

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES

**AS NÃO-CONFORMIDADES CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS DE PISTAS DOS
AEROPORTOS BRASILEIROS NO QUE DIZ RESPEITO ÀS REGRAS DE
SEGURANÇA OPERACIONAL**

FRANCISCO CESAR DE MEDEIROS

ORIENTADOR: ANDERSON RIBEIRO CORREIA, PhD

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DA AVIAÇÃO CIVIL

PUBLICAÇÃO: E-TA-003A/2009
BRASÍLIA/DF: OUTUBRO/2009

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
CENTRO DE FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES

**AS NÃO-CONFORMIDADES CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS DE PISTAS DOS
AEROPORTOS BRASILEIROS NO QUE DIZ RESPEITO ÀS REGRAS DE
SEGURANÇA OPERACIONAL**

FRANCISCO CESAR DE MEDEIROS

**MONOGRAFIA DO CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO SUBMETIDA AO CENTRO DE
FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM TRANSPORTES DA UNIVERSIDADE
DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A
OBTENÇÃO DO GRAU DE ESPECIALISTA EM GESTÃO DA AVIAÇÃO CIVIL.**

APROVADA POR:

ANDERSON RIBEIRO CORREIA, PhD (ITA)
(Orientador)

ADYR DA SILVA, PhD (UnB)
(Examinador Interno)

JOSÉ MATSUO SHIMOISHI, PhD (UnB)
(Examinador Interno)

BRASÍLIA/DF, 02 DE OUTUBRO DE 2009

FICHA CATALOGRÁFICA

MEDEIROS, FRANCISCO CÉSAR	
As Não-conformidades Construtivas dos Sistemas de Pistas dos Aeroportos Brasileiros no Que Diz Respeito às Regras de Segurança Operacional	
xv, 65p., 210x297 mm (CEFTRU/UnB, Especialista, Gestão da Aviação Civil, 2009).	
Monografia de Especialização – Universidade de Brasília, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, 2009	
1. Não Conformidades Construtivas em Pistas de Aeroportos 2. Regras Construtivas de Aeroportos 3. Segurança Operacional em Pistas de Aeroportos	
I. CEFTRU/UnB	II. Título (série)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MEDEIROS, F. C. (2009). As Não-conformidades Construtivas dos Sistemas de Pistas dos Aeroportos Brasileiros no Que Diz Respeito às Regras de Segurança Operacional , Monografia de Especialização, Publicação E-TA-003A/2009, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 80p.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Francisco Cesar de Medeiros.

TÍTULO DA MONOGRAFIA: As Não-conformidades Construtivas dos Sistemas de Pistas dos Aeroportos Brasileiros no Que Diz Respeito às Regras de Segurança Operacional

GRAU/ANO: Especialista / 2009

É concedida à Universidade de Brasília, permissão para reproduzir cópias desta monografia de especialização e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de especialização pode ser reproduzida sem a autorização por escrito dos autores.

Francisco Cesar de Medeiros
fcemed@yahoo.com.br

DEDICATÓRIA

Aos meus pais por todo esforço que fizeram para que eu tivesse uma boa educação e um bom futuro.

Às minhas filhas pelo amor e carinho que me dedicam.

A todas as pessoas que me amam por terem compreendido a minha falta de tempo durante a realização do Curso de Gestão da Aviação Civil e durante a preparação desta Monografia.

AGRADECIMENTOS

Aos amigos da turma do Curso de Especialização de Gestão da Aviação Civil pelo coleguismo, apoio e incentivo.

À coordenação e ao corpo de professores do CEFTRU/UnB pelos ensinamentos recebidos.

A Silvia Silva (CEFTRU/UnB) pelo incentivo e apoio que me deu ao longo de todo o curso.

À equipe do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos - CENIPA por todo apoio que me foi dado na realização deste trabalho.

Aos colegas da ANAC que contribuíram com opiniões, informações e materiais.

À Agência Nacional de Aviação Civil pela oportunidade de desenvolvimento profissional que me foi dada neste curso.

RESUMO

Os maiores aeroportos civis brasileiros, de maneira geral, foram construídos há muitas décadas, quando as exigências de segurança operacional eram significativamente menores. Além disso, um número significativo desses aeroportos foi originado de aeródromos militares que não seguem as mesmas regras de segurança operacional da aviação civil.

No entanto, as exigências de segurança operacional evoluíram nas últimas décadas procurando acompanhar o aumento dos desafios apresentados pelo crescimento da aviação civil, o que resultou progressivamente na identificação de grande número de não-conformidades construtivas nos aeroportos brasileiros.

Como a solução para essas não-conformidades envolve, em alguns casos, ações de ordem financeira e técnica complexas, esta monografia se propõe a abordar o problema: “Como alcançar um nível aceitável de segurança operacional eliminando ou gerenciando o risco das não-conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros?”.

A pesquisa desenvolvida aborda diversas disciplinas que oferecem instrumentos para a solução do problema, tais como: Acidentes em Sistemas de Pistas, Regulação de Aeroportos, Estudo Aeronáutico, Análise de Risco de *Overrun*, *Undershoot* e *Veeroff*, e Coleta de Dados de Acidentes e Incidentes Aeronáuticos no Brasil. Como parte da abordagem, foi realizado, junto ao Centro Nacional de Investigação de Acidentes (CENIPA), um levantamento de dados de acidentes e incidentes de *overrun*, *undershoot* e *veeroff* no Brasil.

Entre as muitas conclusões alcançadas pela pesquisa, uma se destaca pelo surpreendente resultado: a frequência de ocorrência de eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroff* no Brasil é equivalente as do primeiro mundo. Isso não significa que a aviação civil brasileira é mais ou menos segura, mas sim que, para o porte, tipo de operação da aviação e período selecionados neste estudo, as taxas para os eventos em foco são equivalentes as do estudo europeu tomado como referência neste trabalho.

ABSTRACT

The majority of Brazil's civilian airports were built, as a rule, several decades ago, when operational safety demands were significantly lower. Besides, a significant number of these airports were originally military aerodromes, which do not comply to the same operational safety principles as those followed by civilian airports.

However, the demands in safety have evolved markedly over the last decades, in attempt to keep up with the increasing complexity of the challenges presented by the growth in use of civil aviation. This resulted in the development of a large number of construction non-conformities in the Brazilian airports.

As the solution to such non-conformities involves, in some cases, the implementation of actions of technical and financial complexity, this work endeavors to approach the following issue: "How to reach acceptable levels of safety while eliminating or managing construction-non-conformity related risks within the runway system of Brazilian airports?"

The research developed for this work approaches several disciplines that may offer tools for a possible solution to the problem, such as: runway system accidents, airport regulation, aeronautical study, overrun, undershoot and veeroff risk analysis and data gathered from aeronautic accidents and incidents in Brazil. As part of the approach selected, data related to overrun, undershoot and veeroff accidents in Brazil was collected from CENIPA (National Center for Accident Investigation).

Among the several conclusions reached through this research, one is worth highlighting: the Brazilian's overrun, undershoot and veeroff rates are equivalent to the First World rates. This does not mean that Brazilian's civil aviation is more or less safe, but that, considering the size and type of aviation operation, as well as the period selected for this study, the rates for the events in focus are equivalent of those in the European study used as a reference in this work.

SUMÁRIO

Capítulo		Página
1	INTRODUÇÃO	1
1.1	APRESENTAÇÃO	1
1.2	ENUNCIADO DO PROBLEMA	2
1.3	JUSTIFICATIVA	2
1.4	HIPÓTESE	5
1.5	OBJETIVO	6
1.5.1	Objetivo Geral	6
1.5.2	Objetivos Específicos	6
1.6	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
1.7	METODOLOGIA DA PESQUISA	8
1.8	ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO	9
2	ACIDENTES EM SISTEMAS DE PISTAS	12
2.1	TOQUES/POUSOS ANTECIPADOS (<i>Undershoot</i>)	12
2.2	DESVIO LATERAL (<i>Veeroff</i>)	13
2.3	ULTRAPASSAGEM (<i>Overrun</i>)	13
2.4	ASPECTOS REFERENTES AOS EVENTOS	14
2.5	ÁREA CRÍTICA PARA RESGATE E COMBATE A INCÊNDIO	16
2.6	PERIGO, CONSEQUÊNCIA E RISCO	16
3	REGRAS CONSTRUTIVAS E A ORIGEM DAS NÃO-CONFORMIDADES DOS SISTEMAS DE PISTAS DOS AEROPORTOS BRASILEIROS	18
3.1	AS REGRAS INTERNACIONAIS	18
3.2	DIFERENÇAS, DESVIOS, PADRÕES E PRÁTICAS	18
3.3	A ORIGEM DAS NÃO-CONFORMIDADES	20
3.4	AS REGRAS NÃO ATENDIDAS	22
3.4.1	<i>Runway End Safety Area- RESA</i> (Área de Segurança de Fim de	22

	Pista)	
3.4.2	Faixa de Pista de Pouso e Decolagem	25
3.4.3	Rampa de Transição	27
3.4.4	Área de Segurança de Pista (<i>Runway Safety Area</i> – RSA)	29
4	ESTUDO AERONÁUTICO E ANÁLISE DE RISCO DE “OVERRUN”, “UNDERSHOOT” E “VEEROFF”	30
4.1	ESTUDO AERONÁUTICO	30
4.2	ANÁLISE DE RISCO	31
4.3	MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO QUANTITATIVA	31
4.4	MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO SUBJETIVA	36
5	COLETA DE DADOS DE ACIDENTES E INCIDENTES NO BRASIL	41
5.1	O SIPAER E O CENIPA	41
5.2	NORMATIZAÇÃO DO SIPAER	42
5.3	ACIDENTE E INCIDENTE AERONÁUTICO	42
5.3.1	Acidente Aeronáutico	43
5.3.2	Incidente Aeronáutico	43
5.3.2.1	Incidente Grave	44
5.3.2.2	Ocorrência de Solo	44
5.4	RELATÓRIOS	44
5.5	INVESTIGAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS	46
5.6	DADOS OBTIDOS NO CENIPA	48
6	ALTERNATIVAS PARA O ALCANCE DE NÍVEL DE SEGURANÇA OPERACIONAL ACEITÁVEL	53
6.1	SEGURANÇA OPERACIONAL E GERENCIAMENTO DO RISCO	54
6.2	FLUXOGRAMA PARA O ALCANCE DO NAS	54

7	CONCLUSÕES	56
7.1	RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES	57
7.2	TESTE DA HIPÓTESE	558
7.3	CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS	58
7.3.1	Consecução do Objetivo Geral	58
7.3.2	Consecução dos Objetivos Específicos	58
7.4	SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS	58
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60

APÊNDICE

Apêndice		Página
Apêndice A	RELAÇÃO DOS AEROPORTOS DA INFRAERO CUJOS MOVIMENTOS FORAM CONSIDERADOS NO ESTUDO	61
Apêndice B	ACIDENTES/INCIDENTES DE OVERRUN, UNDER -SHOOT E VEEROFF OCORRIDOS NOS ANOS 1991-1995, 1997 e 2000-2006	62

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
Tabela 1.1	Ocorrências verificadas em uma amostragem de oito aeroportos	4
Tabela. 5.1	Comparação dos resultados deste estudo com o de Eddowes, M. ET all (2001)	50
Tabela 5.2	Discriminação dos eventos por aeroporto	51
Tabela 5.3	Movimento nos aeroportos em que ocorreram eventos	51
Tabela 5.4	Frequência dos eventos por tipo e por aeroporto	52

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação		Página
Equação 4.1	Probabilidade de um acidente ocorrer em determinadas condições operacionais	33
Equação 4.2	Probabilidade que a distância seja maior que x	33
Equação 4.3	Probabilidade que a distância seja maior que y	34

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
Figura 2.1	Distribuição de acidentes no entorno da pista	12
Figura 2.2	Distribuição por tipo de evento: LDOR - <i>overrun</i> no pouso, TOOR - <i>overrun</i> na decolagem e LDUS - <i>undershoot</i> no pouso	14
Figura 2.3	Frequência de anomalias por categoria em <i>overrun</i> no pouso	15
Figura 2.4	Frequência de anomalias por categoria em <i>undershoot</i> no pouso	15
Figura 2.5	Frequência de anomalias por categoria em <i>overrun</i> na decolagem	16
Figura 3.1	Área de Transição (1/3 da Fig.6 da Portaria 1.141)	28
Figura 3.2	Área de Transição (2/3 da Fig.6 da Portaria 1.141)	28
Figura 3.3	Área de Transição (3/3 da Fig.6 da Portaria 1.141)	29
Figura 4.1	Conceito geral para modelar <i>overruns</i>	34
Figura 4.2	Conceito geral para modelar <i>undershoots</i>	34
Figura 4.3	Conceito geral para modelar desvio lateral	35
Figura 4.4	Tendência típica para modelo de localização de acidentes	35
Figura 4.5	Curva típica de <i>veeroff</i> no pouso	36
Figura 4.6	Probabilidade do risco	37
Figura 4.7	Severidade do risco	39
Figura 4.8	Matriz de avaliação e tolerabilidade	40
Figura 4.9	Índice/ Tolerabilidade ao Risco	40
Figura 5.1	Fluxograma de investigação de acidente aeronáutico e de incidente grave (NSCA 3.6)	46
Figura 6.1	Fluxograma de alternativas para o alcance do NAS	55

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ANAC	Organização de Aviação Civil Internacional
CAA	Civil Aviation Authority
CBA	Código Brasileiro de Aeronáutica
CCI	Cadeia de Comando de Investigação
CENIPA	Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
CI	Comando Investigador
COMAER	Comando da Aeronáutica
FAA	Federal Aviation Administration
FIDS	FAA Incidente Database
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária
MCA	Manual do Comando da Aeronáutica
NAS	Nível Aceitável de Segurança Operacional
NSCA	Norma de Sistema do Comando da Aeronáutica
NTSB	National Transport Safety Board
OACI	Organização de Aviação Civil Internacional
OM	Organização Militar
RAI	Relatório de Ação Inicial
RBAC	Regulamento Brasileiro de Aviação Civil
RESA	<i>Runway End Safety Área</i> (Área de Segurança de Fim de Pista)
RF	Relatório Final
RP	Relatório Preliminar
RSA	<i>Runway Safety Área</i> (Área de Segurança de Pista)
SIGIPAER	Sistema de Gerenciamento Integrado da Prevenção de Acidentes Aeronáuticos
SIPAER	Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

A maioria dos aeroportos brasileiros não atende a diversas regras construtivas de segurança operacional para pátios, pistas de pouso e decolagem e táxis enunciadas no Anexo 14 da Convenção da Organização da Aviação Civil Internacional – OACI (da qual o Brasil é signatário). Esse descumprimento a essas normas é explicado porque foram desenvolvidos em grande número a partir de aeródromos militares que não foram projetados a partir dessas regras, pois suas finalidades eram diferentes das finalidades de um aeródromo civil. O não atendimento a essas regras dá-se o nome de não-conformidade.

As regras e padrões construtivos adotados pela OACI, em seu Anexo 14, são resultantes de cuidadosa avaliação de risco das operações de aeródromos e objetivam garantir um elevado nível de segurança operacional para pátios, pistas de pouso e decolagem e pistas de táxi.

Há que se destacar, também, que muitas das regras que hoje configuram não-conformidades nos aeroportos brasileiros não existiam ou não eram obrigatórias na época em que esses aeroportos foram construídos. Além disso, as exigências de segurança operacional eram muito menores, pois o movimento era muito inferior e as aeronaves eram de menor proporção, transportavam menos passageiros e possuíam especificações que exigiam menos das pistas de pouso e decolagem.

Hoje, a existência dessas não-conformidades torna as operações nesses aeroportos menos seguras do que operações similares em outros aeroportos do mundo que atendem essas regras. Ademais, expõe a aviação civil brasileira aos seguintes riscos:

- 1) maior probabilidade de acidentes envolvendo aeronaves e aeroportos;
- 2) maior probabilidade de que, ocorrendo acidentes, estes causem danos e prejuízos mais severos a pessoas, instalações e equipamentos;
- 3) co-responsabilização civil da empresa operadora e/ou de seus agentes no caso de ocorrência de acidentes;
- 4) co-responsabilização civil do órgão regulador e/ou de seus agentes no caso de ocorrência de acidentes;

- 5) exposição negativa da imagem do país no exterior;
- 6) exposição negativa do país quando da realização de auditorias da Organização da Aviação Civil Internacional;
- 7) perda de credibilidade do sistema de aviação civil junto à sociedade brasileira;
- 8) repercussões operacionais, políticas e econômicas diante da possibilidade destes aeroportos receberem restrições por parte dos organismos internacionais;
- 9) aumento do preço do seguro para operações de aeronaves e operações de aeroportos no Brasil;
- 10) possível limitação do tamanho das aeronaves que operam nesses aeroportos;
- 11) possível limitação da autonomia das aeronaves que operam nesses aeroportos.

Além disso, o crescimento do mercado do transporte aéreo no Brasil implica o aumento do movimento de aeronaves, o que proporcionalmente aumenta o risco das operações nesses aeródromos.

Embora não atendam as essas regras do Anexo 14, de forma integral, tais aeroportos brasileiros têm especial importância para a economia nacional, permitindo a ligação entre cidades do Brasil e do exterior, movimentando grande número de passageiros e cargas. Logo, torna-se necessário o estudo do problema e a proposição de soluções que visem retirar essas não-conformidades e adequar o nível de segurança operacional aos padrões internacionais.

1.2 ENUNCIADO DO PROBLEMA

Como alcançar nível aceitável de segurança operacional eliminando ou gerenciando o risco das não conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros?

