

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE QUÍMICA
MESTRADO PROFISSIONAL EM DEFESA E SEGURANÇA CIVIL

LIECIO GONÇALVES DE SOUZA JUNIOR

**LIMITES DA LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA PARA A PREVENÇÃO DE
DESASTRES AÉREOS**

Niterói, RJ
2017

LIECIO GONÇALVES DE SOUZA JUNIOR

**LIMITES DA LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA PARA A PREVENÇÃO DE
DESASTRES AÉREOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Defesa e Segurança Civil.

Área de Concentração: Planejamento e Gestão de Eventos Críticos.

Orientador:
Professor Antonio Ferreira da Hora, D. Sc.

Niterói, RJ
2017

**Universidade Federal Fluminense
Superintendência de Documentação
Biblioteca da Faculdade de Direito**

S729 Souza Júnior, Liecio Gonçalves de
Limites da legislação aeronáutica para a prevenção de desastres aéreos/
Liecio Gonçalves de Souza Júnior – Niterói, 2017.
81 f.

Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Segurança e
Defesa Civil) – Universidade Federal Fluminense, 2017.

1. Desastre. 2. Direito aéreo 3. Gestão . 4. Aeroporto. 5. Planejamento.
6. Prevenção de acidente. I. Universidade Federal Fluminense. Faculdade de
Direito, Instituição responsável II. Título.

CDD 363.348

LIECIO GONÇALVES DE SOUZA JUNIOR

**LIMITES DA LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA PARA A PREVENÇÃO DE
DESASTRES AÉREOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Defesa e Segurança Civil da Universidade Federal Fluminense, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Defesa e Segurança Civil. Área de Concentração: **Planejamento e Gestão de Eventos Críticos**. Linha de Pesquisa: **Desastres Mistos**.

Aprovada em 11 de novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Antonio Ferreira da Hora
Universidade Federal Fluminense – UFF



Prof. Dr. Reiner Olibano Rosas
Universidade Federal Fluminense – UFF



Prof. Dr. Luiz Carlos Pires
Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, por serem referências para a minha formação pessoal.

À minha esposa e filho, pelo incentivo, apoio e, principalmente, pela família que somos.

Aos familiares e amigos das vítimas de acidentes aéreos.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dr.^a Mônica de Aquino Galeano Massera da Hora, Coordenadora e docente deste Programa, por ter confiado a mim o trabalho de trazer, pela primeira vez neste Programa de Mestrado, tema antes restrito aos especialistas da aviação civil, e por seu especial interesse em dialogar sobre uma problemática antiga, mas ainda de difícil solução no âmbito aeronáutico.

Ao Professor Dr. Airton Bodstein de Barros, docente e fundador deste Programa, por ter oportunizado aos profissionais de segurança um espaço na Academia para o aprimoramento, crescimento, desenvolvimento e de integração, dificilmente possível por iniciativa de nossas organizações.

Aos demais docentes do Programa, em especial ao Professor Antônio da Hora, ao Professor Dr. Geronimo Emilio Almeida Leitão, ao Professor Dr. Reiner Olibano Rosas, por agregarem experiências e pontos de vista para este trabalho e pelos incentivos para que minhas contribuições não se encerrem com seu término.

Aos colegas de turma, pela camaradagem em muitos finais de semana, dentro e fora das salas de aula, em muitas pausas para o café e almoço. Deus os abençoe pelos profissionais que são e foi uma satisfação de tê-los conhecido.

À equipe da área de aeródromos do Subdepartamento de Operações do Departamento de Controle do Espaço Aéreo, pelos diálogos e, sobretudo, presteza ao esclarecer muitos pontos da legislação atual.

Aos profissionais dos serviços de navegação aérea dos aeroportos, por fazerem desses locais essenciais para o voo seguro.

EPÍGRAFE

*Não se espante com a altura do voo.
Quanto mais alto, mais longe do perigo.
Quanto mais você se eleva, mais tempo
há de reconhecer uma pane.
É quando se está próximo do solo que se
deve desconfiar.*

Alberto Santos Dumont

RESUMO

O maior acidente aéreo do Brasil, que ocorreu no Aeroporto de Congonhas, em 2007, deixou 199 mortos, devido à forte colisão de uma aeronave contra um prédio de três andares e um posto de combustível, seguida de uma explosão e de um grande incêndio no local que se prolongou por mais de 24 horas, logo após a sua tentativa de pouso numa pista sem áreas de segurança e com usos e ocupações incompatíveis nas proximidades de suas cabeceiras. Entretanto, após dez anos desse acidente, raras foram as considerações sobre os riscos que as condições dos entornos dos aeroportos geram para a intensificação das consequências dos acidentes aéreos, exigindo-se que pesquisas deem suporte para as ações de prevenção e mitigação de desastres decorrentes desses eventos. Desse modo, os objetivos deste estudo foram: promover uma conscientização do risco de desastres aéreos, através da revisão de estudos estatísticos de acidentes aéreos, e de resumir e comparar as normativas da *International Civil Aviation Organization* (ICAO), da *Federal Aviation Administration* (FAA) e do Brasil, que tratam dos requisitos físicos e das restrições às propriedades vizinhas dos aeródromos; e, principalmente, incentivar que as legislações pertinentes sejam revisadas a luz da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil. Para alcançá-los, o método de pesquisa escolhido foi uma revisão bibliográfica das publicações acadêmicas e documental das legislações aeronáuticas, do qual os seguintes resultados destacaram-se: a predominância de acidentes aéreos ocorridos durante as fases de pouso e decolagem, principalmente em áreas próximas das pistas; as diferenças normativas dos requisitos de pista presentes na legislação nacional, quando comparados aos Padrões e Práticas Recomendadas (SARP) prescritos pela ICAO para as áreas de Faixa de Pista (STRIP) e para as Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA), ou entre essas com as das *Runway Safety Areas* da FAA; as *Obstacle Free Zones* e as *Runway Protection Zones* da FAA, que são requisitos para as pistas dos aeroportos norte-americanos que proíbem obstáculos próximos das pistas e a ao longo dos seus eixos, alguns desses análogos com as Superfícies Limitadoras de Obstáculos da ICAO e, conseqüentemente, do Brasil, que, diferentemente, permitem a presença de obstáculos com alturas até os limites dessas superfícies; a demonstração das limitações, no passado e no presente, do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo e do Plano Básico de Zoneamento de Ruído, para impedir o adensamento urbano no entorno dos nossos aeroportos; e a disparidade entre as legislações, em especial no histórico da legislação brasileira, para as restrições voltadas para a redução do risco da fauna. Com base nos resultados, conclui-se que as ações para prevenção de desastres aéreos são urgentes, necessitando-se que áreas de risco sejam identificadas e mapeadas nos entornos dos principais aeroportos, a fim de desestimular novos usos e ocupações incompatíveis, função essa de competência, sobretudo, do poder público municipal.

Palavras-chave: Aeroportos. Segurança. Vulnerabilidade a desastres.

ABSTRACT

The biggest air accident in Brazil, which occurred at Congonhas Airport, in 2007, left 199 dead, due to the strong collision of an aircraft against a three-story building and a gas station, followed by an explosion and a large on-site fire that lasted for more than 24 hours, shortly after its attempt to land on a runway with no safe areas and with incompatible uses and occupations near its thresholds. However, after ten years of this accident, there were few considerations about the risks that conditions around the airports produce for the intensification of air accidents consequences, requiring that researches support the actions of prevention and mitigation of disasters arising from these events. Thus, the objectives of this study were: to raise awareness of the risk of air disasters, through the review of statistical studies of air accidents; and to summarize and compare the regulations of International Civil Aviation Organization (ICAO), Federal Aviation Administration (FAA) and Brazil, which deal with the physical requirements and restrictions on the neighboring properties of aerodromes, and, above all, to encourage that the relevant legislation be reviewed under the National Policy on Civil Protection and Defense. To reach them, the research method chosen was a bibliographic review of the academic publications and a documentary one of the aeronautical legislations, of which the following results stand out: the predominance of air accidents during the landing and take-off phases, especially in areas near the runways; the regulatory differences in runways requirements in national legislation, when compared to the Standards and Recommended Practices (SARP) prescribed by ICAO for Runway Strips and Runway End Safety Area (RESA), or between these with the Runway Safety Areas of the FAA; the Obstacle Free Zones and the Runway Protection Zones of the FAA, which are the requirements for runways at US airports that prohibit obstacles near them and along their axes, some of these analogue with Obstacle Limitation Surfaces of ICAO and, consequently, of Brazil, that, in contrast, allow the presence of obstacles with heights up to the limits of these surfaces; the demonstration of the limitations, in the past and in the present, of the Basic Plan of Aerodrome Protection Zone and one of Noise Zoning, to prevent urban densification around our airports; and the disparity between laws, especially in the history of the Brazilian legislation, to the restrictions focused on the wildlife risk reduction. Based on these results, it has been concluded that actions for prevention of air disasters are urgent, requiring that risk areas be identified and mapped in the surroundings of the main airports, in order to discourage new uses and incompatible occupations, a function which, above all, is the responsibility of the municipal public authority.

Keywords: Airports. Safety. Disaster vulnerability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Local do acidente do voo JJ 3054, em São Paulo-SP.....	30
Figura 2	– Praça Memorial 17 de Julho, criada em homenagem às vítimas do acidente do voo JJ 3054, desapropria uma área de 8 mil m ² , próxima da cabeceira do Aeroporto de Congonhas.....	30
Figura 3	– Local do acidente do Fokker 100, em São Paulo-SP.....	31
Figura 4	– Local do acidente do voo 801 da Transbrasil, em Guarulhos-SP.....	31
Figura 5	– Taxa de acidentes globais, no período 2005 - 2015.....	38
Figura 6	– Acidentes e fatalidades na aviação comercial regular com mais de 2.250 kg de MTOW, no período 2005 - 2012.....	39
Figura 7	– Acidentes e fatalidades na aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW, no período 2009-2015.....	40
Figura 8	– Países das Regiões das Nações Unidas.....	42
Figura 9	– Países dos <i>Regional Aviation Safety Groups</i> (RASG).....	42
Figura 10	– Contribuição das HRC e dos RS para os acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial regular com mais de 2.250 kg de MTOW, no período 2005-2012.....	44
Figura 11	– Contribuição das HRC e dos RS para os acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW, no período 2013-2015.....	44
Figura 12	– Quantidades de acidentes fatais e fatalidades, no período 1980-2006.....	47
Figura 13	– Contribuição dos acidentes ocorridos nas fases de aproximação e pouso (ALA) para os totais de acidentes fatais e fatalidades, no período 1980-1996.....	48
Figura 14	– Comparação das proporções de fatalidades por acidente, ocorridos nas fases de voo de aproximação e pouso (ALA) e em todas as fases de voo, no período 1980-1996.....	49
Figura 15	– As consequências de acidentes ocorridos no período 1980-1996.....	50
Figura 16	– Acidentes e fatalidades na aviação comercial com aeronaves a jato com mais de 27.251 kg de MTOW, no período 2006-2015.....	51
Figura 17	– Acidentes e fatalidades na aviação civil brasileira, no período 2002-2015.....	53
Figura 18	– Distribuição de acidentes, acidentes fatais e fatalidades na aviação civil brasileira, entre diferentes segmentos da aviação, no período 2006-2015.....	54
Figura 19	– Tipos de ocorrências envolvendo aeronaves comerciais de transporte regular de passageiros (TRP), no período 2006-2015.....	55
Figura 20	– Localização dos aeródromos públicos e privados e quantidades de acidentes em cada Unidade Federativa, no período de 2006-2015.....	56
Figura 21	– Sequência dos locais dos acidentes aéreos que atingiram a cidade de Elizabeth, New Jersey. Primeiro, um C-46, após decolar da CAB 24. Segundo, um CV-240, quando em aproximação para CAB 06. Terceiro, um C-46, logo após a decolagem da CAB 24.....	58
Figura 22	– Localizações relativas com o eixo de pista dos acidentes aéreos, ocorridos nos EUA, com aeronaves comerciais e militares e que ocasionaram mortes ou lesões às pessoas no solo, no período 1946-1952.....	59
Figura 23	– Localizações entre intervalos de distâncias (pés) das ocorrências de undershoot e overrun, ocorridos nos EUA, período 1978 a 1987.....	60
Figura 24	– Dispersão medida em pés dos acidentes da aviação geral, ocorridos nos EUA, no período 1983-1989.....	61

