionadas por profissionais ligados a operação de aeroportos. Apesar de esses profissionais poderem ter alguma experiência que lhes permita opinar sobre temas relacionados ao carregamento e descarregamento de aeronaves, considerou-se que um resultado mais preciso da avaliação desses elementos seria obtido caso fosse utilizada

exclusivamente a opinião de profissionais ligados a empresas aéreas e empresas de serviços de pátio.

Por esse motivo, optou-se por realizar os agrupamentos em duas listas distintas. A primeira lista contém os elementos associados mais diretamente ao âmbito de decisão das empresas aéreas, empresas de serviços de pátio e reguladores de empresas aéreas. É formada pelo agrupamento de todos os 62 elementos pesquisados, mas não considera a opinião de profissionais ligados à operação de aeroportos (operadores de aeroportos e reguladores de operações de aeroportos) em relação a determinados elementos que tratam exclusivamente do carregamento e descarregamento da aeronave e da inspeção externa da aeronave.

Já a segunda lista considera a opinião de todos os tipos de profissionais pesquisados, mas é formada pelo agrupamento de 53 elementos pesquisados, de interesse comum a todas as organizações envolvidas. Os nove elementos não incluídos nesta segunda lista são apresentados no Quadro 4.1.

**Quadro 4.1** – Elementos específicos do ambiente de decisão de empresas aéreas, provedores de serviços de pátio e seus reguladores

<b>Código</b>	<b>Descrição do elemento</b>
EI6	Aeronave desbalanceada (fora dos limites de margem de segurança)
EI7	Aeronave carregada com excesso de peso
EI8	Colisão de carga ou bagagem com estrutura interna ou sistema da aeronave no porão
EI9	Derramamento de carga ou bagagem no porão
FACD1	Falha em procedimentos para movimentação de carga ou bagagem no porão (arremessada ou movimentada com excesso de energia)
FACD2	Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga (amarração incorreta, uso de dispositivos danificados, excesso de carga por área de contato etc.)
FACD3	Falha em procedimentos relativos ao manuseio e armazenamento de dispositivos de unitização ou de amarração (prevenção de danos)
FCVE4	Dispositivos de amarração ou unitização (contêineres, paletes) sem condições adequadas de uso
FCAO2	Dificuldade de detecção de colisões na fuselagem pelo uso de materiais compósitos em aeronaves

Fonte: elaboração própria.

Assim, será denominada *Lista 1* aquela que contém o agrupamento de elementos de interesse de empresas aéreas e provedores de serviços de pátio e *Lista 2*, aquela que contém o agrupamento de elementos de interesse de operadores de aeroportos.

A segunda decisão nesta etapa é relacionada à medida de similaridade adotada para agrupamento. As medidas podem ser correlacionais, de distância ou de associação. As medidas de distância são as mais comumente utilizadas (HAIR *et al.*, 2005). Medidas correlacionais baseiam-se no coeficiente de correlação dos valores das variáveis entre os diferentes objetos analisados. Já as medidas de associação são utilizadas para variáveis não métricas. Neste trabalho, optou-se por utilizar medidas de distância (distância euclidiana quadrada) na análise de agrupamentos.

A terceira decisão importante nesta etapa é sobre a padronização ou não dos dados utilizados. Quando diferentes variáveis são utilizadas e entre elas há diferenças significativas na ordem de grandeza dos valores, a variável que utiliza uma escala de medição com valores maiores dominará os cálculos, podendo reduzir a significância das demais variáveis utilizadas. Por isso, sempre que conceitualmente possível, deve-se realizar a padronização das variáveis de agrupamento. Uma vez que apenas uma variável foi utilizada como parâmetro para o agrupamento e esta é medida conforme uma mesma escala de resposta de cinco pontos, não houve necessidade de padronização dos dados utilizados.

### **Verificação de suposições em análise de agrupamentos**

Nessa etapa, duas questões críticas devem ser verificadas: a representatividade da amostra; e a multicolinearidade. Como já mencionado, a análise de agrupamento não é uma técnica de inferência estatística, na qual os parâmetros são avaliados como possivelmente representativos da população. No entanto, deve-se esforçar para obter dados que sejam representativos e, tanto quanto possível, generalizáveis para a população.

Com relação à representatividade da amostra, conforme apresentado na seção 4.2, foram obtidas 77 respostas. No entanto, cinco foram desconsideradas por não apresentarem uma quantidade mínima de respostas ou por terem sido respondidas por profissionais com menos de três anos de experiência.

Assim, a quantidade máxima de respondentes foi 72. Para o conjunto de elementos de interesse específico de empresas aéreas e provedores de serviços de pátio (Quadro 4.1), o número de respondentes varia entre 36 e 28. A amostra menor decorre da exclusão da opinião de operadores de aeródromos e de reguladores de operadores de aeródromos em relação a esses elementos.

Além do número total de respondentes, especial atenção foi dedicada à obtenção da opinião de todos os segmentos envolvidos nas operações de pátio de aeronaves: empresas aéreas, provedores de serviços de pátio, operadores de aeródromos e órgão regulador, conforme apresentado no estabelecimento do contexto (Figura 3.3). Em relação ao segmento de reguladores, ainda se considerou necessária a segmentação entre reguladores de operações de aeronaves e de operações de aeroportos. Todos os aeroportos com voos regulares foram contatados, bem como as empresas aéreas nacionais que prestam serviços aéreos regulares. Com relação aos provedores de serviços de pátio, um total de 85 empresas que prestam serviços operacionais foram contatadas. No órgão regulador, 92 profissionais que atuam nos setores diretamente relacionados à regulação de operações de aeroportos e de operações de aeronaves regulares foram contatados.

A segunda questão crítica está relacionada à multicolinearidade. Como cada variável é ponderada igualmente, a existência de inter-relações entre as variáveis utilizadas tem como efeito a atribuição de maior peso a determinadas características com redução da influência das demais variáveis. Tendo em vista que apenas uma variável foi utilizada como parâmetro para agrupamento, essa questão não representou um problema.

### **4.3.2 Determinação e validação de agrupamentos**

#### **Determinação de agrupamentos e avaliação do ajuste geral**

A etapa de determinação de agrupamentos envolve a seleção e aplicação do algoritmo de agrupamento e decisão do número de agrupamentos a serem formados. Os algoritmos de agrupamento podem ser classificados em dois tipos: hierárquicos e não hierárquicos.

Nos métodos hierárquicos, há a formação de uma estrutura hierárquica arbórea em que os objetos são sucessivamente aglomerados ou divididos de acordo, respectivamente, com a sua similaridade ou dissimilaridade. Os algoritmos utilizados nos métodos hierárquicos se diferenciam de acordo com a forma como a distância entre os agrupamentos é computada. Os mais comumente utilizados são: ligação individual (vizinho mais próximo); ligação completa (vizinho mais distante); ligação média; método de Ward; e método centroide (HAIR *et al.*, 2005).

Nos métodos não hierárquicos o número de agrupamentos deve ser previamente definido. Para cada agrupamento são selecionados centros (pontos sementes) aos quais os objetos são designados de acordo com sua proximidade. Ao longo do processo, diferentes centros de agrupamento são utilizados sucessivamente ou simultaneamente. Também pode ocorrer um procedimento de otimização, em que os objetos são transferidos ao grupo mais semelhante durante a designação, o que não acontece nos métodos hierárquicos.

Fávero *et al.*, (2009) e Hair *et al.*, (2005) sugerem o uso combinado de métodos hierárquicos e não hierárquicos, a fim de obter as vantagens e minimizar desvantagens de cada método. Desse modo, recomendam que os métodos hierárquicos sejam inicialmente utilizados para identificar observações atípicas, definir o número de agrupamentos e os pontos sementes iniciais. Em seguida, métodos não hierárquicos são utilizados para aprimorar os resultados.

Neste trabalho, optou-se por realizar uma abordagem combinada de métodos hierárquicos e não hierárquicos de agrupamentos. O método de Ward foi adotado como algoritmo para computar a distância entre os agrupamentos. Segundo Hair *et al.* (2005), o método minimiza diferenças internas entre grupos e tende a formar grupos com números semelhantes de objetos. Vidigal (2013) comparou o desempenho de diversos métodos na formação de agrupamentos. Para variáveis quantitativas os melhores desempenhos foram obtidos com uso de método hierárquico com a distância euclidiana ao quadrado e o algoritmo Ward; e com o método de K médias.

Os resultados da aplicação dos métodos hierárquicos serão descritos a seguir, para a *Lista 1* e para a *Lista 2*, separadamente. O *software* SPSS foi utilizado para realização das análises (IBM, 2012).

O planejamento dos últimos dez estágios de aglomeração dos elementos da *Lista 1* é apresentado na Tabela 4.6. A tabela mostra, nas colunas 2 e 3, os objetos que são combinados em cada estágio, com os respectivos coeficientes. As colunas 4 e 5 apresentam os estágios em que cada objeto foi anteriormente aglomerado. Por fim, as colunas 6 e 7 mostram as variações percentuais nos coeficientes de aglomeração e o número total de agrupamentos que estão sendo formados.

**Tabela 4.6** – Esquema de aglomeração de análise hierárquica de agrupamentos pelo método Ward -  
Lista 1

Estágio	Cluster combinado		Coef. de aglomeração	Primeiro estágio em que o cluster surge		Variação no coef. de aglomeração	Número de agrupamentos
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2		
52	13	19	0,066	47	21	32,1%	10
53	8	22	0,087	42	43	32,9%	9
54	16	29	0,111	40	45	27,8%	8
55	1	3	0,136	0	51	22,4%	7
56	2	13	0,238	49	52	74,2%	6
57	15	16	0,344	48	54	44,7%	5
58	4	8	0,451	50	53	31,2%	4
59	2	4	1,163	56	58	157,8%	3
60	1	2	3,084	55	59	165,1%	2
61	1	15	6,425	60	57	108,3%	1

Fonte: elaboração própria.

Assim, pode-se perceber que as maiores variações no coeficiente de aglomeração ocorrem quando se passa de quatro para três agrupamentos (157,8%) e de três para dois agrupamentos (165,1%). Isso indica que nessas etapas elementos com maiores diferenças estão sendo agrupados. É vantajoso, sempre que possível, parar os agrupamentos antes que objetos muito diferentes sejam combinados. Assim, neste caso, um total de quatro ou três grupos deveriam ser considerados. Uma grande quantidade de grupos não atenderia ao objetivo, que é a simplificação dos dados.

Outra informação relevante mostrada na Tabela 4.6 é de que o elemento 1 (EI1) foi aglomerado pela primeira vez apenas no estágio 55. Isso denota maior atipicidade do EI1 em relação aos demais elementos.

Já o planejamento dos últimos dez estágios de aglomeração dos elementos da *Lista 2* é apresentado na Tabela 4.7. Pode-se perceber que as maiores variações no coeficiente de aglomeração ocorrem quando se passa de quatro para três agrupamentos (156,6%) e de três para dois agrupamentos (104,7%). Assim, também neste caso, um total de quatro ou três grupos deveriam ser considerados.

**Tabela 4.7** – Esquema de aglomeração de análise hierárquica de agrupamentos pelo método Ward - Lista 2

Estágio	Cluster combinado		Coef. de aglomeração	Primeiro estágio em que o cluster surge		Variação no coef. de aglomeração	Número de agrupamentos
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2		
44	3	17	0,049	39	38	39,3%	10
45	9	15	0,067	35	16	35,7%	9
46	12	22	0,091	33	37	36,2%	8
47	4	14	0,120	42	34	31,5%	7
48	1	3	0,154	0	43	28,6%	6
49	2	11	0,248	41	40	60,7%	5
50	4	9	0,419	46	44	68,8%	4
51	2	12	1,075	48	45	156,6%	3
52	1	4	2,200	47	49	104,7%	2
53	1	2	5,431	51	50	146,9%	1

Fonte: elaboração própria.

Observa-se também que, novamente, o elemento 1 (EI1) foi aglomerado pela primeira vez apenas nos estágios finais de aglomeração (estágio 48). Isso denota novamente maior atipicidade do EI1 em relação aos demais elementos, como esperado. Com base nessa primeira análise decorrente da aplicação de métodos hierárquicos, duas decisões foram tomadas para a etapa de agrupamentos com métodos hierárquicos: a utilização de quatro agrupamentos; e a exclusão do elemento E1 na formação dos agrupamentos. Em seguida, foram realizados agrupamentos das Listas 1 e 2 com o método *K* médias, considerando-se quatro agrupamentos. Os agrupamentos foram realizados com base em pontos sementes especificados. Os pontos sementes foram calculados a partir da média das avaliações dos elementos em cada um dos quatro grupos obtidos nos agrupamentos hierárquicos.

A Tabela 4.8 apresenta os dados gerais dos agrupamentos obtidos para as Listas 1 e 2 com os pontos sementes especificados. Esses dados não consideram o elemento EI1.

**Tabela 4.8** – Dados gerais sobre os agrupamentos

Cluster	Lista 1		Lista 2	
	Número de elementos no agrupamento	Centro do agrupamento final	Número de elementos no Agrupamento	Centro do agrupamento final
1	10	4,691	7	4,691
2	21	4,328	18	4,319
3	20	4,078	18	4,066
4	10	3,694	9	3,680
Total	61	-	52	-

Fonte: elaboração própria.

Informações da distribuição obtida para os elementos em cada agrupamento são mostradas na Tabela 4.9. A tabela apresenta os agrupamentos das Listas 1 e 2, lado a lado, a fim de permitir a comparação. As duas colunas centrais contêm a média e o desvio padrão da avaliação do elemento pelos especialistas. Apesar de o elemento EI1 não ter sido incluído no cálculo dos agrupamentos, ele será apresentado na Tabela 4.9, uma vez que faz parte do agrupamento de maior prioridade.

**Tabela 4.9** – Distribuição de elementos nos agrupamentos

(continua)

Grupo	Lista 1		Média	Desvio padrão	Lista 2	
	Elemento	Distância ao centro			Elemento	Distância ao centro
Grupo 1	EI1	–	4,889	0,358	EI1	–
	EI3	0,087	4,778	0,61	EI3	0,087
	EI7	0,087	4,778	0,638	–	–
	EI6	0,059	4,75	0,692	–	–
	FCIN2	0,039	4,73	0,545	FCIN2	0,039
	FAOA2	0,025	4,716	0,598	FAOA2	0,025
	EI5	0,003	4,694	0,597	EI5	0,003
	FAOA3	0,024	4,667	0,829	FAOA3	0,024
	FAOA1	0,034	4,657	0,664	FAOA1	0,034
	FCIN5	0,097	4,594	0,61	FCIN5	0,097
	FACD2	0,146	4,545	0,666	–	–
Grupo 2	FCIN4	0,141	4,469	0,59	FCIN4	0,150
	EI8	0,116	4,444	0,773	–	–
	FCAC5	0,110	4,438	0,871	FCAC5	0,119
	FAFO1	0,090	4,418	0,838	FAFO1	0,099
	FCAC1	0,063	4,391	0,789	FCAC1	0,072
	FCAC2	0,031	4,359	0,721	FCAC2	0,040
	FAVE5	0,030	4,358	0,773	FAVE5	0,039
	FAVE3	0,000	4,328	0,894	FAVE3	0,009
	FCAC3	0,000	4,328	0,778	FCAC3	0,009
	EI4	0,009	4,319	1,046	EI4	0,000
	FAVE2	0,015	4,313	0,82	FAVE2	0,006
	FCVE5	0,020	4,308	0,967	FCVE5	0,011
	EI9	0,022	4,306	0,822	–	–
	FACD3	0,025	4,303	0,81	–	–
	FAVE1	0,029	4,299	0,835	FAVE1	0,020
	FCOR2	0,031	4,297	0,77	FCOR2	0,022
	FCVE4	0,038	4,29	0,824	–	–
	FAFO3	0,074	4,254	0,876	FAFO3	0,065
	FCOR5	0,094	4,234	0,85	FCOR5	0,085
	FCIN3	0,109	4,219	0,881	FCIN3	0,100
FCCO1	0,109	4,219	0,766	FCCO1	0,100	



**Tabela 4.9 – Distribuição de elementos nos agrupamentos**

(conclusão)						
Grupo 3	FAVE4	0,116	4,194	0,909	FAVE4	0,125
	FCAO2	0,101	4,179	0,723	–	–
	FCOR8	0,065	4,143	0,859	FCOR8	0,077
	FCAC4	0,063	4,141	0,814	FCAC4	0,075
	FCOR3	0,063	4,141	0,906	FCOR3	0,075
	FCCO2	0,063	4,141	0,774	FCCO2	0,075
	FAFO2	0,056	4,134	0,919	FAFO2	0,068
	FCOR4	0,000	4,078	0,822	FCOR4	0,012
	FCOR7	0,000	4,078	0,803	FCOR7	0,012
	EI2	0,008	4,07	0,884	EI2	0,004
	FCAN2	0,015	4,063	0,814	FCAN2	0,003
	FCOR1	0,015	4,063	0,889	FCOR1	0,003
	FCCO3	0,015	4,063	0,859	FCCO3	0,003
	FCVE2	0,016	4,062	0,864	FCVE2	0,004
	FCAO1	0,046	4,032	0,898	FCAO1	0,034
	FCAC7	0,047	4,031	0,925	FCAC7	0,035
	FCOR6	0,047	4,031	0,959	FCOR6	0,035
	FCIN1	0,062	4,016	1,062	FCIN1	0,050
	FCVE1	0,078	4	1,016	FCVE1	0,066
	FCAO5	0,172	3,906	1,035	FCAO5	0,160
Grupo 4	FAVE6	0,157	3,851	1,019	FAVE6	0,171
	FACD1	0,124	3,818	0,917	–	–
	FCAC6	0,103	3,797	0,995	FCAC6	0,117
	FAVE8	0,037	3,731	1,009	FAVE8	0,051
	FAVE7	0,007	3,701	0,888	FAVE7	0,021
	FCAN1	0,006	3,688	1,022	FCAN1	0,008
	FCAO3	0,069	3,625	1,031	FCAO3	0,055
	FCAC8	0,100	3,594	1,004	FCAC8	0,086
	FCAO4	0,116	3,578	1,066	FCAO4	0,102
	FCVE3	0,140	3,554	1,031	FCVE3	0,126

Fonte: elaboração própria.

### Validação dos agrupamentos

Apesar de não haver um método para assegurar a validade e significância do agrupamento, algumas abordagens podem ser utilizadas para verificação de sua consistência. De acordo com (HAIR *et al.*, 2005), a primeira opção, mas quase sempre não viável em função do tempo e custo envolvidos, é realizar a análise de agrupamentos com duas amostras distintas, em diferentes momentos, e comparar os seus resultados. Uma alternativa a essa primeira seria particionar a amostra em dois grupos e comparar os resultados. Pode-se ainda particionar a

amostra e utilizar uma delas para definição dos pontos sementes e a outra para a definição dos grupos.

Outra forma de validação mencionada consiste em uma validação cruzada. Utiliza-se uma variável que não foi incluída como variável de agrupamento, mas para a qual se sabe, com base em estudos anteriores, que é relacionada a alguma das características presentes nos agrupamentos (varia nos grupos). As diferenças dessa variável preditiva são então testadas nos agrupamentos criados, a fim de verificar se são significativas, como seria esperado.

No presente trabalho, em função das dificuldades relacionadas à obtenção de uma segunda amostra para validação e de a partição resultar em amostras bastante reduzidas, optou-se por realizar a validação por meio da aplicação de uma segunda análise não hierárquica. Hair *et al.* (2005) afirmam que havendo estabilidade dos resultados entre agrupamentos realizados com sementes especificadas e aleatórias, é possível ter confiança de que existem diferenças verdadeiras entre os agrupamentos formados.

Desse modo, novas análises foram realizadas para as Listas 1 e 2, adotando-se os mesmos parâmetros, mas sem a especificação de pontos sementes. Os resultados obtidos na distribuição dos elementos entre os agrupamentos foram exatamente os mesmos que haviam sido obtidos com pontos sementes especificados.

Um segundo teste de validação foi realizado, utilizando-se dessa vez o método hierárquico com a distância euclidiana quadrada como medida de similaridade e o método de Ward como método de ligação. A comparação do número de elementos em cada agrupamento é mostrada na Tabela 4.10.

**Tabela 4.10** – Comparação de agrupamentos com métodos hierárquico e não hierárquico

Agrupamento	Lista 1		Lista 2	
	Método não hierárquico	Método hierárquico	Método não hierárquico	Método hierárquico
1	10	8	7	7
2	21	19	18	23
3	20	23	18	15
4	10	11	9	7
Total	61	61	52	52

Fonte: elaboração própria.

Na Lista 1, a comparação da distribuição com o método hierárquico e o não hierárquico, demonstrou que dois elementos migraram do grupo 1 para o grupo 2 (FCIN5 e FACD2); quatro elementos migraram do grupo 2 para o grupo 3 (FAFO3, FCOR5, FCIN3 e FCCO1); e um elemento migrou do grupo 3 para o grupo 4 (FCAO5).

Já na Lista 2, o grupo 1 permaneceu inalterado. Cinco elementos migraram do grupo 3 para o grupo 2 (FCOR8, FCAC4, FCOR3, FCCO2 e FAFO2). E dois elementos migraram do grupo 4 para o grupo 3 (FAVE6 e FCAC 6). Mesmo com essas diferenças, é possível afirmar que há consistência nos resultados, uma vez que os tamanhos dos grupos são comparáveis e as diferenças dos elementos entre os grupos são reduzidas (HAIR *et al.*, 2005).

### **4.3.3 Interpretação e perfil dos agrupamentos**

#### **Interpretação dos agrupamentos**

A etapa de interpretação dos resultados consiste em uma análise das características dos objetos em cada agrupamento, de modo a descrever a sua natureza e, quando for o caso, designar um rótulo para o agrupamento. As características dos agrupamentos podem também ser comparadas com uma tipologia proposta em alguma teoria ou experiência prática (HAIR *et al.*, 2005).

A diferença entre as etapas de interpretação e de análise do perfil dos agrupamentos é que a primeira se preocupa com as características utilizadas como parâmetro para os agrupamentos. No presente caso, a interpretação se baseia na avaliação média dos elementos.

O primeiro agrupamento contém os elementos que deveriam receber atenção prioritária em um sistema de monitoramento. É composto por onze elementos, no caso da Lista 1 e de oito elementos, no caso da Lista 2. A avaliação média dos seus elementos é superior a 4,5 e chega a quase 4,9 para o elemento EI1.

Os segundo e terceiro agrupamentos compõem grupos intermediários e com maior quantidade de elementos quando comparados com os agrupamentos 1 e 4. O segundo agrupamento possui 21 elementos, no caso da Lista 1, e 18 no caso da Lista 2. A avaliação média dos seus elementos é superior a 4,2 e inferior a 4,5. O terceiro agrupamento possui vinte e dezoito elementos,

respectivamente, nas Listas 1 e 2. O valor médio da avaliação se situa entre pouco mais de 3,9 e abaixo de 4,2.

Finalmente, o quarto agrupamento contém os elementos com a mais baixa prioridade entre os avaliados. O agrupamento possui uma quantidade de elementos semelhante ao do agrupamento 1: dez elementos na Lista 1 e nove na Lista 2. Os valores da avaliação média variam entre pouco mais de 3,5 e pouco menos de 3,9.

### Perfil dos agrupamentos

A descrição do perfil dos agrupamentos se concentra na análise de características que não foram utilizadas para definição dos agrupamentos. Para uma análise do perfil dos agrupamentos, foi investigada a existência de diferenças na alocação dos elementos em cada grupo de acordo com algumas de suas características. As análises são realizadas com base na Lista 1, que contém todos os 62 elementos.

Inicialmente, uma primeira característica importante refere-se ao tipo de elemento, de acordo com a classificação em: eventos indesejados, falhas e fatores contribuintes. A Tabela 4.11 apresenta a distribuição dos elementos nos agrupamentos de acordo com essa característica. Percebe-se que dos nove eventos indesejados, cinco (55,6%) são alocados no agrupamento 1. Outros três dos eventos indesejados se encontram no agrupamento 2 e apenas o elemento EI2 está alocado no terceiro grupo. Também observa-se predominância das falhas sobre os fatores contribuintes nos agrupamentos de maior importância.

**Tabela 4.11** – Distribuição dos elementos, por tipo, nos agrupamentos

Agrupamento	Eventos indesejados		Falhas		Fatores contribuintes	
	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade	%
1	5	55,6%	4	23,5%	2	5,6%
2	3	33,3%	7	41,2%	11	30,6%
3	1	11,1%	2	11,8%	17	47,2%
4	0	0,0%	4	23,5%	6	16,7%
Total	9	100,0%	17	100,0%	36	100,0%

Fonte: elaboração própria.

Um teste de associação pode ser realizado para verificar a existência de significância estatística na relação entre o tipo de elemento e sua distribuição. Devido à existência de frequências esperadas inferiores a cinco, a aplicação do teste qui-quadrado não é indicada (WEBSTER, 2006). No entanto, o teste exato de Fisher pode ser aplicado como alternativa quando ocorrem

frequências esperadas menores do que cinco em tabelas de contingência de dimensão 2x2 (BARBETTA, 2014).