1.3 JUSTIFICATIVA

A elevada quantidade de não conformidades construtivas, referentes à segurança operacional de pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e pátios dos aeroportos brasileiros é um problema antigo e de difícil solução, pois envolve investimentos de grande vulto que não trazem obrigatoriamente visibilidade política.

A Tabela 1.1 apresenta a tabulação das ocorrências de não-conformidades verificadas em uma amostragem de oito aeroportos, levantadas a partir dos arquivos de atualização de homologação de aeroportos (2007-2008) da Agência Nacional da Aviação Civil (ANAC). Essa amostra foi retirada do universo dos vinte maiores aeroportos brasileiros em movimento de passageiros, os quais possuem movimento superior a dois milhões de passageiros/ano. O nome desses aeroportos não é citado por solicitação da fonte.

Todos os oito aeroportos apresentaram não-conformidades, sendo a maior incidência observada nos seguintes casos: 1) ausência de *Runway End Safety Area*- RESA; 2) obstáculos na faixa de pista de pouso e decolagem; e 3) obstáculos violando a rampa de transição.

As possíveis consequências que podem resultar das três principais não-conformidades identificadas são, respectivamente:

- no caso de pouso em que o toque da aeronave ocorra antes da cabeceira ou no qual a aeronave ultrapasse acidentalmente o fim da pista, a probabilidade de graves avarias e danos aos passageiros e tripulantes será maior.
- caso uma aeronave acidentalmente saia da pista, durante uma operação de pouso ou decolagem, ou em sobrevoo da faixa de pista, a probabilidade de colisão com um obstáculo será maior.
- caso uma aeronave durante o pouso necessite realizar uma arremetida com desvio para a lateral, ou sobrevôo na lateral da faixa de pista, a probabilidade de colisão com um obstáculo será maior.

Tabela 1.1 – Ocorrências verificadas em uma amostragem de oito aeroportos

OCORRÊNCIAS VERIFICADAS EM UMA AMOSTRAGEM DE OITO AEROPORTOS (Fonte: ANAC 2007-2008)		
NÃO CONFORMIDADE	Nº DE AEROPORTOS EM QUE OCORRE	TOTAL
Ausência da Runway End Safety Area - RESA	8	26
Obstáculos violando a rampa de transição	6	8
Obstáculos violando a rampa de aproximação e decolagem	2	2
Obstáculos na faixa de pista de pouso e decolagem	8	13
Desnívelamento da faixa preparada de pista de pouso e decolagem	4	6
Vala de drenagem na faixa preparada de pista de pouso e decolagem	4	4
Via de serviço na faixa de pista de pouso e decolagem	4	4
Muro e malha urbana na faixa de pista de pouso e decolagem	2	3
Pista de táxi dentro da faixa de pista de pouso e decolagem	1	1
Distância insuficiente entre eixo de pista e eixo de táxi	1	1
Distância insuficiente entre eixo de pista e eixo de táxi de borda de pátio	1	1
Obstáculos na faixa preparada de pista de táxi	1	1
Sinalização vertical em desacordo com a norma	1	1
Sinalização horizontal em desacordo com a norma	2	2
Largura da pista de pouso e decolagem em desacordo com a norma	1	1
TOTAL DE NÃO CONFORMIDADES CONSTRUTIVAS DOS SISTEMAS DE PISTAS REF. A SEG. OPERACIONAL		74

Da descrição dos riscos envolvidos na existência das três não-conformidades mais observadas na amostragem, pode-se inferir a importância de sua eliminação e/ou gerenciamento.

Por outro lado, da amostragem pode-se verificar a ocorrência de 74 não-conformidades nos oito aeroportos amostrados, o que corresponde a uma média de 9,25 ocorrências por aeroporto, um valor bastante elevado considerando os requisitos de segurança operacional da aviação civil. É evidente que, entre essas não-conformidades, nem todas são de difícil solução ou envolvem grandes investimentos, quer seja para sua eliminação quer para mitigação dos riscos envolvidos, como são os casos das vias de serviço nas faixas de pista, que podem ser solucionados por meio de sinalização, comunicação adequada e procedimento operacional que garanta a inexistência de movimentação de veículos nestes setores durante operações de pouso e decolagem. Porém, verifica-se a existência de outras não-conformidades que exigem vultosos investimentos para sua eliminação, por exemplo, a necessidade de grandes aterros para a viabilização de RESA ou o caso de distância insuficiente entre táxi e pista e/ou pista e pátio.

No quadro regulatório atual da aviação civil brasileira, a normatização quanto a projeto e construção de aeródromos é encontrada fundamentalmente no Regulamento Brasileiro de

Aviação Civil 154 (RBAC 154) – Projeto de Aeródromos, na Portaria 1.141/GM5(08/12/1987): “Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências”, na Portaria 398/GM5 (04/06/1999): “Dispõe sobre a aplicação do Anexo 14 à Convenção de Aviação Civil Internacional no Território Nacional”, e no Anexo 14 da Convenção da Organização da Aviação Civil Internacional.

A regulamentação nacional para projeto de aeródromos é recente: o RBAC 154 foi publicado em 12 de maio de 2009. Também é novo o dispositivo normativo que disponibiliza instrumento coercitivo ao órgão regulador: a Resolução N° 25(ANAC) que dispõe sobre o processo administrativo para a apuração de infrações e aplicação de penalidades foi publicada em 28 de abril de 2008. Portanto, ainda é cedo para uma avaliação da eficácia desses instrumentos.

Por outro lado, o maior administrador de aeroportos do Brasil é uma empresa pública. O histórico de investimentos que essa empresa destina a grandes obras de construção e ampliação e a grande quantidade de não-conformidades ainda existentes sugerem uma reflexão sobre o assunto.

Além disso, há que se considerar que, se essas estruturas atendiam com razoável nível de segurança operacional a aviação civil brasileira no passado, atualmente o elevado crescimento dessa trás junto o aumento dos riscos de acidentes.

Ante o exposto, justifica-se a realização de um trabalho de pesquisa objetivando encontrar e propor soluções para o problema.

1.4 HIPÓTESE

As não-conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros podem ser eliminadas ou terem seus riscos associados gerenciados exclusivamente por via da regulamentação e fiscalização.

1.5 OBJETIVO

1.5.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é demonstrar as alternativas existentes para que seja alcançado um nível aceitável de segurança operacional nos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros.

1.5.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos deste trabalho:

- analisar as não-conformidades construtivas de uma amostragem de aeroportos brasileiros, em especial aquelas que impactam nos eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroff*;
- apresentar recomendações visando aperfeiçoar a coleta de dados em futuras investigações de acidentes e incidentes, objetivando a criação de um modelo nacional de análise de risco dos sistemas de pistas existentes nos aeroportos brasileiros;
- Obter requisitos para a elaboração ou aperfeiçoamento de normas referentes ao tema.

1.6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica ao presente trabalho foi obtida pela seleção de bibliografia e documentação relevante e referida ao tema disponível, nos centros acadêmicos e de pesquisa voltados à infraestrutura aeroportuária e ao transporte aéreo. A especificidade do tema e a sua aplicabilidade muito restrita fazem que boa parte da fundamentação seja somente encontrada em documentos técnicos e normativos que regulam a matéria a nível nacional e internacional.

Serão primeiramente utilizados como referencial teórico os poucos livros e trabalhos acadêmicos disponíveis sobre infraestrutura aeroportuária, segurança operacional e análise de risco.

Apresenta-se a seguir a fundamentação teórica utilizada neste estudo:

- 1) Anexo 14 da Organização da Aviação Civil Internacional – OACI.

Este documento apresenta os padrões e práticas recomendadas pela OACI a seus Estados Contratantes. Trata-se de um documento que objetiva orientar os países que fazem parte da organização em relação à normatização construtiva e operativa de aeródromos no que diz respeito à segurança operacional. Nele podem ser encontrados, entre outros assuntos, padrões para a construção de pistas de pouso e decolagem, pistas de táxi e pátio.

2) RBAC 154 – Emenda 00 – Projeto de Aeródromos (Públicos) - ANAC

Documento que contém os regulamentos brasileiros para projeto de aeródromos públicos. Utilizado como referência para as considerações regulatórias que se fizerem necessárias ao longo da pesquisa;

3) Doc 9157 - Manual de Projeto de Aeródromos – OACI.

Este apresenta as orientações necessárias às implementações requeridas pelas regras do Anexo 14. Portanto, torna-se importante referência de consulta para o completo entendimento do Anexo 14.

4) Doc 9774 - Manual de Certificação de Aeródromos – OACI.

Este documento oferece a conceituação de conformidade e de não conformidade referente à segurança operacional em aeroportos, bem como toda a orientação para o Estado Contratante estabelecer um programa de certificação de aeródromos.

5) Final Report on The Risk Analysis in Support of Aerodrome Design Rules - A Report produced for the Norwegian Civil Aviation Authority – AEA Technology (Mark Eddowes, Jon Hancox and Anne MacInnes).

Trata-se de documento elaborado pela AEA Technology para a Autoridade de Aviação Civil Norueguesa e objetiva apresentar um método de análise de risco que de suporte a elaboração de normas de projeto de aeródromos. Este documento será uma importante referência para a análise dos riscos envolvidos nas não conformidades que serão pesquisadas.

6) Termo de Referência para Estudo Aeronáutico (IAC 154-1001) da Agência Nacional de Aviação Civil.

Refere-se a documento elaborado pelo antigo Departamento de Aviação Civil brasileiro e hoje incorporado à regulamentação da Agência Nacional de Aviação Civil – Anac. Ele é referência

para a elaboração de estudos aeronáuticos e é um balizador na pesquisa para a validação das não-conformidades cujo risco seja considerado aceitável.

7) Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety – ACRP - REPORT 3.

United States: Jim Hall et all, 2008

Trata-se de importante referencial teórico para o entendimento da modelagem de riscos dos eventos de overrun e undershoot.

9) Airport Engineering by Norman J. Ashford and Paul H. Wright;

Referência bibliográfica utilizada para o entendimento das regras construtivas e seus conceitos associados, bem como os fatores que geram acidentes e incidentes aeronáuticos em sistemas de pistas de aeródromos.

1.7 METODOLOGIA DA PESQUISA

O método de abordagem escolhido é o hipotético-dedutivo, uma vez que a presente pesquisa tem sua origem no enunciado do problema apresentado no item 1.3 acima, para o qual se procura uma solução. Uma hipótese foi apresentada no item 1.5 e é testada ao longo da pesquisa procurando sua comprovação ou refutação. Dessa forma, busca-se uma resposta ao enunciado do problema.

Como técnica de pesquisa, será utilizada a documentação indireta por meio de pesquisa documental e bibliográfica.

A pesquisa foi realizada em seis etapas:

Primeira etapa: pesquisa por temas ligados direta ou indiretamente ao assunto, objetivando reunir documentação de referência por todos os meios disponíveis: livros concernentes à engenharia aeroportuária, documentos técnicos disponíveis na *internet*, documentos técnicos disponíveis na Anac, arquivos referentes a processos de construção e homologação de aeródromos disponíveis na Anac, monografias de assuntos correlatos disponíveis no banco de monografias do Ceftru/UnB, *papers* dos Painéis de Aeródromos da ICAO, etc.

Segunda etapa: revisão bibliográfica da documentação de referência coletada, com a finalidade de selecionar os pontos que serão examinados mais profundamente e identificar conceitos aplicáveis à pesquisa.

Terceira etapa: levantamento de informações referentes ao sistema de coleta de dados de acidentes e incidentes aeronáuticos existentes atualmente no Brasil. Como toda a bibliografia disponível é baseada em estatísticas de aeroportos estrangeiros, o objetivo desta etapa é o de trazer a presente pesquisa a uma realidade mais próxima a da brasileira.

Quarta etapa: estudo em profundidade dos textos mais relevantes, consolidação dos conceitos aplicáveis, sendo organizados em uma sequência lógica que facilite a abordagem na etapa que se seguirá, ou seja, a dissertação da monografia.

Quinta etapa: a dissertação da monografia, na qual são abordados os temas que progressivamente apresentarão os conceitos e fundamentos teóricos que permitirão as conclusões da sexta e última etapa.

Sexta etapa (Conclusões): essa última etapa da monografia apresenta uma avaliação final de todo conteúdo levantado na pesquisa. A hipótese testada ao longo do estudo é confirmada ou refutada. É demonstrado o atendimento ao objetivo geral e aos objetivos específicos propostos. A partir dessa avaliação final são destacadas as propostas de soluções para o enunciado do problema.

1.8 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A estrutura adotada no desenvolvimento e apresentação desta monografia compõe-se de sete capítulos, onde além desse capítulo 1 de introdução, temos os seguintes capítulos:

Capítulo 2 – Acidentes em Sistemas de Pistas de Aeroportos

Este capítulo apresenta uma abordagem sobre onde, quando e como a maioria dos acidentes aeronáuticos ocorreu no passado. Ele será útil para o entendimento da natureza dos acidentes da aviação nas fases de aproximação, pouso e decolagem. Este entendimento será a base para compreensão da necessidade das regras e padrões construtivos de segurança operacional para os sistemas de pistas de aeroportos, bem como na avaliação das respectivas não

conformidades construtivas. Apresenta também as definições de *overrun*, *undershoot*, *veeroff*, área crítica para resgate e combate de incêndio, perigo, consequência e risco.

Capítulo 3 – Regras Construtivas e a Origem das Não Conformidades dos Sistemas de Pistas de Aeroportos

Este capítulo apresenta os conceitos de conformidade e não conformidade. Introduce os requisitos regulatórios que determinam a conformidade e a não conformidade construtiva de sistemas de pistas em aeroportos brasileiros, apresenta uma análise das principais não conformidades existentes a partir de uma amostragem de aeroportos, e demonstra como os requisitos regulatórios podem aumentar o nível de segurança operacional dos aeródromos.

Capítulo 4 – Estudo Aeronáutico e Análise de Risco de “Overrun”, “Undershoot” e “Veeroff”

Este capítulo faz uma apresentação do que é um estudo aeronáutico, sua necessidade, e de diversas técnicas de análise de risco levantadas em bibliografia nacional e estrangeira, objetivando apresentar ferramentas que podem auxiliar na análise e gerenciamento dos riscos das não conformidades dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros.

Capítulo 5 – Coleta de Dados de Acidentes e Incidentes no Brasil

Este capítulo apresenta o sistema de coleta de dados de acidentes e incidentes aeronáuticos existentes atualmente no Brasil, e faz uma avaliação quanto a sua adequação às necessidades de criação de modelos de análise de risco de acidentes e incidentes em pistas de pouso e decolagem.

Capítulo 6 – Alternativas para o Alcance de Nível de Segurança Operacional Aceitável

Utilizando os conceitos e conhecimentos adquiridos nos capítulos anteriores, este capítulo apresenta as alternativas existentes para que seja alcançado um nível aceitável de segurança operacional nos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros que possuem não conformidades.

Capítulo 7 – Conclusões

Este capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir dos conhecimentos acumulados ao longo da pesquisa. A hipótese é testada. É demonstrado o atendimento aos objetivos geral e específicos propostos. São apresentadas recomendações objetivando aperfeiçoar o sistema de

aviação civil brasileiro, especialmente no que concerne à segurança operacional dos sistemas de pistas dos aeroportos.

2 ACIDENTES EM SISTEMAS DE PISTAS

Segundo Ashford (1992), pesquisas realizadas pela Airline Pilots Association, no período de 1967 a 1992, indicaram que cinco por cento dos acidentes ocorrem em rota e quinze por cento ocorrem nas proximidades dos aeroportos, normalmente a cerca de 15 milhas (24km) do aeroporto. Os oitenta por cento restantes ocorrem nas pistas de pouso e decolagem ou em suas áreas de ultrapassagem e zonas desimpedidas (Clear Zones). Um diagrama com os pontos onde estes acidentes ocorrem (ver figura 2.1) demonstra que a maioria deles ocorre a 500 pés (152,4 m) da linha central da pista de pouso e decolagem e a 3000 pés (914,4 m) das cabeceiras.

Os acidentes nos sistemas de pistas de aeroportos podem ser divididos em três categorias: Toques Antecipados (*undershoots*), Desvios (*veeroffs*) e Ultrapassagens (*overruns*).