Figura 25	– Localizações dos acidentes, ocorridos nos EUA, que causaram mortes às pessoas externas ao voo, no período 1964-1999.....	62
Figura 26	– Localizações dos acidentes em relação às cabeceiras de pouso ou decolagem.	63
Figura 27	– Ilustração da faixa de pista.	71
Figura 28	– Avenida ao lado da cabeceira do Aeroporto Santos Dumont.	73
Figura 29	– Área de Segurança de Fim de Pista para um aeródromo de código 3 ou 4.	74
Figura 30	– RESA da cabeceira 33 do Aeroporto Internacional de Logan (EUA).	75
Figura 31	– Velocidade de decisão (V1)	76
Figura 32	– Exemplos de distâncias declaradas de pista.	78
Figura 33	– Faixa de pista e padrões e recomendações das dimensões da RESA e RSA.	81
Figura 34	– Áreas de Segurança: RPZ, ROFA e RSA.	83
Figura 35	– Perfis superior e longitudinal da <i>Clearway</i>	84
Figura 36	– Postes do Sistema de Luzes de Aproximação (ALS) do Aeroporto de Congonhas.	86
Figura 37	– OFZs para operações de aeronaves grandes em pistas com menos de 3/4 de milha (1.2 km) de visibilidade mínima de aproximação.	86
Figura 38	– OFZ de Precisão.	88
Figura 39	– Visão superior das Superfícies Limitadoras de Obstáculos.	89
Figura 40	– Superfícies de aproximação de pistas IFR e VFR.	92
Figura 41	– Perfis longitudinal e transversal das superfícies limitadoras de obstáculos.	93
Figura 42	– Perfis longitudinal e transversal das superfícies de aproximação interna, transição interna e pouso interrompido.	94
Figura 43	– Superfícies Imaginárias da FAR PART 77.	96
Figura 44	– Áreas Limitadoras do Plano Básico de Zona de Proteção, período 1966-1979.	100
Figura 45	– Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo VFR, período 1987-2011.	102
Figura 46	– Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo IFR, período 1987-2011.	102
Figura 47	– Superfícies Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 2011-2015.	104
Figura 48	– Edificações acima do nível da pista do Aeroporto de São Paulo – Congonhas.	109
Figura 49	– Ilustração das curvas que compõem o Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) aplicadas aos aeródromos de categorias II ao VI.	115
Figura 50	– Escola a 100 m do eixo da pista do Aeroporto Internacional de Porto Alegre.	120
Figura 51	– Escola no eixo das pistas 17/35 do Aeroporto de Congonhas.	120
Figura 52	– Posto de combustível atingido no acidente do Airbus 320 em 17 de julho de 2007.	122
Figura 53	– Posto de combustível no eixo das pistas 17/35 do Aeroporto de Congonhas.	123
Figura 54	– Trajetória do voo U. Airways 1549 até o pouso forçado no Rio Hudson.	124
Figura 55	– Distâncias de separação dentro das quais os atrativos da fauna devem ser evitados, eliminados ou mitigados.	127

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Categorização de acidentes/incidentes, ocorridos nos EUA, no período 1978-1987.....	60
Quadro 2	– Dimensões das pistas (RWY), código de referência (CR), aeronave crítica (ANV) e tipos de aproximação (APROX) dos aeródromos civis públicos que processaram mais de 1 milhão de passageiros.	69
Quadro 3	– Números de movimentos nos aeroportos brasileiros de interesse para o controle do espaço aéreo brasileiro, período 2012-2016.....	70
Quadro 4	– Distâncias declaradas de pista.....	77
Quadro 5	– Faixas da Área de Circulação da Zona de Proteção de Aeroportos, período 1945-1966.	98
Quadro 6	– Classes de Aeródromo para Definição das Dimensões das Áreas Limitadoras do Plano Básico de Proteção de Aeródromo, período 1979-1991.....	100
Quadro 7	– Objetivos das Superfícies Limitadoras de Obstáculos de Aeródromo (AOLS) do atual Plano Básico de Zona de Proteção.	106
Quadro 8	– Alturas máximas dos obstáculos a 1.000 m do eixo e da lateral de pista.....	108
Quadro 9	– Aplicação dos Planos de Zoneamento de Ruído de acordo com a classe do aeródromo, período 1984-1991.	113
Quadro 10	– Categorias dos Aeródromos para Aplicação dos Planos de Zoneamento de Ruído, período 1987-2011.	114
Quadro 11	– Compatibilidades das Atividades nas Áreas I e II dos PBZRs, período 1987-2011.....	116
Quadro 12	– Critério Atual para Definição do Tipo do PZR.....	116
Quadro 13	– Usos compatíveis e incompatíveis atuais para áreas abrangidas por PBZR ou PEZR.	118
Quadro 14	– Guia para o uso do solo.....	126
Quadro 15	– Critérios de localização de empreendimento atrativo ou com potencial atrativo de fauna na ASA.	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Distribuição do tráfego aéreo e dos acidentes, no período 2010 - 2012.	41
Tabela 2	– Distribuição dos números e taxas de acidentes, no período 2010 - 2012.....	41
Tabela 3	– Distribuição dos números e taxas de acidentes entre os RASG, no período 2013 - 2015.	43
Tabela 4	– Distribuição do tráfego aéreo e acidentes entre os RASGs, no período 2013 - 2015. ...	43
Tabela 5	– Distribuição dos acidentes, por tipo de transporte comercial, por tipo de aeronave e por regiões, no período 2013-2015.....	45
Tabela 6	– Números de acidentes, acidentes fatais e fatalidades, por tipo de aeronave, no período 2010 - 2015.....	46
Tabela 7	– Números de acidentes, por diferentes fases de voo, no período 2013 - 2015.	46
Tabela 8	– Distribuição de acidentes fatais e fatalidades, em diferentes fases do voo, nos períodos 1995-2004 e 2005-2014.	52
Tabela 9	– Distribuição de acidentes fatais e fatalidades, em diferentes categorias de ocorrências da CICTT, nos períodos 1997-2006 e 2006-2015.....	52
Tabela 10	– Panorama das ocorrências envolvendo aeronaves comerciais de transporte regular de passageiros (TRP), no período 2006-2015.....	55
Tabela 11	– Distribuição de acidentes e incidentes graves, em diferentes fases do voo, no período 2006-2015.	56
Tabela 12	– Quantitativo de acidentes em relação às cabeceiras de pouso ou decolagem.....	63
Tabela 13	– Código de Referência de Aeródromo.....	68
Tabela 14	– Tipos de Aproximação.....	68
Tabela 15	– Largura das pistas.....	71
Tabela 16	– Dimensões das extensões horizontais e laterais das faixas de pista.....	72
Tabela 17	– Dimensões padronizadas e recomendadas das RESAs pela ICAO.....	74
Tabela 18	– Dimensões das RESAs na legislação aeronáutica brasileira.....	75
Tabela 19	– Grupo de Design de Avião.....	80
Tabela 20	– Categoria de Aproximação de Aeronave.....	80
Tabela 21	– Dimensões da RSA.....	80
Tabela 22	– Usos incompatíveis para áreas abrangidas por RPZ.....	82
Tabela 23	– Maiores dimensões da RPZ.....	82
Tabela 24	– Largura da ROFZ de acordo com o tamanho da aeronave.....	85
Tabela 25	– Dimensões da Zona Livre de Obstáculo de Transição Interna.....	87
Tabela 26	– Dimensões e Rampas das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do Anexo 14.....	90
Tabela 27	– Dimensões das superfícies de decolagem.....	95
Tabela 28	– Comparações das dimensões e rampas das superfícies de aproximação e transição internas da ICAO com as das OFZs da FAA.....	97
Tabela 29	– Comparações das dimensões e rampas das OLS prescritas pela ICAO e FAA.....	97
Tabela 30	– Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, no período 1966-1979.....	99

Tabela 31 – Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 1979-1991.....	101
Tabela 32 – Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 1987-2011.....	103
Tabela 33 – Gabaritos das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 2011-2015.....	105
Tabela 34 – Gabaritos atuais das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do atual Plano Básico de Zona de Proteção.	107
Tabela 35 – Alguns exemplos de usos de solo compatíveis em torno dos aeroportos.....	111
Tabela 36 – Restrições ao uso do solo estabelecidas pelo antigo Plano de Zona de Ruído, período 1979- 1991.	112
Tabela 37 – Parâmetros das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pelo Decreto Presidencial, período 1984-1991.	114
Tabela 38 – Parâmetros das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pelo então Ministério da Aeronáutica, período 1987-2011.....	115
Tabela 39 – Parâmetros Atuais das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pela ANAC.	117

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAC	- <i>Aircraft Approach Category.</i>
AD	- Aeródromo.
ADG	- <i>Airplane Design Group.</i>
AFI	- África.
AGRA	- Área de Gerenciamento do Risco Aviário.
ALAs	- <i>Approach-and-Landings Accidents.</i>
ALC	- América Latina e Caribe.
AN	- América do Norte.
ANAC	- Agência Nacional de Aviação Civil.
AOLS	- Superfícies Limitadoras de Obstáculo de Aeródromo.
APAC	- Regiões da Ásia e Pacífico.
ARC	- <i>Abnormal Runway Contact.</i>
ASA	- Área de Segurança Aeroportuária.
CAA	- <i>Civil Aviation Authority.</i>
CAST	- <i>Commercial Aviation Safety Team.</i>
CAT	- Categoria.
CBA	- Código Brasileiro de Aeronáutica.
CBAr	- Código Brasileiro do Ar.
CECIA	- Comissão de Estudos e Coordenação de Infraestrutura Aeronáutica.
CENIPA	- Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos.
CFIT	- <i>Controlled Flight Into Terrain.</i>
CIS	- <i>Commonwealth of Independent States.</i>
CNR	- <i>Composite Noise Rating.</i>
COMAER	- Comando da Aeronáutica.
CONAC	- Conselho de Aviação Civil.
CONAMA	- Conselho Nacional de Meio Ambiente.
CRED	- <i>Centre for Research on the Epidemiology of Disasters.</i>
CWY	- <i>Clearway.</i>
DECEA	- Departamento de Controle do Espaço Aéreo.
ECPNL	- <i>Equivalent Continuous Perceived Noise Level.</i>
EM-DAT	- <i>Emergency Events Database.</i>
ETE	- Estação de Tratamento de Esgoto.
ETA	- Estação de Tratamento de Água.
EUR	- Regiões da União Europeia.

FAA	- <i>Federal Aviation Administration.</i>
FAR	- <i>Federal Aviation Regulation.</i>
FAF	- <i>Final approach fix.</i>
HRC	- <i>High-Risk Accident Occurrence Categories.</i>
IATA	- <i>International Air Transport Association.</i>
ICAO	- <i>International Civil Aviation Organization.</i>
IFR	- <i>Instrument flight rules.</i>
ILS	- <i>Instrument landing system.</i>
IMC	- <i>Instrument meteorological conditions.</i>
IPR	- <i>Índice Ponderado de Ruído.</i>
IR	- <i>Individual Risk.</i>
LATAM	- <i>América latina e caribe.</i>
LOC-G	- <i>Loss of Control – Ground.</i>
LOC-I	- <i>Loss of Control In-Flight.</i>
MAER	- <i>Ministério da Aeronáutica.</i>
MAPT	- <i>Missed approach point.</i>
MD	- <i>Ministério da Defesa.</i>
MENA	- <i>Oriente Médio e Norte da África.</i>
MID	- <i>Oriente Médio.</i>
MIN	- <i>Ministério da Integração Nacional.</i>
MLS	- <i>Microwave Landing system.</i>
MTOW	- <i>Maximum take-off weight.</i>
NEF	- <i>Noise Exposure Forecast.</i>
NLR	- <i>National Aerospace Laboratory.</i>
NM	- <i>Nautical miles.</i>
OCH	- <i>Obstacle clearance height.</i>
OFZ	- <i>Obstacle free zone.</i>
OLS	- <i>Obstacle limitation surfaces.</i>
PA	- <i>Pan-americano.</i>
PBZPA	- <i>Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo.</i>
PBZR	- <i>Plano Básico de Zoneamento de Ruído.</i>
PEZR	- <i>Plano Específico de Zoneamento de Ruído.</i>
PNPDEC	- <i>Política Nacional de Proteção e Defesa Civil.</i>
POFZ	- <i>Precision Obstacle Free Zone.</i>
RAMP	- <i>Ground Handling.</i>

RASG	- <i>Regional Aviation Safety Groups.</i>
RE	- <i>Runway Excursion.</i>
RESA	- <i>Runway end safety area.</i>
RI-VAP	- <i>Runway Incursion—Vehicle, Aircraft, or Person.</i>
ROFZ	- <i>Runway Obstacle Free Zone.</i>
RS	- <i>Runway Safety.</i>
RSA	- <i>Runway Safety Area.</i>
RVR	- <i>Runway visual range.</i>
RWY	- <i>Runway.</i>
SARP	- <i>Standards and Recommended Practices.</i>
SINPDEC	- <i>Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.</i>
SR	- <i>Societal Risk.</i>
SWY	- <i>Stopway.</i>
THR	- <i>Cabeceira.</i>
UFSC	- <i>Universidade Federal de Santa Catarina.</i>
UN	- <i>United Nations.</i>
USOS	- <i>Undershoot/Overshoot.</i>
VFR	- <i>Visual flight rules.</i>
VMC	- <i>Visual meteorological conditions.</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

dB	-	decibéis.
ft	-	pés.
kg	-	quilograma.
km	-	quilômetro.
m	-	metro.
>	-	maior que.
=	-	igual que.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	29
1.1 <u>CONTEXTUALIZAÇÃO</u>	29
1.2 <u>RELEVÂNCIA DO ESTUDO</u>	33
1.3 <u>OS OBJETIVOS DA PESQUISA</u>	34
1.3.1 OBJETIVO GERAL	34
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	34
1.4 <u>METODOLOGIA</u>	34
1.5 <u>ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO</u>	35
2 REVISÃO DOS ESTUDOS ESTATÍSTICOS DE ACIDENTES AÉREOS	37
2.1 <u>ACIDENTES AÉREOS NO MUNDO</u>	37
2.1.1 SEGUNDO A INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION	37
2.1.2 SEGUNDO A INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION	45
2.1.3 SEGUNDO A CIVIL AVIATION AUTHORITY (CAA)	47
2.1.4 SEGUNDO A BOEING	50
2.2 <u>ACIDENTES AÉREOS NO BRASIL</u>	53
2.3 <u>ACIDENTES AÉREOS NAS PROXIMIDADES DOS AERÓDROMOS</u>	57
3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA	65
4 REQUISITOS FÍSICOS DE AERÓDROMOS	71
4.1 <u>SEGUNDO O ANEXO 14 DA CONVENÇÃO DE CHICAGO</u>	71
4.1.1 RUNWAYS	71
4.1.2 RUNWAY STRIPS	71
4.1.3 RUNWAY END SAFETY AREA	73
4.1.4 CLEARWAY e STOPWAY	75
4.2 <u>SEGUNDO A FAA</u>	79
4.2.1 RUNWAY SAFETY AREA (RSA)	79
4.2.2 RUNWAY PROTECTION ZONE	81
4.2.3 CLEARWAY E STOPWAY	83
4.2.4 OBSTACLE FREE ZONE	84
5 RESTRIÇÕES NAS ÁREAS VIZINHAS AOS AERÓDROMOS	89
5.1 <u>QUANTO À ALTURA DAS PROPRIEDADES</u>	89
5.1.1 SEGUNDO AS SUPERFÍCIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS DO ANEXO 14	89