Assim, o teste foi concebido para testar a existência de associação entre o tipo de elemento *evento indesejado*, e demais tipos (falha ou fator contribuinte) e a distribuição no agrupamento de maior prioridade (agrupamento 1) e agrupamentos de menor prioridade (agrupamentos 2, 3 ou 4), conforme apresentado na Tabela 4.12. A hipótese nula é de que a distribuição dos tipos de elementos é igual nos agrupamentos. O *software* SPSS foi utilizado para execução do teste

**Tabela 4.12** – Tabela de contingência - tipo de elemento e agrupamentos

Tipo de Elemento		Agrupamento		Total
		Agrupamento 1	Agrupamentos 2, 3 ou 4	
Eventos indesejados	Frequência	5	4	9
	Frequência esperada	1,6	7,4	9,0
	% dentro de Tipo de Elemento	55,6%	44,4%	100,0%
Falhas ou Fatores contribuintes	Frequência	6	47	53
	Frequência esperada	9,4	43,6	53,0
	% dentro de Tipo de Elemento	11,3%	88,7%	100,0%
Total	Frequência	11	51	62
	Frequência esperada	11,0	51,0	62,0
	% dentro de Tipo de Elemento	17,7%	82,3%	100,0%

Fonte: elaboração própria.

O resultado (Apêndice 5) sugere a rejeição da hipótese nula, indicando que há uma associação estatisticamente significativa entre o tipo de elemento e sua distribuição nos agrupamentos ( $p=0,006$  teste exato de Fisher). Cinco dos elementos do agrupamento 1, de maior prioridade, são eventos indesejados, quando o valor esperado era de apenas 1,6. Isso sugere que maior importância é atribuída ao monitoramento de eventos indesejados do que aos demais tipos de elemento.

Outro conjunto de informações que podem ser exploradas nos dados, ainda que não diretamente relacionada com a distribuição dos elementos nos grupos, se refere à possível existência de diferenças de opinião em relação aos elementos avaliados em função do perfil do respondente. Quatro características do perfil foram solicitadas no questionário: tempo de experiência na aviação; nível de escolaridade; tipo de organização em que atua; e nível da função exercida na organização.

O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para testar a significância estatística de diferenças entre o padrão de respostas e as características do perfil do respondente. O teste de Kruskal-Wallis é utilizado para testar hipóteses relativas à distribuição de três ou mais populações. Funciona como uma contrapartida não paramétrica para o teste F usado na ANOVA. Ao contrário da ANOVA, o teste de Kruskal-Wallis não tem como pressuposto que todas as populações que estão sendo comparadas sejam normalmente distribuídas (WEBSTER, 2006).

A hipótese nula afirma que não há diferença entre as distribuições das  $k$  populações. A hipótese alternativa é de que nem todas as  $k$  populações têm a mesma distribuição. Cada observação é ordenada da mais baixa para a mais alta. As posições das observações para cada população são somadas. Em caso de empate, é utilizada a posição média das observações. A estatística do teste obtém um valor  $K$ , que é comparado a uma distribuição aproximada por uma distribuição qui-quadrado com  $k-1$  graus de liberdade. Se  $K$  for maior que o valor crítico a hipótese nula é rejeitada (WEBSTER, 2006).

A aplicação do teste foi realizada utilizando-se o *software* SPSS para as quatro características do perfil dos respondentes e para os 62 elementos avaliados. O Quadro 4.2 apresenta os casos em que a hipótese nula foi rejeitada, a um nível de significância  $\alpha = 0,05$ , indicando que a distribuição das populações na avaliação desses elementos é diferente.

**Quadro 4.2** – Elementos com hipótese nula rejeitada para cada característica do perfil do respondente.

<b>Experiência profissional</b>	<b>Nível de escolaridade</b>	<b>Organização em que atua</b>	<b>Função na Organização</b>
EI2	EI3	EI2	FAVE8
EI6	EI4	EI8	FACD1
EI9	FCAC5	FAVE2	
FAVE3	FCAC6	FAVE3	
FACD1	FCAC7	FAVE4	
FACD2	FCOR8	FAVE6	
FCVE1		FAVE7	
FCAO4		FAFO1	
FCIN4		FAFO2	
FCOR7		FAFO3	
FCCO2		FACD1	
		FACD3	
		FCVE4	
		FCVE5	
		FCAC8	
		FCCO3	

Fonte: elaboração própria.

As características *Função exercida* e *Nível de escolaridade* não apresentam impacto significativo nas avaliações dos elementos. Já a *Experiência profissional* e o *Tipo de organização em que atuam* parecem ter influência maior na avaliação dos elementos, com destaque para essa última característica. Cinco tipos de organização foram considerados: empresas prestadoras de serviços de pátio (ESATA); empresas aéreas; órgão regulador de empresa aérea; aeroporto; e órgão regulador de aeroporto. Em dezesseis dos 62 elementos avaliados foi aceita a hipótese de que há diferença na distribuição entre pelo menos dois desses grupos.

A Tabela 4.13 mostra as médias das avaliações realizadas pelos cinco tipos de organizações para os elementos em que a hipótese nula foi rejeitada. Nela é possível perceber que as médias das avaliações do grupo de respondentes de reguladores de aeroportos é menor para os elementos considerados. Em alguns casos, também o regulador de empresas aéreas apresenta avaliações médias mais baixas para determinados elementos.

**Tabela 4.13** – Médias de avaliações dos elementos por tipo de organização

Elemento	Prestadores de serviços de pátio	Empresa aérea	Regulador de empresas aéreas	Aeroporto	Regulador de aeroportos
	Média (N=15)	Média (N=10)	Média (N= 5)	Média (N=10)	Média (N=23)
EI2	4,667	4,300	3,750	4,700	3,435
EI8	4,733	4,200	4,800	4,600	3,909
FAVE2	4,333	4,300	3,600	5,000	4,087
FAVE3	4,600	4,700	3,600	4,900	3,870
FAVE4	4,533	4,400	4,000	4,800	3,652
FAVE6	4,267	4,400	3,000	4,400	3,304
FAVE7	3,867	4,000	3,400	4,200	3,304
FAFO1	4,333	4,700	4,800	4,900	3,957
FAFO2	4,200	4,300	4,200	4,700	3,652
FAFO3	4,333	4,300	4,400	4,800	3,826
FACD1	4,000	4,000	3,200	4,200	3,273
FACD3	4,200	4,400	4,600	4,700	3,318
FCVE4	4,267	4,600	4,000	4,600	3,478
FCVE5	4,400	4,900	4,400	4,700	3,783
FCAC8	3,400	4,100	4,000	4,000	3,174
FCCO3	4,333	4,300	4,600	4,600	3,409

Fonte: elaboração própria.

A análise baseada apenas na observação, entretanto, não permite identificar entre quais grupos de respondentes as diferenças são estatisticamente significativas. Assim, com o objetivo de identificar com maior precisão as fontes dessas diferenças, testes Mann-Whitney  $U$  foram realizados para dois pares de grupos. O teste Mann-Whitney  $U$  tem o mesmo objetivo do teste de Kruskal-Wallis e é utilizado quando se deseja comparar a distribuição de apenas duas populações. É uma alternativa não paramétrica para o teste  $t$  para duas amostras independentes (WEBSTER, 2006).

De forma similar ao teste de Kruskal-Wallis, as observações são ordenadas da mais baixa para a mais alta. As posições das observações para cada população são somadas. Em caso de empate, é utilizada a posição média das observações. Com base nos valores obtidos, a estatística  $U$  é calculada. O valor da estatística é normalizado e comparado com valor crítico da distribuição padronizada (WEBSTER, 2006). O nível de significância adotado foi  $\alpha = 0,05$ . O *software* SPSS foi utilizado para cálculo do teste.

O primeiro par de populações comparado é formado pelo grupo de responsáveis pelos aeroportos (operadores de aeroportos e reguladores de aeroportos) e o grupo de responsáveis pelos serviços de pátio (prestadores de serviços de pátio, operadores de aeroportos, empresas aéreas e reguladores de empresas aéreas). O segundo par é formado pelo grupo de Reguladores (reguladores de aeroportos e de empresas aéreas) e o grupo da Indústria (prestadores de serviços de pátio, empresas aéreas e operadores de aeroportos).

O teste no primeiro par de populações busca comparar se há diferença significativa na opinião do grupo responsável pela execução dos serviços de pátio e o grupo responsável pela infraestrutura aeroportuária e coordenação das operações no pátio. A hipótese nula foi rejeitada em apenas cinco dos 62 elementos, indicando que apenas nesses casos há diferença significativa na avaliação realizada pelos dois grupos comparados. Os elementos com diferenças significativas são: EI2, EI6, EI9, FCVE5 e FCCO3.

O segundo par de populações comparado busca comparar a existência de diferenças entre o grupo de reguladores e da indústria. A hipótese nula foi rejeitada em 29 dos 62 elementos. O Apêndice 6 apresenta os resultados do teste. A Tabela 4.14 mostra a média e o desvio padrão das avaliações de cada elemento nos dois grupos comparados. Em todos os casos, o valor médio da avaliação pelos reguladores foi inferior ao valor atribuído pela indústria.



É possível observar que as divergências se concentram nos seguintes itens: falhas e fatores contribuintes relacionados à operação e às condições de veículos e equipamentos (FAVE e FCVE); falhas relacionadas a objetos estranhos (FAFO); e falhas relacionadas ao carregamento e descarregamento da aeronave (FACD). Em quatro dos oito elementos relacionados ao ambiente construído também houve divergências.

**Tabela 4.14** – Médias de avaliações dos elementos por tipo de organização – Indústria e Reguladores

Elemento	Indústria (N=35)		Reguladores (N=28)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
EI2	4,571	0,5576	3,481	0,8932
EI3	4,943	0,2355	4,643	0,7310
FAVE1	4,486	0,7811	4,036	0,8812
FAVE2	4,514	0,7811	4,000	0,8165
FAVE3	4,714	0,5725	3,821	1,0203
FAVE4	4,571	0,6981	3,714	0,9372
FAVE6	4,343	0,6835	3,250	1,0758
FAVE7	4,000	0,8745	3,321	0,8189
FAVE8	4,057	0,9375	3,357	1,0261
FAFO1	4,600	0,7356	4,107	0,9165
FAFO2	4,371	0,9103	3,750	0,8444
FAFO3	4,457	0,8521	3,929	0,8576
FACD1	4,057	0,9056	3,259	1,0952
FACD2	4,600	0,6039	3,857	1,2084
FACD3	4,400	0,7746	3,556	1,2195
FAOA1	4,800	0,5841	4,464	0,7445
FCVE1	4,343	0,8382	3,571	1,0690
FCVE3	3,829	0,9848	3,179	0,9833
FCVE4	4,457	0,7413	3,571	1,1031
FCVE5	4,629	0,6897	3,893	1,1333
FCAC3	4,514	0,7811	4,107	0,7373
FCAC6	4,029	0,9848	3,536	0,9616
FCAC7	4,229	1,0025	3,786	0,7868
FCAC8	3,771	1,0596	3,321	0,8630
FCIN4	4,657	0,4816	4,250	0,6455
FCOR1	4,343	0,8023	3,750	0,8872
FCOR8	4,382	0,7392	3,893	0,9165
FCCO3	4,400	0,6508	3,630	0,9260

Fonte: elaboração própria.

O capítulo 5 apresenta o sistema de indicadores proposto. Os indicadores foram propostos com base nos elementos do agrupamento 1, listados na Tabela 4.9, considerados mais importantes para o conjunto dos respondentes.

#### 4.4 TÓPICOS CONCLUSIVOS

Este capítulo teve o intuito de identificar, dentre os 62 elementos identificados no capítulo anterior, aqueles mais relevantes para o monitoramento da segurança de processos nos serviços de pátio. Destaca-se os seguintes tópicos conclusivos:

- A importância de cada elemento foi avaliada com base em uma escala *Likert* de cinco pontos utilizando um questionário eletrônico. Foram respondidos 77 questionários por profissionais da aviação civil, no entanto, apenas 72 puderam ser aproveitados, no todo ou em parte. Observou-se que as médias de avaliação foram altas, variando entre 3,554 e 4,889 (Tabela 4.4).
- Análises de agrupamentos com métodos hierárquico e não hierárquico foram realizadas para duas listas distintas: uma de interesse dos agentes que possuem responsabilidades relacionadas a subprocessos que envolvem o carregamento da aeronave (Lista 1); e outra de interesse dos operadores de aeroportos e seus reguladores (Lista 2). Quatro agrupamentos foram obtidos, sendo o agrupamento 1, de maior prioridade, composto por 11 elementos na Lista 1 e 8 elementos na Lista 2 (Tabela 4.9).
- Uma exploração dos dados do questionário permitiu ainda outras conclusões. Primeiramente, os dados sugerem que há uma associação estatisticamente significativa entre o tipo de elemento e sua distribuição nos agrupamentos ( $p=0,006$  teste exato de Fisher). Maior importância foi atribuída aos elementos classificados como Eventos indesejados, normalmente associados a indicadores reativos. A segunda constatação é de que há diferenças na opinião de respondentes do grupo formado por reguladores e pela indústria. Testes Mann-Whitney *U* mostraram diferença estatisticamente significativa em relação a 29 dos 62 elementos avaliados (Apêndice 6).

## **5. PROPOSIÇÃO DE INDICADORES**

Uma vez definida a priorização dos elementos que devem ser monitorados, é possível construir uma proposta de conjunto de indicadores que seja representativo para a avaliação da segurança de processos no pátio de aeronaves.

A seção 5.1 apresenta as atividades executadas e descreve os indicadores propostos. A seção 5.2 foi reservada para uma análise dos indicadores, sua estrutura e classificação.

### **5.1 CONSTRUÇÃO E DESCRIÇÃO DOS INDICADORES**

A construção dos indicadores foi baseada em uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de identificar indicadores já utilizados em indústrias de alta confiabilidade e que fossem compatíveis com os elementos do agrupamento 1. Devido à especificidade dos elementos a serem monitorados, nem sempre foi possível identificar indicadores compatíveis. Nesses casos, foram feitas adequações nos indicadores identificados. As atividades desenvolvidas foram:

- Levantamento de indicadores por meio de pesquisa bibliográfica na literatura científica, em documentos de orientação elaborados pela indústria e em manuais operacionais de empresas aéreas e de operadores de aeroportos brasileiros.
- Seleção dos indicadores com potencial para integrar o sistema de indicadores, de acordo com a sua aderência aos elementos que devem ser monitorados.
- Construção ou adequação dos indicadores.

Na primeira etapa, foi realizado um levantamento de indicadores utilizados para monitoramento da segurança de processos em indústrias usualmente classificadas como de alta confiabilidade (*High Reliability Organizations*), tais como a aviação, indústria petroquímica e de energia nuclear. O levantamento foi realizado nos documentos identificados durante a revisão bibliográfica.

Um segundo conjunto de documentos utilizados foi composto pelos manuais de gestão da segurança operacional de operadores de aeroportos e empresas aéreas brasileiros. Foram analisados os manuais dos operadores dos aeroportos de Brasília (SBBR), Confins (SBCF), Guarulhos (SBGR), Campinas (SBKP), Galeão (SBGL) e Fortaleza (SBFZ). As empresas aéreas brasileiras que tiveram seus manuais analisados foram: ABSA Aerolinhas Brasileiras,

Azul Linhas Aéreas Brasileiras, Colt Transporte Aéreo, Flyways Linhas Aéreas, MAP Transportes Aéreos, Oceanair Linhas Aéreas (Avianca), Passaredo Transportes Aéreos, RIO Linhas Aéreas, Sideral Linhas Aéreas, STERNA Linhas Aéreas, VRG Linhas Aéreas (GOL), TAM Linhas Aéreas (LATAM) e Total Linhas Aéreas.

Cerca de oitocentos indicadores foram identificados nesse levantamento, incluindo-se indicadores eventualmente repetidos. Ressalta-se, no entanto, que na quase totalidade dos casos as informações disponibilizadas sobre os indicadores eram apenas um título ou uma breve descrição. De acordo com OECD (2008) os dois elementos básicos para caracterização do indicador são a sua definição e métrica. A definição do indicador deve informar de maneira clara o que está sendo medido e a métrica deve informar como o indicador está sendo medido. A métrica deve levar em consideração aspectos particulares de cada organização, tais como quem e de que forma o indicador será utilizado, bem como eventuais dados já coletados na organização OECD (2008).

Pencheon (2005) apresenta dez questões-chave na construção de indicadores:

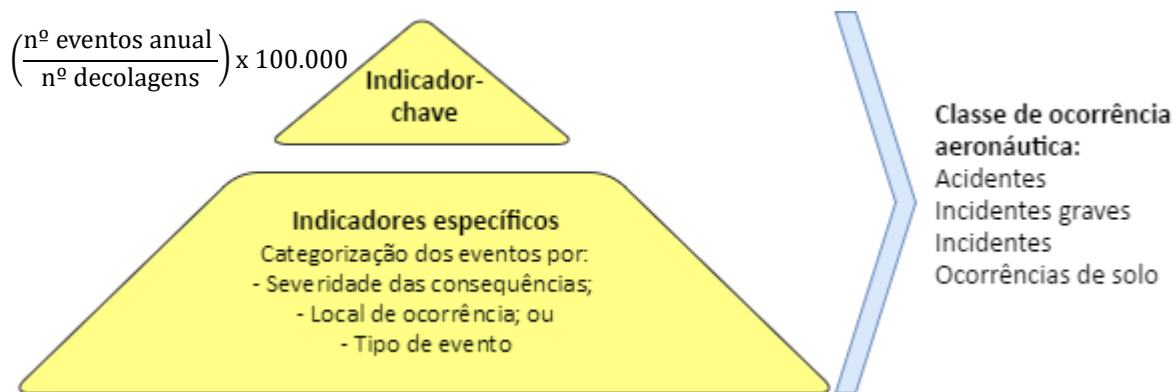
- O que será medido?
- Por que será medido?
- Como este indicador será definido?
- Quem o medirá?
- Quando (com que frequência)?
- Ele medirá números absolutos ou proporções?
- De onde proverão os dados?
- Quão acurados e completos serão os dados?
- Existirão dificuldades ou problemas para encontrá-los?
- Serão necessários testes específicos para validar os dados ou suas variações?

Com base nos elementos descritos anteriormente e em CEFTRU (2016), os indicadores propostos foram descritos com base nos seguintes elementos: (1) Título do indicador; (2) Indicação do Elemento Associado; (3) Objetivo; (4) Definição; (5) Forma de cálculo; (6) Periodicidade de apuração; (7) Instrumento de coleta; (8) Responsáveis pelo indicador; e (9) Subcategorias do indicador. Um campo para Observações foi incluído também para explicações

adicionais a respeito da construção de alguns dos indicadores. A descrição dos indicadores propostos é apresentada a seguir, para cada um dos elementos do agrupamento 1.

### 5.1.1 Indicadores de eventos indesejados

Como já mencionado, os eventos indesejados representam situações tipicamente medidas por indicadores reativos. Tratam de eventos de maior impacto, normalmente associados a incidentes ou acidentes. Por esse motivo, para definição desses indicadores houve preocupação de compatibilização com os conceitos e taxonomia para classificação de ocorrências adotados no Brasil pelo Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (COMAER, 2013). As principais características para os indicadores de eventos indesejados são mostradas na Figura 5.1.



**Figura 5.1** – Estrutura para indicadores de eventos indesejados.

Fonte: elaboração própria.

A hierarquia para esse tipo de indicador é formada pelo indicador-chave e indicadores específicos. O indicador-chave representa a contagem do número de eventos ocorridos ponderado por determinado número de decolagens. Os indicadores específicos são uma subdivisão dos indicadores-chave obtidos por uma categorização dos eventos de acordo com determinadas características, conforme interesse e disponibilidade de dados.

Entre as características que podem ser usadas para categorização dos eventos estão: (1) a severidade das consequências; (2) o local de ocorrência; e (3) o tipo de evento. Para o tipo de evento, sugere-se utilização da taxonomia de tipos de ocorrências do (COMAER, 2013). O local de ocorrência pode se referir ao local dentro do aeroporto ou ao local do dano à aeronave. A

severidade das consequências pode ser obtida pelo uso de métodos comumente usados que consideram a combinação de custos diretos, número de fatalidades, impactos ambientais ou à comunidade, além de impactos à imagem da entidade (ABNT, 2012; CCPS, 2011).

Além dessa categorização, cada evento pode ser classificado de acordo com a taxonomia do CENIPA em: acidentes, incidentes graves, incidentes e ocorrências de solo (COMAER, 2013). Essa classificação considera a severidade do evento, mas também a intenção ou não de voo durante a ocorrência do evento. Quando não houver intenção de realizar voo, ou, havendo esta intenção, o fato motivador da ocorrência esteja diretamente relacionado aos serviços de rampa, sem qualquer contribuição da movimentação da aeronave, o evento é classificado como Ocorrência de Solo.

Para ponderação dos eventos, o valor de 100.000 mil decolagens foi utilizado a fim de evitar números muito pequenos nos indicadores no período proposto. O número de decolagens foi adotado por ser compatível com as *etapas de voo* ou *ciclos*, utilizados para ponderação de alguns dos indicadores utilizados pelas empresas aéreas.

Os Quadros 5.1 a 5.8 apresentam os indicadores propostos para os cinco eventos indesejados que fazem parte do agrupamento 1.

- **Evento Indesejado 1 - Colisão no pátio envolvendo aeronave (entre aeronave e veículo/equipamento de rampa, estrutura fixa ou outra aeronave)**

Para este evento, dois indicadores-chave são apresentados. O primeiro indicador poderia ser utilizado por operadores de aeroportos ou empresas aéreas. Já o segundo indicador requer dados que somente estão disponíveis pela empresa aérea. Está mais relacionado com os resultados das colisões e, portanto, complementaria o primeiro indicador.

**Quadro 5.1** – Taxa de colisões envolvendo aeronaves no pátio

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de colisões no pátio envolvendo aeronaves
<b>Elemento Associado:</b>	E11 – Colisão no pátio envolvendo aeronave
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de colisões envolvendo aeronaves em solo, nas quais as aeronaves envolvidas estão em uma das seguintes fases: estacionamento; <i>pushback</i> ; docagem (fase final do táxi entre a pista de pouso e o ponto de estacionamento); ou operação de solo.

**Quadro 5.1 – Taxa de colisões envolvendo aeronaves no pátio**

(conclusão)

<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o número de Colisões no pátio Envolvendo Aeronaves e o Número de Decolagens, vezes cem mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TCA = \left( \frac{CA}{DEC} \right) \times 100.000$ <p>TCA: Taxa de Colisões no pátio envolvendo Aeronaves                  CA: Número de Colisões no pátio Envolvendo Aeronaves                  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA) ou Relatório Quadrimestral de Ocorrências de Segurança Operacional (ANAC)
<b>Responsável:</b>	Operador do aeroporto; Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	<p>De acordo com o tipo de ocorrência em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Taxa de colisões entre aeronaves (Colisão com outra aeronave no solo);</li> <li>- Taxa de colisões com estrutura fixa (Colisão com obstáculo no solo); e</li> <li>- Taxa de colisões com veículos (Colisão de veículo com aeronave)</li> </ul> <p>De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo.</p> <p>De acordo com local do aeroporto ou severidade das consequências.</p>
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.2 – Taxa de danos a aeronave decorrente dos serviços de pátio**

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de danos a aeronave decorrente dos serviços de pátio
<b>Elemento Associado:</b>	EII – Colisão no pátio envolvendo aeronave
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de danos à aeronave decorrentes dos serviços de pátio, categorizados de acordo com a gravidade do dano em função do tempo que a aeronave permanece fora de operação
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o número de Ocorrências com Danos à Aeronave decorrente dos serviços de pátio e o Número de Decolagens, vezes cem mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TDA = \left( \frac{DA}{DEC} \right) \times 100.000$ <p>TDA: Taxa de Danos a Aeronaves                  DA: Número de Ocorrências com Danos a Aeronaves decorrentes dos serviços de pátio                  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente

**Quadro 5.2 – Taxa de danos a aeronave decorrente dos serviços de pátio**

(conclusão)

<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA) <sup>13</sup> , Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA)
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com a gravidade do dano, em (IATA, 2015a): - Insignificante: sem impacto operacional - Baixa: aeronave inoperante por até 60 minutos - Moderada: aeronave inoperante de 60 minutos até 24 horas - Alta: aeronave inoperante por mais de 24 horas - Catastrófica: perda total De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo. De acordo com local do aeroporto ou a parte da aeronave afetada.
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

- **EI3 Atropelamento de pessoa (por aeronave ou veículo/equipamento de rampa)**

Para este evento, três indicadores são apresentados. O primeiro (Quadro 5.3) representa a contagem direta dos eventos, de forma similar ao indicador de colisões envolvendo aeronaves. Os outros dois indicadores propostos (Quadro 5.4 e Quadro 5.5) são indicadores de segurança no trabalho já consagrados e previstos em ABNT (2001). Por esse motivo, destoam da estrutura de indicadores apresentada na Figura 5.1.

**Quadro 5.3 – Taxa de atropelamento de pedestres no pátio**

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de atropelamento de pedestres no pátio
<b>Elemento Associado:</b>	EI3 – Atropelamento de pessoa
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de atropelamento de pedestres (passageiros ou trabalhadores) no pátio, incluindo vias de serviço, por aeronave, veículo ou equipamento de pátio
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o número de ocorrências de Atropelamento de Pedestres no pátio e o Número de Decolagens, vezes cem mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TAP = \left( \frac{AP}{DEC} \right) \times 100.000$ TAP: Taxa de Atropelamento de Pedestres no pátio AP: Número de ocorrências de Atropelamento de Pedestres no pátio DEC: Número de Decolagens

<sup>13</sup> Documento destinado a registrar, para cada etapa de voo, as discrepâncias técnicas de mau funcionamento e irregularidades ocorridas e as respectivas ações corretivas adotadas.