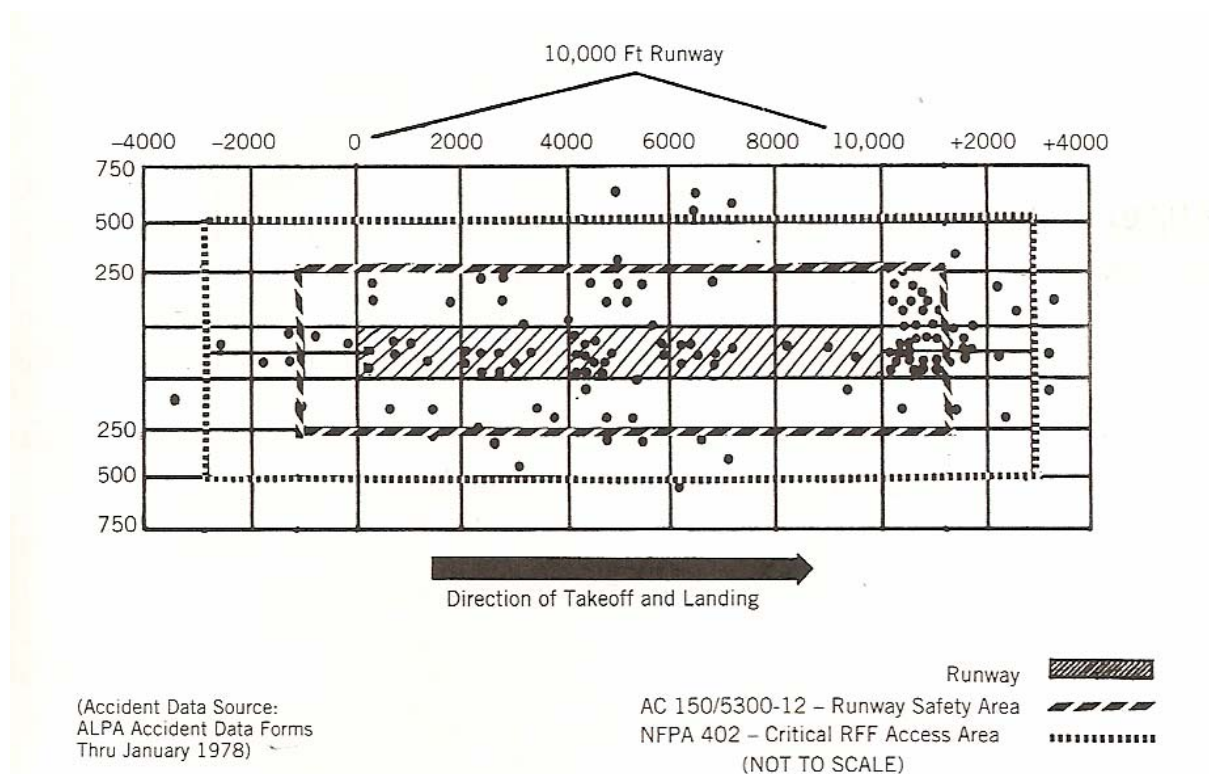


Figura 2.1 – Distribuição de acidentes no entorno da pista (ASHFORD -1992)

2.1 TOQUES/POUSOS ANTECIPADOS (*Undershoot*)

O toque/pouso antecipado é um evento que ocorre durante uma aproximação para pouso que resulta em pouso, contato com o solo ou obstáculo nas proximidades da pista ou área de

pouso. Normalmente, este tipo de evento ocorre devido à má avaliação da distância, velocidade e/ou altitude na aproximação final. As principais causas deste tipo de acidente são *Windshear*, perda de potência na aproximação e decisões do piloto. A distância de *undershoot* é descrita como a distância longitudinal do ponto em que a aeronave toca o solo até o ponto de início da pista.

Windshear é um fenômeno meteorológico, também denominado tesoura de vento, cortante do vento, gradiente de vento ou cisalhamento do vento. Trata-se de violentas correntes de ar descendentes de nuvem CB na direção do solo, mediante microrrajadas de vento, que são um perigo enorme para as aeronaves em vôo, em especial nas fases de aproximação, pouso e decolagem, quando a aeronave possui menor velocidade em relação ao solo. Devido a isso a aeronave pode ter sua força de sustentação e a estabilidade alteradas. O *Windshear* pode ter várias origens: trovoadas, presença de Cumulonimbus, virga (tipo de precipitação que ocorre na base de certas nuvens e que não chega ao solo), sistemas frontais, correntes de jato de baixos níveis, ventos fortes à superfície, brisas marítimas e terrestres, ondas de montanha, linhas de instabilidade e fortes inversões de temperatura, dentre outras.

2.2 DESVIO LATERAL (*Veeroff*)

O desvio da pista ocorre quando o piloto perde o controle direcional da aeronave tanto numa aterrissagem quanto numa decolagem, devido a problemas nos pneus, nos freios ou a uma derrapagem numa pista molhada ou com gelo, hidroplanagem, baixo coeficiente de atrito da pista, especialmente em condições de vento de través. A distância de *veeroff* é descrita como a distância transversal entre o limite lateral da pista e o ponto em que a aeronave parou após ultrapassar este limite.

2.3 ULTRAPASSAGEM (*Overrun*)

A ultrapassagem do final da pista é o acidente de aeroporto mais comum. Ele pode acontecer no pouso devido a hidroplanagem em uma pista molhada, por derrapagem em uma pista com neve ou gelo, em função do ponto da pista em que a aeronave toca o solo, excesso de velocidade e falha no sistema de frenagem. Pode acontecer também em decolagens abortadas e em alta velocidade, devido a falhas mecânicas antes do despegue da aeronave ou problemas no pneu. Esta última causa tem sido responsável por metade dos acidentes com incêndio. A

distância de *overrun* é descrita como a distância longitudinal entre o limite do final da pista e o ponto em que a aeronave parou após ultrapassar esse limite.

2.4 ASPECTOS REFERENTES AOS EVENTOS

Destaca-se uma importante diferenciação entre a ocorrência de *overrun* na decolagem e no pouso. Historicamente, observa-se menor ocorrência de *overrun* na decolagem do que no pouso, porém a ocorrência de *overrun* na decolagem geralmente resulta numa distância maior do final da pista e em maior severidade do acidente. Da mesma forma, diferencia-se a ocorrência de *veeroff* na decolagem e no pouso.

As ocorrências de *overrun* e *undershoot* estão muitas vezes associadas a eventos de *veeroff*. Por exemplo: a) evento em que uma aeronave, no pouso, toca o solo antes da cabeceira, entra na pista e sai pela lateral: *undershoot* + *veeroff*; b) evento em que uma aeronave, no pouso, ultrapassa o final da pista saindo pela lateral: *overrun* + *veeroff*.

A figura 2.2 apresenta a proporcionalidade entre os eventos. Dela observa-se que o número de eventos de *overrun* na decolagem e *undershoot* no pouso é equivalente.

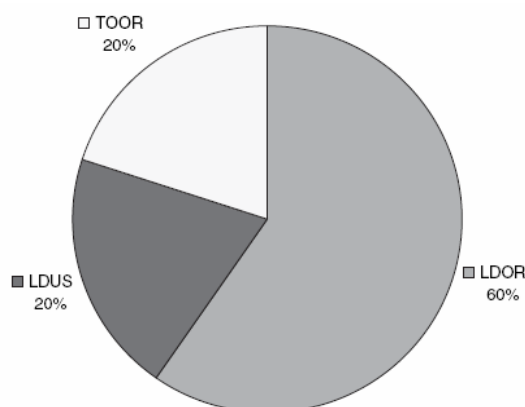


Figura 2.2 – Distribuição por tipo de evento: LDOR - *overrun* no pouso, TOOR - *overrun* na decolagem e LDUS - *undershoot* no pouso

Fonte: (Hall, J. et all, 2008)

De acordo com Hall, J. et all (2008), os gráficos das figuras 2.3, 2.4 e 2.5 apresentam a distribuição da frequência das mais significantes anomalias identificadas nos eventos. Pistas contaminadas e pistas molhadas são as anomalias de maior incidência em *overrun* no pouso

(*Runway Conditions*). Para *undershoot* no pouso, as anomalias de maior incidência são: a baixa visibilidade seguida de chuva (*Weather Condition*). Para *overrun* na decolagem, a anomalia de maior incidência é a decolagem abortada em alta velocidade (*Approach/Takeoff Procedures*).

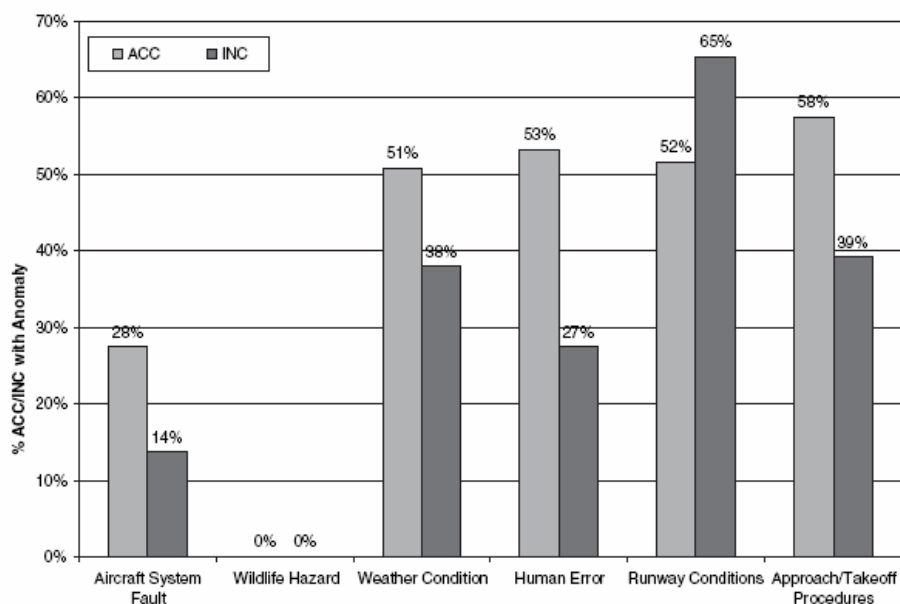


Figura 2.3 – Frequência de anomalias por categoria em *overrun* no pouso

Fonte: (Hall, J. et all, 2008)

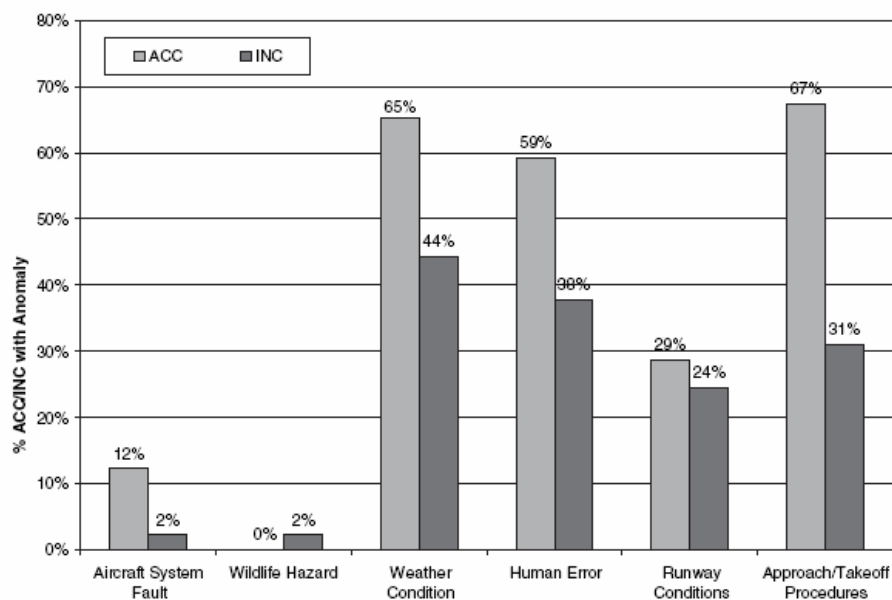


Figura 2.4 – Frequência de anomalias por categoria em *undershoot* no pouso

Fonte: (Hall, J. et all 2008)

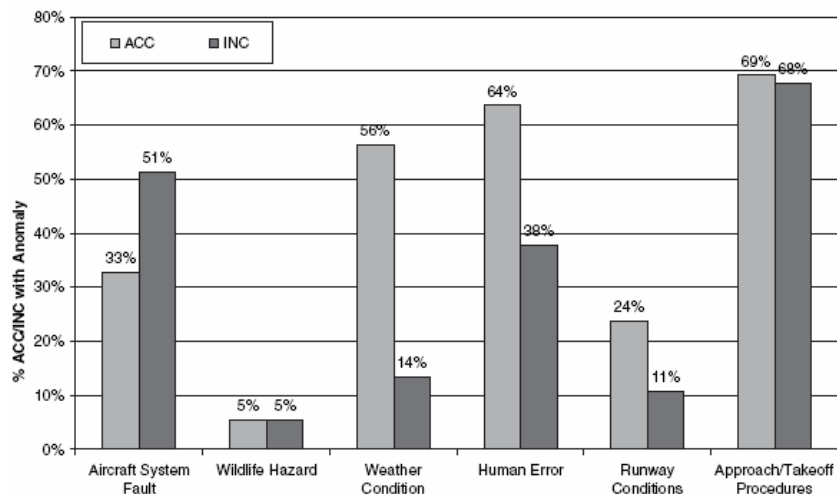


Figura 2.5 – Frequência de anomalias por categoria em *overrun* na decolagem

Fonte: (Hall, J. et all 2008)

2.5 ÁREA CRÍTICA PARA RESGATE E COMBATE A INCÊNDIO

A área definida pelas linhas de 500 pés (152,4 m) do eixo central da pista de pouso e decolagem e 3000 pés (914,4 m) das cabeceiras, apresentada na Fig. 1.1, é chamada de “Área Crítica para Resgate e Combate a Incêndio”, onde muitas vidas são perdidas e muitas aeronaves são destruídas devido a obstáculos como construções, árvores, ribanceiras, valas, caixas de concreto e a suporte de solo inadequado, que não só podem aumentar o grau de severidade de um acidente com uma aeronave que entre nessa área mas também diminuir a rapidez e a eficiência das equipes de resgate e combate a incêndio. Considerando a rapidez com que se iniciam e se propagam incêndios em boa parte dos eventos de *undershoots*, *veerooffs* e *overruns*, o tempo de resposta destas equipes pode significar o salvamento de muitas vidas.

2.6 PERIGO, CONSEQUÊNCIA E RISCO

É extremamente importante o correto entendimento dos conceitos de “Perigo”, “Consequência” e “Risco”. Esses termos são bastante utilizados no cotidiano e, muitas vezes, com sentidos diferentes. Neste item serão introduzidos os conceitos da OACI para esses termos, de acordo com o DOC 9859 – *Safety Management Manual*.

Perigo é a condição, objeto ou atividade que potencialmente pode causar lesões às pessoas, danos ao equipamento ou estruturas, perda de material ou redução da habilidade de desempenhar uma determinada função.

Consequência é o resultado potencial de um perigo.

Risco (a segurança operacional) é a avaliação das consequências de um perigo, expresso em termos de probabilidade e severidade, tomando como referência a pior condição possível.

Exemplos:

- Um vento cruzado de 15 nós é um perigo.
- Um piloto não controlar a aeronave durante a decolagem ou o pouso é uma das consequências desse perigo.
- A avaliação das consequências da possibilidade de que o piloto não consiga controlar a aeronave, em termos de probabilidade e severidade, é o risco.

A IAC 154-1001 – Termo de Referência Para Estudo Aeronáutico – , em seu item 2.3, define o conceito de “Risco” da seguinte forma:

2.3.1 Qualquer atividade desenvolvida por uma organização, pública ou privada, envolve algum risco. Essas atividades expõem pessoas ou grupos a uma potencial perda que pode ser a saúde, suas propriedades, um prejuízo financeiro ou mesmo a própria liberdade por atos ilícitos. Entretanto, as diferentes classes da sociedade, envolvidas de alguma forma com o transporte aéreo, têm valores diferentes e podem visualizar a aceitabilidade do nível de risco sob diferentes ângulos.

2.3.2 Da mesma forma, alguém que obtém benefícios a partir de determinada atividade de risco tenderá a tolerar riscos mais altos que uma pessoa exposta ao mesmo risco, mas que recebe pouco ou nenhum benefício daquela atividade.

2.3.3 Há muitas variáveis que afetam a forma com que determinado indivíduo, organização ou sociedade tolera riscos. Portanto, as tentativas de descrever risco como um parâmetro simples serão frustradas se não reconhecermos a natureza complexa desse parâmetro.

Quando lidamos com risco, estamos avaliando os seguintes aspectos essenciais:

- a) A frequência da perda;
- b) As consequências da perda; e
- c) A percepção da perda pelas classes da sociedade afetadas.

3 REGRAS CONSTRUTIVAS E A ORIGEM DAS NÃO-CONFORMIDADES DOS SISTEMAS DE PISTAS DOS AEROPORTOS BRASILEIROS

3.1 AS REGRAS INTERNACIONAIS

O Brasil é signatário da Convenção sobre Aviação Civil Internacional, também conhecida como Convenção de Chicago (1944), que é um tratado que estabeleceu a Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), uma agência especializada das Nações Unidas cuja função é coordenar e regular o transporte aéreo internacional. A convenção, em seu artigo 37, estabeleceu que os países signatários colaborariam na adoção de regras objetivando lograr a maior uniformidade possível em regulamentos, padrões, normas e organização, a fim de facilitar e melhorar a navegação aérea. Seguindo este dispositivo, a OACI, em maio 1951, adotou a primeira versão do Anexo 14 à sua Convenção, como padrão (norma) internacional e prática recomendada para projeto e operação de aeródromos. Desde então o Anexo 14 vem recebendo diversas emendas ao seu texto original, melhorando-o e incorporando novos padrões.

É importante ressaltar que o Anexo 14 é um documento que busca orientar os órgãos reguladores nacionais, dos países signatários, no estabelecimento de regulamentos nacionais alinhados com os padrões da OACI. Portanto, as normas e práticas nele estabelecidas necessitam ser incorporadas em regulamentos nacionais de acordo com a realidade de cada país.

3.2 DIFERENÇAS, DESVIOS, PADRÕES E PRÁTICAS

Dentro do contexto apresentado no item anterior, os países signatários podem seguir na íntegra os padrões (normas) e práticas estabelecidas no Anexo 14 ou, na impossibilidade, estabelecer **diferenças** entre o regulamento nacional e o padrão internacional.

De acordo com o Artigo 38 da Convenção, os países signatários estão obrigados a notificar a Organização a respeito de quaisquer **diferenças** entre suas regulamentações e práticas nacionais e os Padrões (Normas) Internacionais contidos no Anexo 14 e em suas emendas. Os países signatários são aconselhados a estender essa notificação a quaisquer **diferenças** de Práticas Recomendadas contidas no Anexo 14 e em suas emendas, quando a notificação

dessas for relevante para a segurança da navegação aérea. Os países signatários deverão manter a Organização informada, de forma atualizada, a respeito de quaisquer **diferenças** que possam ocorrer posteriormente, ou ainda da retirada das notificadas anteriormente.