5.1.2	SEGUNDO OS PADRÕES DA FAA	96
5.1.3	SEGUNDO A LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA NACIONAL.....	98
5.2	<u>QUANTO ÀS RESTRIÇÕES AO USO DO SOLO DENTRO DAS ZONAS DE ALTO RISCO A TERCEIROS E DAS ZONAS DE RUÍDO</u>	109
5.2.1	RESTRIÇÕES AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DEVIDO AO RUÍDO AERONÁUTICO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA	111
5.3	<u>QUANTO ÀS EXPOSIÇÕES DAS AERONAVES AOS RISCOS DAS IMPLANTAÇÕES DE NATUREZA PERIGOSA</u>	121
5.3.1	CONTROLE E REDUÇÃO DO PERIGO DA FAUNA SILVESTRE.....	123
6	CONCLUSÃO	133
	REFERÊNCIAS	141
	APÊNDICE	151

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo o *Emergency Events Database (EM-DAT)* do *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED)*, o primeiro desastre relacionado ao transporte aéreo de passageiros aconteceu em 1913, próximo ao campo de voo de Johannisthal, localizado a 15 km da cidade de Berlim – Alemanha, quando um dirigível¹ se incendiou em voo, resultando na morte de todos os 28 ocupantes a bordo. (CRED, 2017a)

Diferentemente desse evento, muitos são os acidentes aéreos² que, em virtude das suas limitadas consequências, não chegam a ser classificados como desastres³, por não atenderem aos critérios estabelecidos pela legislação internacional e nacional.

Entretanto, tais ocorrências, a depender das características físicas e operacionais das aeronaves e/ou da vulnerabilidade do local do acidente para este tipo evento adverso⁴, possuem o potencial de gerar uma situação de desastre com grandes perdas de vidas humanas, tal como o ocorrido na vizinhança do Aeroporto de São Paulo/Congonhas (Figura 1).

Nesse desastre aéreo, ocorrido em 2007, envolvendo uma aeronave comercial de transporte de passageiro, contabilizou-se 199 mortes, 12 dessas externas ao voo, devido ao forte impacto da aeronave contra um edifício de cargas aéreas e com um posto de combustível, seguido de violenta explosão que causou a destruição total da aeronave. (COMAER, 2009)

Convém destacar, ainda, que a localização próxima desse acidente aéreo com a cabeceira⁵ da pista desse Aeroporto é emblemática para o risco presente em muitos aeródromos brasileiros em que a ocupação urbana em áreas situadas nos entornos de suas pistas intensifica os danos materiais e humanos causados. (Figura 2)

¹ Aeronave mais leve que o ar, propelida a motor e possuindo dirigibilidade própria. (ANAC, 2017)

² Resumidamente, um acidente aéreo ocorre quando: a) pelo menos 01 (uma) lesão grave ou morte aconteça; ou b) quando danos estruturais à aeronave afete o desempenho e as características de voo. (ANAC, 2017)

³ Pelo menos um dos seguintes critérios deve ser preenchido para que um evento seja inserido no EM-DAT: a) 10 ou mais pessoas mortas; ou b) 100 ou mais pessoas afetadas (feridas/desabrigadas/desaloja-das); ou declaração de estado de emergência; ou solicitação de assistência internacional. (CRED, 2017b)

⁴ Ocorrência desfavorável, prejudicial, imprópria. Acontecimento que traz prejuízo, infortúnio. Fenômeno causador de um desastre. (BRASIL, 2003b)

⁵ Cabeceira é o início da parcela da pista de pouso e decolagem destinada ao pouso. (ANAC, 2012)

Figura 1 – Local do acidente do voo JJ 3054, em São Paulo-SP.



Fonte: Bureau of Aircraft Accidents Archives, 2017a.

Figura 2 – Praça Memorial 17 de Julho, criada em homenagem às vítimas do acidente do voo JJ 3054, desapropria uma área de 8 mil m², próxima da cabeceira do Aeroporto de Congonhas.



Fonte: Google Earth, 2016.

Importante e necessário se faz, ainda, apresentar um outro desastre que também marcou o mesmo aeroporto em 1996, quando uma aeronave comercial, após decolar da pista 17 direita, perdeu sustentação e caiu numa área residencial (Figura 3), atingindo casas e veículos numa extensão de 200 metros, acarretando, entre pessoas a bordo e externas ao voo, um número expressivo de 99 mortes.

Figura 3 – Local do acidente do Fokker 100, em São Paulo-SP.

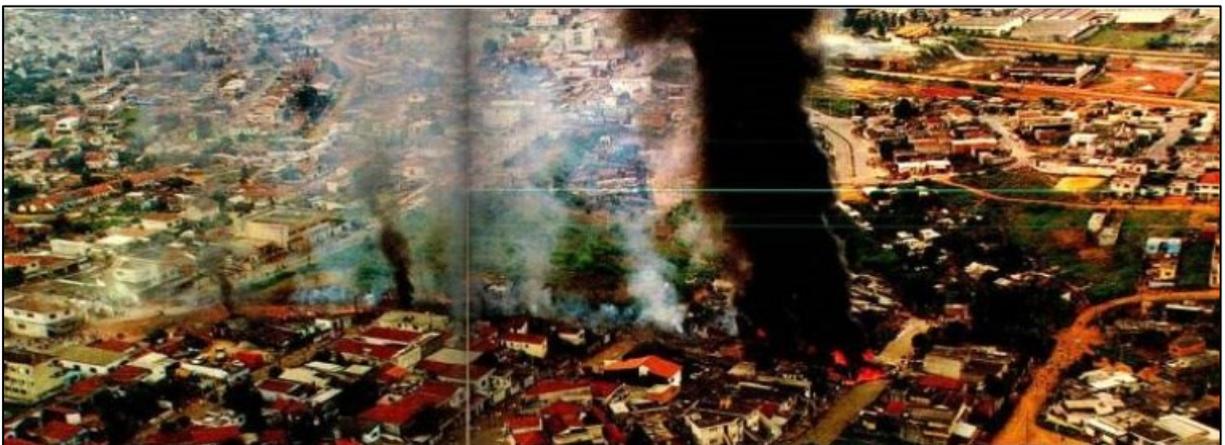
	Data:	31 OUT 1996.
	Fatalidades:	99 (3).
	Localização em relação ao AD:	Cerca de 500 m do eixo da pista.
	Fase de voo:	Subida.
	Danos materiais:	03 prédios e 19 casas (08 destruídas).

Fonte: Bureau of Aircraft Accidents Archives, 2017b.

Finalizando a sequência dos 03 (três) maiores desastres aéreos em áreas urbanas acontecidos no Brasil, semelhante ocorrência se deu em 21 de março de 1989, na vizinhança do Aeroporto Internacional de Guarulhos/São Paulo, quando um voo de transporte de carga não perigosa, na fase de aproximação final para aquele aeroporto, acidentou-se numa área de ocupação predominantemente residencial do bairro Jardim Ipanema da mesma cidade, a 2.700 metros da cabeceira da pista desse aeroporto, levando à morte os 03 (três) tripulantes e 22 (vinte e duas) pessoas no solo, enquanto aproximadamente 100 (cem) pessoas ficaram feridas e 50 (cinquenta) pessoas desabrigadas.

Esse acidente, por ter acontecido em uma área predominantemente residencial, em especial na área de favela na qual a aeronave repousou, demonstra a capacidade de destruição de um acidente aéreo em áreas densamente povoadas, conforme apresenta a Figura 4, onde a queda da aeronave ocasionou a um grande rastro de destruição e vários focos de incêndio.

Figura 4 – Local do acidente do voo 801 da Transbrasil, em Guarulhos-SP.



Fonte: Veja, 1989.

Esses acidentes aéreos, assim como muitos outros, exemplificam e reforçam a classificação e codificação desses eventos, de acordo com a Instrução Normativa nº 2 do Ministério da Integração Nacional, na categoria dos desastres tecnológicos relacionados ao transporte de passageiros e cargas não perigosas. (BRASIL, 2016).

Importante saber que a prevenção dos desastres tecnológicos encontra respaldos na Lei 12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil⁶ (PNPDEC), sendo uma de suas diretrizes a necessidade de pesquisas sobre áreas de risco e incidência de desastres no território nacional, com o objetivo de identificar e avaliar as ameaças, as suscetibilidade e as vulnerabilidades dos ambientes aos desastres, a fim de combater a ocupação de áreas de risco, seja através do adequado estímulo para ordenamento do solo para a proteção da vida humana ou por meio da realocação da população residentes das áreas de risco, além do desenvolvimento de uma consciência nacional acerca dos riscos de desastre. (BRASIL, 2012)

Nesse sentido e orientado pelos inúmeros acidentes aéreos ocorridos em áreas urbanas no Brasil, as áreas nas vizinhanças dos aeródromos⁷ constituem o foco da atenção desta pesquisa, pois são onde os acidentes aéreos acontecem com mais recorrência e que, pelo atual estágio de ocupação ao redor dos principais aeroportos⁸ brasileiros, indicam que esses acidentes possuem o potencial de gerar grandes perdas humanas, tanto a bordo quanto no solo.

Isso porque, apesar da regulamentação vigente no país prever restrições ao uso e ocupação do solo nos entornos dessas instalações, tornou-se comum a ocupação formal e/ou informal no entorno dos aeródromos, sejam em posições muito próximas dos eixos das pistas de pouso e decolagem, ou em alturas que servem de obstáculos para as aeronaves em situação de contingência.

Considerando as dimensões de nosso país e sua quantidade de aeródromos, as vigilâncias cabíveis aos poderes públicos para se fazer cumprir tais restrições ao uso das propriedades demonstram falhas, o que tem levado ao estabelecimento de áreas de risco a desastres aéreos e que impõem o necessário empoderamento, pelos órgãos de defesa civil, de um saber aeronáutico que exige capacitação dos seus membros para esse tipo de desastre.

⁶ Conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais e recuperativas destinadas a evitar desastres e minimizar seus impactos para a população e restabelecer a normalidade social. (BRASIL, 2010a)

⁷ Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica, aeródromo é toda área destinada ao pouso, decolagem e movimentação de aeronaves, podendo ser classificado em civil e militar, podendo os aeródromos civis serem ainda classificados em públicos e privados. (BRASIL, 1986)

⁸ Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica, consideram-se aeroportos os aeródromos públicos, dotados de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas. (BRASIL, 1986)

1.2 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

Os acidentes aéreos destacam-se pelos seus elevados índices de mortalidade entre seus ocupantes e eventuais pessoas no sítio do acidente, devido à violência dos impactos das aeronaves no solo ou contra obstáculos naturais e artificiais. (BRASIL, 2003a)

O nível de ocupação que se observa nas vizinhanças dos principais aeroportos brasileiros potencializa os riscos desses desastres, cuja intensidade dependerá não só do porte da aeronave, mas também das características do uso e da ocupação no local da queda.

Além disso, a demanda pelo transporte aéreo no país tem pressionado nossos principais aeroportos aos limites de suas capacidades, gerando grandes filas de aeronaves, tanto em voo quanto no solo, para as suas pistas de pouso e decolagem, transportando cada vez mais passageiros, aumentando-se ainda mais a probabilidade de acidentes no aeródromo ou em suas proximidades.

A difícil compatibilização do zoneamento urbano às legislações vigentes que impõem restrições mínimas ao uso e ocupação do solo nas vizinhanças dos aeródromos geram vulnerabilidades⁹ que precisam ser reconhecidas pelos órgãos do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), para que, assim como nos desastres naturais, as áreas de maiores riscos possam ser identificadas e mapeadas e as ações de proteção e defesa civil devidamente planejadas.

Portanto, esta pesquisa propõe-se a informar aos diversos agentes públicos de proteção e defesa civil sobre os riscos de desastres aéreos nos aeródromos e em suas vizinhanças, de modo que as ações de prevenção e mitigação sejam priorizadas, através da articulação de esforços em pesquisas e estudos desse tipo de desastre, cujo primeiro passo começa com o adequado ordenamento da ocupação do solo urbano.