**Quadro 5.3 – Taxa de atropelamento de pedestres no pátio**

(conclusão)

<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA) ou Relatório Quadrimestral de Ocorrências de Segurança Operacional (ANAC)
<b>Responsável:</b>	Operador do aeroporto; Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo. De acordo com local do aeroporto ou severidade das consequências.
<b>Observações:</b>	–

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.4 – Taxa de acidentes de trabalho com lesão com afastamento**

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de acidentes de trabalho com lesão com afastamento envolvendo trabalhadores de serviços de pátio
<b>Elemento Associado:</b>	EI3 – Atropelamento de pessoa
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de acidentes de trabalho com lesão com afastamento envolvendo trabalhadores de serviços de pátio.
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de acidentes de trabalho com lesão com afastamento e o número de Homens-horas trabalhadas, vezes um milhão.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TATA = \left( \frac{ATA}{HHT} \right) \times 1.000.000$ <p>TATA: Taxa de Acidentes de Trabalho com Lesão com Afastamento ATA: Número de Acidentes de Trabalho com Lesão com Afastamento envolvendo trabalhadores de serviços de pátio HHT: Horas-homem trabalhadas</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Sistema de controle de pessoal da empresa, Ficha de Comunicação de Acidente de Trabalho – CAT
<b>Responsável:</b>	Operador do aeroporto; Empresa aérea; Prestador independente
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Indicador similar pode ser utilizado para medição de acidentes de trabalho com lesão sem afastamento

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.5 – Tempo de afastamento de trabalhadores**

<b>Título do Indicador:</b>	Tempo de afastamento de trabalhadores de serviços de pátio por acidentes de trabalho
<b>Elemento Associado:</b>	EI3 – Atropelamento de pessoa
<b>Objetivo:</b>	Medir a gravidade dos acidentes de trabalho.
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o número de dias de afastamento de trabalhadores de serviços de pátio devido a acidentes de trabalho e o número de Homens-horas trabalhadas, vezes um milhão.
<b>Forma de cálculo:</b>	$GAT = \left( \frac{DP + DD}{HHT} \right) \times 1.000.000$ <p>GAT: Gravidade dos Acidentes de Trabalho com Lesão com Afastamento  DP: Número de dias de perdidos - acidentados com afastamento temporário  DD: Número de dias debitados - acidentados com afastamento permanente  HHT: Horas-homem trabalhadas</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Sistema de controle de pessoal da empresa, Ficha de Comunicação de Acidente de Trabalho – CAT
<b>Responsável:</b>	Operador do aeroporto; Empresa aérea; Prestador independente
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Dias perdidos – número de dias de efetivo afastamento pelos acidentados com incapacidade temporária total. Dias debitados – número de dias debitados para os acidentados vítimas de morte ou incapacidade permanente, total ou parcial, de acordo com valores normatizados.

Fonte: elaboração própria.

- **EI5 Fogo no pátio**

Para este evento, apenas um indicador é apresentado, que representa a contagem dos eventos ocorridos (Quadro 5.6).

**Quadro 5.6 – Taxa de ocorrência de incêndios no pátio**

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de ocorrência de incêndios, fumaça ou explosões no pátio
<b>Elemento Associado:</b>	EI5 – Fogo no pátio
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de incêndios, fumaça ou explosões no pátio que tenham ou possam ter colocado em perigo a aeronave, os seus ocupantes ou qualquer outra pessoa.

**Quadro 5.6** – Taxa de ocorrência de incêndios no pátio

(conclusão)

<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de ocorrências de Incêndios, Fumaça ou Explosões no pátio e o Número de Decolagens, vezes cem mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TIFE = \left( \frac{IFE}{DEC} \right) \times 100.000$ <p>TIFE: Taxa de ocorrência de Incêndio, Fumaça ou Explosão no pátio IFE: Número de ocorrência de Incêndio, Fumaça ou Explosão no pátio DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA) ou Relatório Quadrimestral de Ocorrências de Segurança Operacional (ANAC)
<b>Responsável:</b>	Operador do aeroporto; Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo. De acordo com local do aeroporto ou severidade das consequências.
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

- **EI6 Aeronave desbalanceada (fora dos limites de margem de segurança) e EI7 Aeronave carregada com excesso de peso**

Os elementos EI6 e EI7 se referem ao carregamento da aeronave, respectivamente, com desbalanceamento e excesso de peso. Os dois elementos obtiveram avaliações semelhantes. O carregamento da aeronave com excesso de peso foi avaliado com prioridade pouco maior. Apesar de terem sido analisados de forma separada, observou-se que os indicadores relacionados a esses temas são os mesmos e se referem a qualquer tipo de carregamento incorreto, conforme apresentado no Quadro 5.7.

**Quadro 5.7** – Taxa de ocorrências de carregamento com excesso de peso ou que comprometa o balanceamento

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de ocorrências em que a aeronave é carregada com excesso de peso ou de forma que tenha o seu balanceamento comprometido
<b>Elemento Associado:</b>	EI6 - Aeronave desbalanceada e EI7 - Aeronave carregada com excesso de peso
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de ocorrências de carregamento/embarque incorretos de bagagem, correio, carga ou passageiros que possam ter um efeito significativo no peso ou balanceamento da aeronave

**Quadro 5.7** – Taxa de ocorrências de carregamento com excesso de peso ou que comprometa o balanceamento

(conclusão)

<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de ocorrências de Carregamento ou embarque Incorretos e o Número de Decolagens, vezes mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TCPD = \left( \frac{PD}{DEC} \right) \times 1.000$ <p>TCPD: Taxa de ocorrência de Carregamento ou embarque Incorretos  PD: Número ocorrências de Carregamento com excesso de peso ou desbalanceamento  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de Indicador de Desempenho de Segurança Operacional (ANAC), Relatório Técnico da Aeronave (RTA), Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA)
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo. De acordo com local do aeroporto ou severidade das consequências.
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

O segundo indicador (Quadro 5.8) aplica-se apenas ao monitoramento de eventos de desbalanceamento. Monitora ocorrências em que há um contato da cauda da aeronave com o chão durante o carregamento ou descarregamento, como resultado de um desbalanceamento extremo. Apesar de incomum, o manual de gestão da segurança operacional de uma empresa aérea o apresenta esse evento como risco a ser monitorado.

**Quadro 5.8** – Taxa de ocorrências de *Tail Tipping*

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de ocorrências de <i>Tail Tipping</i>
<b>Elemento Associado:</b>	EI6 - Aeronave desbalanceada
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de ocorrências de desbalanceamento extremo que resulta em <i>Tail Tipping</i> (contato da cauda da aeronave com o chão durante o carregamento ou descarregamento da aeronave)
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de ocorrências de <i>Tail Tipping</i> e o Número de Decolagens, vezes cem mil.

**Quadro 5.8** – Taxa de ocorrências de *Tail Tipping*

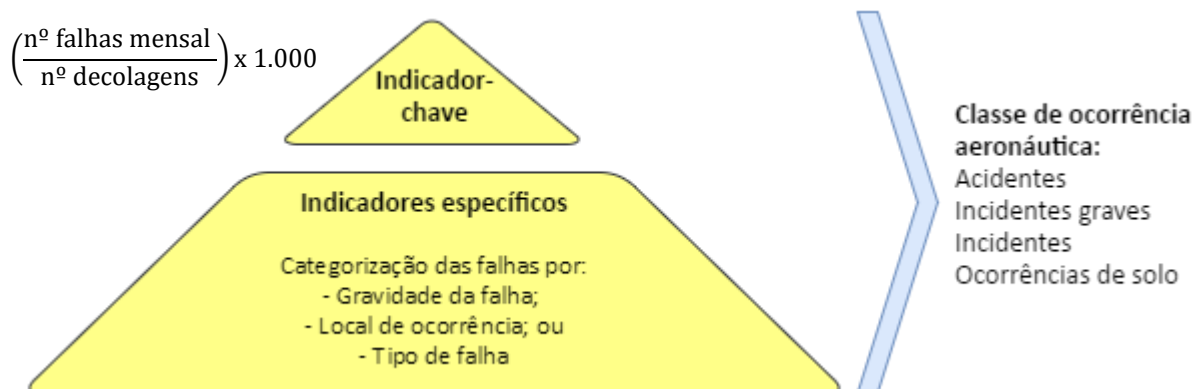
(conclusão)

$TTP = \left( \frac{DC}{DEC} \right) \times 100.000$	
<b>Forma de cálculo:</b>	TTP: Taxa de ocorrência de Carregamento ou embarque Incorretos TP: Número ocorrências de Carregamento ou embarque Incorretos DEC: Número de Decolagens
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA), Ficha de Notificação de Ocorrência Aeronáutica (CENIPA)
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com a severidade das consequências e intenção ou não de voo, em: Acidente; Incidente; Incidente grave; ou Ocorrência de solo. De acordo com local do aeroporto ou severidade das consequências.
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

### 5.1.2 Indicadores de falhas

De modo geral, a estratégia adotada para os indicadores de falhas foi a contagem dos eventos, ponderados por um denominador relativo à quantidade de operações (decolagens), conforme mostrado na Figura 5.2. No entanto, diferentemente dos indicadores de eventos indesejados, adotou-se aqui uma periodicidade mensal e uma ponderação das falhas a cada mil decolagens.



**Figura 5.2** – Estrutura para indicadores de falhas.

Fonte: elaboração própria.

A hierarquia é similar à adotada para os indicadores de eventos indesejados. Cada falha pode ser classificada de acordo com a sua gravidade e tipo, além do local de ocorrência. Tipos e

gravidades padronizados devem ser utilizados. A classificação das ocorrências em: acidentes, incidentes graves, incidentes e ocorrências de solo é mantida também para esse grupo de indicadores, apesar de dificilmente uma falha ser enquadrada como acidente ou incidente grave.

Quatro elementos do agrupamento 1 são classificados como falhas. Os indicadores para esses elementos são apresentados nos Quadros Quadro 5.9 a Quadro 5.13. Um indicador é apresentado para cada falha, com exceção do elemento *FAOA3 - Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida*, para o qual são propostos dois indicadores. Esse elemento e seus indicadores se distinguem dos demais por se referirem à falha de um controle de prevenção.

- **FACD2 Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga (amarração incorreta, uso de dispositivos danificados, excesso de carga por área de contato etc.)**

**Quadro 5.9** – Taxa de falhas relativas à arrumação ou proteção da bagagem, correio ou carga

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de falhas relativas à arrumação ou proteção da bagagem, correio ou carga, por gravidade da falha
<b>Elemento Associado:</b>	FACD2 - Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de falhas relacionadas à arrumação ou proteção da bagagem, correio ou carga, que possa, por qualquer razão, representar um perigo para a aeronave, seus equipamentos ou ocupantes
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de falhas relacionadas à Arrumação ou Proteção da bagagem, correio ou carga, e o Número de Decolagens, vezes mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TFAP = \left( \frac{FAP}{DEC} \right) \times 1.000$ <p>TFAP: Taxa de falhas relacionadas à Arrumação ou Proteção  FAP: Número de falhas relacionadas à Arrumação ou Proteção  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA)

**Quadro 5.9** – Taxa de falhas relativas à arrumação ou proteção da bagagem, correio ou carga  
(conclusão)

<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente
<b>Subcategorias do indicador:</b>	De acordo com o tipo e severidade das falhas em: - Distribuição da carga, bagagem ou correio nos compartimentos da aeronave em desacordo com o previsto no plano de carregamento - Categorização da gravidade da falha: Grave. - Contenção/amarração incorreta ou uso de dispositivos de contenção/amarração danificados - Categorização da gravidade da falha: Leve
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

- **FAOA1 Falha em procedimento para pushback (sem autorização, com sequência incorreta ou ausência de procedimento, com equipamento incorreto etc.)**

**Quadro 5.10** – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o *pushback*

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o <i>pushback</i> , por gravidade da falha
<b>Elemento Associado:</b>	FAOA1 - Falha em procedimento para pushback
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de Falhas relacionadas aos Procedimentos durante <i>Pushback</i>
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de Falhas relacionadas aos Procedimentos durante <i>Pushback</i> e o Número de Decolagens, vezes mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TFPP = \left( \frac{FPP}{DEC} \right) \times 1.000$ <p>TFPP: Taxa de Falhas relacionadas aos Procedimentos de <i>Pushback</i> FPP: Número de Falhas relacionadas aos Procedimentos de <i>Pushback</i> DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA), Registro em Livro Eletrônico de Ocorrências ou instrumento similar
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto

**Quadro 5.10** – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o *pushback*

(conclusão)

<p><b>Subcategorias do indicador:</b></p>	<p>De acordo com o tipo e severidade das falhas em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciar pushback sem autorização ou sem que a aeronave esteja preparada (conectada a cabos, com compartimentos abertos, com objetos na área de segurança) - Categorização da gravidade da falha: Grave.</li> <li>- Realizar pushback com equipamento inadequado à aeronave, peso e condição climática (towbar, rebocador, pino) - Categorização da gravidade da falha: Grave</li> <li>- Realizar pushback sem a quantidade suficiente de pessoal treinado para a tarefa - Categorização da gravidade da infração: Grave</li> <li>- Realizar procedimentos de forma incorreta, deixar de realizar ou realizá-los em sequência incorreta - Categorização da gravidade da infração: Média</li> </ul>
<p><b>Observações:</b> _</p>	

Fonte: elaboração própria.

- **FAOA2 Falha em procedimentos para abastecimento de aeronaves (obstrução de rotas de evacuação, presença de fontes de ignição, tensão na mangueira de abastecimento etc.)**

**Quadro 5.11** – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o abastecimento de combustível

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o abastecimento de combustível, por gravidade da falha
<b>Elemento Associado:</b>	FAOA2 - Falha em procedimentos para abastecimento de aeronaves
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de falhas relacionadas aos procedimentos durante o abastecimento de combustível
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de Falhas relacionadas aos Procedimentos durante o Abastecimento e o Número de Decolagens, vezes mil.
<b>Forma de cálculo:</b>	$TFPA = \left( \frac{FPA}{DEC} \right) \times 1.000$ <p>TFPA: Taxa de Falhas relacionadas aos Procedimentos de Abastecimento  FPA: Número de Falhas relacionadas aos Procedimentos de Abastecimento  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA), Registro em Livro Eletrônico de Ocorrências ou instrumento similar
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto



**Quadro 5.11 – Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o abastecimento de combustível**

(conclusão)

<b>Subcategorias do indicador:</b>	<p>De acordo com o tipo e severidade das falhas em:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Realizar conexão ou desconexão de equipamentos elétricos da aeronave durante o abastecimento - Categorização da gravidade da falha: Gravíssima.</li> <li>- Utilizar dispositivos que podem causar ignição/faísca em uma área compreendida em um raio de 3m a partir do ponto de abastecimento - Categorização da gravidade da falha: Grave</li> <li>- Realizar abastecimento com a mangueira tensionada ou enroscada - Categorização da gravidade da infração: Média</li> <li>- Posicionar veículo abastecedor de forma incorreta ou obstruir saída do veículo abastecedor - Categorização da gravidade da infração: Leve</li> <li>- Obstruir ou impedir as saídas da aeronave durante o abastecimento com pessoas a bordo - Categorização da gravidade da infração: Leve</li> <li>- Realizar procedimentos de forma incorreta, deixar de realizar ou realizá-los em sequência incorreta - Categorização da gravidade da infração: Leve</li> <li>- Deixar interromper o abastecimento de aeronaves em caso de condições meteorológicas com raios ou alto índice de trovões - Categorização da gravidade da infração: Média</li> </ul>
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

- **FAOA3 Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida (não realização ou realização incompleta)**

**Quadro 5.12 – Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas por decolagem**

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas por decolagem
<b>Elemento Associado:</b>	FAOA3 - Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida
<b>Objetivo:</b>	Medir a frequência de inspeções externas da aeronave, realizadas pela tripulação, por decolagem
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de inspeções externas realizadas pela tripulação antes da partida e o Número de Decolagens, vezes cem
<b>Forma de cálculo:</b>	$PIER = \left( \frac{IER}{DEC} \right) \times 100$ <p>PIER: Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas  IER: Número de inspeções externas da aeronave realizadas  DEC: Número de Decolagens</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente

**Quadro 5.12** – Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas por decolagem

(conclusão)

<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA)
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	_
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.13** – Número médio de itens verificados em inspeções externas da aeronave

<b>Título do Indicador:</b>	Número médio de itens verificados em inspeções externas da aeronave a cada inspeção realizada
<b>Elemento Associado:</b>	FAOA3 - Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade média de itens verificados em inspeções externas da aeronave realizadas pela tripulação a cada inspeção realizada
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de itens verificados em inspeções externas e o Número de inspeções externas realizadas.
<b>Forma de cálculo:</b>	$MNIV = \left( \frac{\sum NIV}{IER} \right)$ <p>MNIV: Número médio de itens verificados em inspeções externas  NIV: Número de itens verificados em inspeções externas  IER: Número de inspeções externas da aeronave realizadas</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Mensalmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatório Técnico da Aeronave (RTA)
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea
<b>Subcategorias do indicador:</b>	_
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

### 5.1.3 Indicadores de fatores contribuintes

Os indicadores relacionados a fatores contribuintes não apresentam uma estrutura comum, como se observou no caso dos indicadores de eventos indesejados e de falhas. A estruturação dos indicadores para fatores contribuintes não está relacionada à severidade das ocorrências,

mas ao processo executado para o controle desses fatores. Dois elementos do agrupamento 1 são classificados como fatores contribuintes. Os indicadores para esses elementos são apresentados nos Quadros 5.14 a 5.26.

- **FCIN2**      **Uso de substâncias psicoativas (álcool ou drogas)**

**Quadro 5.14** – Percentual de exames toxicológicos realizados em relação ao planejado

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de exames toxicológicos realizados em relação ao planejado
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de exames toxicológicos efetivamente realizados em empregados em relação à quantidade de exames toxicológicos inicialmente planejada
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de exames toxicológicos realizados e o Número de exames toxicológicos planejados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PETR = \left( \frac{ETR}{ETP} \right) \times 100$ <p>PETR: Proporção de exames toxicológicos realizados            ETR: Número de exames toxicológicos realizados            ETP: Número de exames toxicológicos planejados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente. Conforme ANAC (2012b).
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.15** – Percentual de empregados treinados sobre o uso indevido de substâncias psicoativas  
(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de empregados treinados sobre o uso indevido de substâncias psicoativas
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de empregados que atuam nos serviços de pátio que receberam treinamento de conscientização sobre o uso indevido de substâncias psicoativas em relação ao número total de empregados que atuam nos serviços de pátio

**Quadro 5.15** – Percentual de empregados treinados sobre o uso indevido de substâncias psicoativas  
(conclusão)

<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de empregados treinados sobre uso de substâncias psicoativas e o Número total de empregados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PET = \left( \frac{ET}{TE} \right) \times 100$ <p>PET: Proporção de empregados treinados ET: Número de empregados treinados TE: Número total de empregados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente. Conforme ANAC (2012b).
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Para fins de cálculo do indicador, considera-se treinado o empregado que recebeu treinamento nos últimos 2 anos. A quantidade de horas de treinamento por empregado é um indicador que pode ser usado de forma complementar. Este indicador está também relacionado ao elemento FCIN5.

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.16** – Percentual de empregados que atuam em função de supervisão nos serviços de pátio treinados para reconhecer sinais de uso de substâncias psicoativas

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de empregados que atuam em função de supervisão nos serviços de pátio treinados para reconhecer sinais de uso de substâncias psicoativas
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de empregados que atuam em função de supervisão nos serviços de pátio que receberam treinamento para identificação de sinais do uso de substâncias psicoativas que justifiquem realização de exames toxicológicos
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de empregados em função de supervisão treinados para identificação de uso de substâncias psicoativas e o Número total de empregados em função de supervisão, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PEST = \left( \frac{EST}{TES} \right) \times 100$ <p>PEST: Proporção de empregados em função de supervisão treinados EST: Número de empregados em função de supervisão treinados TES: Número total de empregados em função de supervisão</p>

**Quadro 5.16** – Percentual de empregados que atuam em função de supervisão nos serviços de pátio treinados para reconhecer sinais de uso de substâncias psicoativas

(conclusão)

<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente. Conforme ANAC (2012b).
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Para fins de cálculo do indicador, considera-se treinado o empregado que recebeu treinamento nos últimos 2 anos. A quantidade de horas de treinamento por empregado é um indicador que pode ser usado de forma complementar. Este indicador está também relacionado ao elemento FCIN5.

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.17** – Percentual de empregados que atuam nos serviços de pátio submetidos a exames toxicológicos aleatórios no período

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de empregados que atuam nos serviços de pátio submetidos a exames toxicológicos aleatórios no período
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de empregados submetidos a exames toxicológicos aleatórios, no período, em relação ao número total de empregados que atuam nos serviços de pátio
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de empregados submetidos a exames toxicológicos e o Número total de empregados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PEET = \left( \frac{EST}{TES} \right) \times 100$ <p>PEET: Proporção de empregados submetidos a exames toxicológicos EET: Número de empregados submetidos a exames toxicológicos TE: Número total de empregados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente. Conforme ANAC (2012b).
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	–

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.18** – Percentual de exames toxicológicos aleatórios realizados com resultado positivo

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de exames toxicológicos aleatórios realizados com resultado positivo em empregados que atuam nos serviços de pátio
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de exames toxicológicos aleatórios com resultado positivo em relação à quantidade total de exames toxicológicos realizados em empregados que atuam nos serviços de pátio
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de exames toxicológicos com resultado positivo e o Número total de exames toxicológicos realizados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PETP = \left( \frac{ETP}{TET} \right) \times 100$ <p>PETP: Proporção de exames toxicológicos com resultado positivo  ETP: Número de exames toxicológicos com resultado positivo  TET: Número total de exames toxicológicos realizados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente. Conforme ANAC (2012b).
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	–

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.19** – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas"

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas"
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN2 - Uso de substâncias psicoativas
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas"
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas" e o Número total de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas, vezes cem.

**Quadro 5.19** – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas"

(conclusão)

	$POSP = \left( \frac{OSP}{TOI} \right) \times 100$
<b>Forma de cálculo:</b>	<p>POSP: Proporção ocorrências com contribuição de Álcool ou Uso ilícito de drogas</p> <p>OSP: Número de ocorrências com contribuição de Álcool ou Uso ilícito de drogas</p> <p>TOI: Número total de ocorrências investigadas</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatórios finais de investigação do CENIPA. Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	<p>O fator contribuinte Álcool é definido como "substância que tem como princípio ativo o etanol e que é sedativa e hipnótica, podendo, portanto, ser tóxica. Mesmo assim, é bastante utilizada na fabricação de bebidas."</p> <p>O fator contribuinte Uso ilícito de drogas é definido como "utilização de forma ilegal de substâncias controladas." (COMAER, 2012)</p> <p>O CENIPA investiga número limitado de ocorrências (acidentes, incidentes graves e incidentes). O cálculo do indicador para outros tipos de ocorrências requer a existência de um programa de investigação nas organizações.</p>

Fonte: elaboração própria.

- **FCIN5**      **Conhecimento ou habilidade insuficiente (treinamento deficiente)**

**Quadro 5.20** – Percentual de empregados treinados em gestão do risco ou segurança

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de empregados treinados em gestão do risco ou segurança
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a quantidade de empregados que atuam nos serviços de pátio que receberam treinamento em gestão do risco ou da segurança, em relação ao número total de empregados que atuam nos serviços de pátio
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de empregados treinados em gestão do risco ou da segurança e o Número total de empregados, vezes cem.

**Quadro 5.20** – Percentual de empregados treinados em gestão do risco ou segurança

(conclusão)

	$PETGR = \left(\frac{ETGR}{TE}\right) \times 100$
<b>Forma de cálculo:</b>	PETGR: Proporção de empregados treinados em gestão do risco ETGR: Número de empregados treinados em gestão do risco TE: Número total de empregados
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Para fins de cálculo do indicador, considera-se treinado o empregado que recebeu treinamento nos últimos 2 anos. A quantidade de horas de treinamento por empregado é um indicador que pode ser usado de forma complementar.

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.21** – Percentual de treinamentos que utilizam testes de competência

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de treinamentos realizados que utilizam testes de competência
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção de treinamentos realizados que utilizam testes de competência ao final do evento para avaliação dos participantes
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de treinamentos com testes de competência e o Número total de treinamentos realizados no período, vezes cem.
	$PTTC = \left(\frac{TTC}{TT}\right) \times 100$
<b>Forma de cálculo:</b>	PTTC: Proporção treinamentos com testes de competência TTC: Número de treinamentos com testes de competência TT: Número total de treinamentos realizados
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	–

Fonte: elaboração própria.



**Quadro 5.22** – Nota de avaliação média dos empregados treinados

<b>Título do Indicador:</b>	Nota de avaliação média dos empregados treinados
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a Nota de avaliação média dos empregados treinados em um determinado período
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre a soma das notas de avaliações de empregados nos treinamentos e o Número total de empregados treinados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$MNA = \left( \frac{\sum NA}{TET} \right) \times 100$ <p>MNA: Média da Nota da avaliação dos empregados            NA: Nota da avaliação dos empregados            TET: Número total de empregados treinados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	Este indicador pode ser categorizado por tipo de evento de treinamento
<b>Observações:</b>	Este indicador pressupõe a realização de testes de competência para avaliação dos participantes de treinamentos

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.23** – Percentual de treinamentos que foram atualizados

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de treinamentos que foram atualizados no último ano
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção de treinamentos que tiveram seu conteúdo atualizado no último ano com objetivo de melhoria de qualidade e efetividade, em relação à quantidade total de treinamentos que são realizados regularmente pela organização
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de treinamentos atualizados e o Número total de treinamentos realizados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PTAT = \left( \frac{TAT}{TT} \right) \times 100$ <p>PTAT: Proporção treinamentos atualizados            TAT: Número de treinamentos atualizados            TT: Número total de treinamentos realizados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente

**Quadro 5.23** – Percentual de treinamentos que foram atualizados

(conclusão)

<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	–

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.24** – Percentual de lacunas de competência tratadas

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de lacunas de competência tratadas
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção de lacunas de competência tratadas no último ano em relação ao total de lacunas de competência identificadas e não tratadas (estoque)
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de lacunas de competência tratadas e o Número total de lacunas de competência identificadas e não tratadas (estoque), vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PLCT = \left( \frac{LCT}{LC} \right) \times 100$ <p>PLCT: Proporção de lacunas de competência tratadas  LCT: Número de lacunas de competência tratadas  LC: Número de lacunas de competência identificadas</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	Este indicador pressupõe a existência de um processo para identificação de lacunas de competência na organização

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.25** – Percentual de treinamentos realizados em relação ao planejado

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de treinamentos realizados em relação ao número de treinamentos planejados
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção dos treinamentos efetivamente realizados em relação aos treinamentos planejados
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de treinamentos realizados e o Número total de treinamentos planejados, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$PTR = \left( \frac{TR}{TP} \right) \times 100$ <p>PTR: Proporção de treinamentos realizados  TR: Número de treinamentos realizados  TP: Número de treinamentos planejados</p>
<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	_

Fonte: elaboração própria.