Um outro termo também utilizado para definir o não-cumprimento a uma determinada norma é o termo **desvio**. Porém, **desvio** se refere ao não-cumprimento, pela Administração Aeroportuária Local, de determinado(s) regulamento(s) nacional(is), enquanto **diferença** se refere a declaração do país signatário, enviada à Organização de Aviação Civil Internacional (OACI), informando que não adota, em sua legislação aeronáutica nacional, determinado(s) padrão(s) (norma\\$/s) e práticas do Anexo 14.

Neste ponto é necessário apresentar as definições de “Padrões (Normas)” e “Práticas Recomendadas” contidas no Anexo 14:

“**Padrões (Normas)**” são quaisquer especificações de características físicas, configuração, material/equipamento, desempenho, pessoal ou procedimentos, cuja aplicação uniforme é considerada **necessária** para a segurança operacional ou regularidade da navegação aérea internacional e com os quais os países signatários estarão em conformidade, de acordo com a Convenção.

“**Práticas Recomendadas**” são quaisquer especificações de características físicas, configuração, material/equipamento, desempenho, pessoal ou procedimentos, cuja aplicação uniforme é considerada **desejável** no interesse da segurança operacional, regularidade ou eficiência da navegação aérea internacional e aos quais os países signatários se empenharão para manter a conformidade, de acordo com a Convenção.

As únicas diferenças notificadas pelo Brasil, que se encontram publicadas no sítio da OACI até o presente momento, se referem aos itens 9.5.3 e 9.5.4 da Emenda 5 da Terceira Edição do Anexo 14. Esses itens tratam do perigo aviário. Portanto, não houveram diferenças notificadas e publicadas referente às regras construtivas de sistemas de pistas.

3.3 A ORIGEM DAS NÃO-CONFORMIDADES

O conceito **conformidade**, vastamente utilizado nos sistemas de gestão da qualidade, significa **satisfação com um requisito**. Por analogia, **não-conformidade** significa a **não satisfação com um requisito**.

Para um melhor entendimento da origem das não-conformidades abordadas nesta monografia, o processo regulatório de aeródromos brasileiros será dividido em quatro fases: a primeira fase será chamada de Pré-88 e será caracterizada pelo período que antecede a promulgação da Portaria 1.141/GM5(08/12/1987); a segunda será chamada de Pré-99 e será caracterizada pelo período que vai da promulgação da Portaria 1.141 até a promulgação da Portaria 398/GM5 (04/06/1999); a terceira será chamada de Pré-RBAC154 e será caracterizada pelo período que vai da promulgação da Portaria 398 até a promulgação do RBAC 154 (12/05/2009); e a quarta fase (atual) será chamada de Pós-RBAC154 e será caracterizada pelo período que vai da promulgação do RBAC 154 Emenda 00 até que uma nova modificação significativa ocorra na regulamentação do assunto.

Na fase **Pré-88**, o Anexo 14 já estava incorporado à legislação nacional. Porém, algumas regras que hoje geram não-conformidades eram, na época, relativamente recentes.

Na fase **Pré-99**, além do Anexo 14 como balizador regulatório, foi introduzida a Portaria 1.141/GM5(08/12/1987), no quadro regulatório nacional, que “Dispõe sobre Zonas de Proteção e Aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e dá outras providências”. A Portaria 1141 detalhava vários dispositivos do Anexo 14, criava a regulamentação das zonas de proteção de aeródromos, do zoneamento do ruído e estabelecia responsabilidades para a fiscalização do cumprimento destes dispositivos.

Na fase **Pré-RBAC154** foi introduzida a Portaria 398/GM5 (04/06/1999), devido a conflitos de interpretação existentes entre a Portaria 1141/GM5 e o Anexo 14. Esta portaria foi promulgada aprovando a utilização do Anexo 14 à Convenção de Aviação Civil Internacional, Volume I (Aeródromos) e Volume II (Heliportos), em complemento ou substituição ao que prescreve a Portaria 1.141/GM5.

Na fase **Pós-RBAC154**, caracterizada pela entrada em vigor dessa norma, que traz para o arcabouço regulatório nacional regras de projeto de aeródromos públicos seguindo as regras estabelecidas no Anexo 14 – Volume I. O RBAC 154 – Emenda 00, incorporou apenas os assuntos cuja competência é inquestionavelmente da ANAC (capítulos 1, 2, 3, 5, 7 e 8, do Anexo 14). Os capítulos 9 e 10, embora sejam de competência da ANAC, tratam de assuntos operacionais e de manutenção e por isso serão incorporados em outro RBAC. Destaca-se que:

- a) Os dispositivos conflitantes entre a Portaria 1141 e o RBAC 154 não haviam sido revogados até a data em que esta monografia foi concluída;
- b) Diversos dispositivos que dizem respeito a superfícies limitadoras de obstáculos e zoneamento de ruído, contidos na Portaria 1141, ainda carecem ser incorporados em nova regulamentação antes da total revogação da mesma;
- c) A Construção e Operação de Helipontos é tratada no Volume II do Anexo 14 e na Portaria 18/GM5 de 14 de fevereiro de 1974, e ainda não possui RBAC específico que trate desses assuntos;
- d) As regras para projeto de aeródromos privados não foram incorporadas no RBAC 154 – Emenda 00.

Do exposto acima, tem-se que hoje a construção de aeródromos para aeronaves de asa fixa no Brasil é regulada pelos seguintes documentos:

- RBAC 154 – Emenda 00 – Projeto de Aeródromos (Públicos);
- Parte da Portaria 1.141/GM5(08/12/1987) - Dispõe sobre Zonas de Proteção e aprova o Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos e o Plano de Zona de Proteção de Auxílios à Navegação Aérea e menciona outras providências;
- Portaria 398/GM5 (04/06/1999) - Dispõe sobre a aplicação do Anexo 14 à Convenção de Aviação Civil Internacional no Território Nacional (e o Anexo por consequência).

Uma vez entendida as principais fases que atravessou a regulamentação da construção de aeródromos até a presente data, pode-se agora definir as diversas situações que originaram as não conformidades existentes nos sistemas de pistas dos aeródromos brasileiros.

A primeira delas, e a mais evidente, é a referente a aeródromos que já existiam com determinadas características físicas que contrariavam a regra, quando esta foi criada (promulgação do Anexo 14/de suas emendas, da Portaria 1141 ou do RBAC 154), mas que antes atendiam a regra anterior. Neste caso, estes aeródromos já se encontravam homologados com aquelas características físicas (ou pressupõe-se que estavam).

A segunda é a referente a aeródromos cujos sistemas de pistas foram construídos ou modificados em desacordo com as regras na época vigentes e que foram ou não homologados com desvios. Há que se destacar, neste ponto, que a portaria 1141 criou o “Plano de Zona de Proteção Específico”, em que a Autoridade Aeronáutica, na época o DAC, podia regularizar, através desse documento (uma portaria), a situação do aeródromo. Dentro desta segunda situação, pode-se admitir ainda a situação de alterações realizadas nas características físicas de sistemas de pistas de aeródromos que nunca foram homologadas, embora o aeródromo possa possuir a homologação inicial.

A terceira delas é a de aeródromos cujas características físicas estejam completamente em conformidade com as regras vigentes, e que, portanto, suas homologações estejam atualizadas.

3.4 AS REGRAS NÃO ATENDIDAS

Conforme já apresentado no capítulo 1, item 1.3, as não-conformidades com maior incidência observadas nos oito aeroportos da amostragem foram: 1) Ausência de *Runway End Safety Area*- RESA; 2) Obstáculos na faixa de pista de pouso e decolagem e 3) Obstáculos violando a rampa de transição. A seguir será apresentada a regulamentação referente a estas não conformidades:

3.4.1 *Runway End Safety Area*- RESA (Área de Segurança de Fim de Pista)

A RESA é regulamentada pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154, item 154.209 e Anexo G e é definida como sendo a

Área simétrica ao longo do prolongamento do eixo da pista de pouso e decolagem e adjacente ao fim da faixa de pista, utilizada primordialmente

para reduzir o risco de danos a aeronaves que realizem o toque antes de alcançar a cabeceira (undershoot) ou que ultrapassem acidentalmente o fim da pista de pouso e decolagem (overrun).

As disposições aplicáveis aos aeroportos da amostragem são as seguintes:

(a) Disposições Gerais

[...]

(2) Uma área de segurança de fim de pista deve ser disponibilizada nas extremidades da faixa de pista, de uma pista construída até a data de publicação deste RBAC, quando as características do terreno o permitam, haja disponibilidade de área para tal fim e:

- O número de código for 3 ou 4; e
- O número de código for 1 ou 2 e a pista for do tipo por instrumento.

[...]

(b) Dimensões de Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

(1) As áreas de segurança de fim de pista (RESA) devem se estender a partir do final de uma faixa de pista a uma distância de, no mínimo, 90 m.

[...]

(3) A largura de uma área de segurança de fim de pista (RESA) deve ser, no mínimo, o dobro da largura da pista a que está associada.

[...]

(c) Objetos em Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

Um objeto situado em uma área de segurança de fim de pista (RESA) que possa pôr em risco as aeronaves deve ser considerado um obstáculo devendo ser removido.

(d) Limpeza e Nivelamento de Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

Uma área de segurança de fim de pista (RESA) deve oferecer uma área limpa e nivelada para aeronaves para as quais a pista é destinada, no caso de uma aeronave realizar o toque antes de alcançar a cabeceira ou ultrapassar acidentalmente o fim da pista.

[...]

(e) Declividades nas Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

(1) Disposições Gerais

As declividades em uma área de segurança de fim de pista (RESA) devem ocorrer de modo que nenhuma parte da área de segurança penetre na superfície de aproximação ou na superfície de saída.

(2) Declividades Longitudinais

As declividades longitudinais de uma área de segurança de fim de pista (RESA) não devem exceder uma declividade descendente de 5 por cento. Mudanças de declividade longitudinal devem ser as mais graduais possíveis e mudanças abruptas ou reversões bruscas de declividade, evitadas.

(3) Declividades Transversais

As declividades transversais de uma área de segurança de fim de pista (RESA) não devem exceder uma declividade ascendente ou descendente de 5 por cento. Transições entre declividades diferentes devem ser as mais graduais possíveis.

(f) Resistência de Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

Uma área de segurança de fim de pista (RESA) deve ser preparada ou construída de forma a reduzir o risco de danos a uma aeronave que realizar o toque antes de alcançar a cabeceira ou ultrapassar acidentalmente o fim da pista, aumentando a desaceleração da aeronave e facilitando a movimentação das equipes e veículos de salvamento e combate a incêndio.

[...]

G.8 Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA)

(a) Quando uma área de segurança de fim de pista (RESA) for provida de acordo com a Subparte C, deve-se considerar a provisão de uma área suficientemente longa para conter pousos cujo toque ocorra antes da cabeceira ou pousos e decolagens abortadas, nos quais a aeronave ultrapasse acidentalmente o fim da pista, em situações resultantes de uma combinação razoavelmente provável de fatores operacionais adversos. Em uma pista de aproximação de precisão, o localizador do ILS é normalmente o primeiro obstáculo vertical e a área de segurança de fim de pista deve se estender até essa instalação. Em outras circunstâncias e em uma pista de aproximação de não-precisão ou em uma pista para operação visual, o primeiro obstáculo vertical poderia ser uma via de acesso, uma via férrea ou outra construção ou obstáculo natural. Nessas circunstâncias, a área de segurança de fim de pista deve se estender até o obstáculo.

(b) Onde a implantação de uma área de segurança de fim de pista (RESA) envolver a ocupação de áreas que tornem esta implementação particularmente proibitiva, e quando a autoridade competente julgar essencial a existência de uma área de segurança de fim de pista, deve-se considerar a redução de algumas das distâncias declaradas.

Destaca-se que, conforme o item 154.209 (a) (2), para o caso das pistas que já existiam até a data da publicação do RBAC, a RESA passou a ser obrigatória apenas quando as características do terreno o permitam, haja disponibilidade de área para tal fim e o número de código da pista for 3 ou 4 ou o número de código for 1 ou 2 e a pista for do tipo por instrumento. Os demais casos, que pela regra anterior tinham que ter RESA, foram “indultados”.

Embora o RBAC 154 tenha sido introduzido na regulamentação nacional somente em maio de 2009, pesquisando-se no site da OACI (www.icao.int/icaonet), verifica-se que esta regra foi introduzida pela Emenda nº 3 na 3ª Edição do Anexo 14 – Volume I, passando a ser aplicável em 4 de novembro de 1999.

Como resultado de uma possível implantação de RESA nos aeroportos citados, ter-se-ia um incremento do nível de segurança operacional, pois caso ocorresse um evento de pouso cujo toque ocorresse antes da cabeceira (*overshoot*), ou no qual a aeronave ultrapasse acidentalmente o fim da pista (*overrun*), ou ainda de uma decolagem abortada em que a aeronave também ultrapasse acidentalmente o fim da pista (*overrun*), a probabilidade de graves avarias às aeronaves e graves lesões aos seus ocupantes seria reduzida, pois a aeronave teria, no mínimo, mais 90 metros de área nivelada e livre de obstáculos ao lado da faixa de pista de cada cabeceira das respectivas pistas de pouso e decolagem.

3.4.2 Faixa de Pista de Pouso e Decolagem

A Faixa de Pista é regulamentada pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 154, item 154.207 e Anexo G. Tal faixa é delimitada como sendo a

Área definida no aeródromo, que inclui a pista de pouso e as zonas de parada, se disponíveis, destinada a proteger a aeronave durante as operações

de pouso e decolagem e a reduzir o risco de danos à aeronave, em caso desta sair dos limites da pista.

As disposições aplicáveis aos aeroportos da amostragem são as seguintes:

(a) Disposições Gerais

Uma pista de pouso e decolagem e quaisquer zonas de parada (*stopways*) a ela associadas devem estar incluídas em uma faixa de pista.

(b) Comprimento de Faixas de Pista de Pouso e Decolagem

Uma faixa de pista deve estender-se antes da cabeceira e após o fim da pista ou da zona de parada a uma distância de, no mínimo:

– 60 m onde o número de código for 2, 3 ou 4;

[...]

(c) Largura de Faixas de Pista de Pouso e Decolagem

(1) Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de precisão deve, onde quer que seja viável, estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância de, no mínimo:

– 150 m onde o número de código for 3 ou 4; e

[...]

em cada lado do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo o comprimento da faixa de pista.

(2) Uma faixa de pista contendo uma pista de aproximação de não-precisão deve estender-se lateralmente ao eixo da pista a uma distância de, no mínimo:

– 150 m onde o número de código for 3 ou 4; e

[...]

em cada lado do eixo da pista e do seu prolongamento ao longo de todo o comprimento da faixa de pista.

[...]

(d) Objetos em Faixas de Pista de Pouso e Decolagem

(1) Um objeto situado na faixa de pista que possa colocar aeronaves em risco deve ser considerado obstáculo e deve, na medida do possível, ser removido.

(2) Nenhum outro objeto fixo, que não os auxílios visuais necessários para fins de navegação aérea que satisfaçam os requisitos de frangibilidade dispostos na Subparte D, deve ser permitido em uma faixa de pista:

(i) Dentro de 77,5 m do eixo de uma pista de aproximação de precisão de Categoria I, II ou III, onde o número de código for 4 e a letra de código for F; ou

(ii) Dentro de 60 m do eixo de uma pista de aproximação de precisão de Categoria I, II ou III, onde o número de código for 3 ou 4; ou

[...]

(3) Nenhum objeto móvel deve ser permitido nessa parte da faixa de pista durante o uso da pista para pousos ou decolagens.

[...]

Como resultado de uma possível retirada de obstáculos da faixa de pista dos aeroportos citados, ter-se-ia um incremento do nível de segurança operacional, pois caso ocorresse um evento em que uma aeronave saísse acidentalmente da pista (*veeroff*), não haveria obstáculos no percurso desta faixa, reduzindo-se a probabilidade e severidade de avarias a aeronave e lesões aos seus ocupantes.

3.4.3 Rampa de Transição

Rampa (Superfície ou Área) de Transição é a superfície imaginária, definida no aeródromo, que se inicia nos limites laterais da Faixa de Pista e da parte das Áreas de Aproximação, estendendo-se em rampa até determinada altura. Destinada a proteger as aeronaves durante as operações de aproximação, pouso e decolagem, e a reduzir o risco de danos às aeronaves, em caso destas sobrevoarem as laterais da pista;

A Rampa de Transição é regulamentada pela Portaria 1.141/GM5(08/12/1987). As disposições aplicáveis aos aeroportos da amostragem são as seguintes:

Art.9º- O gabarito das Áreas de Transição estende-se em rampa, a partir dos limites laterais da Faixa de Pista e da parte das Áreas de Aproximação, compreendidas entre seu início e o ponto onde estas áreas atingem o desnível

de 45m (quarenta e cinco metros) em relação à elevação do aeródromo. Sua configuração e medidas constam na Figura 6, em anexo.

Parágrafo 1º- A declividade da rampa das áreas de transição é medida sobre um plano vertical, perpendicular ao eixo da pista ou ao seu prolongamento.

Parágrafo 2º- O limite superior do gabarito da área de transição é determinado por um plano horizontal com 45m (quarenta e cinco metros) de altura em relação à elevação do aeródromo.

Art.14- Nas Áreas de Aproximação, Decolagem e Transição não são permitidas implantações de qualquer natureza que ultrapassem os seus gabaritos, salvo as torres de controle e os auxílios à navegação aérea que, a critério do DEPV, poderão ser instalados nas Áreas de Transição mesmo que ultrapassem o gabarito desta área.