⁹ Condição intrínseca ao corpo ou sistema receptor que, em interação com a magnitude do evento ou acidente, caracteriza os efeitos adversos, medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. 2. Relação existente entre a magnitude da ameaça, caso ela se concretize, e a intensidade do dano consequente. 3. Probabilidade de uma determinada comunidade ou área geográfica ser afetada por uma ameaça ou risco potencial de desastre, estabelecida a partir de estudos técnicos. 4. Corresponde ao nível de insegurança intrínseca de um cenário de desastre a um evento adverso determinado. Vulnerabilidade é o inverso da segurança. (BRASIL, 2003)

1.3 OS OBJETIVOS DA PESQUISA.

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Promover uma consciência nacional sobre a ocupação em áreas de riscos para desastres aéreos e uma reflexão acerca da necessidade do aprimoramento das legislações que garantam a segurança tanto da população quanto dos usuários do transporte aéreo.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Com a finalidade de alcançar o objetivo geral proposto, os seguintes objetivos específicos estruturam esta pesquisa:

- sintetizar os dados presentes em diferentes estudos estatísticos de acidentes aéreos ocorridos no mundo e no Brasil;
- destacar a maior suscetibilidade das áreas próximas das cabeceiras de pista para ocorrência de acidentes aéreos;
- analisar comparativamente as diferenças normativas entre as publicações brasileiras atuais com as da *International Civil Aviation Organization*¹⁰ (ICAO) e da *Federal Aviation Administration*¹¹ (FAA), que tratam dos requisitos físicos e das restrições às propriedades vizinhas dos aeródromos; e
- apresentar a evolução histórica das principais regulamentações publicadas no Brasil que estabelecem as restrições às propriedades vizinhas dos aeródromos.

1.4 METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa aqui proposta utilizou-se de referenciais bibliográfico e documental sobre os acidentes aéreos. Inicialmente foram realizadas revisões dos levantamentos dos registros de acidentes aéreos no país e no exterior e, posteriormente, dos acidentes aéreos que ocorrem em áreas próximas das cabeceiras das pistas de pouso e de decolagem, com finalidade de subsidiar a necessidade de mapeamento das áreas de risco de desastre aéreo nas vizinhanças dos aeródromos. Tais dados apresentados retratam os piores cenários de acidentes aéreos no mundo e os de maior interesse para a defesa civil, ou seja, acidentes com múltiplas vítimas e nas proximidades das pistas de pouso e de decolagem.

¹⁰ Agência especializada da Organização da Nações Unidas criada na Convenção de Chicago (1944) com objetivo de desenvolver os princípios e a técnica de navegação aérea internacional. (BRASIL, 1946)

¹¹ Agência norte-americana criada para regulamentar e promover a aviação civil daquele país, de tal modo que melhor auxilie seu desenvolvimento, segurança e para prover o uso eficiente e seguro do espaço aéreo entre tráfegos civis e militares. (U.S.A, 1958)

De posse das informações obtidas através da pesquisa documental, foi possível estabelecer paralelo entre as legislações brasileira, da ICAO e da FAA, com objetivo de verificar o grau de conformidade e as diferenças existentes.

1.5 ORGANIZAÇÃO DO ESTUDO

A estrutura organizacional desta pesquisa foi dividida em 06 (seis) capítulos, sendo o primeiro introdutório, por elencar os mais graves acidentes aéreos no Brasil em áreas urbanas, a sua relevância, principalmente em razão da urbanização existente nos entornos de importantes aeroportos domésticos e internacionais, e os objetivos a serem alcançados.

No segundo capítulo encontram-se resumidos muitos estudos estatísticos de acidentes aéreos realizados por fontes oficiais e empresas aéreas que fundamentam a incidência de acidentes aéreos nas pistas ou em suas proximidades.

No terceiro capítulo é apresentado ao leitor uma breve contextualização dos fundamentos legais aeronáuticos para este estudo: o Código Brasileiro de Aeronáutica, a Convenção de Chicago e o Anexo 14 dessa Convenção.

No quarto capítulo são apresentados os principais requisitos físicos de aeródromos estabelecidos pela ICAO e pela a FAA, que visam reduzir os danos dos acidentes aéreos ocorridos nas fases de aproximação e pouso ou de decolagem e subida, e uma análise comparativa entre esses e os da legislação nacional em vigor.

No quinto capítulo são abordadas as restrições ao uso e ocupação do solo devido às alturas dos objetos, ao risco a terceiros, ao ruído aeronáutico e aos problemas das implantações de natureza perigosa, fazendo-se uma análise das legislações vigentes da ICAO e FAA que tratam das zonas de proteção dos aeródromos e das restrições locacionais das fontes atrativas de aves, acrescentando-se uma evolução histórica dessas restrições na legislação brasileira.

No sexto e último capítulo, as conclusões e considerações finais são feitas com base no que foi exposto nos capítulos anteriores, seguida pelas referências bibliográficas.

Destaca-se, no APÊNDICE, uma cópia do artigo apresentado no 1º Congresso Brasileiro de Redução de Risco de Desastres: “Gestão Integrada em RRD no Brasil e o Marco de SENDAI para a Redução do Risco de Desastres 2015 – 2030”, o qual versou sobre a implantação das Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA) nos 10 mais movimentados aeroportos brasileiros.

2 REVISÃO DOS ESTUDOS ESTATÍSTICOS DE ACIDENTES AÉREOS

O conhecimento sobre as possibilidades de ocorrência, incidência e consequência de qualquer desastre é de fundamental importância para a efetividade de uma política que se propõe a prevenir e reduzir os riscos de desastres, pois possibilita um amplo panorama de suas ocorrências e suas especificidades em diferentes localidades, além de permitir um planejamento voltado para sua prevenção. (UFSC, 2013)

Na aviação não poderia ser diferente. Para cada acidente, seja por força de acordos internacionais, ou mesmo pela necessidade da sustentabilidade das empresas aéreas, dos fabricantes de aeronaves e dos próprios interesses dos usuários desse modal de transporte por segurança, exige-se que se tenha em detalhes dados que ajudem a entender esse fenômeno.

2.1 ACIDENTES AÉREOS NO MUNDO

2.1.1 SEGUNDO A INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO)

Entre 2012 e 2016, a ICAO publicou estatísticas com base nos seus dados de acidentes, com o objetivo principal de demonstrar a evolução do nível global da segurança aérea atingido através dos anos e os principais fatores de risco de acidentes. (ICAO, 2012)

No primeiro relatório de 2012, além dos dados de 2011, a agência apresentou dados acumulados de 2005 até 2010, utilizando como filtro de análise somente acidentes envolvendo voos comerciais regulares¹² de transporte de passageiros, de carga e de correios com mais de 2.250 kg de peso máximo de decolagem (MTOW)¹³.

O motivo da escolha desses tipos de voos deve-se ao fato desse segmento contribuir com mais de 60% das fatalidades (ICAO, 2012), o que explicaria, em 2014, a mudança do critério, quando passou a estudar os acidentes envolvendo os mesmos serviços aéreos, porém com aeronaves com mais de 5.700 kg de MTOW. (ICAO, 2014)

Por conta dessa mudança, foi apresentado no relatório de 2014 os dados recentes de 2013 e para as variáveis acidentes e fatalidades os dados corrigidos para os anos de 2009 até 2012, o que levou com que essas variáveis fossem revisadas nesta pesquisa em duas fases: a primeira, de 2005 a 2012, e a segunda, de 2009-2015.

¹² São voos domésticos ou internacionais, com fins lucrativos, em que a empresa aérea informa previamente o horário e local de partida e o local de chegada. (ANAC, 2014)

¹³ Peso máximo homologado para decolagem de uma aeronave. (ANAC, 2017)

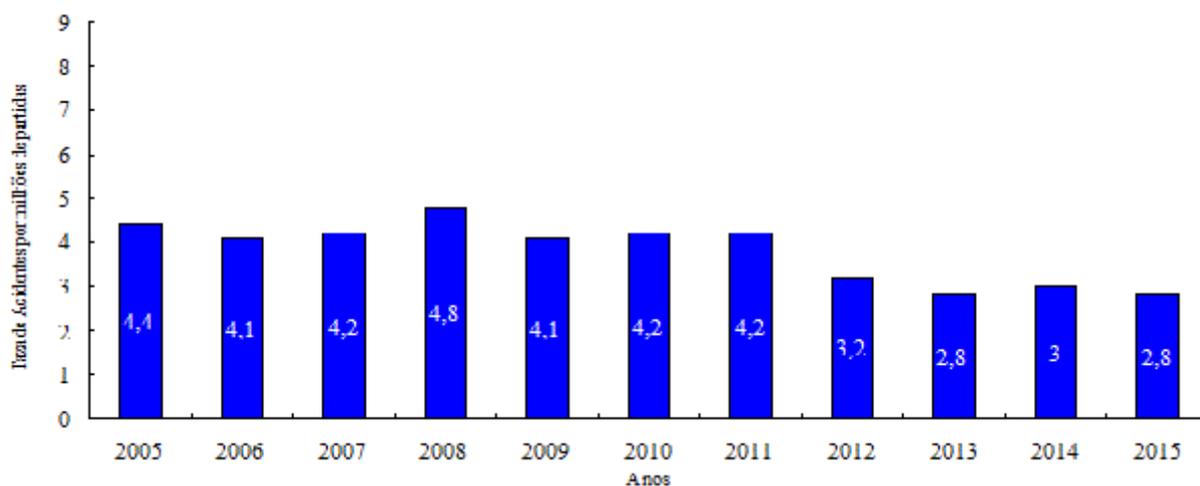
Para outras variáveis (porcentagens de tráfego e de acidentes por regiões) essa mudança dividiu esta revisão em 02 (dois) períodos de 03 (três) anos: 2010-2012 e 2013-2015.

Uma outra variável de destaque e bastante utilizada pela ICAO como um indicador do nível global de segurança é a *Global Accident Rate* ou Taxa de Acidentes Globais, definida como a razão entre o número de acidentes ocorridos num determinado ano e o número de voos realizados durante o mesmo ano, normalmente expressa por acidentes por milhões de partidas.

Segundo a Boeing (2016), a preferência por esse indicador em diversos estudos deve-se a uma maior correlação estatística entre acidentes e partidas do que entre acidentes e outras variáveis, além do fato desse indicador ser continuamente revisado e atualizado na medida em que os dados são disponibilizados e processados.

A Figura 5 mostra os valores dessa taxa para o período 2005-2015, atualizados em 2016, onde se observa que, no período 2005-2011, esse indicador variava em torno de 04 (quatro) acidentes por milhões de partidas, até que em 2012 (ICAO, 2013) passou a variar em torno de 3 (três) acidentes por milhões de partidas, explicado como resultado do crescimento do volume de tráfego acompanhado pela redução do número de acidentes entre os períodos.

Figura 5 – Taxa de acidentes globais, no período 2005 - 2015.



Fonte: ICAO, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016.

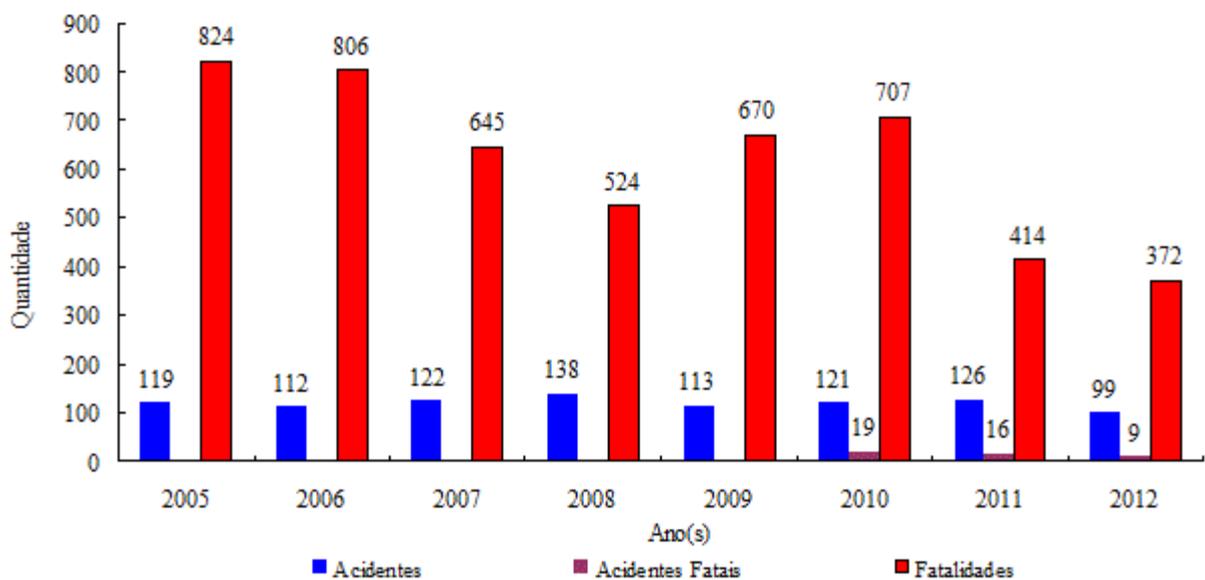
Apesar de sua mensagem de segurança, ao expressar o nível de confiabilidade atingido pela indústria aeronáutica, onde as probabilidades de acidentes são baixas diante da expressividade da aviação como modal de transporte, esse indicador, conforme a PNPDEC (BRASIL, 2012), não pode servir de óbice para que não ocorram avanços nas medidas que visam a sua prevenção e redução dos riscos de desastres.