**Quadro 5.26** – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento"

(continua)

<b>Título do Indicador:</b>	Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento"
<b>Elemento Associado:</b>	FCIN5 - Conhecimento ou habilidade insuficiente
<b>Objetivo:</b>	Medir a proporção de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre fatores contribuintes da ocorrência a "Formação, Capacitação e Treinamento"
<b>Definição Literal:</b>	Uma razão entre o Número de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento" e o Número total de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas, vezes cem.
<b>Forma de cálculo:</b>	$POCT = \left( \frac{OCT}{TOI} \right) \times 100$ <p>POCT: Proporção ocorrências com contribuição do Treinamento  OCT: Número de ocorrências com contribuição do Treinamento  TOI: Número total de ocorrências investigadas</p>

**Quadro 5.26** – Percentual de ocorrências aeronáuticas no pátio investigadas que incluem entre os fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento"

(conclusão)

<b>Periodicidade da apuração:</b>	Anualmente
<b>Instrumento de Coleta:</b>	Relatórios finais de investigação do CENIPA. Registros de dados de Empresa aérea, Operador do aeroporto ou Prestador independente.
<b>Responsável:</b>	Empresa aérea; Prestador independente; Operador do aeroporto
<b>Subcategorias do indicador:</b>	–
<b>Observações:</b>	<p>O fator contribuinte “Formação, Capacitação e Treinamento” é definido pelo CENIPA como " Processo educacional através do qual os recursos humanos de uma organização desenvolvem eficiência no seu trabalho, presente e futuro, aprimorando hábitos de pensamento, ação, habilidades, conhecimentos e atitudes que possibilitem desempenhar suas atividades naquele contexto operacional"</p> <p>O CENIPA investiga número limitado de ocorrências (acidentes, incidentes graves e incidentes). O cálculo do indicador para outros tipos de ocorrências requer a existência de um programa de investigação nas organizações.</p>

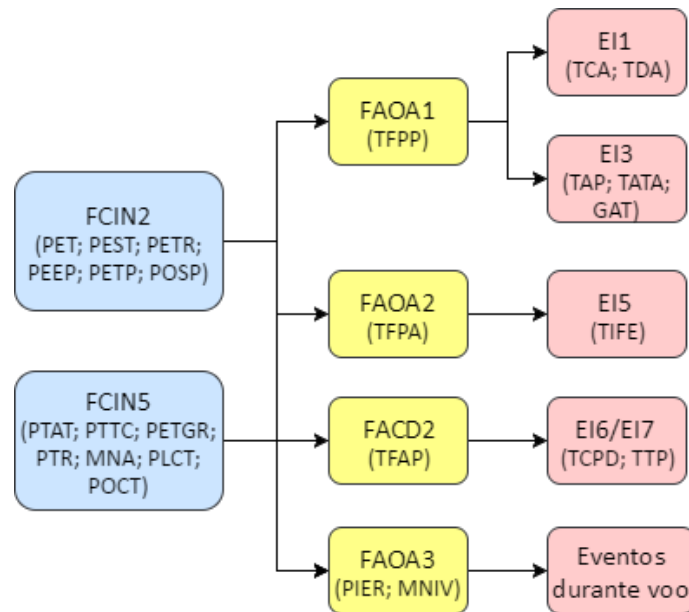
Fonte: elaboração própria.

## 5.2 ANÁLISE DOS INDICADORES PROPOSTOS

Esta seção realiza uma análise dos indicadores propostos. Três características dos indicadores serão exploradas: a relação entre os indicadores e seus elementos de risco; a classificação dos indicadores com base nas classes identificadas na seção 2.3.1; e a qualidade dos indicadores com base em critérios identificados na seção 2.3.2 da revisão bibliográfica.

Inicialmente, a respeito da relação entre os indicadores e seus elementos de risco, a Figura 5.3 apresenta, entre parênteses, os indicadores propostos para cada elemento do risco priorizado no Capítulo 4. A figura ainda apresenta a relação entre os elementos do risco priorizados, com base nos diagramas *Bow tie* elaborados no Capítulo 3.

Os dois fatores contribuintes são associados a todas as quatro falhas. As falhas, por sua vez, possuem uma relação mais específica com determinados eventos indesejados. A Falha em procedimento para *pushback* (FAOA1) é associada a dois eventos: Colisão no pátio envolvendo aeronave (EI1) e Atropelamento de pessoa (EI3).



**Figura 5.3** – Associação entre indicadores e seus elementos do risco.

Fonte: elaboração própria.

A Falha em procedimentos para abastecimento de aeronaves (FAOA2) é associada ao evento Fogo no pátio (EI5). A Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga (FACD2) é associada aos eventos Aeronave desbalanceada (EI6) e Aeronave carregada com excesso de peso (EI7). Por fim a Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida (FAOA3) é associada a uma série de eventos durante a fase de voo, que não foram objeto de estudo neste trabalho.

Deve-se notar que, em geral, cada falha é causada por um conjunto de diferentes fatores contribuintes (BOEING, 2013b). Para cada evento indesejado há também um determinado número de diferentes falhas associadas. No entanto, devido à maior importância atribuída aos eventos indesejados, a lista dos indicadores prioritizados contém uma menor quantidade de fatores contribuintes.

Com relação à classificação de indicadores de segurança operacional, a revisão da literatura mostrou haver grande diversidade na forma de categorização (Figura 2.11). As classes mais comumente utilizadas são de indicadores proativos e indicadores reativos. Alguns autores subdividem esses dois tipos de indicadores em outras subclasses. Para fins deste trabalho, a classificação utilizada por Zwetsloot (2009) se mostrou mais informativa.

Zwetsloot (2009) associa a classificação dos indicadores a elementos do processo de gestão da segurança, em: entrada (*input*), transformação (*throughput*), saída (*output*) e resultado (*outcome*). Os indicadores de resultado equivalem aos indicadores reativos. Os indicadores proativos são então divididos em indicadores de entrada, transformação e saída. O Quadro 5.27 apresenta a classificação dos indicadores propostos segundo o sistema de classificação apresentado em Zwetsloot (2009). O mesmo Quadro 5.27 é utilizado para apresentar as referências de onde os indicadores propostos foram extraídos ou adaptados.

**Quadro 5.27** – Classificação dos indicadores propostos.

(continua)

<b>Elemento do risco</b>	<b>Identificação do indicador</b>	<b>Classe do indicador</b>	<b>Fonte</b>
EI1	TCA Taxa de colisões no pátio envolvendo aeronaves	Resultado	EC (2015)
	TDA Taxa de danos a aeronave decorrente dos serviços de pátio	Resultado	IATA (2015a)
EI3	TAP Taxa de atropelamento de pedestres no pátio	Resultado	IATA (2008)
	TATA Taxa de acidentes de trabalho com lesão com afastamento	Resultado	ABNT (2001); ACI (2012)
	GAT Tempo de afastamento de trabalhadores por acidentes de trabalho	Resultado	ABNT (2001); ACI (2012)
EI5	TIFE Taxa de ocorrência de incêndios, fumaça ou explosões no pátio	Resultado	EC (2015)
EI6/EI7	TCPD Taxa de ocorrências em que a aeronave é carregada com excesso de peso ou desbalanceamento	Resultado	ANAC (2014); EC (2015)
EI6	TTP Taxa de ocorrências de <i>Tail Tipping</i>	Resultado	Gol Linhas Aéreas Inteligentes (2015)
FACD2	TFAP Taxa de falhas relativas à arrumação ou proteção da bagagem	Saída/Entrada	EC (2015)
FAOA1	TFPP Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o <i>pushback</i>	Saída/Entrada	IATA (2008)
FAOA2	TFPA Taxa de falhas relativas a procedimentos durante o abastecimento de combustível	Saída/Entrada	IATA (2008)
FAOA3	PIER Proporção de inspeções externas da aeronave realizadas por decolagem	Transformação	Gol Linhas Aéreas Inteligentes (2015)
	MNIV Número médio de itens verificados em inspeções externas da aeronave a cada inspeção realizada	Transformação	Gol Linhas Aéreas Inteligentes (2015)

**Quadro 5.27** – Classificação dos indicadores propostos.

(conclusão)

<b>Elemento do risco</b>	<b>Identificação do indicador</b>	<b>Classe do indicador</b>	<b>Fonte</b>
FCIN2	PETR Percentual de exames toxicológicos realizados em relação ao planejado	Transformação	Passaredo Linhas Aéreas (2015)
	PET Percentual de empregados treinados sobre o uso indevido de substâncias psicoativas	Transformação	ANAC (2012b)
	PEST Percentual de empregados treinados para reconhecer sinais de uso de substâncias psicoativas	Transformação	ANAC (2012b)
	PEET Percentual de empregados submetidos a exames toxicológicos aleatórios no período	Transformação	ANAC (2012b)
	PETP Percentual de exames toxicológicos aleatórios realizados com resultado positivo	Saída/Entrada	ANAC (2012b)
	POSP Percentual de ocorrências investigadas que incluem entre os fatores contribuintes o "Álcool" ou "Uso ilícito de drogas"	Resultado	COMAER (2012)
FCIN5	PETGR Percentual de empregados treinados em gestão do risco ou segurança	Transformação	IATA (2015b); Podgórski (2015)
	PTTC Percentual de treinamentos realizados que utilizam testes de competência	Transformação	SMSPRO (2016)
	MNA Nota de avaliação média dos empregados treinados	Saída/Entrada	Step Change in Safety (2012)
	PTAT Percentual de treinamentos que foram atualizados no último ano	Transformação	Podgórski (2015); SMSPRO (2016)
	PLCT Percentual de lacunas de competência tratadas	Transformação	Step Change in Safety (2012)
	PTR Percentual de treinamentos realizados em relação ao número de treinamentos planejados	Transformação	OECD (2008); Step Change in Safety (2012)
	POCT Percentual de ocorrências investigadas que incluem entre os fatores contribuintes a "Formação, Capacitação e Treinamento"	Resultado	COMAER (2012); OECD (2008)

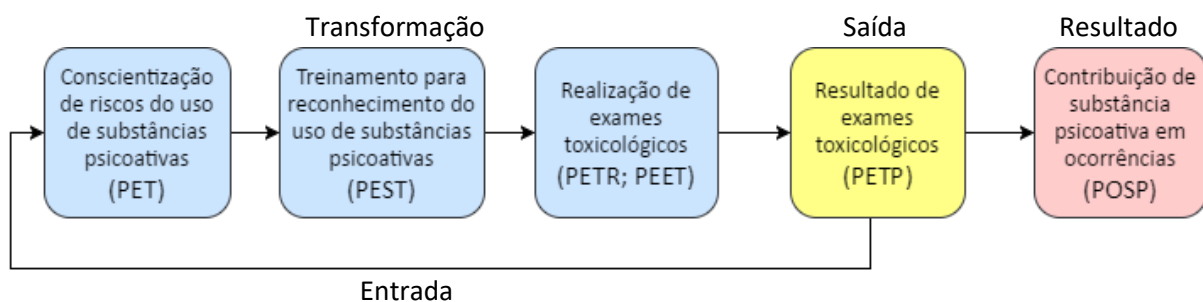
Fonte: elaboração própria.

Todos os indicadores para eventos indesejados foram classificados como indicadores de resultado. A maioria desses indicadores são tipicamente reativos, associados a acidentes ou incidentes graves. A exceção ocorre no caso do indicador relativo ao carregamento com excesso de peso ou que comprometa o balanceamento da aeronave (TCPD). Essas ocorrências poderiam não resultar em acidentes se identificados antes de resultarem em danos ou lesões. Assim, poder-se-ia classificar esse indicador como um indicador de saída. No entanto, no contexto

deste trabalho, os diagramas de análise do risco consideram que o desbalanceamento e o carregamento da aeronave com excesso de peso são resultados de falhas na arrumação ou contenção da carga ou bagagens. Por esse motivo, considerou-se mais coerente classificar esse indicador como um indicador de resultado.

Os indicadores para falhas foram em geral classificados como indicadores de saída, com exceção dos indicadores relativos às falhas na inspeção externa da aeronave (PIER e MNIV). Como já mencionado, a inspeção externa da aeronave é uma atividade de controle de prevenção. Por esse motivo, os dois indicadores de falhas nesses processos foram classificados como indicadores de transformação, que são os indicadores associados às medidas para aprimoramento do controle da segurança.

Nos indicadores relativos a fatores contribuintes predominam indicadores de transformação, mas há também indicadores de saída e de resultado. Nesses casos foi possível perceber de forma mais clara a associação entre o processo de gestão do risco e os indicadores propostos. A Figura 5.4 mostra o processo de gestão do risco para o fator contribuinte Uso de substâncias psicoativas.



**Figura 5.4** – Processo de gestão do risco e indicadores relativos a uso de substâncias psicoativas.

Fonte: elaboração própria.

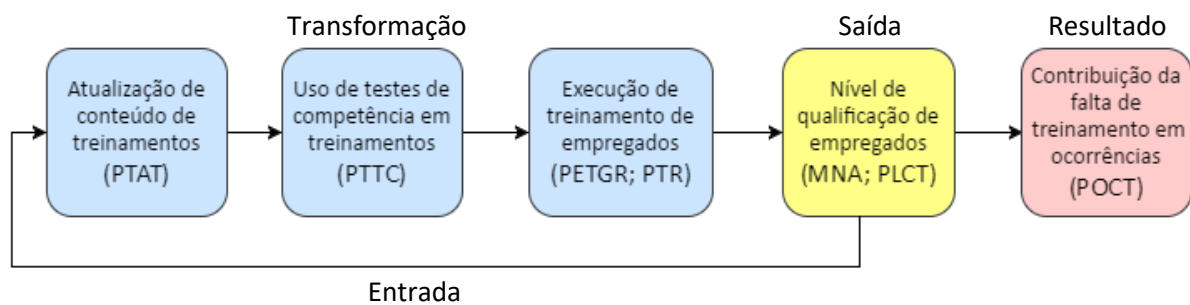
Três atividades para aprimoramento do controle da segurança são identificadas, cada uma com um ou mais indicadores associados: (1) conscientização do risco do uso de substâncias psicoativas; (2) treinamento para reconhecimento do uso de substâncias psicoativas; e (3) realização de exames toxicológicos. O resultado desses exames pode ser considerado como indicador de saída, uma vez que medem as consequências das atividades de transformação. Esse indicador de saída pode também atuar como indicador de entrada em um próximo ciclo, uma



vez que pode representar a existência de um perigo. Os indicadores de entradas são os perigos ou recursos financeiros e humanos, informações e conhecimento (ZWETSLOOT, 2009).

Finalmente, o indicador de resultado, que representa o impacto real na segurança, seria representada pela medida da efetiva contribuição do uso de substâncias psicoativas em ocorrências aeronáuticas.

De forma similar, a Figura 5.5 mostra o processo de gestão do risco para o fator contribuinte Conhecimento ou habilidade insuficiente.



**Figura 5.5** – Processo de gestão do risco e indicadores relativos a deficiência de conhecimento ou habilidade.

Fonte: elaboração própria.

As atividades para aprimoramento do controle da segurança (indicadores de transformação) incluem: (1) atualização de conteúdo de treinamentos; (2) implantação de testes de competência nos treinamentos; e (3) a execução dos treinamentos. Dois indicadores destinados a medir o nível de qualificação dos empregados (notas dos testes e grau de tratamento de lacunas de competência) representam os indicadores de saída. O indicador de resultado é representado pela medida da efetiva contribuição do uso da falta de conhecimento em ocorrências aeronáuticas.

No conjunto dos 26 indicadores, observa-se que há dez reativos (indicadores de resultado) e dezesseis proativos (sendo 11 indicadores de transformação e 5 indicadores de saída). Apesar de a quantidade de indicadores reativos e proativos se apresentar balanceada, como recomenda Podgórski (2015), observa-se que a maior parte dos indicadores proativos se relacionam a apenas dois elementos (FCIN2 e FCIN5). Essa característica do conjunto de indicadores é resultado da maior importância atribuída pelos respondentes aos elementos classificados como eventos indesejados.

Outro aspecto que pode ser explorado com apoio das Figuras 5.3 a 5.5 é a relação causal entre os indicadores proativos e reativos. Conforme ressaltado por Mearns (2009), os indicadores proativos devem ter uma relação válida e confiável com indicadores reativos. Neste trabalho, a relação é respaldada pela Análise *Bow tie* apresentada no Capítulo 3. No entanto, é preciso reconhecer que para cada evento indesejado priorizado há uma série de falhas e fatores contribuintes que não fazem parte do agrupamento prioritário e para os quais não foram propostos indicadores. Isso pode resultar em uma visão incompleta de elementos que influenciam os eventos indesejados.

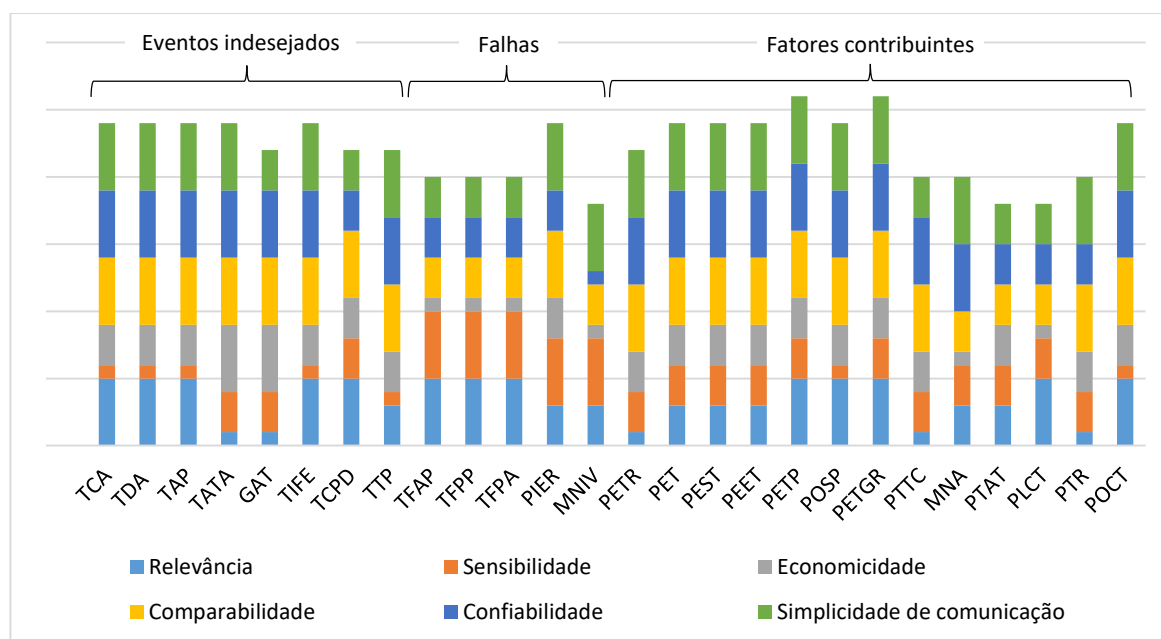
O terceiro aspecto a ser analisado refere-se ao atendimento pelos indicadores propostos a determinados requisitos de qualidade. Durante a revisão da literatura foram identificados requisitos desejáveis para indicadores de segurança operacional (Quadro 2.11). Considerando-se a similaridade entre alguns desses requisitos, seis foram selecionados para apoiar a avaliação dos indicadores propostos. O Quadro 5.28 apresenta os seis requisitos selecionados, sua descrição e as perguntas de apoio utilizadas para avaliação.

**Quadro 5.28** – Requisitos para análise da qualidade dos indicadores.

<b>Requisito</b>	<b>Descrição</b>	<b>Pergunta</b>
<b>Relevância</b>	Capacidade de representar o que se quer avaliar e de orientar ações futuras. O indicador possui adequada correlação com aquilo que é objeto de avaliação.	O indicador representa o que se deseja medir? É útil aos tomadores de decisão?
<b>Sensibilidade</b>	Capacidade de responder de modo estatisticamente significativo a mudanças ocorridas naquilo que é objeto de medição em um período de tempo razoável.	Variações no objeto de medição se refletem no resultado do indicador de forma tempestiva?
<b>Economicidade</b>	Apresenta custo de obtenção e utilização compatível com os benefícios. Dados estão disponíveis ou são facilmente coletados.	Quanto custa obter o indicador? É possível e fácil coletar os dados necessários para calcular o indicador?
<b>Comparabilidade</b>	O indicador possibilita medições precisas. O objeto da medição está presente em diferentes organizações ou na mesma organização ao longo do tempo.	Uma série de medições do indicador permite comparações coerentes?
<b>Confiabilidade</b>	Capacidade do indicador que possibilita confirmação do seu valor e limita a possibilidade de manipulação.	Os métodos de coleta e processamento do indicador são confiáveis?
<b>Simplicidade de comunicação</b>	Facilidade de entendimento do significado do indicador para os que possuem responsabilidade de utilizar a informação.	O público que utilizará o indicador o entenderá com facilidade?

Fonte: elaboração própria.

Idealmente, a avaliação deveria ser realizada no contexto de cada organização que irá utilizar os indicadores. É possível, por exemplo, que o requisito de economicidade, relacionado ao custo de obtenção do indicador, seja considerado adequado para uma organização e inadequado para outra. Apesar disso, entende-se que uma avaliação inicial pode ser realizada neste trabalho. Assim, para cada indicador procurou-se responder as perguntas do Quadro 5.28 e avaliar o grau de atendimento dos indicadores aos requisitos, em três níveis: alto, médio ou baixo. A avaliação de cada indicador é apresentada na Figura 5.6.



**Figura 5.6** – Avaliação dos indicadores propostos.

Fonte: elaboração própria.

É possível perceber algumas características comuns na avaliação dos indicadores. Os indicadores de resultado, baseados na contagem de ocorrências aeronáuticas (TCA, TDA, TAP, TIFE e TTP) possuem alta relevância, mas baixa sensibilidade. Esses eventos são indicativos incontestáveis da segurança, mas costumam ocorrer em baixas frequências, o que limita a identificação de tendências em um prazo razoável. Esses indicadores também possuem boas avaliações no que se refere à comparabilidade, confiabilidade e simplicidade de comunicação, uma vez que são mais comumente utilizados. A economicidade é avaliada como Média pelo fato de grande parte dessas ocorrências já serem registradas.

O indicador relativo a ocorrências de carregamento com excesso de peso ou desbalanceamento (TCPD) apresenta avaliação similar às anteriores, com a diferença de que a sensibilidade foi considerada Média, por ser um evento mais frequente. Por outro lado, Confiabilidade e Simplicidade de comunicação têm uma avaliação inferior à dos indicadores anteriores, uma vez que os eventos com carregamento são mais difíceis de caracterizar.

Os dois indicadores que utilizam dados de acidentes de trabalho (TATA e GAT) para medir eventos de atropelamentos tiveram uma baixa avaliação no critério Relevância, mas foram bem avaliados nos critérios Economicidade, Comparabilidade, Confiabilidade e Simplicidade de comunicação, uma vez que são indicadores já amplamente estabelecidos.

Os indicadores que medem a ocorrência de falhas (TFAP, TFPP e TFPA) tiveram boa avaliação tanto no critério de Relevância quanto no de Sensibilidade. No entanto, a Economicidade foi avaliada como Baixa e a Comparabilidade, Confiabilidade e Simplicidade de comunicação como Média. A maioria das organizações ainda não possui um sistema para coleta de informações sobre falhas nos processos que não resultem em eventos indesejados.

Nos indicadores para os fatores contribuintes, observou-se também que os indicadores mais reativos (PETP, POSP, PLCT e POCT) tiveram melhores avaliações no critério Relevância. A avaliação dos demais critérios para o fator contribuinte relativo ao uso de substâncias psicoativas foi similar para todos os indicadores.

Finalmente, nos indicadores para o fator contribuinte relativo à ausência de conhecimento ou habilidade, observou-se ainda que os indicadores que dependem da existência de processo de gestão específicos para tratamento de lacunas de competências ou aplicação de testes de competência tiveram avaliações baixas no critério Economicidade e avaliações medianas nos critérios de Comparabilidade, Confiabilidade e Simplicidade de comunicação.

### **5.3 TÓPICOS CONCLUSIVOS**

O presente capítulo teve o intuito de apresentar e analisar os indicadores propostos. Merecem destaque os seguintes tópicos conclusivos:

- Um total de 26 indicadores foram propostos para monitoramento dos onze elementos integrantes do agrupamento prioritário. Os indicadores foram propostos a partir de um

levantamento realizado em pesquisa bibliográfica na literatura científica, em documentos de orientação elaborados pela indústria e em manuais operacionais de empresas aéreas e de operadores de aeroportos brasileiros.