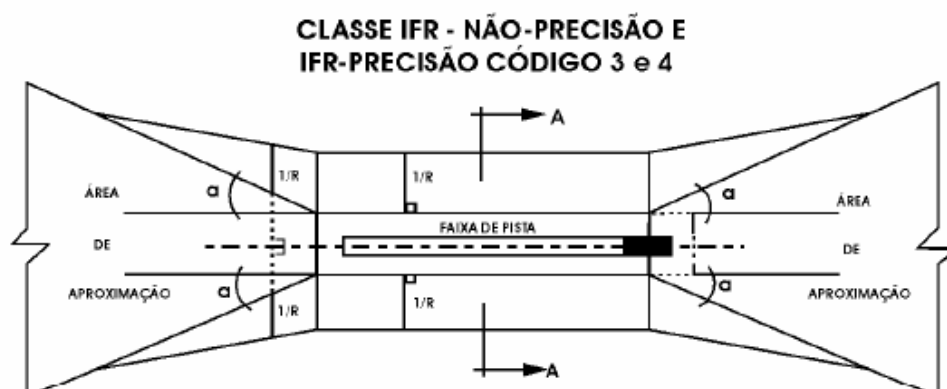


Figura 3.1- Área de Transição (1/3 da Fig.6 da Portaria 1.141)

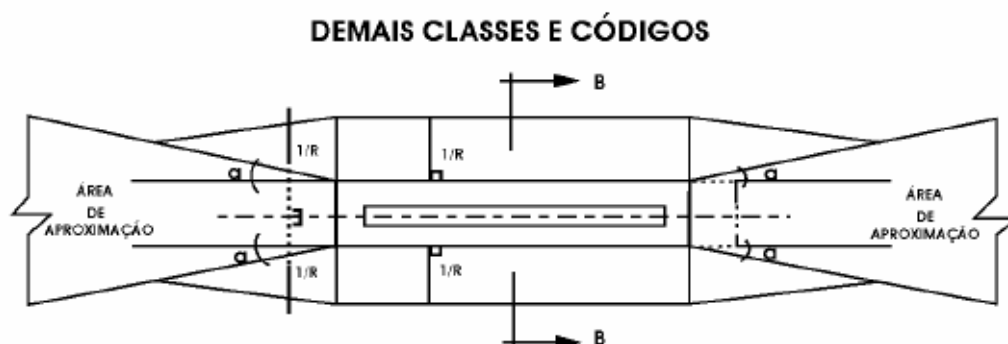


Figura 3.2 - Área de transição (2/3 da Figura 6 da Portaria 1.141)

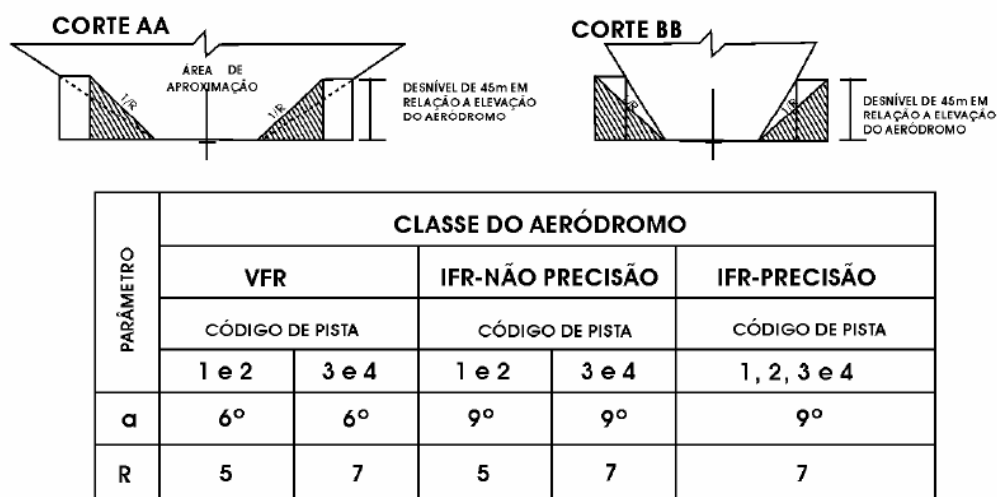


Figura 3.3 - Área de transição (3/3 da Figura 6 da Portaria 1.141)

Como resultado de uma possível retirada de obstáculos que ferem as rampas de transição dos aeroportos citados, ter-se-ia um incremento do nível de segurança operacional, pois caso ocorresse um evento em que uma aeronave sobrevoasse acidentalmente a lateral de uma destas pistas, em uma altura igual ou inferior a rampa de transição naquele ponto, não haveria obstáculos neste percurso, eliminando-se a possibilidade de colisão dessa aeronave com tais obstáculos.

Tendo em vista que a maioria dos acidentes ocorre no solo a até 500 pés (152,4 m) da linha central da pista de pouso e decolagem e a até 3000 pés (914,4 m) das cabeceiras, como visto no capítulo 2, o presente estudo focará os tipos de não-conformidades apresentados nos itens 3.4.1 e 3.4.2, centrando-se especificamente nos riscos associados a *overrun*, *undershoot* e *veeroff*.

3.4.4 – Área de Segurança de Pista (*Runway Safety Área – RSA*)

É utilizado, neste estudo, o termo Área de Segurança de Pista (*Runway Safety Área – RSA*) para designar qualquer área envolvendo uma pista de pouso e decolagem, estabelecida por norma ou regulamento, com o objetivo de reduzir os danos causados a uma aeronave que acidentalmente saia fora da pista. Por exemplo: faixa de pista e área de segurança de fim de pista (*RunwayEnd Safety Área – RESA*).

4 ESTUDO AERONÁUTICO E ANÁLISE DE RISCO DE “OVERRUN”, “UNDERSHOOT” E “VEEROFF”

4.1 ESTUDO AERONÁUTICO

De acordo com o item 154.5(c) do RBAC 154 :

A aprovação de uma isenção para uma não conformidade associada às Normas estabelecidas neste RBAC poderá ser concedida, na forma definida no RBAC 11, desde que sejam garantidas condições operacionais dentro de níveis de segurança equivalentes, conforme o caso:

(i) a autorização para operar um aeródromo que possui qualquer não-conformidade associada às Normas deste Regulamento poderá ser concedida pela ANAC mediante a apresentação de um Estudo Aeronáutico, providenciado pelo responsável do aeródromo, de forma a analisar os riscos envolvidos com a não-conformidade e demonstrar que um nível satisfatório de segurança operacional pode ser alcançado.

(ii) a ANAC poderá dispensar a elaboração do Estudo Aeronáutico mediante a apresentação, pelo responsável do aeródromo, de uma proposta formal de Acordo Operacional, apresentando procedimentos alternativos que garantam o mesmo nível de segurança estabelecido pela Norma deste RBAC, avaliando o impacto decorrente na capacidade operacional do aeródromo e estabelecendo um cronograma para correção da não-conformidade.

Conforme a IAC 154-1001 (2004), um Estudo Aeronáutico é um procedimento formal para a análise sistemática de não-conformidades identificadas nos processos de homologação ou de certificação operacional de um aeroporto, compreendendo a avaliação dos riscos, implicações operacionais e custos associados às suas correções. Tem finalidade de garantir um nível de segurança operacional equivalente ao que seria assegurado pelas normas e procedimentos contidos na legislação aeronáutica brasileira e no Anexo 14 à Convenção sobre Aviação Civil Internacional.

4.2 ANÁLISE DE RISCO

A Análise de Risco é um dos elementos que compõem o Estudo Aeronáutico e é assim definida na IAC 154-1001(2004):

A análise de risco envolve a estimativa do nível de risco existente, calculado a partir das possibilidades de perigo elencadas numa fase preliminar, e a comparação desse nível com critérios previamente estabelecidos, com a finalidade de decidir se esses riscos são aceitáveis.

A Análise de Risco poderá ser quantitativa, quando se dispõe de dados históricos suficientes para uma análise de risco com estatística confiável, ou subjetiva, quando não se dispõe de dados. Nesse caso, a IAC 154-1001(2004) recomenda:

Quando não se dispõe de dados históricos suficientes para uma análise de risco com estatística confiável, é possível estabelecer um Painel de Especialistas, cuja composição, integrada por especialistas de credibilidade e competência reconhecidas, deve ser aprovada pela Autoridade Aeronáutica, responsável pela avaliação do Estudo Aeronáutico. Se a opinião de especialistas é o único recurso para obtenção de informações, como por exemplo, a estimativa de taxas de acidentes esperadas, será recomendável dispor de mais de um especialista para prover a informação. Dessa forma, será possível estabelecer um consenso que terá maior credibilidade que a opinião de um único indivíduo.

4.3 MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO QUANTITATIVA

De acordo com o estudo de Hall, J. *et all* (2008), a Análise de Risco Quantitativa é o estudo do risco visando sua compreensão e quantificação, com estimativas numéricas de frequência ou de probabilidade e consequência.

Para os eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroff*, necessita-se quantificar suas probabilidades de ocorrência, bem como, respectivamente, a de parada da aeronave em um determinado local além/antes da cabeceira ou além da dos limites laterais da pista.

As taxas de ocorrência dos eventos *overrun*, *undershoot* e *veeroff* podem ser obtidas dos dados históricos de acidentes e incidentes dessa natureza pela quantidade de movimentos (decolagens ou pousos) ocorridas num dado período de tempo. Dessa forma, temos uma estimativa da probabilidade de que um desses eventos volte a ocorrer.

O estudo de Eddowes, M. *et all* (2001) estimou a frequência desses eventos:

- *Veeroﬀ* por operação de decolagem: $1,9 \times 10^{-7}$;
- *Veeroﬀ* por operação de pouso: $5,6 \times 10^{-7}$;
- *Overrun* por operação de decolagem: $4,7 \times 10^{-7}$;
- *Overrun* por operação de pouso: $15,7 \times 10^{-7}$;
- *Undershoot* por operação de pouso: $2,5 \times 10^{-7}$;

As estimativas de *veeroﬀ* por operação de decolagem/pouso foram baseadas nos dados das seguintes fontes:

- Loughborough University Overrun Database;
- FAA Incident Database System (FIDS);
- US National Transport Safety Board (NTSB) accident and incident database;
- CAA Mandatory Occurrence Reporting System (new MORS) incident database; e
- UK Air Accident Investigation Bulletin (AAIB).

As estimativas de *overrun* por operação de decolagem/pouso foram baseadas nos dados das seguintes fontes:

- CAA Draft Working paper

A estimativa de *undershoot* por operação de pouso foi baseada nos dados das seguintes fontes:

- FAA Incident Database System (FIDS);
- NTSB Database .

Uma outra abordagem para obtenção da probabilidade de ocorrência de eventos de *overrun* e *undershoot* é a regressão logística. Essa ferramenta foi utilizada no estudo de Hall, J. *et all* (2008).. Esse estudo usa o seguinte modelo para o cálculo da probabilidade de ocorrência de eventos de *overrun* e *undershoot* :

$$P\{Accident_Occurrence\} = \frac{1}{1 + e^{b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots}}$$

Onde:

$P\{Accident_Occurrence\}$ = Probabilidade (0-100%) de um acidente ocorrer em determinadas condições operacionais

X_i = Variáveis independentes (p.ex.: teto, visibilidade, vento cruzado, precipitação, tipo de aeronave)

b_i = coeficientes de regressão

Equação 4.1 - Probabilidade de um acidente ocorrer em determinadas condições operacionais

Para análise da probabilidade de parada da aeronave em um determinado local além/antes da cabeceira ou além da dos limites laterais da pista, utilizam-se às distribuições exponenciais.

O estudo de Hall, J. *et all* (2008) usa o mesmo modelo (denominado Modelo de Localização do Acidente) usado por Eddowes, M. *et all* (2001) para o cálculo de localização dos eventos de *overrun* e *undershoot* :

$$P\{Location > x\} = e^{-ax^n}$$

Onde:

$P\{Location > x\}$ = a probabilidade que a distância de *overrun* e *undershoot* ao longo do eixo da pista após a cabeceira seja maior que x

x = uma dada localização ou distância além da cabeceira

a, n = coeficientes de regressão

Equação 4.2 - Probabilidade que a distância seja maior que x

Esse modelo também foi utilizado Eddowes, M. *et all* (2001) para o cálculo da parada da aeronave além dos limites laterais da pista nos eventos de *veeroff*.

$$P\{Location > y\} = e^{-by^m}$$

Onde:

$P\{Location > y\}$ = a probabilidade que a distância de *overrun* e *undershoot* a partir do eixo da pista seja maior que y

y = uma dada localização ou distância longitudinal ao eixo da pista

b, m = coeficientes de regressão

Equação 4.3 - Probabilidade que a distância seja maior que y

Para que o Modelo de Localização de Acidentes (HALL, J. ET ALL, 2008) seja entendido, o conceito geral de modelagem dos eventos é apresentado na Fig.4.1 para *overrun*, na Fig. 4.2 para *undershoot* e na Fig. 4.3 para *veeroff*.

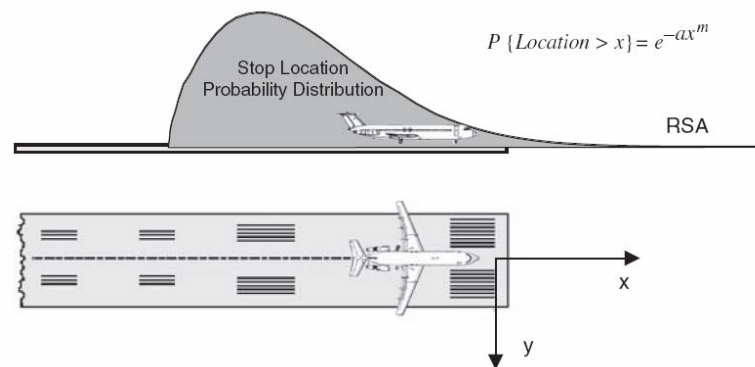


Figura 4.1 - Conceito geral para modelar *overruns*

Fonte: (Hall, J. et all, 2008)

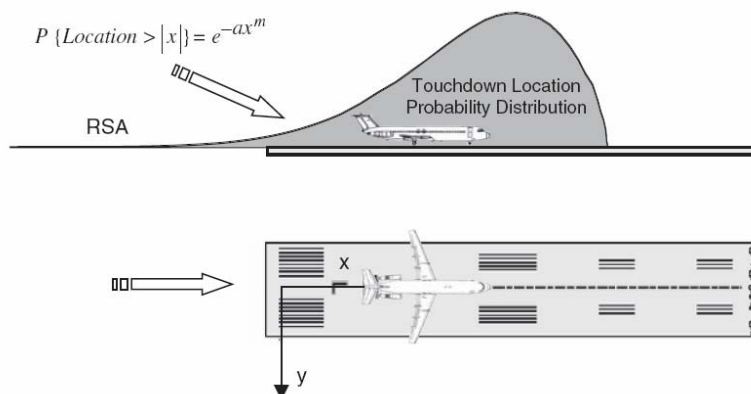


Figura 4.2 - Conceito geral para modelar *undershoots*

Fonte: (Hall, J. et all 2008)

$$P \{Location > y\} = e^{-bx^n}$$

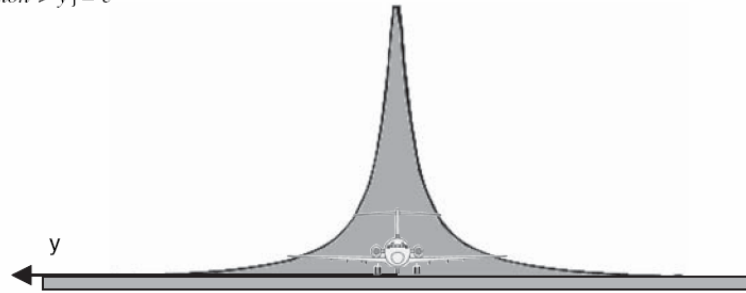


Figura 4.3 - Conceito geral para modelar desvio lateral

Fonte: (Hall, J. et all 2008)

O Modelo de Localização de Acidente é baseado em dados históricos sobre a localização dos acidentes. A distribuição da desses em relação às pistas é modelado por meio de funções estatísticas.

Quando os acidentes são representados num gráfico em que a abscissa representa a distância que a aeronave parou da cabeceira da pista, no caso de *overrun*, ou a distância do primeiro impacto da aeronave no solo, no caso de *undershoot*, e a ordenada, o percentual ou fração que os eventos ocorreram, observa-se que o percentual, fração ou probabilidade diminui com o aumento da distância, como demonstrado na Figura 4.4.

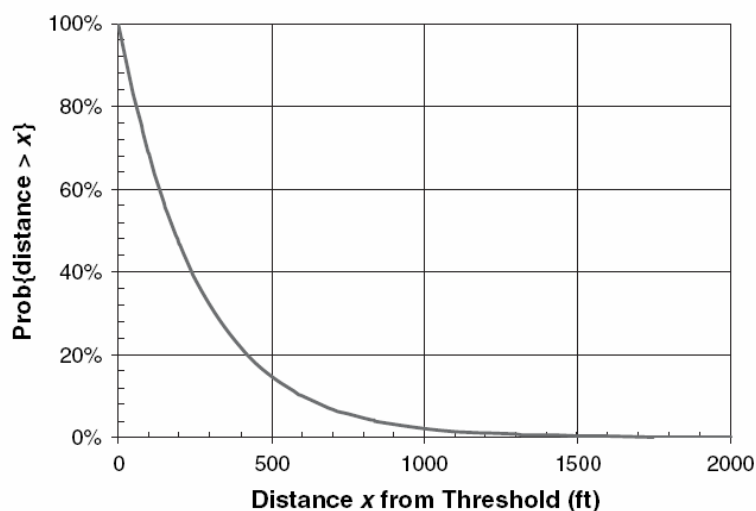


Figura 4.4 – Tendência típica para modelo de localização de acidentes

Fonte: (Hall, J. Et all, 2008)

Da mesma forma, representando os acidentes de *veeroff* no pouso, num gráfico em que a abscissa representa a distância do limite da lateral da pista que a aeronave parou e a ordenada o percentual ou fração que os eventos ocorreram, observa-se que o percentual, fração ou probabilidade diminui com o aumento da distância, como demonstrado na Figura 4.5.