Nos próximos tópicos serão apresentadas outras variáveis que demonstram a severidade dos acidentes aéreos e a necessidade permanente da vigilância desse modal de transporte, cujas mortes são sempre elevadas.

2.1.1.1 Números de Acidentes, Acidentes Fatais e de Fatalidades

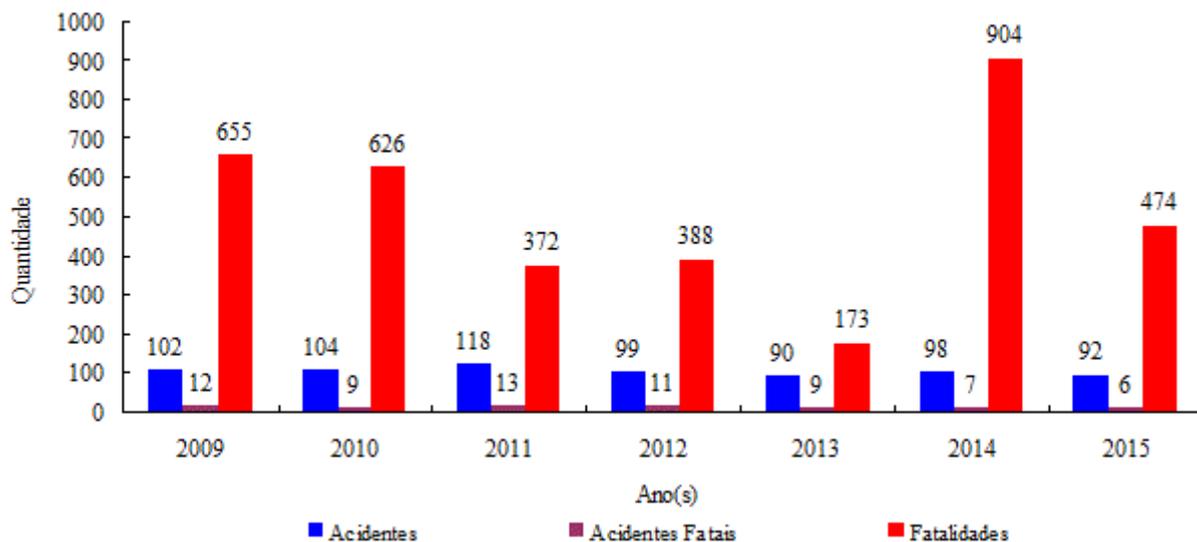
Na Figura 6 e na Figura 7 estão apresentados os quantitativos dos acidentes, acidentes fatais e fatalidades, ocorridos no período 2005-2012, e disponíveis nos relatórios da ICAO para cada ano de referência.

Figura 6 – Acidentes e fatalidades na aviação comercial regular com mais de 2.250 kg de MTOW, no período 2005 - 2012.



Fonte: ICAO, 2012, 2013.

Figura 7 – Acidentes e fatalidades na aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW, no período 2009-2015.



Fonte: ICAO, 2014, 2015, 2016.

Nota-se na Figura 6 a ausência de dados dos números de acidentes fatais no período 2005-2009, período esse com os maiores quantitativos de mortalidades, sendo os dados dessa variável apresentados somente a partir de 2010, quando se permite constatar que no ano de 2012 a proporção de fatalidades por acidente fatal foi em torno de 42 mortes.

Já na Figura 7, por conta da mudança do critério de análise de 2.250kg para 5.700kg de MTOW das aeronaves comerciais regulares envolvidas em acidentes, ocorre uma diminuição nos quantitativos dos acidentes para o período 2012-2015, o que sugere uma melhoria do nível de segurança, mas ao mesmo tempo indica que, para esse grupo em especial, a proporção de fatalidades por acidente fatal atingiu o máximo de 129 mortes (904 fatalidades causadas por 7 acidentes fatais) em 2014.

Por fim, levando-se em consideração o período em análise, 2014 foi o ano com o mais alto quantitativo de mortes, porém 2 (dois) de seus acidentes (ambos envolvendo voos da empresa *Malaysia Airlines*) totalizaram juntos 537 mortes, resultando com que 367 mortes fossem devidas aos 05 (cinco) acidentes fatais restantes, fazendo o ano de 2014 o segundo pior do período 2010-2015, com a proporção de 73 mortes por acidente fatal, perdendo apenas para 2015, com 79 mortes por acidente fatal

2.1.1.2 Porcentagens de Tráfego Aéreo e de Acidentes para Diferentes Regiões

Na Tabela 1 e Tabela 2, a seguir, estão apresentadas as contribuições, em nível global, entre as Regiões das Nações Unidas (UN), para o volume de tráfego e o número de acidentes.

Verifica-se na Tabela 1 que regiões que possuem os maiores volumes de tráfego aéreo tendem a contribuir mais para os quantitativos de acidentes em todo mundo, sendo a região da América do Norte (AN) um exemplo desse fato, tendo em vista que os países que a compõe são responsáveis pela maioria do tráfego aéreo global e pelos maiores quantitativos de acidentes, o que não significa que voar nesses países seja menos seguro; pelo contrário, pois essa região apresenta uma das menores taxas de acidentes por milhões de partidas, sendo que todos sem fatalidades, conforme a Tabela 2.

Tabela 1 – Distribuição do tráfego aéreo e dos acidentes, no período 2010 - 2012.

Região UN	Ano 2010		Ano 2011		Ano 2012	
	%Tráfego	%Acidentes	%Tráfego	%Acidentes	%Tráfego	%Acidentes
África	3	14	3	6	3	5
Ásia	25	20	25	17	27	18
Europa	24	20	24	31	22	24
ALC	10	13	9	12	10	9
AN	35	29	37	30	35	23
Oceania	3	3	3	3	3	0

Fonte: ICAO, 2011, 2012, 2013.

Tabela 2 – Distribuição dos números e taxas de acidentes, no período 2010 - 2012.

Região UN	Ano 2010			Ano 2011			Ano 2012		
	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes
África	3	17	16,8	3	7	7,9	2	5	4,8
Ásia	9	24	3,1	3	22	2,9	3	23	2,7
Europa	2	24	3,3	4	39	5,5	3	30	4,2
ALC	5	16	5,4	4	15	5,7	1	12	3,8
AN	0	35	3,3	0	38	3,5	0	29	2,8
Oceania	0	5	4,8	2	4	4,7	0	0	0

Fonte: ICAO, 2011, 2012, 2013.

Em situação oposta, constata-se os exemplos da África e da América Latina e Caribe (ALC), que são responsáveis por expressivos índices de acidentes e de fatalidades, apesar de contribuírem pouco para o tráfego aéreo mundial entre os anos de 2010 a 2012.

De acordo com a ICAO (2014), em 2013, ocorreram alterações no que diz respeito à divisão das regiões. A primeira alteração foi que as regiões passaram a não mais obedecer à classificação das regiões das Nações Unidas, sendo a partir de então divididas por *Regional Aviation Safety Groups* (RASG), o que ocasionou a redução do número de regiões e na redistribuição dos países, conforme o mapa da Figura 8 e Figura 9. A segunda alteração diz

respeito à restrição das análises para aeronaves da aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW.

Figura 8 – Países das Regiões das Nações Unidas.



Fonte: ICAO, 2013, 2014.

Figura 9 – Países dos *Regional Aviation Safety Groups* (RASG).



Fonte: ICAO, 2013, 2014.

Com a primeira alteração, observa-se que alguns países, como os Estados Unidos, que antes pertenciam à região da América do Norte (cor vermelha), fazem agora parte do RASG Pan-americano (cor lima), ou seja, fazendo parte do mesmo grupo dos países da extinta região da ALC.

Comparando-se a Tabela 2 com a Tabela 3 constata-se que mesmo após a redução do número de países que antes faziam parte da região africana, essa continuou a apresentar as maiores taxas de acidentes no período 2013-2015, enquanto no RASG Pan-americano (PA),

apesar de sua área possuir quase que o total das áreas das duas regiões anteriores (AN e ALC) e ter contribuído no período em torno de 40% do tráfego aéreo global, houve uma redução nas suas taxas de acidentes.

Tabela 3 – Distribuição dos números e taxas de acidentes entre os RASG, no período 2013 - 2015.

Região	Ano 2013			Ano 2014			Ano 2015		
	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes	nº Acidentes Fatais	nº Acidentes	Taxa de Acidentes
AFI	1	9	12,9	1	6	8,6	0	6	7,3
APAC	1	19	2,2	3	18	1,8	3	24	2,5
EUR	2	21	2,7	1	26	2,9	1	24	3,0
MID	0	2	1,8	2	7	2,3	1	3	2,5
PA	5	39	2,8	0	41	4,1	1	34	2,6

Fonte: ICAO, 2014, 2015, 2016.

Entretanto, constata-se na Tabela 4 que nos países do RASG-PA os percentuais de acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW são os maiores das cinco regiões, justificando-se a necessidade de uma vigilância permanente da segurança de voo para toda a região.

Tabela 4 – Distribuição do tráfego aéreo e acidentes entre os RASGs, no período 2013 - 2015.

Região	Ano 2013		Ano 2014		Ano 2015	
	Porcentagem %Tráfego	Porcentagem %Acidentes	Porcentagem %Tráfego	Porcentagem %Acidentes	Porcentagem %Tráfego	Porcentagem %Acidentes
AFI	2	10	2	6	2	7
APAC	27	21	31	18	30	26
EUR	25	23	27	27	25	26
MID	3	3	9	7	3	3
PA	43	43	30	42	40	37

Fonte: ICAO, 2014, 2015, 2016.

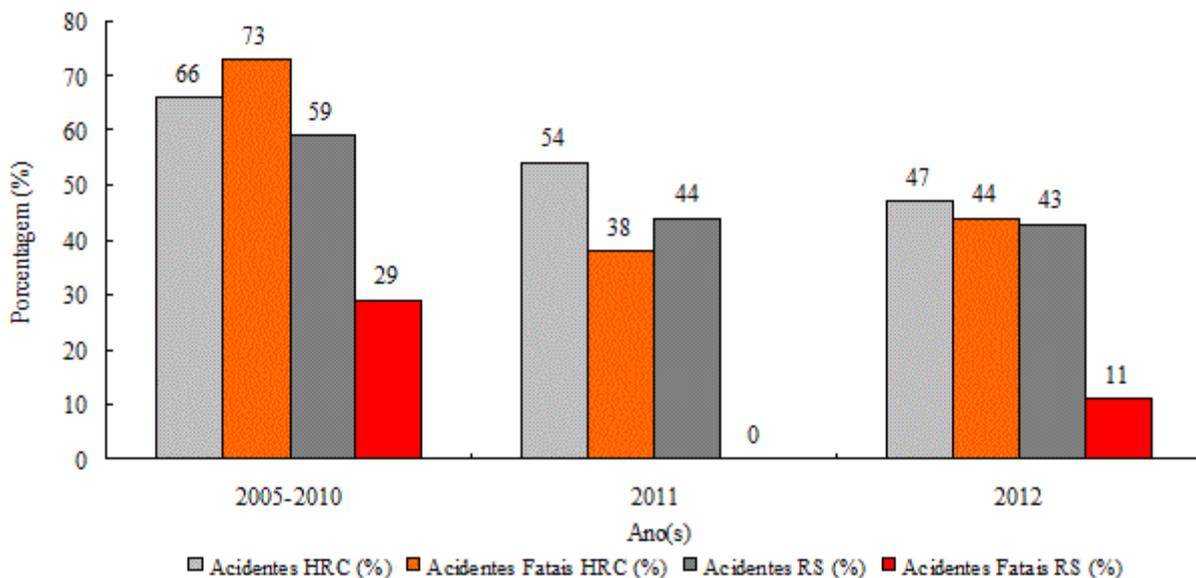
2.1.1.3 Categorias de Alto Risco e Acidentes Relacionados à Segurança de Pista

Com base em suas análises de acidentes que cobriram o período 2005-2010, a ICAO identificou 03 (três) categorias de acidentes consideradas de maior risco, denominadas de *High-Risk Accident Occurrence Categories (HRC): Runway Safety (RS)*¹⁴ ou Eventos Relacionados com Segurança de Pista; *Loss of Control In-Flight (LOC-I)* ou Perda de Controle em Voo; e *Controlled Flight Into Terrain (CFIT)* ou Voo Controlado contra o Terreno. Juntas, essas categorias contribuíram com 66% para todos os acidentes, sendo que 73% para os acidentes fatais.

¹⁴ De acordo com a ICAO (2011), os eventos relacionados com segurança de pista incluem as seguintes categorias de acidente: contato anormal com a pista, manuseio no solo, colisão com pássaro, excursão de pista, incursão de pista, perda de controle no solo, colisão com obstáculos, *undershoot/overshoot* e aeródromo.