- Para cada indicador, a descrição realizada inclui: (1) Título do indicador; (2) Indicação do Elemento Associado; (3) Objetivo; (4) Definição; (5) Forma de cálculo; (6) Periodicidade de apuração; (7) Instrumento de coleta; (8) Responsáveis pelo indicador; e (9) Subcategorias do indicador.
- Os indicadores foram classificados utilizando-se um sistema de classificação baseado no processo de gestão da segurança. As seguintes classes são consideradas: indicadores de entrada (*input*), indicadores de transformação (*throughput*), indicadores de saída (*output*) e indicadores de resultado (*outcome*).
- A qualidade dos indicadores propostos foi avaliada pelo autor com base nos critérios: (1) Relevância; (2) Sensibilidade; (3) Economicidade; (4) Comparabilidade; (5) Confiabilidade; e (6) Simplicidade de comunicação.

## **6. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES**

O objetivo deste capítulo é apresentar as principais conclusões deste trabalho. Inicialmente, a seção 6.1 destaca as limitações do estudo, verificadas em função de dificuldades encontradas e de escolhas que tiveram que ser feitas durante a sua realização. Em seguida, a seção 6.2 apresenta os principais resultados obtidos na pesquisa. E, finalizando o capítulo, a seção 6.3 expõe algumas recomendações para futuras investigações relacionadas ao tema em questão.

### **6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO**

A primeira dificuldade encontrada ocorreu durante a etapa de entrevistas. Apesar de a intenção inicial ser realizar entrevistas com representantes dos quatro principais agentes envolvidos nos serviços de pátio (Figura 3.3), não foram realizadas entrevistas com agentes que atuam em operadores de aeroportos. O tempo requerido para entrevistas inibiu maior participação dos entrevistados. Apesar disso, considera-se que o resultado obtido é coerente. Observou-se aderência da opinião dos entrevistados com os elementos identificados na revisão da literatura. Adicionalmente, a opinião de reguladores de operações de aeroportos supre em parte essa limitação.

Uma segunda limitação decorreu da constatação de que os resultados do questionário eletrônico não seguem uma distribuição normal. Os testes paramétricos exigem o atendimento de determinados pressupostos de distribuição normal da população, bem como a distribuição da variância segundo determinado padrão. Verificou-se que esses pressupostos não eram atendidos, o que limitou a investigação ao uso de testes não paramétricos, usualmente considerados menos poderosos.

Finalmente, outro aspecto que convém ser comentado diz respeito à abordagem utilizada neste trabalho frente a teorias recentes sobre a segurança operacional. Trabalhos recentes argumentam sobre a emergência de um novo entendimento sobre a segurança operacional, que caracterizaria uma nova geração de modelos teóricos de segurança (HERRERA, 2012; HOLLNAGEL; HOUNSGAARD; COLLIGAN, 2014; LUNDBERG; JOHANSSON, 2015). De acordo com os autores, no entendimento tradicional, a segurança é definida como a condição em que o número de resultados adversos é o menor possível. Essa definição leva o foco para aquilo que dá errado. Conforme apontado por Hollnagel (2014, p. 22) “há algo a ser medido

quando a segurança está ausente, mas paradoxalmente nada a medir quando a segurança está presente”.

No entendimento dos novos modelos, por outro lado, há uma mudança de foco do estudo do porquê as coisas dão errado para por que as coisas dão certo. Temas de interesse abrangem a forma como as pessoas são capazes de se adaptar como resposta às mudanças nas condições no trabalho e como aprendem a identificar e superar falhas de planejamento e processos, reconhecer as demandas reais e ajustar sua performance (HOLLNAGEL, 2014).

Tendo em vista que a metodologia deste trabalho baseou-se na opinião de especialistas e da prática da indústria, onde ainda predomina o entendimento tradicional da segurança, a abordagem deste trabalho seguiu os modelos tradicionais de segurança.

## **6.2 PRINCIPAIS RESULTADOS**

Esta seção apresenta as principais conclusões obtidas a partir do estudo que foi realizado, muito embora a análise e a discussão de cada etapa de seu desenvolvimento já tenham sido apresentadas, de forma parcial, anteriormente.

Durante a revisão da literatura, observou-se que a quantidade de publicações dedicadas especificamente ao tema da segurança operacional nos serviços de pátio é bastante reduzida. Apesar de haver um reconhecimento de que as operações em solo passaram a receber mais atenção recentemente (OSTER; STRONG; ZORN, 2013), essa atenção é majoritariamente dedicada à área de manobras.

Ainda assim, foi possível identificar os principais problemas mencionados nos trabalhos existentes sobre o tema. Curiosamente, um problema comumente mencionado diz respeito à insuficiência ou falta de padronização nos dados sobre as ocorrências envolvendo os serviços de pátio, que impossibilitam uma investigação mais precisa sobre suas causas.

No estudo sobre o uso de indicadores de segurança operacional ficou claro que, em complementação aos indicadores reativos, é imprescindível a utilização de indicadores proativos, capazes de direcionar a atuação dos gestores de forma tempestiva. Alguns autores (HERRERA, 2012; LOFQUIST, 2010) recomendam ainda o uso de indicadores de curto prazo,

relacionados ao monitoramento das operações no momento presente. Uma lista de requisitos desejáveis para a obtenção de indicadores de segurança com qualidade foi elaborada para orientar a proposição de indicadores.

Neste trabalho, procurou-se obter um conjunto balanceado de indicadores proativos e reativos. No entanto, devido à maior importância atribuída a eventos indesejados pelos respondentes da pesquisa, o grupo priorizado para a proposição de indicadores foi composto por uma proporção elevada de eventos indesejados. Esses elementos resultam tipicamente em indicadores reativos. Essa distorção foi parcialmente compensada pela proposição de um maior número de indicadores proativos associados às falhas e fatores contribuintes. Ainda assim, deve-se ressaltar que o conjunto de fatores contribuintes e falhas monitorados podem não ser suficientes para direcionar adequadamente as ações dos gestores na prevenção de eventos indesejados priorizados.

No Capítulo 3, inicialmente foi realizada uma caracterização dos serviços de pátio. Obteve-se uma lista dos processos e subprocessos típicos em uma assistência durante a escala da aeronave em um aeroporto, incluindo-se os equipamentos utilizados e os agentes responsáveis.

Em seguida, entrevistas semiestruturadas com especialistas foram utilizadas para identificação das fontes de risco, eventos indesejáveis, suas causas e consequências e outros fatores que afetam o risco. De modo geral, observou-se aderência entre a opinião dos entrevistados e os dados levantados na revisão da literatura. Observou-se também grande convergência de opinião entre os entrevistados, exceto em relação a riscos relacionados ao subprocessos de carregamento da aeronave, os quais foram mencionados apenas por representantes de empresas aéreas e reguladores de empresas aéreas.

A relação entre os elementos levantados durante a etapa de identificação de riscos foi investigada com uso da análise *Bow tie*. Nove diagramas foram elaborados, que exploram as relações entre 155 diferentes elementos considerados. Estes 155 elementos, posteriormente foram compilados em 62 elementos e submetidos à avaliação de profissionais da aviação civil por meio de questionário eletrônico.

A avaliação da importância de cada elemento para o monitoramento da segurança operacional nos serviços de rampa possibilitou a obtenção de uma lista ordenada para priorização dos



elementos. De modo geral, a média das avaliações foi elevada, considerando-se a escala de importância adotada, indicando que nenhum dos itens é irrelevante. A análise de agrupamentos (*cluster analysis*) foi utilizada e os elementos foram divididos em quatro grupos de importância.

Uma análise dos dados possibilitou ainda identificar que maior importância é atribuída aos eventos indesejados, conforme já mencionado, denotando que os indicadores reativos são mais relevantes para monitoramento da segurança operacional. Constatou-se ainda diferença significativa na opinião dos representantes do órgão regulador e dos demais representantes da indústria em relação a determinados elementos.

Essa preferência pelos elementos reativos pode ser associada à sua maior representatividade, como reconhecem Hopkins (2009a) e Ale (2009), mas também pelo fato de que os indicadores reativos normalmente estão entre os primeiros a serem utilizados em um sistema de indicadores (MATYÁŠ *et al.*, 2015). Contudo, o valor de indicadores proativos não deve ser negligenciado, por sua capacidade de possibilitar ações antes da ocorrência de danos e pelo fato de que o indicador reativo nem sempre possibilita a identificação daquilo que necessita ser modificado para prevenção de novos danos (ALE, 2009; ERIKSON, 2009).

Em seguida, o capítulo 5 apresenta os 26 indicadores propostos para os onze elementos que fazem parte do agrupamento de maior prioridade. A partir de uma análise dos indicadores, observou-se que a estrutura mais adequada para os indicadores relacionados a eventos indesejados e a falhas é a contagem das ocorrências ponderada pelo volume de operações. Adotou-se o número de decolagens como medida de volume de operações. Já os indicadores relacionados a fatores contribuintes apresentam uma estrutura mais diversificada, em geral associada ao processo de gestão do risco.

Finalmente, a avaliação em relação aos requisitos desejáveis para indicadores mostrou que os indicadores mais reativos têm em geral boa Relevância, Comparabilidade, Confiabilidade e Simplicidade de Comunicação. No entanto, possuem baixa avaliação no requisito de Sensibilidade. Os indicadores relacionados a falhas tiveram boa avaliação no que se refere à Sensibilidade e Relevância, no entanto, apresentaram baixa avaliação no requisito Economicidade. Os indicadores mais proativos relacionados a fatores contribuintes não apresentam um padrão claro nas avaliações, mas há uma tendência de avaliações mais baixas nos critérios de Confiabilidade e Comparabilidade, tendo em vista que muitos desses

indicadores são baseados em processos internos da organização, mais sujeitos a variabilidade nos procedimentos e até manipulações.

### **6.3 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS**

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foram identificadas oportunidades de estudo relacionadas ao tema em questão, as quais são destacadas a seguir:

- Realização de pesquisa para validação dos indicadores propostos junto aos agentes envolvidos com os serviços de pátio.
- Realização de estudo destinado a coletar dados necessários para o cálculo dos indicadores e o posterior estabelecimento de metas.
- Acompanhamento das medidas de indicadores proativos e reativos, com o objetivo de avaliar a existência de correlações e a efetividade dos indicadores proativos.
- Realização de estudo para ponderação dos indicadores, a fim de obter um indicador global ou sintético. A integração entre indicadores de segurança de pátio e em outras fases da operação de aeroportos ou da aeronave deveria ser considerada nesse estudo.
- Proposição de novo conjunto de indicadores a partir das falhas e fatores contribuintes associados aos eventos indesejados mais representativos, de acordo com as relações identificadas na análise *Bow tie*. Proposição de indicadores de segurança operacional para os serviços de pátio com base em abordagens mais recentes da segurança operacional, tais como a engenharia de resiliência e outras abordagens influenciadas pela teoria de sistemas complexos.
- Proposição de uma taxonomia para o reporte padronizado de ocorrências a ser adotada por todos os agentes envolvidos e que considere as especificidades dos serviços de pátio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABESATA. **Panorama dos serviços auxiliares de transporte aéreo no Brasil**. São Paulo: Associação Brasileira de Empresas de Serviços Auxiliares de Transporte Aéreo, 2016.
- ABNT. **NBR 14280:2000. Cadastro de acidente do trabalho - Procedimento e classificação**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2001.
- ABNT. **NBR ISO 31000:2009. Gestão de riscos - Princípios e diretrizes**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2009.
- ABNT. **NBR ISO/IEC 31010:2012. Gestão de riscos - Técnicas para o processo de avaliação de riscos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2012.
- ACI. **ACI Survey on Apron Incidents/Accidents**. Switzerland: Airports Council International World Headquarters, 2009.
- ACI. **Guide to Airport Performance Measures**. Montreal - Quebec, Canada: Airports Council International, 2012.
- AGCS. **Global Aviation Safety Study. A review of 60 years of improvement in aviation safety**. Munich: Allianz Global Corporate & Specialty in association with Embry-Riddle Aeronautical University, 2014.
- AIRBUS. **A320 Airport Characteristics Airport and Maintenance Planning**. May 01/16 ed. Blagnac, France: Airbus S.A.S., 2016.
- ALE, B. More thinking about process safety indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 470–471, abr. 2009.
- ALE, B. J. M. et al. Analysis of the crash of TK 1951 using CATS. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 95, n. 5, p. 469–477, 2010.
- AMALBERTI, R. The paradoxes of almost totally safe transportation systems. **Safety Science**, v. 37, n. 2–3, p. 109–126, 2001.
- ANAC. **Resolução nº 116. Dispõe sobre os serviços auxiliares ao transporte aéreo**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2009.
- ANAC. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 153 Emenda 01. Aeródromos - Operação, Manutenção e Resposta à Emergência**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2012a.
- ANAC. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 120 Emenda 02. Programa de Prevenção do Risco Associado ao Uso Indevido de Substâncias Psicoativas na Aviação Civil**. Brasília: Agência Nacional de Aviação Civil, 2012b.
- ANAC. **Manual de coleta de dados para projeto piloto de indicadores de desempenho da segurança operacional**. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/sgso\\_aerodromos/pdf/guia\\_coleta\\_IDS0\\_03\\_jul\\_2014\\_\(V.2.0\).pdf](http://www2.anac.gov.br/sgso_aerodromos/pdf/guia_coleta_IDS0_03_jul_2014_(V.2.0).pdf)>. Acesso em: 12 maio. 2016.
- ANAC. **Histórico de Hotran**. Disponível em: <[http://www2.anac.gov.br/hotran/hotran\\_data.asp](http://www2.anac.gov.br/hotran/hotran_data.asp)>. Acesso em: 29 out. 2016.
- BALK, A. D. **Safety of ground handling**. Amsterdam: NLR Air Transport Safety Institute, 2008.
- BALK, A. D.; BOSSENBROEK, J. W. **Aircraft ground handling and human factors. A comparative study of the perceptions by ramp staff and management**. Amsterdam: NLR

Air Transport Safety Institute, 2010.

BALK, A. D.; STROEVE, S. H.; BOSSENBROEK, J. W. **Just culture and human factors training in ground service providers**. Amsterdam: NLR Air Transport Safety Institute, 2011.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 9. ed. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2014.

BOEING. **Boeing 737 - Airplane Characteristics for Airport Planning**. Seattle, U.S.A.: Boeing Commercial Airplanes, 2013a.

BOEING. **Ramp Error Decision Aid (REDA) User's Guide**. [s.l.] Boeing Commercial Aviation Services, 2013b.

BOEING. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents. Worldwide Operations 1959-2014**. Seattle: Boeing Commercial Airplanes, 2015.

BOEING. **Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations 1959–2015**. Seattle: Boeing Commercial Airplanes, 2016.

BOUARFA, S.; BLOM, H. A. P.; CURRAN, R. Airport Performance Modeling Using an Agent-Based Approach. **Proceedings of Air Transport and Operations**, p. 427–442, 2012.

BRASIL. **Decreto nº 7.168, de 5 de maio de 2010. Dispõe sobre o Programa Nacional de Segurança da Aviação Civil Contra Atos de Interferência Ilícita (PNAVSEC)**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7168.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7168.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2016.

BROOKER, P. Experts, Bayesian Belief Networks, rare events and aviation risk estimates. **Safety Science**, v. 49, n. 8–9, p. 1142–1155, 2011.

CAHILL, J. et al. The design of a collision avoidance system for use by Pilots operating on the airport ramp and in taxiway areas. **Cognition, Technology and Work**, v. 15, n. 2, p. 219–238, 2013.

CALVO, M. D. **Descubrir el handling aeroportuario**. 2ª ed. Madrid: Centro de Documentación y Publicaciones de Aena, 2011.

CAPES. **Periódicos Qualis**. Disponível em: <<https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/listaConsultaGeralPeriodicos.jsf>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

CARLUCCI, D. Evaluating and selecting key performance indicators: an ANP-based model. **Measuring Business Excellence**, v. 14, n. 2, p. 66–76, 2010.

CASACA, A. et al. The use of wireless networks for the surveillance and control of cooperative vehicles in an airport. **Telecommunication Systems**, v. 36, n. 1–3, p. 141–151, 2007.

CCPS. **Process Safety Leading and Lagging Metrics. You Don't Improve What you Don't Measure**. New York: Center for Chemical Process Safety, 2011.

CEFTRU. **Relatório das Atividades de Melhoria do CDS, Projeto MAPROEx**. Brasília: Centro de Estudos Multidisciplinares em Transportes, 2016.

CGE. **BowTieXP Visual Risk Assessment**. [s.l.] CGE Risk management Solutions, 2016.

CHAMBERLIN, R. et al. Airport Ramp Safety and Crew Issues. **Eighth International Symposium on Aviation Psychology**, 1995.

CHANG, C.-L.; WEI, C.-C.; LEE, Y.-H. Failure mode and effects analysis using fuzzy method and grey theory. **Kybernetes**, v. 28, n. 9, p. 1072–1080, dez. 1999.

- CHANG, Y.-H.; SHAO, P.-C.; CHEN, H. J. Performance evaluation of airport safety management systems in Taiwan. **Safety Science**, v. 75, p. 72–86, jun. 2015.
- CHEN, C.-F.; CHEN, S.-C. Scale development of safety management system evaluation for the airline industry. **Accident; analysis and prevention**, v. 47, p. 177–81, 2012.
- CHEN, C. C.; CHEN, J.; LIN, P. C. Identification of significant threats and errors affecting aviation safety in Taiwan using the analytical hierarchy process. **Journal of Air Transport Management**, v. 15, n. 5, p. 261–263, 2009.
- CHENG, M.; SUN, R. Construction and Validation of Safety Risk Evaluation Model for Operating Jobs in Airport. **International Conference on Information and Communication Technology for Intelligent Systems**, v. 1, p. 2039–2046, 2011.
- COMAER. **MCA 3-3/2012. Manual De Prevenção do Sipaer**. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/category/7-mca-manual-do-comando-da-aeronautica?download=31%3Amca-3-3>>. Acesso em: 16 set. 2016.
- COMAER. **NSCA 3-3/2013. Gestão da Segurança de Voo na Aviação Civil Brasileira**. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/legislacao/category/1-nasca-norma-do-sistema-do-comando-da-aeronautica-?download=5%3Anasca-3-3>>.
- COMAER. **ICA 100-37/2016. Serviços de Tráfego Aéreo**. Disponível em: <<http://publicacoes.decea.gov.br/?i=publicacao&id=4437>>. Acesso em: 15 set. 2016.
- CORTE, A.; GUTIÉRREZ, O.; GÓMEZ, J. M. High-Accuracy Localization based on the Dominant Rays of Ray-Tracing over Fingerprinting Techniques. **IEEE Antennas and Propagation Society AP-S International Symposium (Digest)**, p. 7–8, 2012.
- DE BOER, R. J.; DE JONG, S. Application of STAMP to Facilitate Interventions to Improve Platform Safety. **3rd STAMP Workshop**, 2014.
- DI GRAVIO, G. et al. Overall safety performance of Air Traffic Management system: Forecasting and monitoring. **Safety Science**, v. 72, p. 351–362, fev. 2015a.
- DI GRAVIO, G. et al. Overall safety performance of the air traffic management system: Indicators and analysis. **Journal of Air Transport Management**, v. 44–45, p. 65–69, maio 2015b.
- DÍAZ, R. I.; CABRERA, D. D. Safety climate and attitude as evaluation measures of organizational safety. **Accident Analysis and Prevention**, v. 29, n. 5, p. 643–650, 1997.
- DIEKE-MEIER, F. et al. Modeling Aircraft Pushback Trajectories for Safe Operations. **ACM International Conference Proceeding Series**, p. 76–84, 2013.
- DISTEFANO, N.; LEONARDI, S. Risk assessment procedure for civil airport. **International Journal for Traffic and Transport Engineering**, v. 4, n. 1, p. 62–75, 2014.
- DYREBORG, J. The causal relation between lead and lag indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 474–475, abr. 2009.
- EASA. **Annual Safety Review**. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/newsroom-and-events/news/easa-annual-safety-review-2016>>. Acesso em: 8 set. 2016.
- EC. **Comission regulation (EU) nº 691/2010 of 29 July 2010 laying down a performance scheme for air navigation services and network functions and amending Regulation (EC) nº 2096/2005 laying down common requirements for the provision of air navigation services**. Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/document-library/regulations/commission-regulation-ec-no-6912010>>. Acesso em: 17 nov. 2016.

EC. **Comission Implementing Regulation (EU) 2015/1018 of 29 June 2015 laying down a list classifying occurrences in civil aviation to be mandatorily reported according to Regulation (EU) n° 376/2014 of the European Parliament and of the Council.** Disponível em: <<https://www.easa.europa.eu/document-library/regulations/commission-implementing-regulation-eu-20151018>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

EK, Å.; AKSELSSON, R. Aviation on the Ground: Safety Culture in a Ground Handling Company. **International Journal of Aviation Psychology**, v. 17, n. 1, p. 59–76, 2007.

EMBRAER. **Embraer 190 - Airport planning manual.** 09 October ed. São José dos Campos, Brasil: Embraer S.A., 2015.

ENOMA, A.; ALLEN, S. **Developing key performance indicators for airport safety and securityFacilities**, 2007.

ERIKSON, S. G. Performance indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 468, 2009.

FÁVERO, L. P. et al. **Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FENG, C.-M.; CHUNG, C.-C. Assessing the Risks of Airport Airside through the Fuzzy Logic-Based Failure Modes, Effect, and Criticality Analysis. **Mathematical Problems in Engineering**, v. 2013, p. 1–11, 2013.

FENZI, M. et al. ASEV - Automatic situation assessment for event-driven video analysis. **11th IEEE International Conference on Advanced Video and Signal-Based Surveillance, AVSS 2014**, p. 37–43, 2014.

FIORINO, F. Safety ramps up. **Aviation Week and Space Technology (New York)**, v. 161, n. 8, p. 78, 2004.

FLEISCHER, A.; TCHETCHIK, A.; TOLEDO, T. Does it pay to reveal safety information? The effect of safety information on flight choice. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 56, p. 210–220, 2015.

FSF. **Ground Accident Prevention (GAP).** Disponível em: <<http://flightsafety.org/archives-and-resources/ground-accident-prevention-gap.>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

FU, Y. K.; CHAN, T. L. A conceptual evaluation framework for organisational safety culture: An empirical study of taipei songshan airport. **Journal of Air Transport Management**, v. 34, p. 101–108, 2014.

GAO, Y.; BRUCE, P. J.; RAJENDRAN, N. Safety climate of a commercial airline: A cross-sectional comparison of four occupational groups. **Journal of Air Transport Management**, v. 47, p. 162–171, 2015.

GLENDON, A. I. Process hazards and analogies: Response to Andrew Hopkins. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 476–477, 2009.

GOL LINHAS AÉREAS INTELIGENTES. **Manual de Gerenciamento de Segurança Operacional - MGSO**, 2015.

GONÇALVES, T. J. M.; CORREIA, A. R. Proposta de um modelo para a avaliação da segurança operacional em aeroportos baseado nos métodos Borda e Promethee II. **Journal of Transport Literature**, v. 9, n. 1, p. 50–54, 2015.

GREYNET. **Grey Literature Network Services.** Disponível em: <<http://www.greynet.org/greynethome/aboutgreynet.html>>. Acesso em: 3 ago. 2016.

GROTE, G. Response to Andrew Hopkins. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 478, 2009.