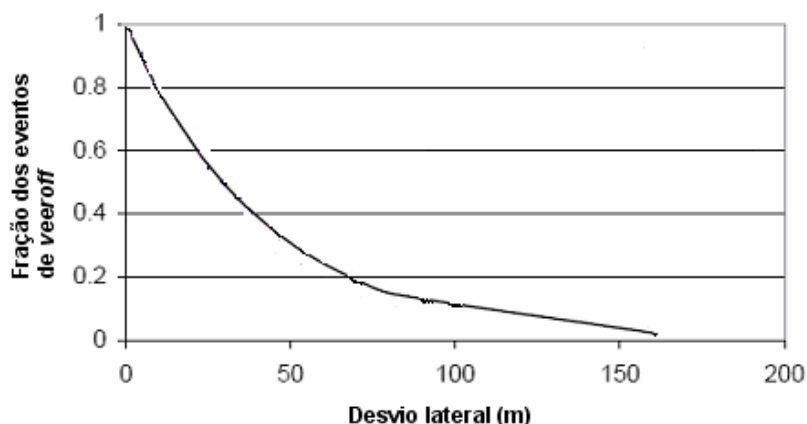


Figura 4.5 – Curva típica de *veeroff* no pouso

Combinando-se o Modelo de Localização do Acidente com a probabilidade do acidente, a probabilidade de uma aeronave excursionar a uma distância maior que x também pode ser calculada em relação ao final da pista para os eventos de *overrun* e *undershoot* e ao limite lateral da pista para os eventos de *veeroff*.

É importante destacar que os dados utilizados nos estudos apresentados acima refletem a realidade de países como Inglaterra e Estados Unidos, onde as condições climáticas são bem diferentes da brasileira, como por exemplo: a ocorrência de neve e gelo, o que certamente tornaria diferente o resultado caso um estudo nacional fosse realizado. De qualquer forma, a não existência de estudo nacional leva os especialistas brasileiros a tomarem esses resultados como referência.

4.4 MÉTODO DE ANÁLISE DE RISCO SUBJETIVA

Segundo Bellini (2008), a partir dos anos setenta, técnicas de análise de riscos que eram anteriormente utilizadas somente nas áreas militar e aeroespacial passaram a ser aproveitadas pelas organizações civis. Diversos métodos de análise corporativa de risco passaram a ser empregados, tais como: Método Brasileiro, Método de Mosler, Método de Willian T. Fine, etc..

Entre os métodos subjetivos de análise de risco hoje existentes, destaca-se um método utilizado pela OACI para gerenciamento dos riscos da aviação civil. Esse método é apresentado no DOC 9859 – *Safety Management Manual* e é baseado em uma matriz de avaliação e tolerabilidade.

Essa matriz apresenta em suas linhas uma graduação de 1 a 5 (figura 4.6), referente a uma estimativa de probabilidade do risco e em suas colunas uma graduação de A a E (figura 4.7) , referente à estimativa da severidade do risco.

A probabilidade é definida como a possibilidade de que um evento ou uma situação insegura possa ocorrer. São utilizadas perguntas para avaliar a probabilidade de ocorrência de um evento, como estas:

- Existem registros de eventos iguais ao que está sendo avaliado ou este é um evento isolado?
- Qual(ais) outro(s) equipamento(s) ou tipo de componentes semelhantes podem apresentar defeitos similares?
- Quantas pessoas operacionais e/ou de manutenção estão envolvidas com o cumprimento deste(s) procedimento(s) específico(s)?
- Qual a frequência de utilização do equipamento ou do procedimento que está sendo avaliado?

Probabilidade do evento		
Definição qualitativa	Significado	Valor
Frequente	<i>É provável que ocorra muitas vezes (tem ocorrido frequentemente).</i>	5
Ocasional	<i>É provável que ocorra algumas vezes (tem ocorrido com pouca frequência).</i>	4
Remoto	<i>Improvável, mas é possível que venha a ocorrer (ocorre raramente).</i>	3
Improvável	<i>Bastante improvável que ocorra (não se tem notícia de que tenha ocorrido).</i>	2
Muito improvável	<i>Quase impossível que o evento ocorra.</i>	1

Figura 4.6 - Probabilidade do risco

A severidade é definida pelas possíveis consequências de um evento ou de uma situação insegura, tomando como referência a pior condição previsível, em termos de impactos materiais, financeiros, jurídicos, pessoais, ao meio ambiente; a imagem da empresa/organização; e na confiança do público. São utilizadas perguntas para avaliar a severidade de um evento, como estas:

Quantas vidas estão em risco?

- Empregados;
- Passageiros;
- Espectadores e/ou transeuntes;
- Público em geral;

Qual o impacto no meio ambiente?

- Derrame de combustível ou outro produto perigoso;
- Interrupção física de habitat natural.

Qual o grau de severidade quanto a danos materiais ou financeiros?

- Perda direta de bens do operador;
- Danos à infraestrutura aeronáutica;
- Danos a terceiros;
- Impacto financeiro e impacto econômico para o País;

Existem implicações organizacionais, administrativas ou regulamentares que podem gerar futuras ameaças à segurança do público?

Qual é a probabilidade de implicações políticas e/ou de interesse dos meios de comunicação?

Severidade dos eventos		
Definições na aviação	Significado	Valor
Catastrófico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Destruição dos equipamentos. ➤ Múltiplas mortes. 	A
Crítico	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uma redução importante das margens de segurança operacional, dano físico ou uma carga de trabalho tal que os operadores não podem desempenhar suas tarefas de forma precisa e completa. ➤ Lesões sérias. ➤ Graves danos ao equipamento. 	B
Significativo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Uma redução significativa das margens de segurança operacional, uma redução na habilidade do operador em responder a condições operacionais adversas como resultado do aumento da carga de trabalho ou como resultado de condições que impedem sua eficiência. ➤ Incidente sério. ➤ Lesões às pessoas. 	C
Pequeno	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interferência. ➤ Limitações operacionais. ➤ Utilização de procedimentos de emergência. ➤ Incidentes menores. 	D
Insignificante	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Consequências leves. 	E

Figura 4.7 - Severidade do risco

A combinação de letras e números pelo cruzamento de linhas e colunas estabelece a combinação de probabilidade e severidade do risco. Dessa forma, quanto mais para cima e mais para a esquerda, maior será a probabilidade e severidade do risco (figura 4.8). Essa combinação também recebe cores indicando a aceitabilidade do risco: vermelho (inaceitável sob as circunstâncias existentes), amarelo (aceitável com mitigação do risco) e verde (aceitável) (figura 4.9).

Probabilidade do risco	Severidade do risco				
	Catastrófico A	Crítico B	Significativo C	Pequeno D	Insignificante E
Frequente 5	5A	5B	5C	5D	5E
Ocasional 4	4A	4B	4C	4D	4E
Remoto 3	3A	3B	3C	3D	3E
Improvável 2	2A	2B	2C	2D	2E
Muito improvável 1	1A	1B	1C	1D	1E

Figura 4.8 - Matriz de avaliação e tolerabilidade


Gerenciamento do risco	Índice de avaliação do risco	Critério sugerido
	5A, 5B, 5C, 4A, 4B, 3A	Inaceitável sob as circunstâncias existentes
	5D, 5E, 4C, 4D, 4E, 3B, 3C, 3D 2A, 2B, 2C	Aceitável com mitigação do risco. Pode requerer uma decisão da direção.
	3E, 2D, 2E, 1A, 1B 1C, 1D, 1E	Aceitável

Figura 4.9 - Índice/ Tolerabilidade ao risco

5 COLETA DE DADOS DE ACIDENTES E INCIDENTES NO BRASIL

5.1 O SIPAER E O CENIPA

No Brasil, o órgão responsável pelas atividades de investigação e prevenção de acidentes aeronáuticos é o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – CENIPA. Sua sede fica em Brasília.

O Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971, instituiu o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos – SIPAER – e criou o CENIPA na qualidade de órgão central desse sistema. Com a promulgação do Código Brasileiro de Aeronáutica – CBA (Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986), o SIPAER passou a integrar a infraestrutura aeronáutica. Compete ao Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos planejar, orientar, coordenar, controlar e executar as atividades de investigação e de prevenção de acidentes Aeronáuticos.

O Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), organização do Comando da Aeronáutica (COMAER), conforme Decreto nº 5.196, de 26 de agosto de 2004, tem por finalidade planejar, gerenciar, controlar e executar as atividades relacionadas com a prevenção e investigação de acidentes aeronáuticos.

O CENIPA tem a seguinte estrutura:

- Chefia;
- Vice Chefia;
- Divisão de Investigação e Pesquisa de Acidentes Aeronáuticos (DIPAA);
- Divisão de Prevenção e Controle (DPC);
- Divisão de Tecnologia da Informação (DTI);
- Divisão de Formação e Aperfeiçoamento (DFA);
- Divisão Administrativa (DA).

5.2 NORMATIZAÇÃO DO SIPAER

O Brasil, como signatário da Convenção da Aviação Civil Internacional, adota, como padrão internacional e prática recomendada para a investigação de acidentes e incidentes com aeronaves, o Anexo 13 a essa convenção.

A partir dessa regra, o SIPAER criou as normas brasileiras para investigação e prevenção de acidentes:

NSCA 3-1- Conceituação de vocábulos, expressões e símbolos de uso no SIPAER.

NSCA 3-2 - Estrutura e atribuições dos elementos constitutivos do SIPAER.

NSCA 3-3 - Gestão da Segurança Operacional.

NSCA 3-4 - Plano de emergência aeronáutica em Aeródromo.

NSCA 3-5 - Notificação e confirmação de ocorrências no âmbito do SIPAER.

NSCA 3-6 - Investigação de Acidente, e de Incidente Aeronáutico e Ocorrência de Solo.

NSCA 3-7 - Responsabilidades dos operadores de aeronaves em caso de Acidente e de Incidente Aeronáutico e de Ocorrência no Solo.

NSCA 3-9 - Recomendações de Segurança Operacional emitida pelo SIPAER

NSCA 3-10 - Formação e capacitação dos recursos humanos do SIPAER.

NSCA 3-11 - Formulários em uso pelo SIPAER.

NSCA 3-12 - Código de Ética do SIPAER.

ICA 3-7 - Reporte Confidencial para Segurança Operacional - (RCSO).

ICA 3-2 - Programa de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos da Aviação Civil Brasileira para 2009.

MCA 3-6 - Manual de Investigação SIPAER.

5.3 ACIDENTE E INCIDENTE AERONÁUTICO

Serão apresentados, a seguir, os conceitos de Acidente Aeronáutico, Incidente Aeronáutico e Ocorrência de Solo, conforme a NSCA – 3.1:

5.3.1 Acidente Aeronáutico

Toda ocorrência relacionada com a operação de uma aeronave, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo, até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado e, durante o qual, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

1 - Uma pessoa sofra lesão grave ou morra como resultado de estar: na aeronave; ou em contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou estar submetida à exposição direta do sopro de hélice, rotor ou escapamento de jato, ou às suas conseqüências. Exceção é feita quando as lesões resultem de causas naturais, forem auto-infligidas ou infligidas por terceiros, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes.

2 - A aeronave sofra dano ou falha estrutural que: afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo, e normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado. Exceção é feita para falha ou danos limitados ao motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados a hélices, pontas de asa, antenas, pneus, freios, carenagens do trem, amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave.

3 - A aeronave seja considerada desaparecida ou completamente inacessível.
(*sic*)

5.3.2 Incidente Aeronáutico

Toda ocorrência associada à operação de uma aeronave que não chegue a se caracterizar como um acidente aeronáutico, mas que afete ou possa afetar a segurança da operação

5.3.2.1 Incidente Grave

Incidente ocorrido sob circunstâncias em que um acidente quase ocorreu. A diferença entre o incidente grave e o acidente está apenas nas consequências.

5.3.2.2 Ocorrência de Solo

Todo incidente, envolvendo aeronave no solo, do qual resulte dano ou lesão, desde que não haja intenção de realizar voo, ou, havendo esta intenção, o(s) fato(s) motivador (es) esteja(m) diretamente relacionado(s) aos serviços de rampa, aí incluídos os de apoio e infra-estrutura aeroportuários, e não tenha(m) tido qualquer contribuição da movimentação da aeronave por meios próprios ou da operação de qualquer um de seus sistemas (*sic*)

5.4 RELATÓRIOS

Conforme NSCA – 3.6, são quatro os relatórios originados de uma investigação do SIPAER:

- 1) Relatório de Ação Inicial (RAI);
- 2) Relatório Preliminar (RP);
- 3) Relatório Final (RF);
- 4) e Relatório de Dados de Acidente / Incidente (ADREP).

O RAI e o RP são reservados; o RF é ostensivo.

O Relatório de Ação Inicial tem prazo de 30 dias para ser concluído; o Relatório Preliminar, um ano. Ambos são reservados. O Relatório Final é ostensivo e não tem um prazo limite, devendo ser confeccionado o mais rápido possível. No caso de acidentes e incidentes graves da Aviação Civil, se for ultrapassado um ano da ocorrência, o CENIPA divulgará aos participantes da investigação as informações sobre o andamento dos trabalhos.

Toda investigação de acidente ou incidente aeronáutico e de ocorrência de solo realizada pelo SIPAER tem como base as informações contidas no Relatório Preliminar da ocorrência, dando origem a um Relatório Final, que é o documento conclusivo do SIPAER.

O Relatório Preliminar é elaborado pela organização encarregada da investigação; o Relatório Final, pelo CENIPA.

A seleção das ocorrências que darão origem a um Relatório Final é proposta pelo CENIPA à autoridade competente de acordo com os interesses da prevenção e observando-se o Anexo 13 à Convenção de Aviação Civil Internacional para as ocorrências com aeronaves civis. Portanto, nem todos os acidentes e incidentes darão origem a um Relatório Final.

Quando a aeronave envolvida em um acidente possui um peso máximo de decolagem acima de 5.700 kg, o CENIPA envia, após o término da investigação, o Relatório de Dados de Acidente / Incidente (ADREP) à OACI.

Como pode ser visto na figura 5.1, a investigação do acidente começa no Comando Investigador (CI) ou em uma Organização Militar (OM) do Comando da Aeronáutica (COMAER), e termina no CENIPA.

Das informações expostas acima, verifica-se que a investigação percorre um longo caminho até a sua conclusão e apresentação em relatório final. Logo, poderá ser transcorrido mais de um ano e meio nesse percurso, estando os dados indisponíveis para pesquisa ao longo desse tempo.

Isso poderia ser evitado se as informações não sigilosas referentes aos acidentes e incidentes fossem disponibilizadas quer em um relatório, quer diretamente no sistema de gerenciamento de informações de acidentes, desvinculando a apuração e o relatório final da disponibilização dessas informações como fonte de pesquisa.

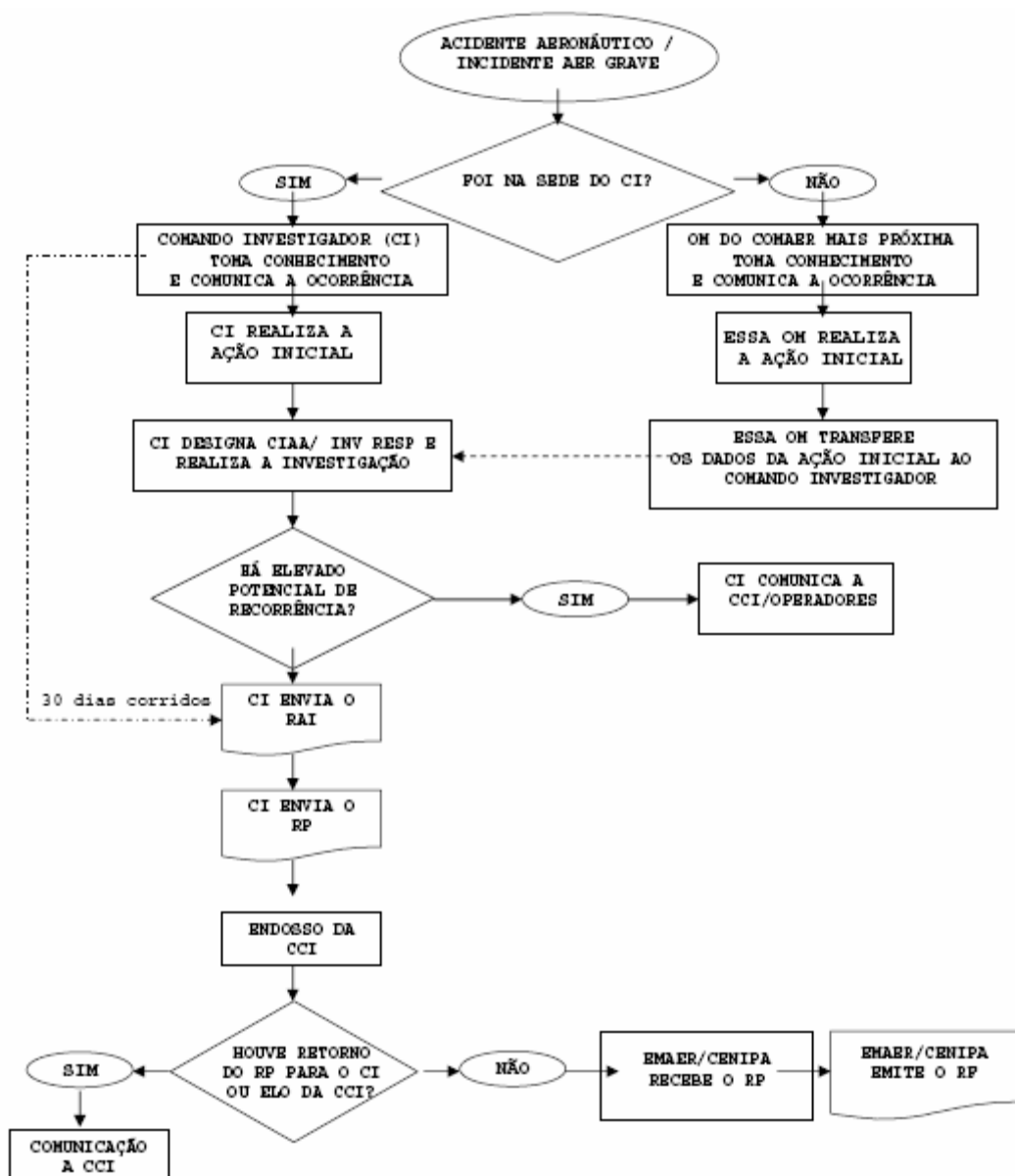


Figura 5.1 – Fluxograma de investigação de acidente aeronáutico e de incidente grave (NSCA 3.6)

5.5 INVESTIGAÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

A finalidade de uma investigação de acidente/incidente aeronáutico, conforme a NSCA 3-6, é a prevenção de acidentes aeronáuticos por meio do estabelecimento dos fatores contribuintes presentes, direta ou indiretamente, na ocorrência e da emissão de recomendações de segurança operacional que possibilitem a ação direta ou a tomada de decisões para eliminar aqueles fatores ou a minimizar as suas consequências.