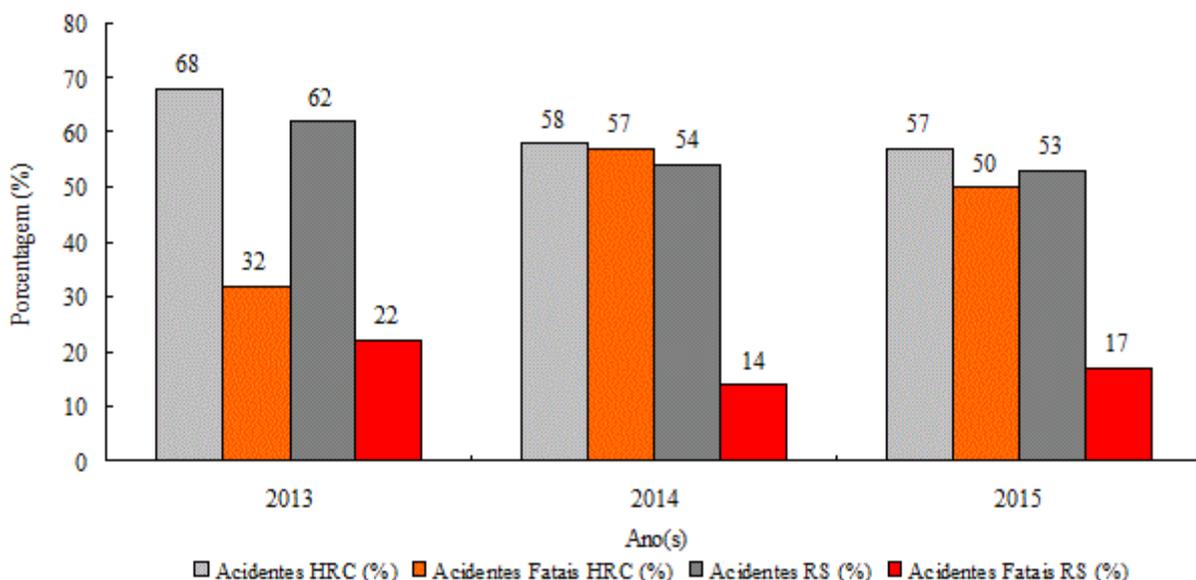
A partir disso, a ICAO passou a apresentar essas categorias anualmente em suas análises de segurança, destacando-se os eventos de segurança de pista (RS), que, conforme a Figura 10 e Figura 11, possuem uma incidência maior entre as demais categorias.

Figura 10 – Contribuição das HRC e dos RS para os acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial regular com mais de 2.250 kg de MTOW, no período 2005-2012.



Fonte: ICAO, 2011, 2012, 2013.

Figura 11 – Contribuição das HRC e dos RS para os acidentes envolvendo aeronaves da aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW, no período 2013-2015.



Fonte: ICAO, 2014, 2015, 2016.

Na Figura 10 observa-se que os RS foram responsáveis por 59% de todos os acidentes ocorridos no período de 2005-2010 e por 29% de seus acidentes fatais, enquanto nos anos posteriores constata-se uma ligeira queda nas três categorias.

Por sua vez, na Figura 11, observa-se que ao restringir a análise somente para aeronaves da aviação comercial regular com mais de 5.700 kg de MTOW, a incidência dos acidentes RS entre os acidentes de HRC foi ainda maior.

Com isso, pode-se concluir que houve um predomínio de acidentes ocorridos nas pistas ou nas suas proximidades nos 11 (onze) anos contemplados, exigindo-se um esforço sistêmico para prevenir esses eventos, tendo em vista o potencial de danos desses acidentes quando medidas de mitigação não são adotadas no ambiente interno e externo ao aeródromo.

2.1.2 SEGUNDO A INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION

A *International Air Transport Association* (IATA) também apresenta suas análises por meio de relatórios de segurança, porém apenas os acidentes que causaram danos ou falhas estruturais às aeronaves da aviação comercial fazem parte do seu escopo. Todavia, foram excluídos de sua análise os acidentes causados por atos de interferência ilícita¹⁵, bem como envolvendo voos humanitários, executivos, experimentais, agrícolas e ilícitos. (IATA, 2016)

Conforme os dados da IATA apresentados na Tabela 5, observa-se que os voos de transporte de passageiros envolveram-se mais em acidentes no triênio 2013-2015 do que os voos de transporte de carga, sendo a maioria dos acidentes com motores a jato e nas regiões da América do Norte.

Tabela 5 – Distribuição dos acidentes, por tipo de transporte comercial, por tipo de aeronave e por regiões, no período 2013-2015.

	2013	2014	2015
Continua			
	2013	2014	2015
	Tipo de transporte (%)		
Passageiro	78	74	82
Carga	18	25	18
Outros	4	1	0
	Tipo de aeronave		
Jato	38	39	46
Turbo-hélice	43	34	22
	Totais		
de Acidentes	81	73	68
de Acidentes Fatais	16	12	4
de Fatalidades	210	641	136

¹⁵ Ato de interferência ilícita é todo ato ou atentado que coloca em risco a segurança da aviação civil e o transporte aéreo. (BRASIL, 2010)

Tabela 5 – Distribuição dos acidentes, por tipo de transporte comercial, por tipo de aeronave e por regiões, no período 2013-2015.

				Conclusão
Por regiões (%)				
Norte da Ásia	3	2	6	
África	9	22	12	
América do Norte	22	12	21	
Pacífico da Ásia	21	19	34	
CIS¹⁶	5	22	6	
LATAM	7	14	5	
Europa	27	2	15	
MENA	6	7	1	

Fonte: IATA, 2014, 2015, 2016.

Na Tabela 6 e na Tabela 7 estão apresentadas, respectivamente, as distribuições dos acidentes e fatalidades, conforme o tipo de aeronave, e os números de acidentes em diferentes fases de voo.

Tabela 6 – Números de acidentes, acidentes fatais e fatalidades, por tipo de aeronave, no período 2010 - 2015.

	Número Total de Acidentes		Número Total de Acidentes Fatais		Número de Fatalidades	
	Jatos	Turbo-Hélices	Jatos	Turbo-Hélices	Jatos	Turbo-Hélices
2010-2014	46	44	6	11	353	151
2014	40	37	3	9	517	124
2015	46	22	0	4	0	136

Fonte: IATA, 2016.

Tabela 7 – Números de acidentes, por diferentes fases de voo, no período 2013 - 2015.

	Aproximação	Pouso	Decolagem	Subida Inicial
2013	09	24	05	0
2014	03	43	05	04
2015	02	42	07	04

Fonte: IATA, 2014, 2015, 2016.

Na Tabela 6, observa-se que, apesar da superioridade dos números de acidentes com jatos, poucos foram os seus acidentes com vítimas. No entanto, nota-se uma maior severidade nesses acidentes pelo alto número de fatalidades, sendo 2014 o pior ano, com 172 mortes por acidente.

Pela análise da Tabela 7, observa-se que, pelos quantitativos apresentados de acidentes que ocorreram nas fases iniciais (decolagem e subida) e finais (aproximação e pouso) de um voo, evidencia-se um predomínio de acidentes na fase de pouso nos 3(três) anos analisados.

¹⁶ Organização fundada em 1991 envolvendo 11 países que pertenciam à antiga União Soviética (URSS).

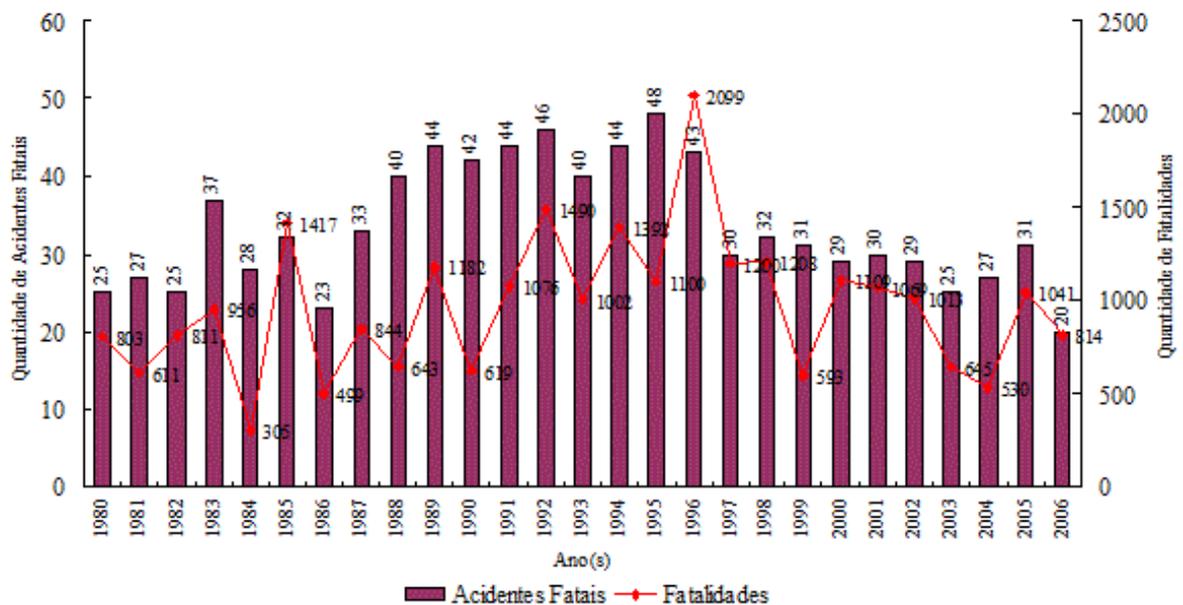
2.1.3 SEGUNDO A CIVIL AVIATION AUTHORITY (CAA)

A *Civil Aviation Authority* (CAA) é a agência reguladora da aviação civil no Reino Unido que publicou revisões de acidentes fatais de todo o mundo em 02 (dois) grandes períodos, sendo o primeiro, de 1980 até 1996, e o segundo, de 1997 até 2006. (CAA, 1998, 2008)

Os critérios de investigação estabelecidos nesses estudos foram os acidentes com aeronaves a jato e turbo-hélices com mais de 5.700 kg de MTOW em voos de transporte público¹⁷, excluindo-se os acidentes por atos de interferência ilícita e os acidentes com aeronaves construídas no oriente antes de 1990 e operadas pelos países da Comunidade de Estados Independentes (CIS).

No relatório, que analisou o período 1980-1996, concluiu-se que ocorreram 621 acidentes fatais no mundo que resultaram em 16.849 mortes, enquanto no segundo período (1997 a 2006) ocorreram 283 acidentes fatais e 8.599 fatalidades, sendo 1996 o ano que atingiu o mais alto quantitativo de mortes, com a proporção de 48 mortes por acidente fatal, conforme mostrado na Figura 12.

Figura 12 – Quantidades de acidentes fatais e fatalidades, no período 1980-2006.



Fonte: CAA, 1998, 2008.

Algumas diferenças foram empregadas no segundo período (1997 a 2006) em comparação ao primeiro (1980 a 1996): no segundo, foi considerado acidentes fatais somente

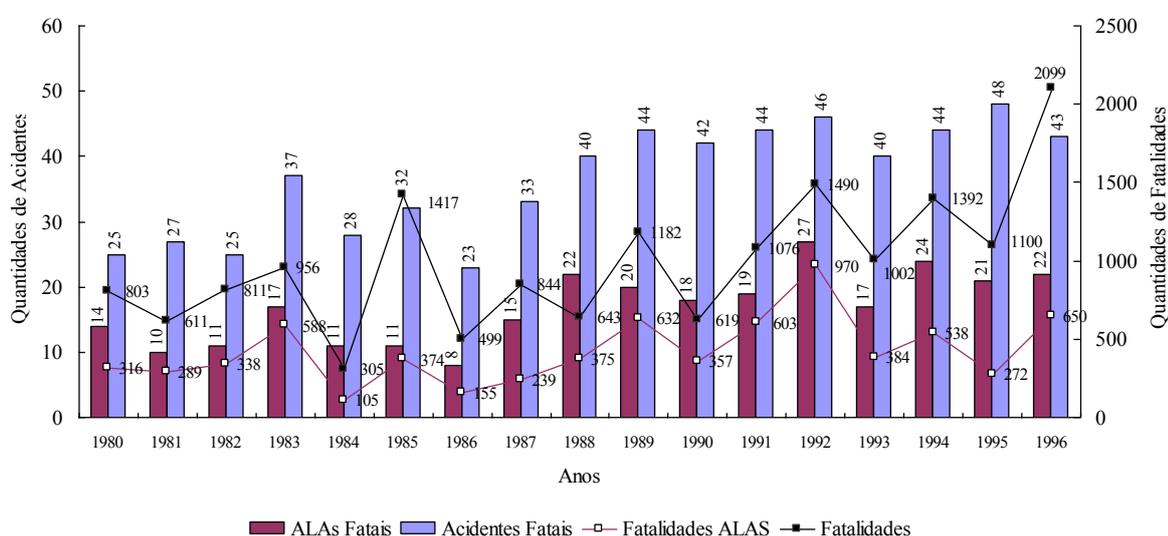
¹⁷ De acordo com o Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), os serviços aéreos públicos abrangem os serviços aéreos especializados públicos e os serviços de transporte aéreo público de passageiro, carga ou mala postal, regular ou não regular, doméstico ou internacional. (BRASIL, 1986)

aqueles que ocasionaram, pelo menos, uma morte entre os ocupantes da aeronave, enquanto que no primeiro, incluiu-se no seu escopo as fatalidades a terceiros; também no segundo foi incluído apenas os acidentes envolvendo voos comerciais de passageiros, carga e de traslado de aeronave, enquanto que no primeiro foram incluídos os acidentes com voos executivos, de demonstração e de treinamento; e, no segundo, a consequência do tipo *undershoot*¹⁸ somente foi considerada se o local da ocorrência fosse próximo da pista, sendo que no primeiro período considerou aqueles ocorridos até 5 NM¹⁹ do centro da pista.