- GROTH, K.; WANG, C.; MOSLEH, A. Hybrid causal methodology and software platform for probabilistic risk assessment and safety monitoring of socio-technical systems. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 95, n. 12, p. 1276–1285, 2010.
- HADJIMICHAEL, M. A fuzzy expert system for aviation risk assessment. **Expert Systems with Applications**, v. 36, n. 3 PART 2, p. 6512–6519, 2009.
- HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. São Paulo: Bookman, 2005.
- HAKKERT, A. S.; GITELMAN, V.; VIS, M. A. Road Safety Performance Indicators: Theory. **Deliverable D3.6 of the EU FP6 project SafetyNet**, v. 6, p. 164, 2007.
- HALE, A. Why safety performance indicators? **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 479–480, 2009.
- HARMS-RINGDAHL, L. Dimensions in safety indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 481–482, 2009.
- HASSAN, J.; KHAN, F. Risk-based asset integrity indicators. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 25, n. 3, p. 544–554, 2012.
- HAZEL, R. A. et al. **Resource Guide to Airport Performance Indicators**. Washington, DC: Transportation Research Board, 2011.
- HERRERA, I. A. **Proactive safety performance indicators. Resilience engineering perspective on safety management**. [s.l.] Norwegian University of Science and Technology. Department of Production and Quality Engineering., fev. 2012.
- HOLLNAGEL, E. Is safety a subject for science? **Safety Science**, v. 67, p. 21–24, 2014.
- HOLLNAGEL, E.; HOUNSGAARD, J.; COLLIGAN, L. **FRAM – the Functional Resonance Analysis Method - A handbook for the practical use of the method**, 2014. Disponível em: <[www.centerforkvalitet.dk/framhandbook](http://www.centerforkvalitet.dk/framhandbook)>
- HOPKINS, A. Thinking About Process Safety Indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 460–465, 2009a.
- HOPKINS, A. Reply to comments. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 508–510, abr. 2009b.
- HORBERRY, T. Safe design of mobile equipment traffic management systems. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 41, n. 5, p. 551–560, 2011.
- HORONJEFF, R.; X. MCKELVEY, F. **Planning & Design of Airports**. 4th. ed. New York: McGraw-Hill, 1994.
- HROMÁDKA, M. Turnaround coordinator. Yes or not? **Transport Problems**, v. 8, n. 4, p. 59–66, 2013.
- HSIAO, Y. L. et al. Predictive models of safety based on audit findings: Part 2: Measurement of model validity. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 4, p. 659–666, 2013a.
- HSIAO, Y. L. et al. Predictive models of safety based on audit findings: Part 1: Model development and reliability. **Applied Ergonomics**, v. 44, n. 2, p. 261–273, 2013b.
- HSU, Y.-L. **Airline Safety Management: The development of a proactive safety mechanism model for the evolution of safety management system**. [s.l.] Cranfield University, 2004.
- HSU, Y.-L.; LI, W.-C.; CHEN, K.-W. Structuring critical success factors of airline safety management system using a hybrid model. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 46, n. 2, p. 222–235, 2010.
- HUBBARD, S. M.; LOPP, D. An Integrated Framework for Fostering Human Factor

- Sustainability and Increased Safety in Aviation Ramp Operations. **Journal of Aviation Technology and Engineering**, v. 5, n. 1, p. 44, 2015.
- HUDSON, P. T. W. Aviation safety culture. **Journal of Aviation Safety Management**, v. 3, p. 27–48, 2003.
- HUDSON, P. T. W. Process indicators: Managing safety by the numbers. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 483–485, 2009.
- IATA. **IATA Safety Audit for Ground Operations. Working Paper presented at ICAO Assembly 36th Session**, 2007. Disponível em: <[http://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/Assembly\\_36th\\_Session/wp122\\_en.pdf](http://www.icao.int/Meetings/AMC/MA/Assembly_36th_Session/wp122_en.pdf)>. Acesso em: 30 jun. 2015
- IATA. **Airport Handling Manual**. 29. ed. Montreal: International Air Transport Association, 2008.
- IATA. **GDDDB Ground Damage Database Quarterly Analysis Report Q3**. Montreal-Geneva: International Air Transport Association, 2015a.
- IATA. **ISAGO Standards Manual**. 4th. ed. Montreal-Geneva: International Air Transport Association, 2015b.
- IATA. **Safety Report 2015**. 52. ed. Montreal: International Air Transport Association, 2016a.
- IATA. **International Air Transport Association Annual Review 2016**. Disponível em: <<https://www.iata.org/publications/Documents/iata-annual-review-2016.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016b.
- IATA. **Ground Damage Database (GDDDB)**. Disponível em: <<http://www.iata.org/services/statistics/gadm/Pages/GDDDB.aspx>>. Acesso em: 2 ago. 2016c.
- IBM. **IBM SPSS Statistics**, 2012.
- ICAO. **Manual on the Regulation of International Air Transport - Doc 9626**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2004.
- ICAO. **Safety Management Manual (SMM) - Doc 9859**. Montreal: International Civil Aviation Organization, 2013.
- ICAO. **Ground Handling Task Force Draft Report. Working Paper ADOP/1-WP/13**. [s.l.] International Civil Aviation Organization, 2015.
- KJELLÉN, U. The safety measurement problem revisited. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 486–489, abr. 2009.
- LACAGNINA, M. Defusing the Ramp. **Aerosafetyworld**, n. May, p. 20–24, 2007.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. DE A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LANDRY, J.; INGOLIA, S. **Ramp Safety Practices**. Washington, DC: Transportation Research Board, 2011.
- LEE, W.-K. Risk assessment modeling in aviation safety management. **Journal of Air Transport Management**, v. 12, n. 5, p. 267–273, 2006.
- LI, C.; CHEN, K.; XIANG, X. An integrated framework for effective safety management evaluation: Application of an improved grey clustering measurement. **Expert Systems with Applications**, v. 42, n. 13, p. 5541–5553, ago. 2015.
- LIN, P. H.; HALE, A. R.; VAN GULIJK, C. A paired comparison approach to improve the



quantification of management influences in air transportation. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 113, n. 1, p. 52–60, 2013.

LIOU, J. J. H.; YEN, L.; TZENG, G. H. Building an effective safety management system for airlines. **Journal of Air Transport Management**, v. 14, n. 1, p. 20–26, 2008.

LOBIANCO, J. F. B. **Indicadores de Segurança Operacional Aplicados na Gestão Aeroportuária**. [s.l.] Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2012.

LOBIANCO, J. F. B.; CORREIA, A. R. Methodology to Obtain Airport Safety Indicators Using Safety Management Systems. **Journal of the Brazilian Air Transportation Research Society**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2013.

LOFQUIST, E. A. The art of measuring nothing: The paradox of measuring safety in a changing civil aviation industry using traditional safety metrics. **Safety Science**, v. 48, n. 10, p. 1520–1529, 2010.

LU, C.; WETMORE, M.; PRZETAK, R. Another Approach To Enhance Airline Safety : Using Management Safety Tools. **Journal of Air Transportation**, v. 11, n. 1, p. 113, 2006.

LUNDBERG, J.; JOHANSSON, B. J. E. Systemic resilience model. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 141, p. 22–32, 2015.

MAHOOD, Q.; VAN EERD, D.; IRVIN, E. Searching for grey literature for systematic reviews: Challenges and benefits. **Research Synthesis Methods**, v. 5, n. 3, p. 221–234, 2014.

MARCHBANK, M. Flight Safety Starts on the Ground. **Flight Safety Australia**, v. May-June, n. 68, p. 76, 2009.

MATTHEUS, R. Ramp and accidents an incidents constitute a significant safety issue. **ICAO Journal**, v. 58, n. 3, p. 4–6, 2004.

MATYÁŠ, R. et al. Implementation of Safety Indicators for Aviation Services Providers. **Acta Avionica**, v. 16, n. 1, p. 1–4, 2015.

MEARNS, K. From reactive to proactive - Can LPIs deliver? **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 491–492, 2009.

MOHAGHEGH, Z.; KAZEMI, R.; MOSLEH, A. Incorporating organizational factors into Probabilistic Risk Assessment (PRA) of complex socio-technical systems: A hybrid technique formalization. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 94, n. 5, p. 1000–1018, 2009.

NETJASOV, F.; JANIC, M. A review of research on risk and safety modelling in civil aviation. **Journal of Air Transport Management**, v. 14, n. 4, p. 213–220, 2008.

O’CONNOR, P. et al. Measuring safety climate in aviation: A review and recommendations for the future. **Safety Science**, v. 49, n. 2, p. 128–138, 2011.

OECD. **Guidance on Safety Performance Indicators: A Companion to the OECD Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1993.

OECD. **Guidance on Developing Safety Performance Indicators related to Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response**. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008.

OSTER, C. V.; STRONG, J. S.; ZORN, C. K. Analyzing aviation safety: Problems, challenges, opportunities. **Research in Transportation Economics**, v. 43, n. 1, p. 148–164, 2013.

PACHECO, R. R.; FERNANDES, E.; DOMINGOS, E. M. Airport airside safety index.

**Journal of Air Transport Management**, v. 34, p. 86–92, 2014.

PASMAN, H.; ROGERS, W. How can we use the information provided by process safety performance indicators? Possibilities and limitations. **Journal of Loss Prevention in the Process Industries**, v. 30, n. 1, p. 197–206, 2014.

PASSAREDO LINHAS AÉREAS. **Manual de Gerenciamento da Segurança Operacional - MGSO**, 2015.

PASSENIER, D.; SHARPANSKYKH, A.; DE BOER, R. J. When to STAMP? A Case Study in Aircraft Ground Handling Services. **Procedia Engineering**, v. 128, p. 35–43, 2015.

PAULUS, N. C. **Ground Handling Regulation in India**. [s.l.] RMIT University, 2011.

PENCHEON, D. **The Good Indicators Guide: Understanding how to use and choose indicators**. Coventry: NHS Institute for Innovation and Improvement, 2005.

PESTANA, G.; DA SILVA, T. R.; REIS, P. Handling airport ground operations using an A-SMGCS approach. **IEEE Aerospace Conference Proceedings**, 2011.

PETROBRAS. **Levantamento Industrial dos Indicadores Pró-ativos de Segurança de Processo. Tradução de: Process Safety Leading and Lagging Metrics. You Don't Improve What you Don't Measure**. [s.l.] Petrobras, 2013.

PIOTROWICZ, M.; EDKINS, G.; PFISTER, P. The monitoring of safe behaviour in ramp operations. **5th International Human Error and System Safety Development HESSD Workshop, Newcastle**, n. June, p. 17–18, 2002.

PIOTROWICZ, M.; EDKINS, G.; PFISTER, P. The monitoring of safe behaviour in ramp operations. **5th International Human Error and System Safety Development HESSD Workshop**, n. June, p. 17–18, 2002.

PODGÓRSKI, D. Measuring operational performance of OSH management system - A demonstration of AHP-based selection of leading key performance indicators. **Safety Science**, v. 73, p. 146–166, 2015.

POSTORINO, M. N.; BARRILE, V.; COTRONEO, F. Surface movement ground control by means of a GPS-GIS system. **Journal of Air Transport Management**, v. 12, n. 6, p. 375–381, 2006.

REIMAN, T.; PIETIKÄINEN, E. Indicators of safety culture—selection and utilization of leading safety performance indicators. **Swedish Radiation Safety Authority**, 2010.

REMAWI, H.; BATES, P.; DIX, I. The relationship between the implementation of a Safety Management System and the attitudes of employees towards unsafe acts in aviation. **Safety Science**, v. 49, n. 5, p. 625–632, 2011.

RIBEIRO, L. R. M. **Traçando os Caminhos dos Céus. O Departamento de Aviação Civil - DAC. 1931 - 2001**. Rio de Janeiro: Action Editora, 2002.

RIEDER, R.; BEPPERLING, S.-L. Heinrich Triangle for Ground Operation. **Journal of System Safety**, v. 47, n. 5, p. 23–28, 2011.

ROCKWELL, T. H. Safety Performance Measurement. **Journal of Industrial Engineering**, v. 10, n. 1, p. 12–16, 1959.

ROELEN, A. L. C.; BLOM, H. A. P. Airport Safety Performance. In: ZOGRAFOS, K.; ANDREATTA, G.; ODoni, A. (Eds.). **Modelling and Managing Airport Performance: Theory and Practice**. West Sussex: Jhon Wiley & Sons, 2011.

ROELEN, A. L. C.; KLOMPSTRA, M. B. **The challenges in defining aviation safety performance indicators**. 11th International Probabilistic Safety Assessment and Management Conference and the Annual European Safety and Reliability Conference. **Anais...**2012

ROGERSON, E. C.; LAMBERT, J. H. Prioritizing risks via several expert perspectives with application to runway safety. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 103, p. 22–34, 2012.

Safety Topics. **Aircraft Engineering and Aerospace Technology**, v. 67, n. 4, p. 30–32, abr. 1995.

SCIMAGO. **SJR — SCImago Journal & Country Rank**. Disponível em: <<http://www.scimagojr.com/journalrank.php>>. Acesso em: 30 jul. 2016.

SEMERTZIDIS, T. et al. Video sensor network for real-time traffic monitoring and surveillance. **IET Intelligent Transport Systems**, v. 4, n. 2, p. 103, 2010.

SMSPRO. **List of 40 Leading Indicators in Aviation SMS**. Disponível em: <<http://aviationsmsinfo.asms-pro.com/aviation-sms-program-leading-indicators-list>>.

ŠOLTISOVÁ, S.; KOŠČÁK, P. Safety on The Apron. **Acta Avionica**, v. XVII, n. 2, p. 2–7, 2015.

SONI, G.; KODALI, R. A critical analysis of supply chain management content in empirical research. **Business Process Management Journal**, v. 17, n. 2, p. 238–266, 19 abr. 2011.

STEP CHANGE IN SAFETY. **Leading Performance Indicators - Guidance for Effective Use**. Aberdeen, UK: Step Change in Safety, 2012.

STROEVE, S. H.; BLOM, H. A. P.; BAKKER, G. J. Contrasting safety assessments of a runway incursion scenario: Event sequence analysis versus multi-agent dynamic risk modelling. **Reliability Engineering and System Safety**, v. 109, p. 133–149, 2013.

TRANFIELD, D.; DENYER, D.; PALMINDER, S. Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. **British journal of management**, v. 14, n. 6, p. 207–222, 2013.

UK-CAA. **Advanced Safety Management Course - Evaluating for Effectiveness**, 2015.

UK-CAA. **Safety initiative resources - Working with industry - Bowtie**. Disponível em: <<http://www.caa.co.uk/Safety-Initiatives-and-Resources/Working-with-industry/Bowtie/>>. Acesso em: 3 dez. 2016.

VIDIGAL, B. C. **Avaliação de agrupamentos em mistura de variáveis**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 2013.

WEBB, P. Process safety performance indicators: A contribution to the debate. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 502–507, abr. 2009.

WEBSTER, A. L. **Estatística aplicada à Administração e Economia**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

WENNER, C. A.; DRURY, C. G. Analyzing human error in aircraft ground damage incidents. **International Journal of Industrial Ergonomics**, v. 26, n. 2, p. 177–199, 2000.

WILKE, S.; MAJUMDAR, A.; OCHIENG, W. Y. Airport surface operations: A holistic framework for operations modeling and risk management. **Safety Science**, v. 63, p. 18–33, 2014.

WONG, D. K. Y. et al. The development of a more risk-sensitive and flexible airport safety

area strategy: Part I. The development of an improved accident frequency model. **Safety Science**, v. 47, n. 7, p. 903–912, 2009a.

WONG, D. K. Y. et al. The development of a more risk-sensitive and flexible airport safety area strategy: Part II. Accident location analysis and airport risk assessment case studies. **Safety Science**, v. 47, n. 7, p. 913–924, 2009b.

XU, H. J.; TIAN, J. GAI. Dynamic Risk Early Warning Technique for Regional Airport Safety and Security. **Proceedings of the 1st Int. Conf. on Transportation Information and Safety**, n. ICTIS 2011: Multimodal Approach to Sustained Transportation System Development-Information Technology Implementation-, p. 2735–2743, 2011.

ZAFAR, N. A.; ALHUMAIDAN, F.; KHAN, S. A. Z specification of gate and apron control management at airport. **Abstract and Applied Analysis**, v. 2014, 2014.

ZWETSLOOT, G. I. J. M. Prospects and limitations of process safety performance indicators. **Safety Science**, v. 47, n. 4, p. 495–497, 2009.





### Questões complementares:

1.1. Quais são os principais perigos nas operações no pátio de aeronaves nos aeroportos brasileiros? (Identificação de perigos - fontes de risco)

*Considere a definição de “perigo” como: condição, objeto ou atividade com potencial para causar lesão a pessoas, danos a equipamentos ou estruturas, perda de material ou redução na habilidade para desempenhar uma função determinada.*

Anotações do entrevistador:

1.2. Quais são os principais eventos indesejados que ocorrem durante as operações no pátio de aeronaves? (Identificação de eventos indesejados)

*Considere a definição de “evento indesejado” como: qualquer ocorrência ou mudança em um conjunto específico de circunstâncias que pode representar uma potencial situação de perigo (near miss) ou que pode efetivamente ter como consequência um incidente ou acidente.*

Anotações do entrevistador:

1.3. Quais são as consequências potenciais desses eventos indesejados? (Identificação das consequências dos eventos indesejados)

Anotações do entrevistador:



**Questão básica 2:**

- 2. Com base na sua experiência e conhecimento, quais são as causas dos eventos indesejados que ocorrem durante as operações de atendimento a aeronaves, passageiros, bagagens e carga durante a escala nos aeroportos brasileiros? (Identificação de causas dos eventos indesejados)**

Anotações do entrevistador:

**Questão básica 3:**

- 3. Com base na sua experiência e conhecimento, quais são as principais medidas adotadas para prevenir os eventos indesejados ou mitigar as suas consequências? (Identificação de controles ou barreiras existentes)**

*Considere a definição de “controle” ou “barreira” como: qualquer medida destinada a modificar o risco, prevenindo a ocorrência de eventos indesejados, mitigando os seus efeitos ou auxiliando na recuperação do sistema.*

Anotações do entrevistador:

**Questão básica 4:**

- 4. Quais fatores podem influenciar, negativamente ou positivamente, a efetividade dos controles em uso? (Identificação da efetividade de controle ou barreiras existentes)**

Anotações do entrevistador:



#### Parte IV. Informações sobre o perfil do entrevistado.

5. Possui quantos anos de experiência profissional? E de experiência na aviação? E de experiência profissional em atividades que envolvem segurança operacional?

/	/
---	---

6. Nível de escolaridade:

- Nível médio
- Nível superior
- Pós-graduação (*Especialização*)
- Pós-graduação (*Mestrado*)
- Pós-graduação (*Doutorado*)

7. A organização em que atua é:

- Órgão regulador – regulação de operação de aeroportos
- Órgão regulador – regulação de operação de aeronaves
- Empresa de serviços auxiliares ao transporte aéreo

8. A sua função na organização pode ser enquadrada no:

- Nível estratégico. Alta administração responsável pela definição da estratégia e decisões de longo prazo (Presidente/Diretor)
- Nível tático. Média administração responsável pelo desenvolvimento gerencial e coordenação das atividades (Gerente de Departamento/Superintendente)
- Nível operacional – Supervisão. Responsável pela coordenação das tarefas e decisões imediatas de curto prazo (Supervisor/Gerente Técnico)
- Nível operacional – Execução. Responsável pela execução das tarefas (Operador/Analista)



## Apêndice 2

	<b>Questão 1. Riscos</b> <i>Fontes de risco, eventos indesejados ou suas consequências</i>	<b>Questão 2. Causas</b>	<b>Questão 3. Controles</b>	<b>Questão 4. Fatores que afetam efetividade de controles</b>
<b>Entrevistado 1</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	Presença de pessoas, automóveis e aeronaves movimentando-se próximos uns dos outros. Presença de passageiros no pátio. Colisões e atropelamentos. Sopro de ar do motor. Objetos estranhos (F.O.)	Falha de comunicação. Ruído. Chuva. Baixa visibilidade. Frio. Complacência. Normalização de desvios. Pessoal insuficiente. Falha na segregação de passageiros no pátio.	Sinalização horizontal para veículos, aeronaves e passageiros. Treinamento, especialmente de motoristas. Supervisão, especialmente dos passageiros no pátio.	Treinamento deficiente. Supervisão insuficiente. Ausência de cultura justa.
<b>Entrevistado 2</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	Colisões entre veículos, equipamentos, aeronaves e estruturas. Atropelamentos. Entre as colisões de equipamentos com a aeronave, destaca-se as escadas e esteiras de bagagem. Objetos estranhos (F.O.) Derramamento de combustível. Sucção pela turbina. Jato de ar do motor combinado com F.O.	Destaque para falhas humanas. Desconhecimento do risco. Baixa consciência situacional.	Sinalização horizontal. Exigências de regulamentos. Existência de procedimentos estabelecidos. Treinamento. Programa de certificação ISAGO.	Descumprimento de procedimentos e exigências de regulamentos. Pressão do tempo.
<b>Entrevistado 3</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	Veículo desgovernado. Objetos estranhos (F.O.) Aeronave incompatível com as dimensões e capacidade de	Equipamentos inadequado (não possui funções necessárias) Manutenção deficiente de equipamentos.	Sinalização horizontal. Existência de sistema de docagem ou sinaleiro. Treinamento.	Supervisão insuficiente. Ausência ou insuficiência de medidas para gerenciamento de mudanças – aumentos

	<p>suporte do pavimento da posição de estacionamento. Rota de fuga de veículo abastecedor obstruída. Colisões entre veículos, equipamentos, aeronaves e estruturas. Atropelamentos. Queda de passageiros de escada.</p>	<p>Fadiga. Falha de comunicação – execução incorreta de sinais pelo sinaleiro. Grande aumento do fluxo devido a eventos anormais, como fechamento de outros aeroportos. Chuva e baixa visibilidade. Ruído e temperatura adversa.</p>	<p>Supervisão ou inspeção das operações. Existência de procedimentos para identificação de perigos.</p>	<p>repentinos no fluxo, mudanças devido a obras, etc. Pressão do tempo.</p>
<p><b>Entrevistado 4</b> <i>Regulador – Empresa aérea</i></p>	<p>Sucção pela turbina. Queda de passageiros de escada. Atropelamentos. Colisão de veículos ou equipamentos com aeronaves. Colisão entre aeronaves. Colisões de carga e bagagem com superfícies do interior do compartimento de bagagens e cargas. Carregamento de bagagens ou carga não conforme com o planejado - balanceamento. Rota de fuga de veículo abastecedor obstruída. Passageiro desvia de rota segura no pátio.</p>	<p>Equipamentos em más condições. Dispositivos de segurança (borrachas, travas) de equipamentos móveis danificados. Operação incorreta no acoplamento de equipamento à aeronave. Equipamento não adequado à aeronave. Baixa visibilidade. Falha de comunicação (ruído). Condução de veículos em alta velocidade. Pessoal insuficiente. Alterações no último minuto para acomodação de passageiros, carga e bagagem adicionais. Congestionamento.</p>	<p>Uso de gabarito para aferição de dimensões máximas de carga a ser embarcada. Margens de segurança adotadas no balanceamento. Sinalização de rota para passageiros ou supervisão da empresa aérea. Treinamento. Inspeção do carregamento. Sinalização de áreas a serem mantidas desbloqueadas. Projeto do pátio que preveja espaço adequado para acomodação das atividades. Serviços de combate a incêndio. Sinalização e iluminação de veículos. Inspeção externa da aeronave. Uso de pessoal adicional para orientação em manobras de maior risco.</p>	<p>Ausência de reporte de eventos, especialmente pelos terceirizados. Treinamento deficiente. Atividades de controle não realizadas por sobrecarga de atividades ou condições ambientais adversas – chuva, sol. Pressão do tempo. Distribuição de bagagens e carga nos porões realizada com métodos pouco precisos (número de volumes - peso médio).</p>

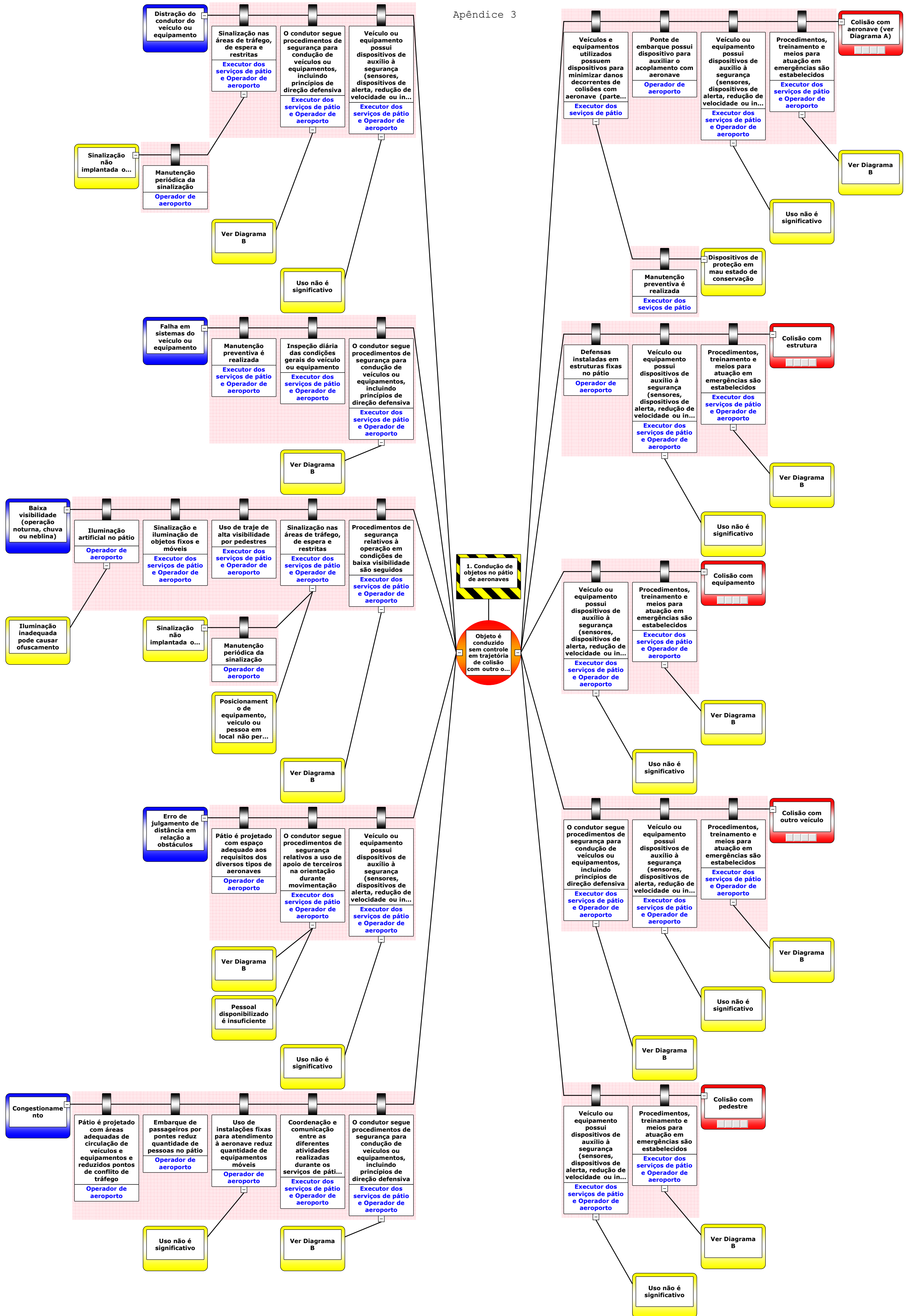
<p><b>Entrevistado 5</b> <i>Regulador - Empresa aérea</i></p>	<p>Colisão de veículos ou equipamentos com aeronaves. Queda de passageiros de escada. Rota de fuga de veículo abastecedor obstruída. Equipamentos em más condições. Escada inadequada para modelo da aeronave. Sucção pela turbina.</p>	<p>Dupla jornada de pessoal de solo. Fadiga.</p>	<p>Sinalização horizontal e sinalização com cones das áreas perigosas. Realização de auditorias nos terceirizados. Treinamento. Supervisão das atividades.</p>	<p>Treinamento deficiente. Auditorias em terceirizados são superficiais ou não são realizadas. Pressão do tempo. Política de tempo mínimo em solo.</p>
<p><b>Entrevistado 6</b> <i>Regulador - Empresa aérea</i></p>	<p>Carregamento de bagagens ou carga não conforme com o planejado - balanceamento. Objetos estranhos (F.O.) Movimentação de passageiros no pátio. Colisão entre aeronaves. Transporte de bagagens no pátio. Estacionamento da aeronave em posição inadequada. Presença de artigos perigosos (carga). Sucção pela turbina. Jato de ar do motor. Colisão entre ponte de embarque e aeronave. Grande movimentação de veículos e pessoas ao redor da aeronave. Atropelamentos.</p>	<p>Condução de veículos em alta velocidade. Situações de contingência que requerem alteração nos procedimentos usuais – aumento de fluxo de tráfego. Baixa visibilidade. Partida do motor em local inadequado. Atendimento a diferentes empresas pelo pessoal de solo, com diferentes procedimentos.</p>	<p>Supervisão das atividades. Programa de certificação ISAGO. Treinamento realizado pelas empresas aéreas em terceirizados. Aviso nos veículos abastecedores para manutenção de rota desobstruída.</p>	<p>Supervisão insuficiente. Treinamento deficiente. Programa de certificação ISAGO com pouca adesão.</p>
<p><b>Entrevistado 7</b> <i>Executor de serviços de pátio</i></p>	<p>Colisões entre veículos, equipamentos, aeronaves e estruturas.</p>	<p>Condições meteorológicas adversas (operação noturna ou sob chuva)</p>	<p>Realização de reuniões de segurança (discussão e motivação).</p>	<p>Pressão do tempo. Treinamento deficiente.</p>