Logo, em princípio, não está no escopo da investigação, de forma direta, o levantamento de dados com a finalidade do estudo e da avaliação das áreas de segurança de pista, bem como elementos para o aperfeiçoamento de regras referentes a esse tema.

Porém, como visto nos capítulos 2 e 4, os dados e os históricos de acidentes e incidentes em pousos e decolagens são elementos valiosos para a análise do risco de operações em pistas existentes, bem como para o estabelecimento de regras construtivas mais adequadas à realidade nacional.

Os estudos de Hall, J. *et all* (2008) e de Eddowes, M. *et all* (2001) demonstram que é possível estabelecer modelos, baseados em dados de acidentes e incidentes, que permitem estimar o risco de que uma aeronave que opera em condições específicas de um aeroporto venha a utilizar suas áreas de segurança de pista e parar além do limites disponíveis, ou colidir com os obstáculos existentes no seu interior.

Para isso, seria necessária a disponibilidade de uma série de dados de acidentes e incidentes, que hoje ainda não estão disponíveis, na maioria dos casos, nos relatórios de investigação e nos sistemas de gerenciamento de informações de acidentes, combinados com outros que já se encontram disponíveis. Por exemplo: distâncias x e y , respectivamente, da cabeceira da pista e do eixo da pista ao local em que a aeronave parou; distâncias x e y , respectivamente, da cabeceira da pista e do eixo da pista ao local em que a aeronave fez o primeiro toque no solo, percurso da excursão da aeronave no solo, direção do vento, velocidade do vento, velocidade de vento cruzado, teto, visibilidade, temperatura, presença de *fog*, presença de tempestade elétrica, presença de chuva de granizo, presença de neve, presença de gelo, presença de chuva, independentemente se esses dados foram considerados como fatores contribuintes, ou não, para o acidente.

Da leitura da NSCA 3-6 e MSCA 3-6, observa-se que não há no processo de investigação a previsão de aquisição de dados precisos quanto ao local de parada da aeronave e o trajeto percorrido nos eventos *overrun*, *undershoot* e *veeroff*. A preocupação maior expressa nesses documentos é a localização relativa dos destroços, de forma a facilitar a busca dos fatores contribuintes para a ocorrência do acidente/incidente. Corroborando com essa observação, não foram encontrados nos relatórios finais de acidentes/incidentes examinados dados precisos quanto ao local de parada da aeronave e o trajeto percorrido nos eventos citados.

Assim como as investigações não estão voltadas para tal finalidade, o banco de dados de acidentes (SIGIPAER), e ainda a configuração do sistema de pesquisa de dados de acidentes (que utiliza o *software Business Object*) também não estão. Os eventos são classificados pela taxonomia definida pelo MSCA 3-6 e sempre pelo primeiro evento ocorrido, o que dificulta bastante a pesquisa. Por exemplo: se o primeiro evento foi um “estouro de pneu”, não será possível pesquisar por outra chave que não seja “estouro de pneu”, mesmo que em seguida a aeronave tenha saído da pista ocorrendo um evento de *veeroff* ou “perda de controle no solo”. Portanto, é necessário ler o relatório final do acidente para saber se houve ocorrência de *veeroff* ou não, após o estouro de pneu.

Por outro lado, a taxonomia utilizada não guarda correlação direta com os eventos internacionalmente denominados *overrun*, *undershoot* e *veeroff*. Por exemplo:

- eventos de *overrun* podem ser classificados como “pouso longo” (*overrun* no pouso), ou “perda de controle no solo” (*overrun* na decolagem), ou “estouro de pneu” (*overrun* na decolagem);
- eventos de *undershoot* podem ser classificados como “pouso antes da pista”, ou “pouso em local não previsto”;
- eventos de *veeroff* podem ser classificados como “colisão com obstáculos no solo”, ou “estouro de pneu”, ou “perda de controle no solo”.

5.6 DADOS OBTIDOS NO CENIPA

Com o objetivo de levantar dados referentes acidentes/incidentes de *overrun*, *undershoot* e *veeroff* ocorridos em aeroportos brasileiros, gerou-se uma listagem de acidentes no sistema utilizando a taxonomia “pouso longo”, “perda de controle no solo”, “pouso antes da pista”, “pouso em local não previsto”, “colisão com obstáculos no solo”, “estouro de pneu” e “pouso brusco”. O período escolhido foi o de 1988-2007. Devido à indisponibilidade de informações de acidentes/incidentes em alguns anos desse período, foram selecionados como amostra apenas os anos cujas informações de acidentes/incidentes estavam todas disponíveis. Do total de vinte anos do período, apenas treze foram selecionados: 1991-1995, 1997, 2000-2006. Foram selecionados 48 aeroportos da rede INFRAERO, cuja listagem é apresentada no Apêndice A..

Além dos critérios acima, foram aplicadas as seguintes exclusões (filtros) antes de gerar listagem:

- administração direta e indireta estadual, distrital e federal;
- administração indireta municipal;
- privado instrução/experimental;
- público instrução/experimental;
- agrícola;
- helicópteros; e
- ultraleves.

Após gerada a listagem foram desconsiderados: os eventos não classificados como *overrun*, *undershoot* e *veeroﬀ*; aviação geral; táxi aéreo; pouso fora da pista; aeronave monomotor, ocorrência no solo; e aeronave com peso máximo de decolagem inferior a 2.700kg.

A relação dos acidentes/incidentes levantados no CENIPA usando o critério exposto é apresentada no Apêndice B.

Do Apêndice B obtém-se a seguinte totalização de eventos:

- *Veeroﬀ* na decolagem: 1
- *Veeroﬀ* no pouso: 8
- *Overrun* na decolagem: 0
- *Overrun* no pouso: 9
- *Undershoot* no pouso: 0

De dados obtidos junto à INFRAERO, tem-se que o número de movimentos (pousos + decolagens) nos anos selecionados (1991-1995, 1997, 2000-2006) foi de 16.321.246 nos quarenta e oito aeroportos listados no apêndice A. Nesse total foram considerados todos os movimentos de aviação regular (com HOTRAN) nacional e internacional e de aviação não regular (*charter* e fretamento) nacional e internacional. Não foram considerados nessa totalização os movimentos de táxi aéreo, aviação executiva e geral .

Tabela 5.1 – Comparação dos resultados deste estudo com o de Eddowes, M. ET all (2001)

Evento	Este estudo	Eddowes (2001)
<i>Veerofff</i> por operação de decolagem	$1,2 \times 10^{-7}$	$1,9 \times 10^{-7}$
<i>Veerofff</i> por operação de pouso	$9,8 \times 10^{-7}$	$5,6 \times 10^{-7}$
<i>Overrun</i> por operação de decolagem	-	$4,7 \times 10^{-7}$
<i>Overrun</i> por operação de pouso	$11,0 \times 10^{-7}$	$15,7 \times 10^{-7}$
<i>Undershoot</i> por operação de pouso	-	$2,5 \times 10^{-7}$

Nessa Tabela, temos a frequência de ocorrência dos eventos no Brasil, calculados a partir dos dados obtidos, e os valores obtidos do estudo Eddowes, M. ET all (2001). Da comparação desses valores pode-se inferir que nos itens *veerofff* por operação de pouso, *veerofff* por operação de decolagem e *overrun* por operação de pouso os índices são equivalentes. Não foi possível a comparação dos valores de *undershoot* por operação de pouso e *overrun* por operação de decolagem, pela inexistência da ocorrência desses eventos no período amostrado. Porém, segundo o estudo de Eddowes, M. *et all* (2001) existe uma relação de 20 *overruns* no pouso para 6 *overruns* na decolagem, e de 4 *veeroffs* no pouso para 1 *veeroffs* na decolagem, o que permitiria a estimativa dos resultados para os itens que não tiveram ocorrência no período.

Os dados do estudo Eddowes, M. ET all (2001) incluem os acidentes/incidentes com táxi aéreo. Devido à impossibilidade de obter dos dados fornecidos pela INFRAERO os movimentos referentes exclusivamente a táxi aéreo, este estudo não considera tais eventos. Porém, para os objetivos deste estudo, esta diferença não é significativa.

A tabela 5.2 apresenta os catorze aeroportos em que ocorreram acidentes/incidentes no período amostrado, bem como o tipo do evento ocorrido. Destaca-se uma quantidade maior do total de ocorrências no Aeroporto de Manaus (SBEG).

A tabela 5.3 apresenta os dados de movimento (aeroportos em que ocorreram acidentes/incidentes) que foram utilizados para o cálculo dos valores de frequência apresentados na tabela 5.4

A tabela 5.4 apresenta a frequência em que os eventos ocorreram em cada aeroporto. Observa-se que a frequência de ocorrência dos eventos se apresenta elevada na maioria dos catorze aeroportos em que ocorreram acidentes no período amostrado.

Tabela 5.2 – Discriminação dos eventos por aeroporto

AEROP.	<i>Veero</i> ff Pouso	<i>Veero</i> ff Decolag	<i>Overrun</i> Pouso	<i>Overrun</i> Decolag	<i>Under</i> <i>shoot</i>	TOTAL
SBBR	1					1
SBCJ	1					1
SBCT			1			1
SBCY			1			1
SBEG	2	1				3
SBFL	1					1
SBGO	1					1
SBGR	1		1			2
SBLO	1					1
SBNF			1			1
SBPA			1			1
SBRJ			2			2
SBSP			1			1
SBVT			1			1
TOTAL	8	1	9	0	0	18

Tabela 5.3 – Movimento nos aeroportos em que ocorreram eventos

AEROPORTOS <small>Fonte: INFRAERO</small>	MOVIMENTOS <small>1991-1995/1997/2000-2006</small>
SBBR - Aeroporto de Brasília	1.285.993
SBCJ - Aeroporto de Carajás	33.704
SBCT - Aeroporto de Curitiba	592.175
SBCY - Aeroporto de Cuiabá	252.137
SBEG - Aeroporto de Manaus	418.805
SBFL - Aeroporto de Florianópolis	254.643
SBGO - Aeroporto de Goiânia	265.481
SBGR - Aeroporto de Guarulhos	1.817.428
SBLO - Aeroporto de Londrina	171.228
SBNF - Aeroporto de Navegantes	125.475
SBPA - Aeroporto de Porto Alegre	530.121
SBRJ - Aeroporto Santos Dumont	846.842
SBSP - Aeroporto de Congonhas	2.044.182
SBVT - Aeroporto de Vitória	266.409

Tabela 5.4 – Frequência dos eventos por tipo e por aeroporto

AEROP.	<i>Veeroff</i> Pouso	<i>Veeroff</i> Decolagem	<i>Overrun</i> Pouso	<i>Overrun</i> Decolagem	<i>Undershoot</i>
SBBR	1,55522E-06	-	-	-	-
SBCJ	5,93401E-05	-	-	-	-
SBCT	-	-	3,37738E-06	-	-
SBCY	-	-	7,9322E-06	-	-
SBEG	0,000132851	6,64253E-05	-	-	-
SBFL	7,85413E-06	-	-	-	-
SBGO	7,5335E-06	-	-	-	-
SBGR	1,10046E-06	-	1,10046E-06	-	-
SBLO	1,16803E-05	-	-	-	-
SBNF	-	-	1,59394E-05	-	-
SBPA	-	-	3,77272E-06	-	-
SBRJ	-	-	4,72343E-06	-	-
SBSP	-	-	9,78386E-07	-	-
SBVT	-	-	7,50725E-06	-	-
Evento / operação de pouso ou decolagem					

6 ALTERNATIVAS PARA O ALCANCE DE NÍVEL DE SEGURANÇA OPERACIONAL ACEITÁVEL

A presente pesquisa tem como objetivo geral demonstrar as alternativas existentes para que seja alcançado um nível aceitável de segurança operacional nos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros.

No item 4.1 desta Monografia foram apresentadas algumas alternativas, propostas pelo RBAC 154, para que seja autorizada a operação de um aeródromo que possui não-conformidade, desde que sejam garantidas condições operacionais dentro de níveis de segurança equivalentes, conforme um dos seguintes casos:

I – Apresentação de um estudo aeronáutico que analise os riscos envolvidos com a não-conformidade e demonstre que um nível satisfatório de segurança operacional pode ser alcançado.

II - Apresentação de uma proposta formal de acordo operacional, com procedimentos alternativos que garantam o mesmo nível de segurança estabelecido pelo RBAC 154, avaliando o impacto decorrente na capacidade operacional do aeródromo e estabelecendo um cronograma para correção da não-conformidade.

A IAC 154 estabelece que, quando a não-conformidade identificada relacionar-se a aspectos físicos, e sua solução for inviável, o desenvolvimento de um estudo aeronáutico para definir se o risco associado é aceitável ou não se faz necessário. Se o risco for aceitável, a Autoridade da Aviação Civil poderá conceder um desvio. Se o risco não for aceitável, será necessário estabelecer um acordo operacional de caráter permanente, ainda que esse acordo reduza a capacidade horária do aeroporto, de forma a garantir os níveis aceitáveis de segurança operacional.

Duas outras alternativas poderiam ser aplicadas conforme o caso: o recuo da cabeceira, com a consequente redução das distâncias declaradas, e a restrição dos tipos de aeronaves autorizadas a operar no aeródromo. Essa última medida objetivaria compatibilizar as aeronaves em operação com as restrições físicas impostas pelas não-conformidades das pistas.

Se a concessão do desvio está vinculada a um acordo operacional permanente, faz-se necessário um gerenciamento de risco, também de forma permanente, a fim de garantir que o risco sempre permanecerá inferior ou igual ao nível aceitável de segurança operacional.

6.1 SEGURANÇA OPERACIONAL E GERENCIAMENTO DO RISCO

Apresentam-se a seguir os conceitos de Segurança Operacional e Gerenciamento do Risco, conforme DOC 9859 – *Safety Management Manual*:

Segurança Operacional é o estado no qual o risco de lesões às pessoas ou danos aos bens se reduz e se mantém em um nível aceitável, ou abaixo do mesmo, por meio de um processo contínuo de identificação de perigos e gerenciamento dos riscos.

Gerenciamento do Risco é o termo genérico que engloba a avaliação e mitigação dos riscos, que ameaçam uma organização, a um nível tão baixo quanto razoavelmente praticável.

6.2 FLUXOGRAMA PARA O ALCANCE DO NAS

O fluxograma apresentado na figura 6.1 organiza e sintetiza as alternativas apresentadas neste capítulo. Neste fluxograma, “R” significa risco resultante da operação com não-conformidade, e “NAS” significa nível aceitável de segurança operacional.