Ashford (1998), com base nos dados da revisão global da CAA (1998), concluiu que ocorreram 287 *Approach-and-Landings Accidents* (ALAs²⁰), sendo que 177 desses foram com aeronaves de transporte de passageiros, causando um total de 7.185 fatalidades entre ocupantes.

Fazendo-se o cruzamento dos dados de fatalidades constantes nesse estudo de ALAs com os dados totais de acidentes fatais e fatalidades para o período 1980-1996 (Figura 13), constatou-se que em 07 (sete) anos a proporção de mortes por ALAs foi superior ao de mortes ocorridas em todas as fases de voo, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 13 – Contribuição dos acidentes ocorridos nas fases de aproximação e pouso (ALA) para os totais de acidentes fatais e fatalidades, no período 1980-1996.



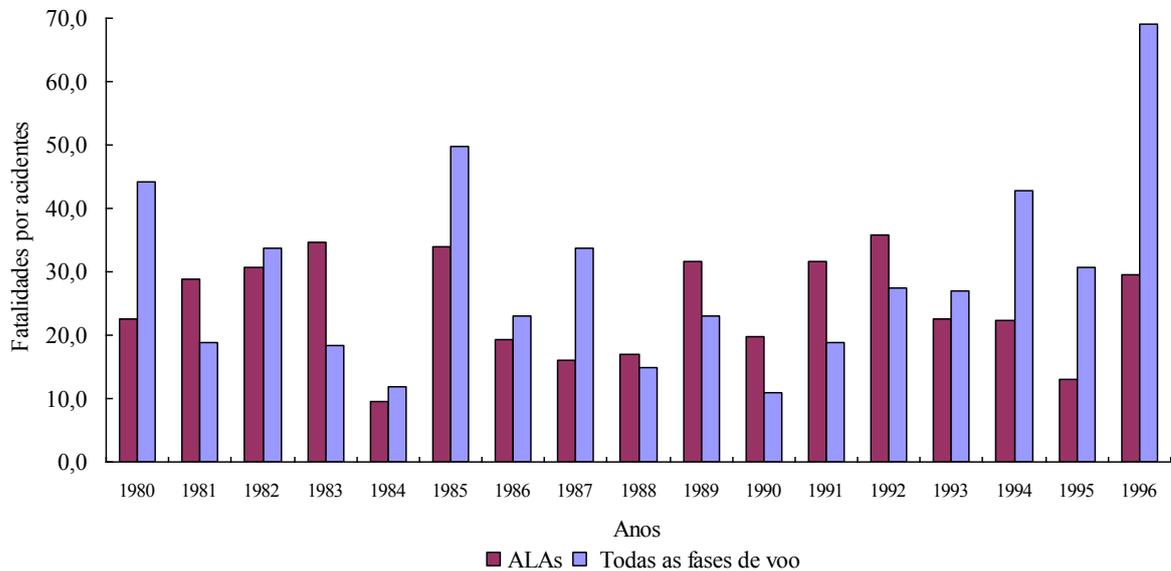
Fonte: Ashford, 1998; CAA, 1998.

¹⁸ Pouso curto, no qual a aeronave toca o solo antes da cabeceira de pista. (ANAC, 2017)

¹⁹ Milha náutica é unidade de medida de comprimento ou distância equivalente a 1.852 metros. (ANAC, 2017)

²⁰ Acidentes ocorridos somente nas fases de aproximação e pouso.

Figura 14 – Comparação das proporções de fatalidades por acidente, ocorridos nas fases de voo de aproximação e pouso (ALA) e em todas as fases de voo, no período 1980-1996.



Fonte: Ashford, 1998; CAA, 1998.

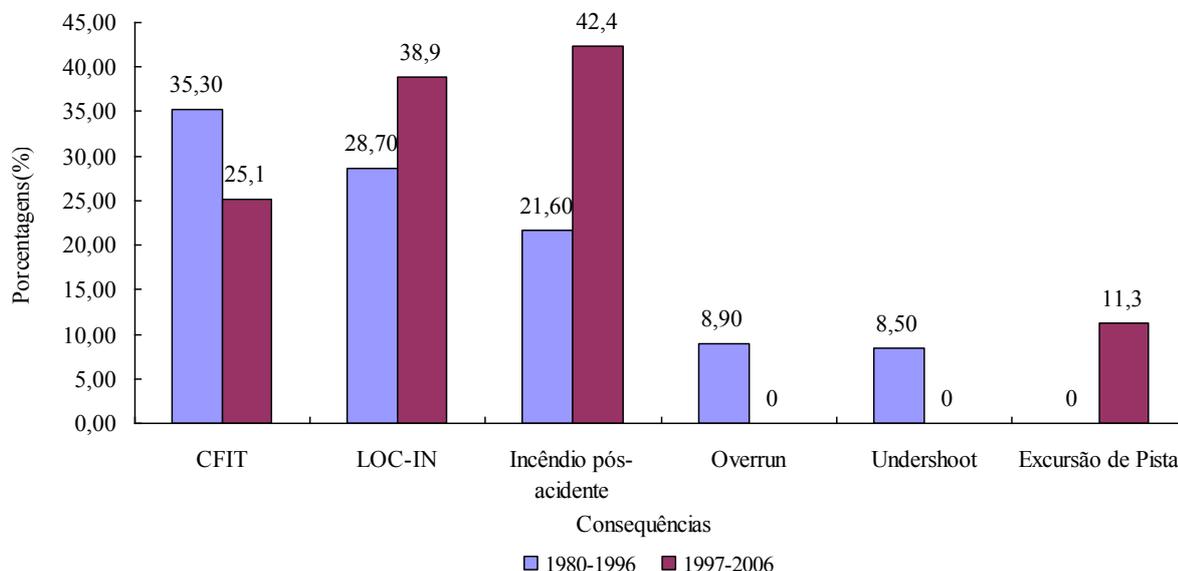
2.1.3.1 Análise das Consequências

Embora não tenha utilizado as Categorias de Alto Risco (HRC), a CAA entende que as consequências de um acidente são tão relevantes para sua compreensão quanto as causas que o levaram a ocorrer.

Nesse contexto, suas revisões apresentam as consequências que predominaram nos acidentes fatais ocorridos nos dois períodos, onde eventos do tipo CFIT, LOC-I e alguns eventos relacionados a segurança de pista (RS), tais como os eventos do tipo excursão de pista²¹ foram calculados e cujos resultados são resumidos na Figura 15.

²¹ Segundo a ANAC (2017), fazem parte do conceito de excursão de pista os eventos de *overrun* e *veer off*.

Figura 15 – As consequências de acidentes ocorridos no período no período 1980-1996.



Fonte: CAA, 1998, 2008.

Conforme os dados da CAA, nos dois períodos analisados, as HRC enfatizadas pela ICAO já apresentavam altos índices, apesar de ter incluído na sua lista apenas parte dos eventos que a ICAO classifica como sendo de eventos de segurança de pista (RS).

Outra consequência que merece destaque, por ter sido retratada apenas nessas revisões, são os incêndios ocorridos pós-acidentes, ou seja, incêndios que não deram causa aos acidentes, ocorridos em 42,4% dos acidentes ocorridos entre 1997-2006.

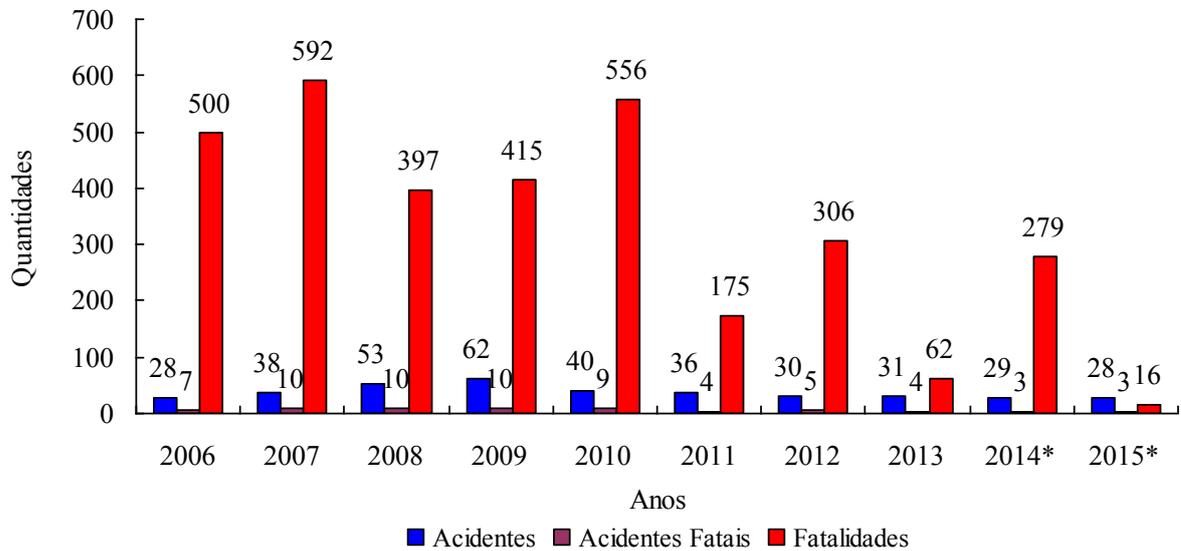
2.1.4 SEGUNDO A BOEING

A Boeing disponibiliza desde 1959 panoramas estatísticos de acidentes com aeronaves comerciais a jato com mais de 60.000 libras (27.251,42 kg) de MTOW, excluindo as aeronaves fabricadas pelos países da Comunidade de Estados Independentes (CIS) e da antiga União das Repúblicas Soviéticas (URSS), bem como os acidentes com aeronaves em missão militar e ocasionados por atos de interferência ilícita.

Desde então, além dos quantitativos de acidentes, acidentes fatais e fatalidades, referentes ao ano anterior da publicação e aos últimos 10 (dez) anos, o documento apresenta análises quanto às fases de voo e quanto às categorias de acidente, tornando-se uma importante referência para esses dados.

Na Figura 16 estão apresentados os quantitativos de acidentes, acidentes fatais e de fatalidades para cada ano do período 2006-2015.

Figura 16 – Acidentes e fatalidades na aviação comercial com aeronaves a jato com mais de 27.251 kg de MTOW, no período 2006-2015.



Fonte: Boeing, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016.

Desconsiderando o desaparecimento, em 2014, do voo 370 da *Malaysia Airlines* com 239 ocupantes e que não foi, até o fechamento das duas últimas edições, incluído na relação de acidentes em virtude das investigações ainda estarem em curso, o ano de 2007 teve o mais alto quantitativo de mortes nos 10 anos, com a proporção de 59 fatalidades por acidente, enquanto o ano de 2006 teve a maior proporção, com 71 mortes por acidente.

Outro aspecto importante é que, quando os dados da Figura 7 e da Figura 16 são comparados nos anos em comum, a queda nas quantidades de acidentes fatais não é, necessariamente, acompanhada por uma queda nas fatalidades, levando-se à conclusão que as aeronaves mais pesadas contribuem mais para os acidentes fatais e para as quantidades de mortes do que as aeronaves mais leves.

Com relação às fases de voo, a Boeing disponibiliza, a cada ano, um acumulado das fatalidades e acidentes fatais ocorridos nos últimos 10 (dez) anos e desmembrados por cada fase de voo, onde se destaca que, apesar do baixo tempo que as fases de aproximação e pouso e decolagem e subida inicial representam em relação às demais fases (em torno de 6% do total do tempo de voo), essas fases são as que representaram, juntas, os maiores quantitativos, ratificando a suscetibilidade dos aeroportos e de suas vizinhanças aos acidentes aéreos.

Na Tabela 8, encontram-se resumidos os dados das duas últimas décadas nos quais verifica-se que os acidentes ocorrem com frequência nas chegadas e partidas dos voos:

Tabela 8 – Distribuição de acidentes fatais e fatalidades, em diferentes fases do voo, nos períodos 1995-2004 e 2005-2014.

Fases de Voo	1995-2004		2005-2014	
	Acidentes Fatais	Fatalidades a bordo	Acidentes Fatais	Fatalidades a bordo
Taxi	6% (12)	0% (3)	10% (7)	0% (1)
Decolagem	14% (27)	10% (539)	7% (5)	7% (260)
Subida Inicial	6% (11)	15% (865)	6% (4)	3% (109)
Subida (<i>flaps up</i>)	9% (17)	28% (1550)	7% (5)	8% (323)
Cruzeiro	5% (10)	10% (543)	13% (9)	27% (1062)
Descida	2% (4)	7% (406)	3% (2)	3% (108)
Aproximação inicial	7% (13)	14% (807)	8% (6)	14% (564)
Aproximação Final	6% (11)	14% (797)	24% (17)	31% (848)
Pouso	45% (87)	2% (102)	24% (17)	17% (681)

Fonte: Boeing, 2005, 2015.