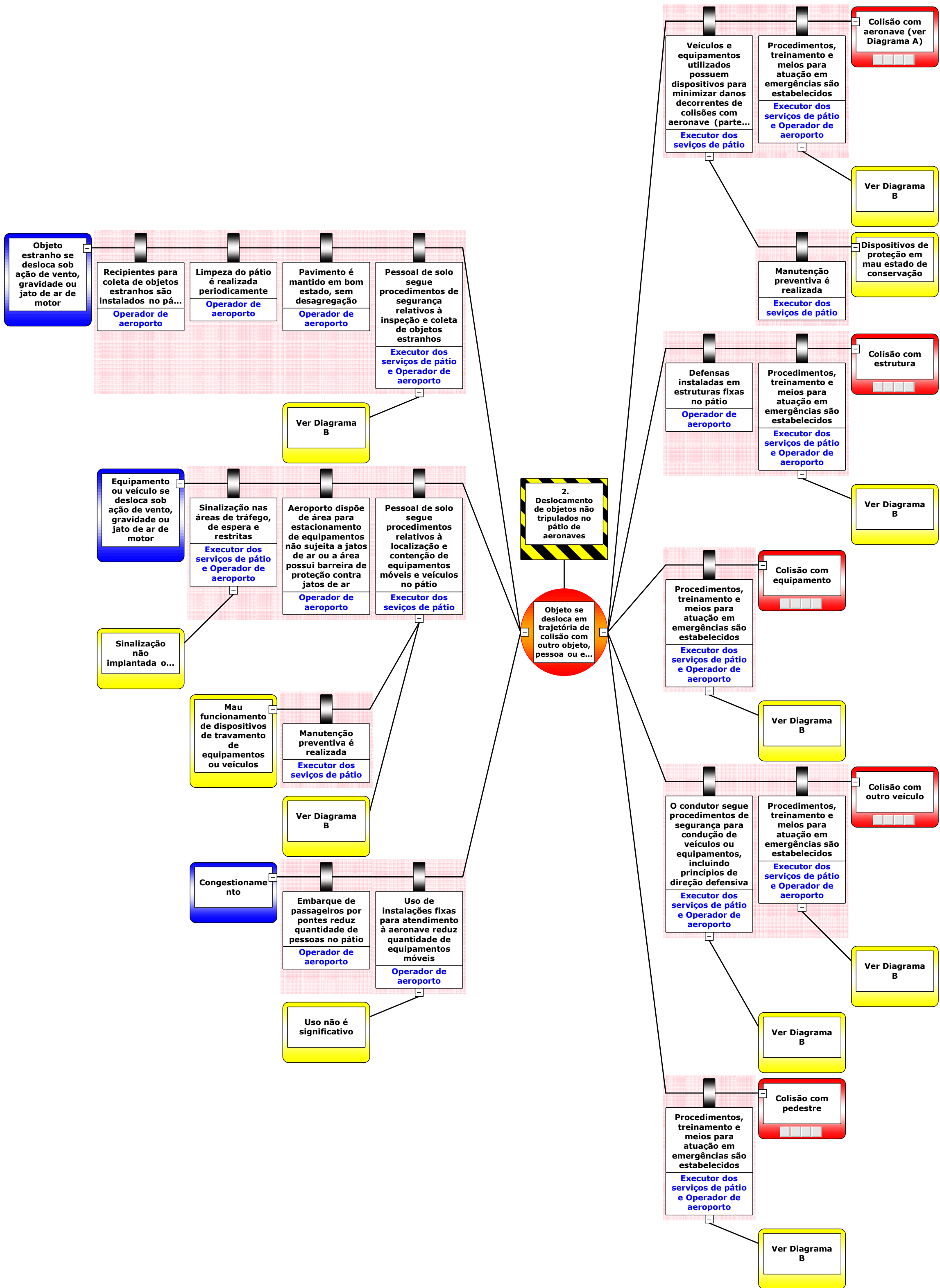
	Atropelamentos. Objetos estranhos (F.O.)	Espaço inadequado para estacionamento de equipamentos de rampa. Espaço inadequado para estacionamento de aeronaves. Desagregação de pavimento. Fadiga. Dupla jornada. Problemas pessoais do trabalhador. Equipamentos inadequado (não possui funções necessárias) Manutenção deficiente de equipamentos.	Supervisão das atividades. Realização de análises de risco. Existência de instruções operacionais claras. Reporte voluntário de perigos. Realização de inspeções.	Legislação não proíbe dupla jornada. Sinalização horizontal deficiente ou inexistente.
<b>Entrevistado 8</b> <i>Executor de serviços de pátio</i>	Colisões de veículo ou equipamento com aeronaves. Colisões de veículo ou equipamento com estrutura. Atropelamentos. Carregamento de bagagens ou carga não conforme com o planejado - balanceamento. Carga ou bagagem não adequadamente contida (presa). Movimentação ou rotação da aeronave durante carregamento ( <i>tail strike</i> ) Sucção pela turbina (raro). Perda de controle da aeronave durante reboque/ <i>pushback</i> . Derramamento de combustível. Objetos estranhos (F.O.)	Manutenção deficiente de equipamentos. Desníveis no pavimento. Condução de veículos em alta velocidade. Baixa visibilidade. Condições climáticas adversas.	Existência de instruções de trabalho e <i>checklists</i> específicos para cada tipo de operação. Treinamento em segurança. Supervisão das atividades. Inspeção visual do estado da aeronave antes do voo pelo mecânico. Limpeza do pátio. Sinalização. Reporte de perigos.	Descumprimento de procedimentos. Sinalização horizontal deficiente ou inexistente. Aeronaves fabricadas com materiais compósitos não permitem identificação de danos por inspeção visual da fuselagem. Baixa taxa de reporte por medo de punição. Pressão do tempo.

<b>Entrevistado 9</b> <i>Executor de serviços de pátio</i>	Colisões de veículo ou equipamento com aeronaves. Atropelamentos. Colisão entre aeronaves. Objetos estranhos (F.O.) Sucção pela turbina. Jato de ar do motor. Queda de escada.	Baixa visibilidade. Condições climáticas adversas. Condução de veículos em alta velocidade. Espaço inadequado para estacionamento de equipamentos de rampa. Grande fluxo de veículos no pátio.	Supervisão das atividades. Sinalização horizontal. Existência de procedimentos estabelecidos. Sinalização de áreas a serem mantidas desbloqueadas (cones). Treinamento. Realização de inspeções/auditorias.	Pressão do tempo. Descumprimento de procedimentos. Treinamento deficiente. Ausência de reporte de eventos.
---	--	--	--	---

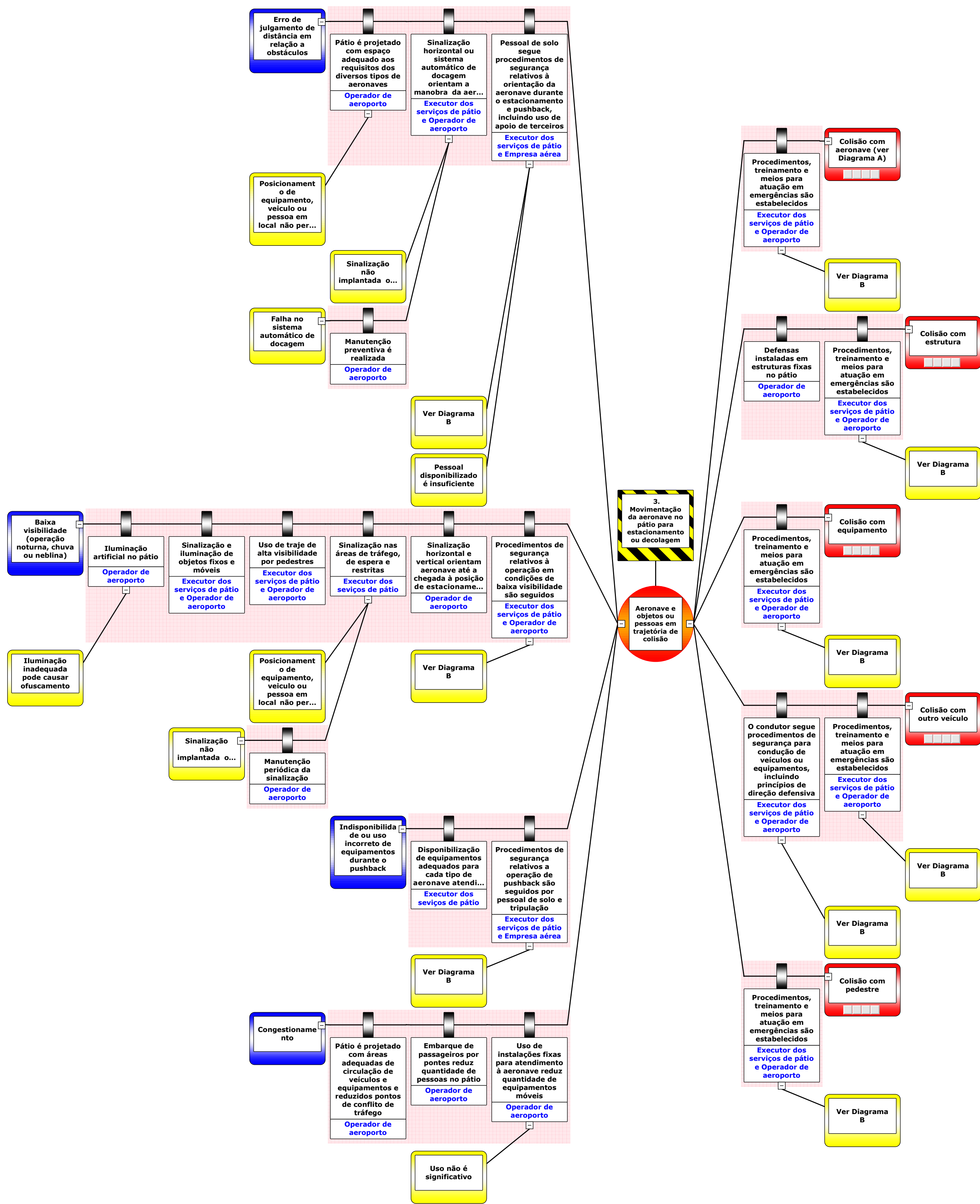
	Questão 6. Experiência (anos)			Questão 7. Escolaridade	Questão 8. Organização em que atua	Questão 9. Nível da função exercida	Tempo de entrevista (min)
	Profissional (total)	Na aviação	Em Segurança Operacional				
<b>Entrevistado 1</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	25	6	6	Nível Superior	Regulador - aeroportos	Operacional – Execução	20
<b>Entrevistado 2</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	20	16	16	Mestrado	Regulador - aeroportos	Operacional – Supervisão/coordenação	25
<b>Entrevistado 3</b> <i>Regulador - Aeroportos</i>	8	8	6	Nível Superior	Regulador - aeroportos	Operacional – Execução	55
<b>Entrevistado 4</b> <i>Regulador – Empresa aérea</i>	7	6	6	Especialização	Regulador – empresa aérea	Operacional – Supervisão/coordenação	65
<b>Entrevistado 5</b> <i>Regulador - Empresa aérea</i>	14	12	8	Especialização	Regulador – empresa aérea	Operacional – Supervisão/coordenação	25
<b>Entrevistado 6</b> <i>Regulador - Empresa aérea</i>	7	7	7	Especialização	Regulador – empresa aérea	Operacional – Execução	30

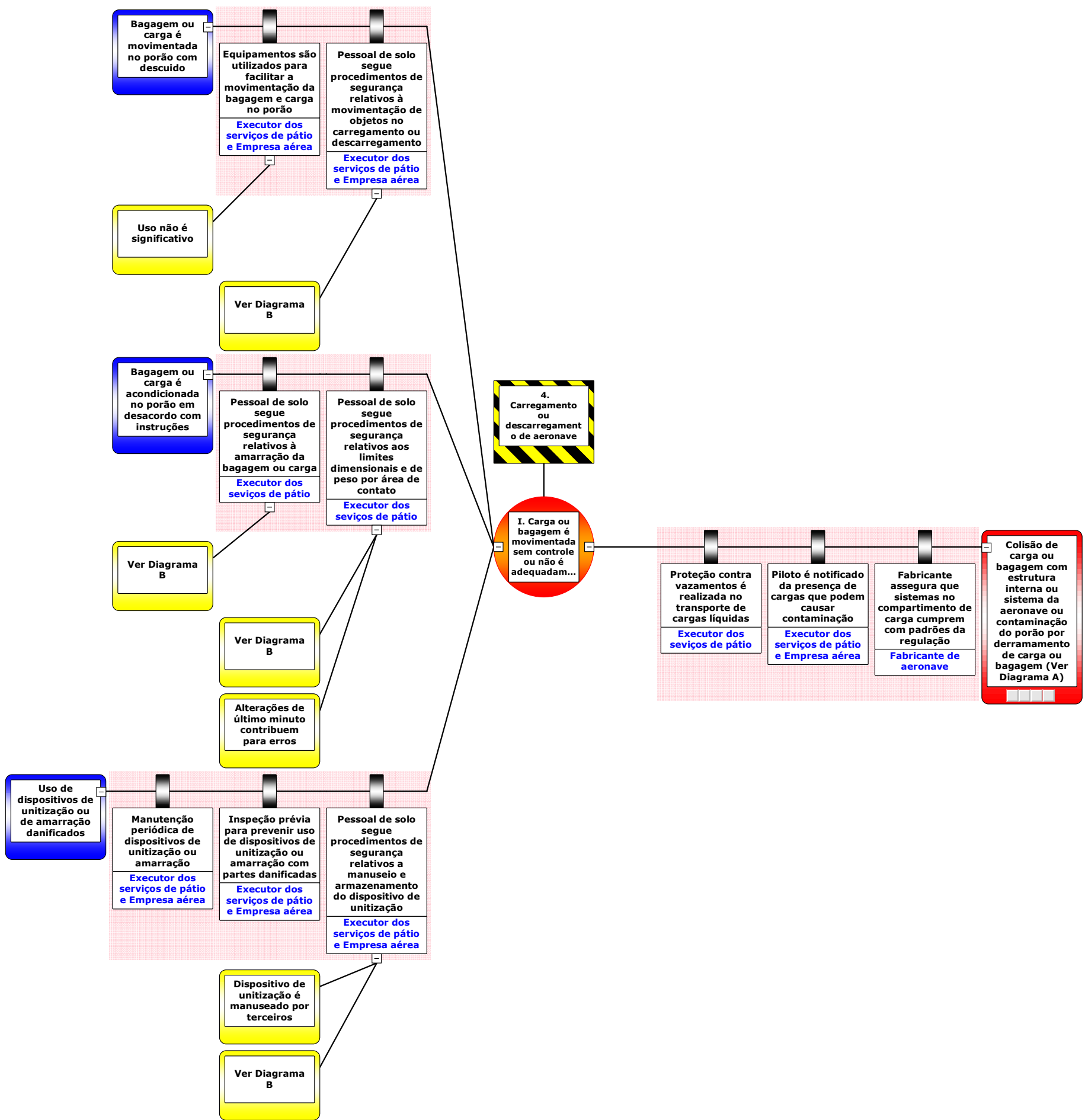
<b>Entrevistado 7</b> <i>Executor de serviços de pátio</i>	35	35	35	Nível superior	Empresa de serviços auxiliares	Tático – Média administração	40
<b>Entrevistado 8</b> <i>Executor de serviços de pátio</i>	5	5	3	Mestrado	Empresa Aérea	Tático – Média administração	40
<b>Entrevistado 9</b> <i>Executor de serviços de pátio</i>	15	12	12	Especialização	Empresa de serviços auxiliares	Tático – Média administração	35