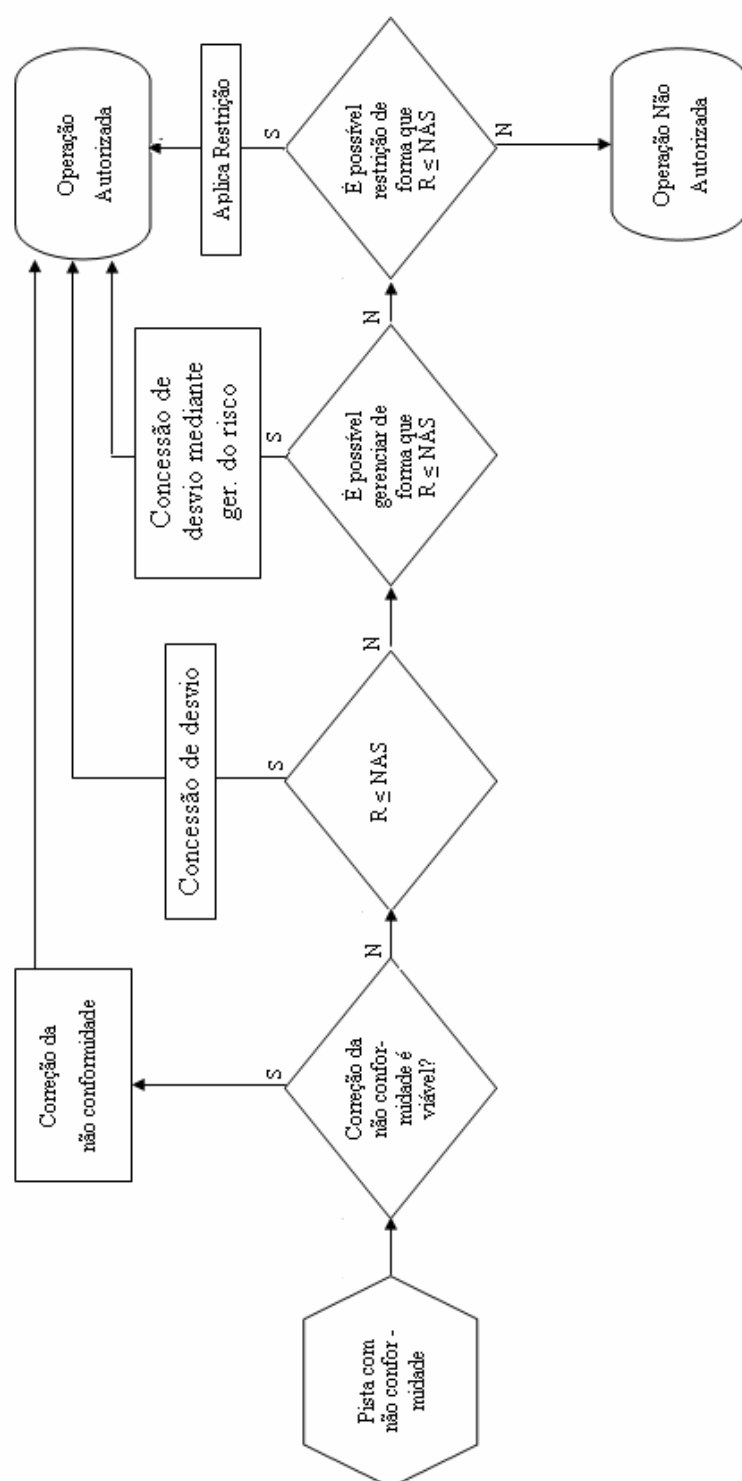


Figura 6.1 – Fluxograma de alternativas para o alcance do NAS

7 CONCLUSÕES

Conforme exposto no capítulo 5, é possível estabelecer modelos nacionais, baseados em dados de acidentes e incidentes, que permitam estimar o risco de que uma aeronave que opere em condições específicas de um aeroporto brasileiro venha a utilizar suas áreas de segurança de pista e parar além dos limites disponíveis, ou colidir com os obstáculos existentes no seu interior. Só que, para isso, é necessário que os dados citados sejam levantados nas investigações e disponibilizados nos sistemas de gerenciamento de informações de acidentes.

Tal medida permitiria o desenvolvimento dos citados modelos de análise de risco, ferramentas que auxiliariam na análise de risco das não-conformidades existentes, oferecendo um leque maior de alternativas viáveis de gerenciamento do risco e, conseqüentemente, economia pela dispensa de ações corretivas que demandariam muitos recursos. Além disso, os dados e informações coletadas também poderiam ser utilizados como suporte aos estudos de aperfeiçoamento das regras construtivas brasileiras para sistemas de pistas.

Por outro lado, as informações levantadas no capítulo 5 permitem também concluir que, se aquelas informações não sigilosas já citadas, referentes a acidentes e incidentes, fossem disponibilizadas quer em um relatório, quer diretamente no sistema de gerenciamento de informações de acidentes, desvinculando a apuração e relatório final da disponibilização dessas informações como fonte de pesquisa, evitar-se-ia a indisponibilidade dessas informações para fins de pesquisa e estudo por um período muito grande.

A tabela 5.1, que compara os resultados deste estudo com o de Eddowes, M. *et all* (2001), aponta para um surpreendente resultado: a freqüência de ocorrência de eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroft* no Brasil é equivalente aos valores obtidos nesse estudo. Isso não significa concluir que a aviação civil brasileira é mais ou menos segura, mas sim que, para o porte, tipo de operação da aviação e período selecionados neste estudo, as taxas para os eventos em foco são equivalentes as do primeiro mundo. É necessário destacar que alguns fatores nacionais podem estar contribuindo positivamente para esse fato, como por exemplo: frota mais nova de aeronaves, condições meteorológicas menos adversas e comprimento de pista, na maioria dos aeroportos, superior ao requerido pela maior parte das aeronaves em operação neles.

Segundo Araújo, M. e Bezerra, R. (2007), uma melhoria nas informações meteorológicas oferecidas às tripulações das aeronaves sobre as condições do tempo poderiam reduzir o número de acidentes aeronáuticos. Conforme Ashford (1992) e Hall, J. *et all* (2008), *windshear*, baixa visibilidade e chuva são fatores contribuintes para os acidentes de *undershoot*. Logo, corroborando com Araújo, M. e Bezerra, R.(2007), pode-se concluir também que uma melhoria nas informações meteorológicas oferecidas poderia reduzir a incidência desse tipo de acidente, aumentando o nível de segurança operacional.

7.1 RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Das conclusões deste estudo, pode-se subtrair as seguintes recomendações e sugestões:

- que a NSCA 3.6 e a MSCA 3.6 sejam revistas, com os seguintes objetivos:
 - incluir explicitamente na finalidade da investigação a obtenção de dados, visando o estudo e avaliação de áreas de segurança de pista, bem como elementos para o aperfeiçoamento de regras referentes a este tema;
 - incluir instrução para aquisição de dados de localização dos eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroft* em relação à cabeceira e ao eixo da pista;
 - disponibilizar as informações não sigilosas citadas neste estudo, tão rápido quanto possível após o acidente, quer em um relatório específico, quer diretamente no sistema de gerenciamento de informações de acidentes;
- que os acidentes e incidentes passem a ser cadastrados no SIGIPAER não só pela taxonomia do primeiro evento que ocorreu mas que também sejam cadastrados e que possa ser usada como chave de pesquisa a taxonomia dos demais eventos ocorridos;
- que a Agência Nacional de Aviação Civil fomente a pesquisa neste campo visando obter mais subsídios para a elaboração de regulamentos para análise de riscos e estudos aeronáuticos
- que a Agência Nacional de Aviação Civil fomente a capacitação de especialistas neste campo objetivando se estruturar para os desafios e demandas que este provoca.

7.2 TESTE DA HIPÓTESE

Considerando que ao longo do desenvolvimento deste estudo, o conhecimento acumulado demonstrou que a eliminação ou gerenciamento dos riscos associados às não-conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros envolve, além de regulação e fiscalização:

- estudo aeronáutico e análise de risco;
- gerenciamento do risco e medidas mitigadoras quando aplicável;
- desenvolvimento de modelos para análise de risco de *overrun*, *undershoot* e *veeroﬀ*, baseados em dados de acidentes e incidentes ocorridos no Brasil.

Logo, a hipótese “As não conformidades construtivas dos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros podem ser eliminadas ou terem seus riscos associados gerenciados exclusivamente por via da regulamentação e fiscalização” foi refutada.

7.3 CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS

7.3.1 Consecução do Objetivo Geral

As alternativas existentes para que seja alcançado um nível aceitável de segurança operacional nos sistemas de pistas dos aeroportos brasileiros foram apresentadas no Capítulo 6.

7.3.2 Consecução dos Objetivos Específicos

As não-conformidades construtivas de uma amostragem de aeroportos brasileiros, em especial aquelas que impactam nos eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroﬀ*, foram analisadas no Capítulo 3.

7.4 SUGESTÕES PARA NOVAS PESQUISAS

Das informações obtidas neste estudo, surgem novos assuntos tanto para o aprofundamento como para o aumento de sua abrangência. Por exemplo:

- estudo da localização dos eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroft* em relação à cabeceira e ao eixo da pista, ocorridos em aeroportos brasileiros;
- estudo da distribuição da severidade (fatalidade e danos na aeronave) dos eventos de *overrun*, *undershoot* e *veeroft*, ocorridos em aeroportos brasileiros;
- modelagem da análise de risco de *overrun*, *undershoot* e *veeroft* em aeroportos brasileiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **RESOLUÇÃO Nº 25** . Brasil: ANAC, 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC). **Regulamento Brasileiro de Aviação Civil – RBAC 154 Em. 00 – Projeto de Aeródromos**. Brasil: ANAC, 2009.

ARAÚJO, M. A. A. e BEZERRA, R. S. M. **Redução dos Acidentes Aeronáuticos Que Tem Como Fatores de Contribuição os Fenômenos Meteorológicos**. Brasília: Ceftru/UnB, 2007.

ASHFORD, Norman; WRIGHT, Paul H.. **Airport Engineering - 3.ed.**. United States: A Wiley-Interscience Publication, 1992.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. **Runway excursions -Part 1-A Worldwide Review of Commercial Jet Aircraft Runway Excursions**. Austrália: ATSB, 2009.

BELLINI, L. A. **Redução de Riscos Operacionais nos Pátios dos Aeroportos Brasileiros**. Brasília: Ceftru/UnB, 2008.

DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL (DAC). **Termo de Referência para Estudo Aeronáutico (IAC 154-1001)**. Brasil: DAC, 2004.

EDDOWES, Mark; HANCOX, Jon. **Final Report On The Risk Analysis In Support Of Aerodrome Design Rules** - A Report produced for the Norwegian Civil Aviation Authority. United Kingdom: AEA Technology, 2001.

HALL, Jim. ET ALL - **Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas** (ACRP - Report 3). United States: Transportation Research Board, 2008.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **PORTARIA 1.141/GM5**. Brasil: Ministério da Aeronáutica, 1987.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. **PORTARIA 398/GM5**. Brasil: Ministério da Aeronáutica, 1999.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). **Anexo 14 – Projeto e Operação de Aeroportos - 4. ed.** Canadá: OACI, 2004.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). **DOC 9157 - Manual de Projeto de Aeródromos**. Canadá: OACI, 2006.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). **DOC 9774 - Manual de Certificação de Aeródromos**. Canadá: OACI, 2001.

ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). **DOC 9859 NA/460 – (SMM) – Manual de Gestão de Segurança Operacional**. Canadá: OACI, 2009.

APÊNDICE A

RELAÇÃO DOS AEROPORTOS DA INFRAERO CUJOS MOVIMENTOS FORAM CONSIDERADOS NO ESTUDO

Altamira-PA	Macapá-AP
Aracaju-SE	Maceió-AL
Belém-PA	Manaus-AM
Belo Horizonte - Pampulha-MG	Montes Claros - MG
Belo Horizonte - T.Neves - MG	Natal-RN
Boa Vista-RR	Navegantes - SC
Brasília-DF	Pelotas-RS
Campinas-SP	Petrolina-PE
Campo Grande-MS	Porto Alegre-RS
Carajás-PA	Porto Velho - RO
Corumbá-MS	Recife-PE
Cruzeiro Do Sul - AC	Rio Branco-AC
Cuiabá-MT	Rio de Janeiro – Galeão - RJ
Curitiba-PR	Rio de Janeiro - S.Dumont-RJ
Florianópolis-SC	Salvador-BA
Fortaleza-CE	Santarém-PA
Foz Do Iguaçu-PR	São Luis-MA
Goiânia-GO	São Paulo – Congonhas - SP
Ilhéus - BA	São Paulo - Guarulhos-SP
Imperatriz - MA	Teresina-PI
João Pessoa - PB	Uberaba-MG
Joinville-SC	Uberlândia-MG
Londrina-PR	Uruguaiana-RS
Macaé-RJ	Vitória-ES

APÊNDICE B

ACIDENTES/INCIDENTES DE *OVERRUN, UNDERSHOOT E VEEROFF* *OCORRIDOS NOS ANOS 1991-1995, 1997 E 2000-2006*

1991

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTMRA	F28MK0100	21/04/1991	INCIDENTE	SBSP	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	NÃO O/U/V
PTRGZ	EMB810	25/01/1991	ACIDENTE	SBCY	A) POUSO BRUSCO	NÃO O/U/V
PTDXV	U206	06/09/1991	ACIDENTE	SBBV	A) POUSO ANTES DA PISTA	MONOMOTOR
3						

1992

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTLGN	EMB-110P4	01/04/1992	ACIDENTE	SBBH	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	TAXI AÉREO*
PTLKT	550	01/12/1992	ACIDENTE	SBSP	A) POUSO LONGO	TAXI AÉREO*
2						

1993

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PPSEA	500-S	24/02/1993	ACIDENTE	SBFZ	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	POUSO FORA DA PPD
PTOFK	34	26/02/1993	ACIDENTE	SBRJ	A) POUSO ANTES DA PISTA	TAXI AÉREO*
PTSLI	EMB120	12/05/1993	ACIDENTE	SBRJ	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	OVERRUN POUSO
3						

1994

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PPBRI	B707	08/12/1994	INCIDENTE	SBEG	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF DECOLAGEM
PTLIG	LR55	09/11/1994	ACIDENTE	SBRJ	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	TAXI AÉREO*
3						

1995

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTTEO	B737	08/04/1995	INCIDENTE	SBVT	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	OVERRUN POUSO
PPBRI	B707	30/12/1995	INCIDENTE	SBCY	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	OVERRUN POUSO
PPSMV	B737	02/02/1995	ACIDENTE	SBGR	A) POUSO LONGO	OVERRUN POUSO
PTLJT	550	11/05/1995	ACIDENTE	SBSP	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	TAXI AÉREO*
6						

1997

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PPVPC	B737	17/07/1997	INCIDENTE	SBRJ	A) POUSO LONGO	OVERRUN POUSO
PPCJO	B737	14/02/1997	ACIDENTE	SBCJ	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PTILJ	G550	03/07/1997	ACIDENTE	SBRJ	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	AVIAÇÃO GERAL
5						

2000

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTSRB	EMB-120ER	08/02/2000	INCIDENTE GRAVE	SBHT	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	AVIAÇÃO GERAL
PTTEO	B737	27/02/2000	ACIDENTE	SBPA	A) POUSO LONGO	OVERRUN POUSO
2						

2001

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTMST	B707	07/03/2001	ACIDENTE	SBGR	A) POUSO BRUSCO	VEEROFF POUSO
PTMQI	F28MK0100	15/05/2001	INCIDENTE	SBCT	A) POUSO LONGO	OVERRUN POUSO
PPCJN	B737	16/09/2001	ACIDENTE	SBGO	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PPBRR	B707	25/02/2001	OC. SOLO	SBGR	A) COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO	OCORRENCIA SOLO

PPTPG	DC8	02/10/2001	INCIDENTE	SBGR	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
PTVEZ	EMB821	24/09/2001	OC. SOLO	SBFL	A) COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO	OCORRENCIA SOLO
PPTPG	DC8	28/09/2001	INCIDENTE	SBGR	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
7						

2002

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTSRG	EMB-120ER	14/02/2002	OC. SOLO	SBRJ	A) COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO	OCORRENCIA SOLO
PPTPG	DC8	19/02/2002	INCIDENTE	SBEG	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PTWGE	EMB120	13/08/2002	ACIDENTE	SBEG	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	DURANTE ESTACIONAM
3						

2003

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PTXJS	C525	04/01/2003	ACIDENTE	SBSP	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	AVIAÇÃO GERAL
PTLMK	500	10/07/2003	INCIDENTE GRAVE	SBBE	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	ANV < 2700 KG
PTMZL	A320-232	06/11/2003	INCIDENTE GRAVE	SBFL	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PRGOO	B737	20/12/2003	ACIDENTE	SBNF	A) POUSO LONGO	OVERRUN POUSO
4						

2004

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PPVSA	B737	17/04/2004	INCIDENTE	SBEG	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
1						

2005

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PPVRD	B777	25/05/2005	OC. SOLO	SBGR	A) COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO	OCORRENCIA SOLO
PPBRG	B707	12/04/2005	INCIDENTE GRAVE	SBPA	A) PERDA DE CONTROLE NO	Ñ É O/U/V

					SOLO	
PTSSF	B737	24/11/2005	INCIDENTE	SBCT	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
PTMRA	F28MK0100	10/11/2005	INCIDENTE	SBFL	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
PRLGB	B727	27/10/2005	INCIDENTE GRAVE	SBFL	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	Ñ É O/U/V
PTSSP	B737	06/12/2005	INCIDENTE	SBRF	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
PPVQV	B727	02/07/2005	INCIDENTE GRAVE	SBEG	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PRGIC	B737	09/12/2005	OC. SOLO	SBGL	A) COLISÃO COM OBSTÁCULO NO SOLO	OCORRENCIA SOLO
8						

2006

Matrícula	Modelo	Data	Classificação de Ocorrência	Aerodromo	Tipo de Ocorrência	Classificação
PRBRC	B737	22/03/2006	INCIDENTE GRAVE	SBSP	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	OVERRUN POUSO
PTSSO	B737	05/03/2006	INCIDENTE GRAVE	SBGR	A) POUSO EM LOCAL NÃO PREVISTO	Ñ É O/U/V
PRGOW	B737	28/04/2006	INCIDENTE GRAVE	SBBR	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PTWJG	EMB-120ER	18/05/2006	INCIDENTE GRAVE	SBLO	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	VEEROFF POUSO
PRMAS	A320-232	02/06/2006	INCIDENTE	SBMQ	A) ESTOURO DE PNEU	Ñ É O/U/V
PTVRG	EMB810	09/08/2006	INCIDENTE GRAVE	SBCG	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	ANV < 2700 KG
PTDOI	C206	15/09/2006	ACIDENTE	SBBR	A) POUSO LONGO	ANV < 2700 KG
PPVOZ	B737	09/03/2006	INCIDENTE	SBGL	A) PERDA DE CONTROLE NO SOLO	Ñ É O/U/V
8						