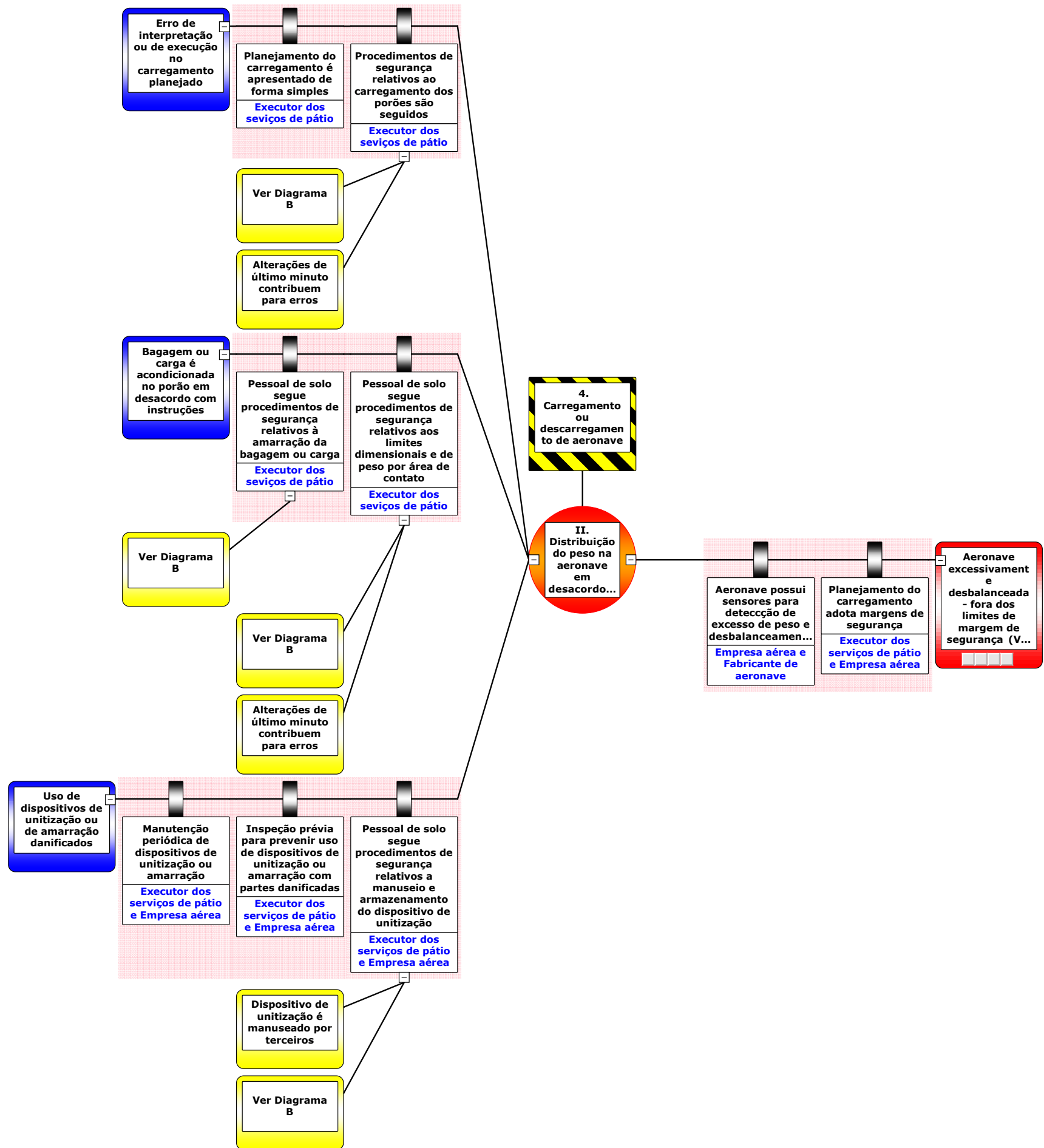


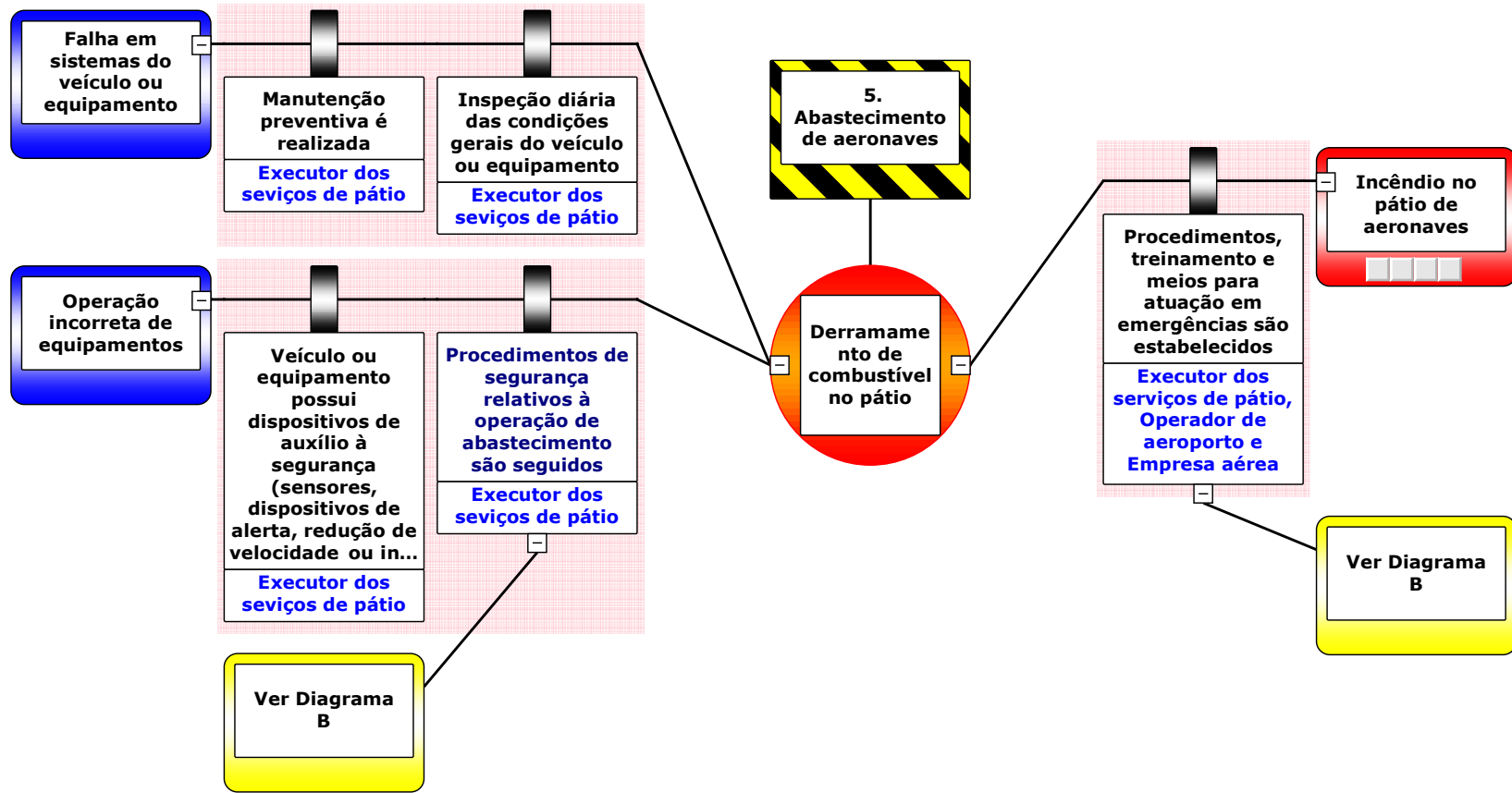


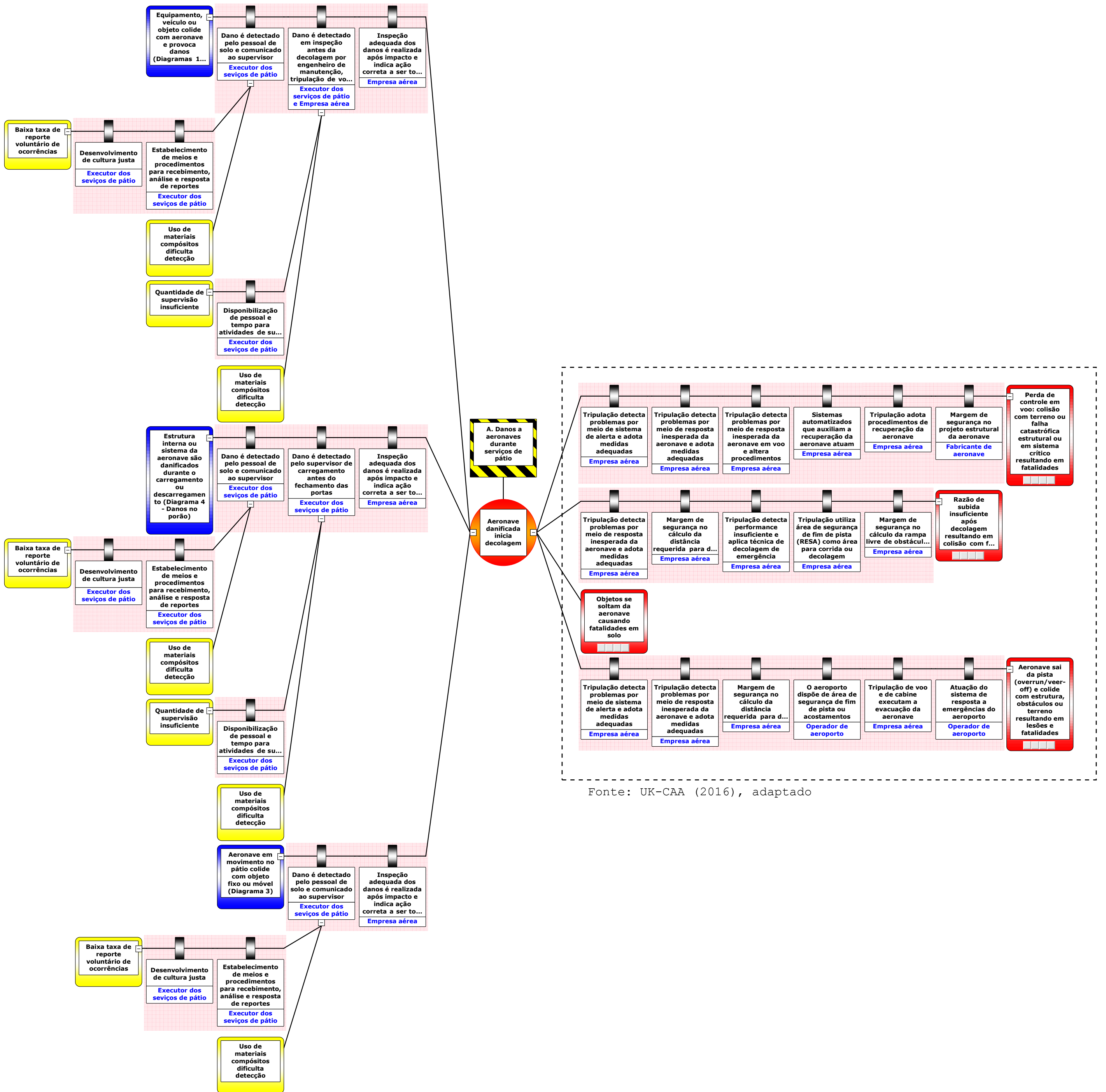






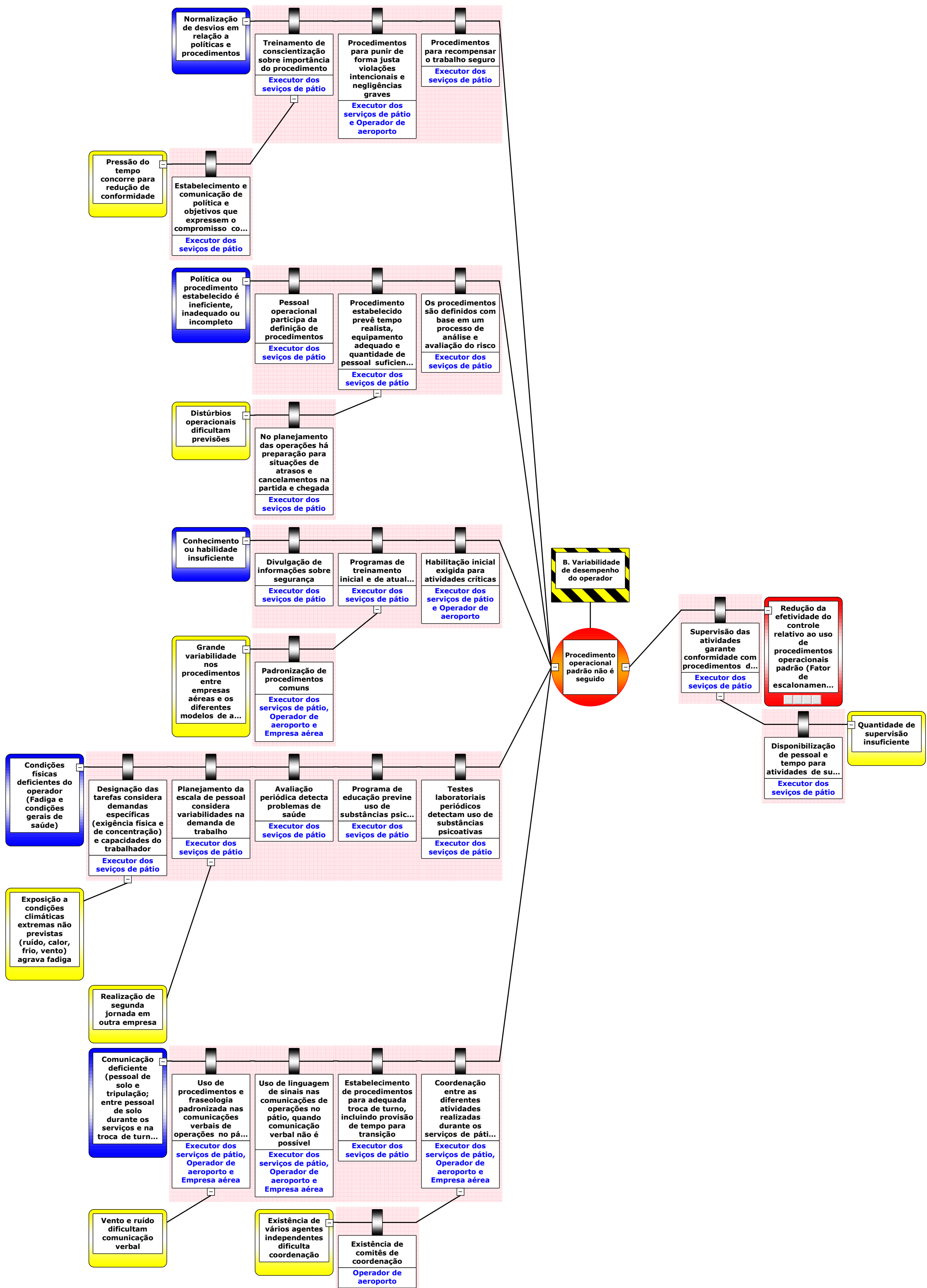


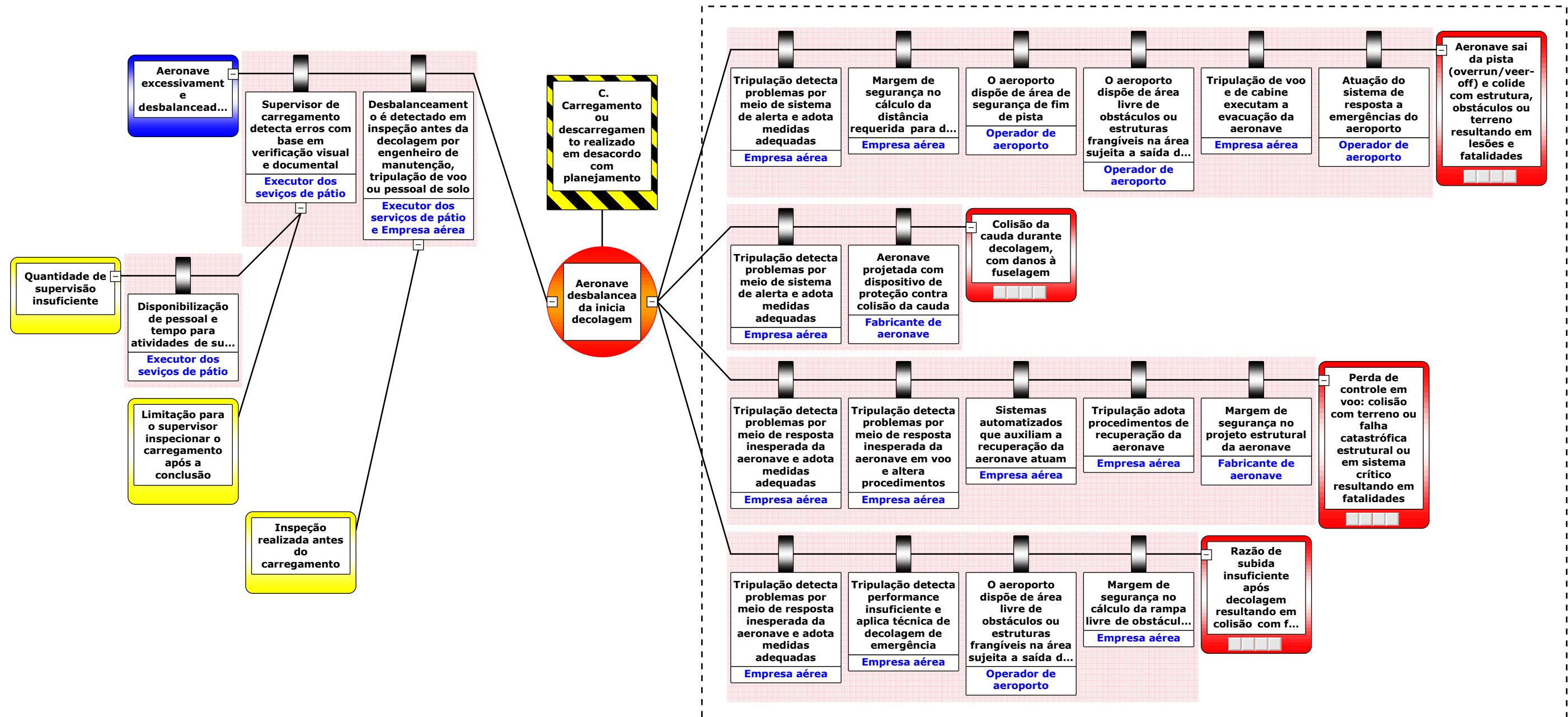




Fonte: UK-CAA (2016), adaptado







Fonte: UK-CAA (2016), adaptado

## Apêndice 4



Universidade de Brasília

Programa de Pós-graduação em Transportes  
PPGT-UnB



### Indicadores de Segurança Operacional dos Serviços de Rampa - Questionário 1

#### Página 1

Este questionário faz parte de uma pesquisa que tem como objetivo o desenvolvimento de um sistema de indicadores de desempenho da segurança operacional para os serviços de rampa. Uma etapa fundamental no estabelecimento de indicadores é identificar quais informações são relevantes para representar o nível de segurança operacional. Ou seja: o que deve ser medido?

Com base no seu conhecimento e experiência relacionados aos serviços de rampa nos aeroportos brasileiros, responda as questões que serão apresentadas a seguir. Para responder, considere os seguintes processos executados no pátio dos aeroportos durante a escala das aeronaves no transporte aéreo regular:

1. Serviços relacionados aos passageiros (embarque, desembarque, limpeza da cabine e abastecimento de provisões de bordo).
2. Serviços relacionados a bagagens e carga (carregamento, descarregamento e movimentação).
3. Serviços relacionados à aeronave (abastecimento de combustível, água potável, retirada de dejetos, energia elétrica, ar-condicionado e ar-comprimido).
4. Movimentação da aeronave (estacionamento e pushback).

A resposta a este questionário tem duração estimada de 15 minutos. Completar este breve questionário vai nos ajudar a obter os melhores resultados.

Obrigado,  
Leonardo Esteves  
CV: <http://lattes.cnpq.br/0864499192267269>

Instruções:



Nas seções a seguir, serão apresentados elementos que podem ser relevantes para o monitoramento e avaliação da segurança nos serviços de rampa. Julgue a importância da coleta de informações sobre cada elemento de acordo com uma escala de 1 a 5, sendo:

"1 – nada importante" e "5 – muito importante".

Por favor, utilize livremente os cinco pontos da escala!

Para facilitar o julgamento, os elementos estão divididos em três categorias:

- Eventos indesejados;
- Falhas; e
- Fatores contribuintes.

## Página 2



**Avalie a importância dos eventos indesejados a seguir para o monitoramento da segurança nos serviços de rampa:**

Eventos indesejados são normalmente representados por acidentes, incidentes ou outras ocorrências que podem ter como resultado danos materiais ou lesão a pessoas.

**1. Eventos indesejados: \***

	1 - Nada importante	2	3	4	5 - Muito importante	Não sei opinar
1) Colisão no pátio envolvendo aeronave (entre aeronave e veículo/equipamento de rampa, estrutura fixa ou outra aeronave)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Colisão envolvendo apenas veículos ou equipamentos de rampa (entre veículos/equipamentos de rampa ou destes com estrutura fixa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Atropelamento de pessoa (por aeronave ou veículo/equipamento de rampa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Queda em altura de pessoa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Fogo no pátio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Aeronave desbalanceada (fora dos limites de margem de segurança)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Aeronave carregada com excesso de peso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Colisão de carga ou bagagem com estrutura interna ou sistema da aeronave no porão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9) Derramamento de carga ou bagagem no porão	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Página 3**



## Avalie a importância das falhas a seguir para o monitoramento da segurança nos serviços de rampa:

A ocorrência de um evento indesejado tem como causa direta falhas em um ou mais componentes dos serviços de rampa, com especial destaque para as falhas humanas.

### 2.1. Falhas relacionadas à condução ou operação veículos ou equipamentos de rampa em geral e à movimentação de aeronaves: \*

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Falha durante a condução de veículo ou equipamento de rampa (excesso de velocidade, desrespeito às regras de fluxo e preferência, condução de veículos com partes soltas ou não retraídas etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Falha na preservação de distâncias de segurança requeridas (desrespeito a áreas de segurança de aeronaves, contato com aeronave durante serviços etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Falha em procedimentos para contenção de veículos ou equipamentos (deixar de usar freio, travas, calços, estabilizadores etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Falha em procedimentos						<input type="radio"/>

para manobra de veículo ou equipamento (sem visibilidade e sem apoio de balizadores)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Falha em procedimentos relacionados à operação em baixa visibilidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Falha em procedimentos de inspeção prévia das condições de uso de veículos ou equipamentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Não utilização de trajes de alta visibilidade por pedestres	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Falha de funcionamento em veículo ou equipamento de rampa durante o uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## 2.2. Falhas relacionadas a objetos estranhos (F.O.): \*

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Abandonar objetos ou contribuir para o desprendimento de objetos estranhos (F.O.) no pátio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Falha em procedimentos de limpeza periódica do pátio	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Falha em procedimentos de inspeção ou de coleta de objetos estranhos (F.O.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**2.3. Falhas relacionadas a operação de carregamento ou descarregamento de bagagens e cargas: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Falha em procedimentos para movimentação de carga ou bagagem no porão (arremessada ou movimentada com excesso de energia)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Falha em procedimentos para distribuição ou contenção de carga (amarração incorreta, uso de dispositivos danificados, excesso de carga por área de contato etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Falha em procedimentos relativos ao manuseio e armazenamento de dispositivos de unitização ou de amarração (prevenção de danos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**2.4. Falhas relacionadas a outras atividades: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Falha em procedimento para pushback (sem autorização, com sequência incorreta ou ausência de procedimento, com equipamento incorreto etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Falha em procedimentos para abastecimento de aeronaves (obstrução de rotas de evacuação, presença de fontes de ignição, tensão na mangueira de abastecimento etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Falha em procedimento de inspeção externa da aeronave antes da partida (não realização ou realização incompleta)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Página 4**



## Avalie a importância dos fatores contribuintes a seguir para o monitoramento da segurança nos serviços de rampa:

Fatores contribuintes são condições que contribuem para ocorrência de falhas nos serviços de rampa. Diversos fatores contribuintes podem estar presentes na ocorrência de uma falha.

### 3.1. Fatores contribuintes relacionados a veículos ou equipamentos: \*

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Manutenção deficiente de veículo ou equipamento de rampa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Ausência de veículo ou equipamento de rampa adequado (para modelo da aeronave ou tipo de tarefa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Veículo ou equipamento não possui tecnologia para auxiliar a operação segura (sensores, dispositivos de proteção mecânica, alerta, limitação de velocidade ou para interrupção automática da operação em casos de perigo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Dispositivos de amarração ou unitização (contêineres, paletes) sem condições adequadas de uso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Ausência ou deficiência nos equipamentos/serviços de resposta a emergências aeroportuárias	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

### 3.2. Fatores contribuintes relacionados ao ambiente construído: \*

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Sinalização	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



de orientação deficiente (sinalização horizontal, vertical ou luminosa não implantada ou ineficaz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Sinalização de obstáculos deficiente (pintura ou sinalização luminosa não implantada ou ineficaz)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Má qualidade do pavimento (desnível, atrito, desagregação etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Iluminação artificial deficiente no pátio (insuficiente ou causa de ofuscamento)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Área de segurança (envelope) incompatível com modelo da aeronave em operação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Área para guarda de veículo ou equipamento de rampa inadequada (insuficiente, sujeita a jatos de ar etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Vias de serviço inadequadas (excesso de pontos de conflito, desvios, pontos cegos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Ausência ou deficiência de recipientes para coleta de F.O.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3.3. Fatores contribuintes relacionados ao ambiente natural: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Condições climáticas adversas (calor, frio, vento, chuva etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Baixa visibilidade (operação noturna, com chuva ou neblina)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3.4. Fatores contribuintes relacionados ao ambiente operacional: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Alterações frequentes no planejamento das operações (alterações de "último minuto", aumentos não previstos na demanda etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Dificuldade de detecção de colisões na fuselagem pelo uso de materiais compósitos em aeronaves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Congestionamento (excesso de veículos ou equipamentos no pátio)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Quantidade de prestadores de serviços de rampa (dificuldade de coordenação das atividades)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Falta de padronização nos procedimentos entre diferentes empresas e modelos de aeronaves	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3.5. Fatores contribuintes relacionados ao indivíduo: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Condições físicas deficientes (visão, audição etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Uso de substâncias psicoativas (álcool ou drogas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Pressão do tempo (pressão para partida no horário)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Fadiga	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Conhecimento ou habilidade insuficiente (treinamento deficiente)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3.6. Fatores contribuintes relacionados à organização encarregada da execução dos serviços de rampa: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Ausência ou deficiência no estabelecimento e comunicação da política de segurança	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Ausência ou deficiência no estabelecimento de procedimentos operacionais padrão (ineficiente, inadequado, incompleto etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Ausência ou deficiência em processos para identificação de perigos, análise e controle de riscos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4) Pessoal insuficiente para execução das tarefas de forma adequada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5) Supervisão insuficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
6) Ausência de cultura justa (medo de punição por erros)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7) Ausência ou deficiência na comunicação de assuntos de segurança operacional	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8) Ausência ou deficiência de procedimentos para atuação em situações de emergência	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**3.7. Fatores contribuintes relacionados à coordenação e comunicação: \***

	1 - nada importante	2	3	4	5 - muito importante	Não sei opinar
1) Falha de comunicação (pessoal de solo e tripulação, pessoal de solo entre si – durante os serviços e na troca de turnos)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2) Ausência de coordenação das atividades no nível operacional (durante execução dos serviços de rampa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3) Ausência de coordenação no nível estratégico (entre organizações – operadores aéreos, operadores de aeroportos e provedores de serviços de rampa)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Página 5**

**Informações sobre o perfil do respondente:**

**1. Quantos anos completos de experiência na aviação você possui? \***

anos de experiência

**2. Qual o seu nível de escolaridade? \***

- Nível médio
- Nível superior
- Pós-graduação (Especialização)
- Pós-graduação (Mestrado)
- Pós-graduação (Doutorado)

**3. A organização em que atua é: \***

- Empresa de serviços auxiliares ao transporte aéreo
- Operadora de aeroporto
- Empresa aérea
- Associação representante de Empresas de serviços auxiliares ao transporte aéreo
- Associação representante de Operadoras de aeroportos
- Associação representante de Empresas aéreas
- Órgão regulador – regulação de operação de aeroportos
- Órgão regulador – regulação de operação de aeronaves
- Outra:

**4. A sua função na organização pode ser enquadrada no: \***

- Nível estratégico. Alta administração responsável pela definição da estratégia e decisões de longo prazo
- Nível tático. Média administração responsável pelo desenvolvimento gerencial e coordenação das atividades
- Nível operacional – Supervisão. Responsável pela coordenação das tarefas e decisões imediatas de curto prazo
- Nível operacional – Execução. Responsável pela execução das tarefas

**Se você gostaria de receber os resultados da pesquisa e participar das próximas etapas, informe um e-mail de contato a seguir:**

Endereço de e-mail

» **Redirection to final page of Online Pesquisa**

## Apêndice 5

### Resumo do processamento de caso

	Casos					
	Válido		Ausente		Total	
	N	Porcentagem	N	Porcentagem	N	Porcentagem
Tipo de Elemento *	62	100,0%	0	0,0%	62	100,0%
Número de caso de cluster						

### Tipo de Elemento \* Número de caso de cluster Tabulação cruzada

		Número de caso de cluster		Total
		Agrupamento 1	Agrupamentos 2, 3 ou 4	
Evento indesejado	Contagem	5	4	9
	Expected Count	1,6	7,4	9,0
	% dentro de Tipo de Elemento	55,6%	44,4%	100,0%
Falha ou Fator contribuinte	Contagem	6	47	53
	Expected Count	9,4	43,6	53,0
	% dentro de Tipo de Elemento	11,3%	88,7%	100,0%
Total	Contagem	11	51	62
	Expected Count	11,0	51,0	62,0
	% dentro de Tipo de Elemento	17,7%	82,3%	100,0%

### Testes de qui-quadrado

	Valor	df	Sig. Assint. (2 lados)	Sig exata (2 lados)	Sig exata (1 lado)
Qui-quadrado de Pearson	10,315 <sup>a</sup>	1	,001	,006	,006
Correção de continuidade <sup>b</sup>	7,507	1	,006		
Razão de verossimilhança	8,163	1	,004	,006	,006
Fisher's Exact Test				,006	,006
N de Casos Válidos	62				

a. 1 células (25,0%) esperam contagem menor do que 5. A contagem mínima esperada é 1,60.

b. Computado apenas para uma tabela 2x2

### Symmetric Measures

		Valor	Sig. Aprox.	Sig exata
Nominal por Nominal	Phi	,408	,001	,006
	V de Cramer	,408	,001	,006
N de Casos Válidos		62		



## Apêndice 6

### Teste U de Mann-Whitney de amostras independentes

Hipótese nula  $H_0$ : A distribuição em cada elemento é a mesma entre as categorias de organização Indústria e Reguladores

Hipótese alternativa  $H_A$ : A distribuição em cada elemento é diferente entre as categorias de organização Indústria e Reguladores

<b>Código do elemento</b>	<b>Significância</b>	<b>Decisão</b>
EI1	0,253	Reter a hipótese nula
EI2	0,000	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
EI3	0,028	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
EI4	0,052	Reter a hipótese nula
EI5	0,111	Reter a hipótese nula
EI6	0,075	Reter a hipótese nula
EI7	0,613	Reter a hipótese nula
EI8	0,051	Reter a hipótese nula
EI9	0,102	Reter a hipótese nula
FAVE1	0,026	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE2	0,006	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE3	0,000	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE4	0,000	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE5	0,196	Reter a hipótese nula
FAVE6	0,000	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE7	0,002	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAVE8	0,009	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAFO1	0,016	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAFO2	0,002	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAFO3	0,005	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FACD1	0,002	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FACD2	0,009	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FACD3	0,003	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAOA1	0,023	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FAOA2	0,328	Reter a hipótese nula
FAOA3	0,429	Reter a hipótese nula
FCVE1	0,003	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCVE2	0,065	Reter a hipótese nula
FCVE3	0,008	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCVE4	0,001	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCVE5	0,003	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAC1	0,447	Reter a hipótese nula
FCAC2	0,842	Reter a hipótese nula
FCAC3	0,015	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAC4	0,270	Reter a hipótese nula

FCAC5	0,069	Reter a hipótese nula
FCAC6	0,033	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAC7	0,008	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAC8	0,045	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAN1	0,080	Reter a hipótese nula
FCAN2	0,604	Reter a hipótese nula
FCAO1	0,849	Reter a hipótese nula
FCAO2	0,127	Reter a hipótese nula
FCAO3	0,200	Reter a hipótese nula
FCAO4	0,033	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCAO5	0,306	Reter a hipótese nula
FCIN1	0,450	Reter a hipótese nula
FCIN2	0,312	Reter a hipótese nula
FCIN3	0,117	Reter a hipótese nula
FCIN4	0,010	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCIN5	0,145	Reter a hipótese nula
FCOR1	0,006	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCOR2	0,304	Reter a hipótese nula
FCOR3	0,086	Reter a hipótese nula
FCOR4	0,100	Reter a hipótese nula
FCOR5	0,319	Reter a hipótese nula
FCOR6	0,215	Reter a hipótese nula
FCOR7	0,242	Reter a hipótese nula
FCOR8	0,025	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>
FCCO1	0,340	Reter a hipótese nula
FCCO2	0,105	Reter a hipótese nula
FCCO3	0,001	<b>Rejeitar a hipótese nula</b>

Significâncias assintóticas. O nível de significância é 0,05.