Outros dados de interesse para esta pesquisa são aqueles que retratam os acidentes conforme as categorias de ocorrências da CAST/ICAO *Common Taxonomy Team* (CICTT)²², em que se pode verificar, conforme Tabela 9, que nos acidentes relacionados à segurança de pista (RS), destacam-se os acidentes de excursão de pista (RE), por conta dos números de acidentes fatais e fatalidades a bordo e externas ao voo.

Tabela 9 – Distribuição de acidentes fatais e fatalidades, em diferentes categorias de ocorrências da CICTT, nos períodos 1997-2006 e 2006-2015.

Categorias	1997-2006			2006-2015		
	Acidentes Fatais	Fatalidades a bordo	Fatalidades externas	Acidentes Fatais	Fatalidades a bordo	Fatalidades externas
LOC-I ⁽¹⁾	19	1643	67	15	1396	1
CFIT ⁽²⁾	20	1655	0	14	658	1
ARC ⁽³⁾	6	55	9	0	0	0
LOC-G ⁽⁴⁾	1	126	0	0	0	0
RAMP ⁽⁵⁾	7	0	7	7	7	6
RE ⁽⁶⁾	8	262	77	14	632	6
RI-VAP ⁽⁷⁾	3	110	10	1	0	1
USOS ⁽⁸⁾	3	109	1	0	0	0

Fonte: Boeing, 2007, 2016.

(1) *Loss of Control In-Flight* ou Perda de Controle em Voo.

(2) *Controlled Flight Into Terrain* ou Voo Controlado contra o Terreno.

(3) *Abnormal Runway Contact* ou Contato Anormal com a Pista.

(4) *Loss of Control – Ground* ou Perda de Controle no Solo.

(5) *Ground Handling* ou Serviços de Solo.

(6) *Runway Excursion* ou Excursão de Pista.

(7) *Runway Incursion – Vehicle, Aircraft, Person* ou Incursão de Pista de Veículo, Aeronave ou Pessoa.

(8) *Undershoot/Overshoot*

²² A CICTT é uma equipe composta por diversos especialistas para o desenvolvimento de taxonomias e definições comuns para os sistemas de notificações de acidentes e incidentes na aviação, a fim de estabelecer uma linguagem padrão nessa indústria, melhorando, assim, a qualidade da comunicação e informação e a capacidade da comunidade aeronáutica em focar-se em questões-chaves para a segurança. (CAST/ICAO, 2017)

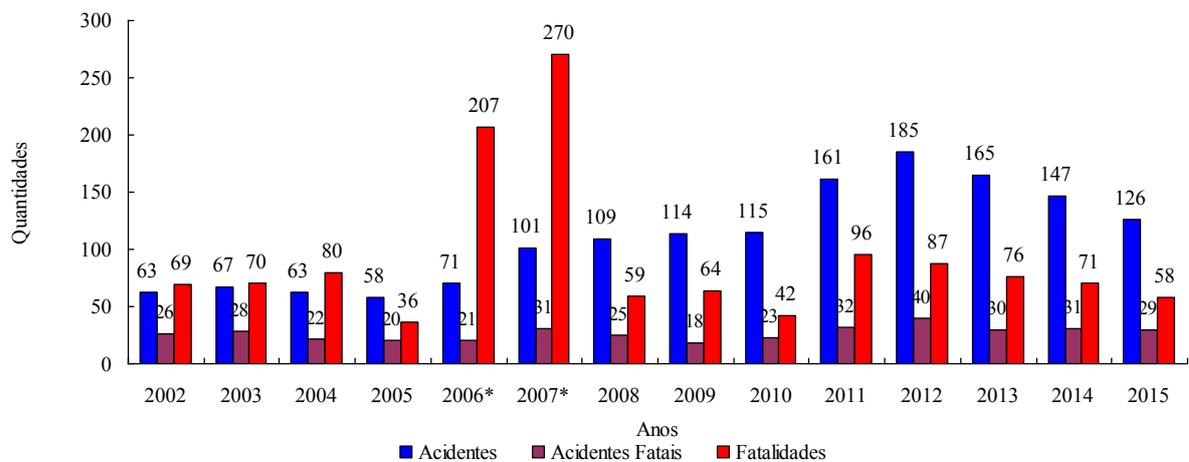
2.2 ACIDENTES AÉREOS NO BRASIL

Desde 2012 que o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos²³ (CENIPA) publica um panorama estatístico dos acidentes aéreos e incidentes graves²⁴ da aviação civil brasileira, ocorridos no território nacional, referentes aos últimos 10 (dez) anos.

Na última reedição do panorama, que analisou os dados de 2006 a 2015, foram contabilizados 1.294 acidentes, 280 acidentes fatais, 1.030 fatalidades, 296 aeronaves destruídas, 526 incidentes graves, distribuídos em 740 municípios, envolvendo aeronaves de diferentes portes e categorias de registro, sendo que 143 das ocorrências foram com aeronaves acima de 5.700kg de peso. (COMAER, 2016)

Na Figura 17, verifica-se que os anos de 2006 e 2007 destacaram-se dos demais pela quantidade de fatalidades que nesses anos ocorreram devido aos acidentes graves envolvendo aeronaves de transporte aéreo público regular (TRP) de passageiros.

Figura 17 – Acidentes e fatalidades na aviação civil brasileira, no período 2002-2015.



Fonte: COMAER, 2012, 2016.

Além disso, observa-se um aumento nos números de acidentes entre os primeiros e os últimos anos do período, fortemente influenciado pelo segmento da aviação privada que, conforme a Figura 18, foi o que mais contribuiu para os acidentes fatais do período 2006-2015,

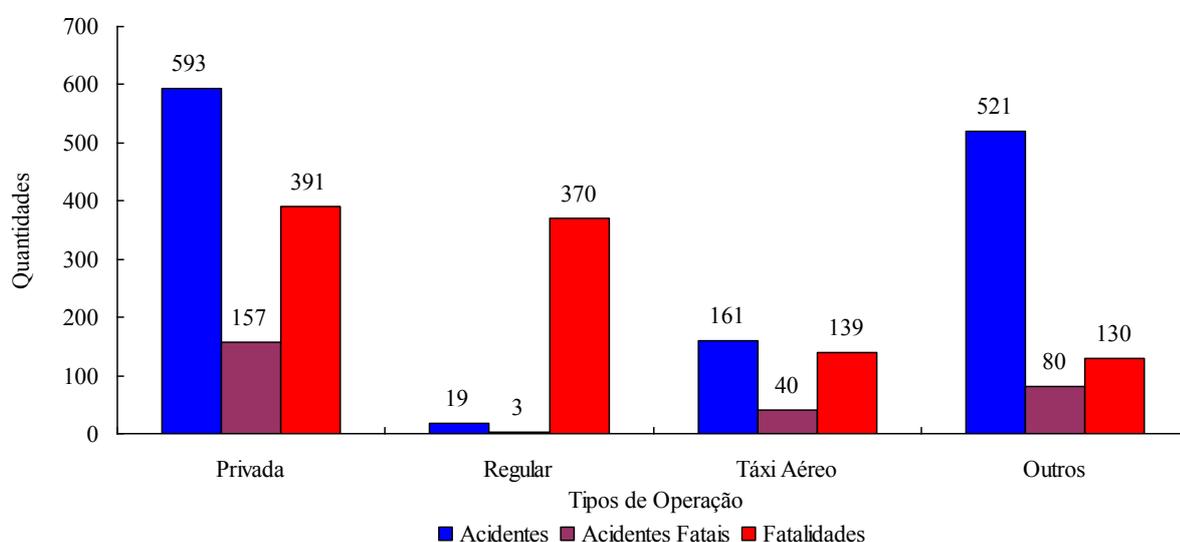
²³ O CENIPA é uma organização militar do Comando da Aeronáutica criada pelo Decreto nº 69.565 para ser Órgão Central do Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (SIPAER). (BRASIL, 1971)

²⁴ Incidente grave é o incidente ocorrido sob circunstâncias em que um acidente aeronáutico quase ocorreu. A diferença entre o incidente aeronáutico grave e o acidente aeronáutico está apenas nas consequências. (ANAC, 2017)

enquanto no mesmo período a aviação de TRP registrou 19 (dezenove) acidentes e no período 2002-2005, 13 (treze) acidentes. (COMAER, 2012, 2016)

Comparativamente, observa-se na Figura 18 que a aviação de TRP teve o menor quantitativo de acidentes no período do último panorama, com 03 (três) acidentes fatais, sendo o mais recente ocorrido em 2011²⁵, e 16 (dezesesseis) acidentes sem vítimas, número esse considerado ainda crítico devido à quantidade de passageiros transportadas por esse segmento.

Figura 18 – Distribuição de acidentes, acidentes fatais e fatalidades na aviação civil brasileira, entre diferentes segmentos da aviação, no período 2006-2015.



Fonte: COMAER, 2016.

Nesse aspecto, a última publicação do panorama (COMAER, 2016) apresentou um capítulo de dados cruzados entre os anos das ocorrências versus os segmentos da aviação que permitem melhor entender os acidentes do TRP.

Conforme os dados da Tabela 10, o segmento de TRP sofreu no período 2006-2015 uma média aproximada de 07 (sete) incidentes graves e 2 (dois) acidentes por ano, além de 2 (dois) acidentes não fatais que causaram a destruição total das aeronaves.

²⁵ Acidente ocorrido após a aeronave ter decolado do Aeroporto do Recife e colidido contra o solo a 1.740 m da cabeceira oposta da decolagem. (COMAER, 2013)

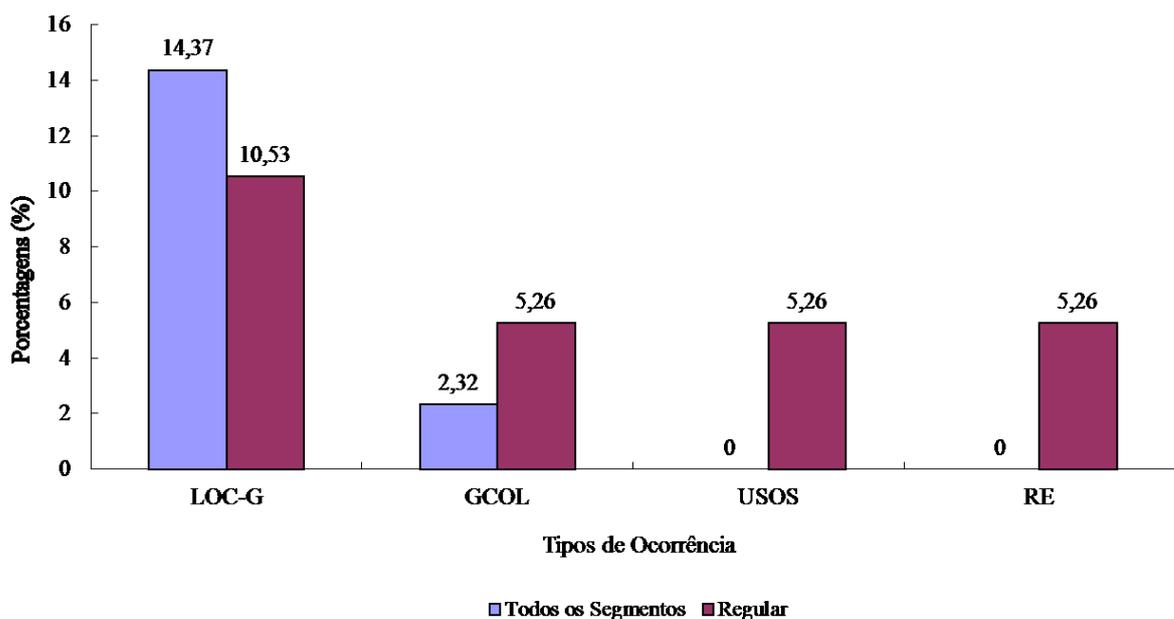
Tabela 10 – Panorama das ocorrências envolvendo aeronaves comerciais de transporte regular de passageiros (TRP), no período 2006-2015.

Ano	Incidentes Graves	Acidentes	Acidentes Fatais	Fatalidades	Aeronaves Destruídas
2006	10	2	1	154	1
2007	6	2	1	199	1
2008	10	2	0	0	1
2009	5	3	0	0	0
2010	7	2	0	0	1
2011	9	2	1	16	1
2012	6	2	0	1	0
2013	7	1	0	0	0
2014	3	3	0	0	0
2015	2	0	0	0	0

Fonte: COMAER, 2016.

No que diz respeito aos tipos/categorias de acidentes, na Figura 19 estão representadas somente as categorias relacionadas à segurança de pista (RS), na qual se constata que 26,31% (5 acidentes) acometeu os voos de TRP, sendo que 10,53% desses devido à perda de controle da aeronave no solo (LOC-G).

Figura 19 – Tipos de ocorrências envolvendo aeronaves comerciais de transporte regular de passageiros (TRP), no período 2006-2015.



Fonte: COMAER, 2016.

Tais registros de acidentes aéreos nas pistas de pouso e decolagem ou em áreas muito próximas dessas coadunam com os dados da Tabela 11, que apresentam as fases do voo em que esses ocorreram, sendo a fase de pouso, tanto nos incidentes graves (43,52%) quanto nos acidentes (23,17%), a que predominou no último panorama do CENIPA.

Tabela 11 – Distribuição de acidentes e incidentes graves, em diferentes fases do voo, no período 2006-2015.

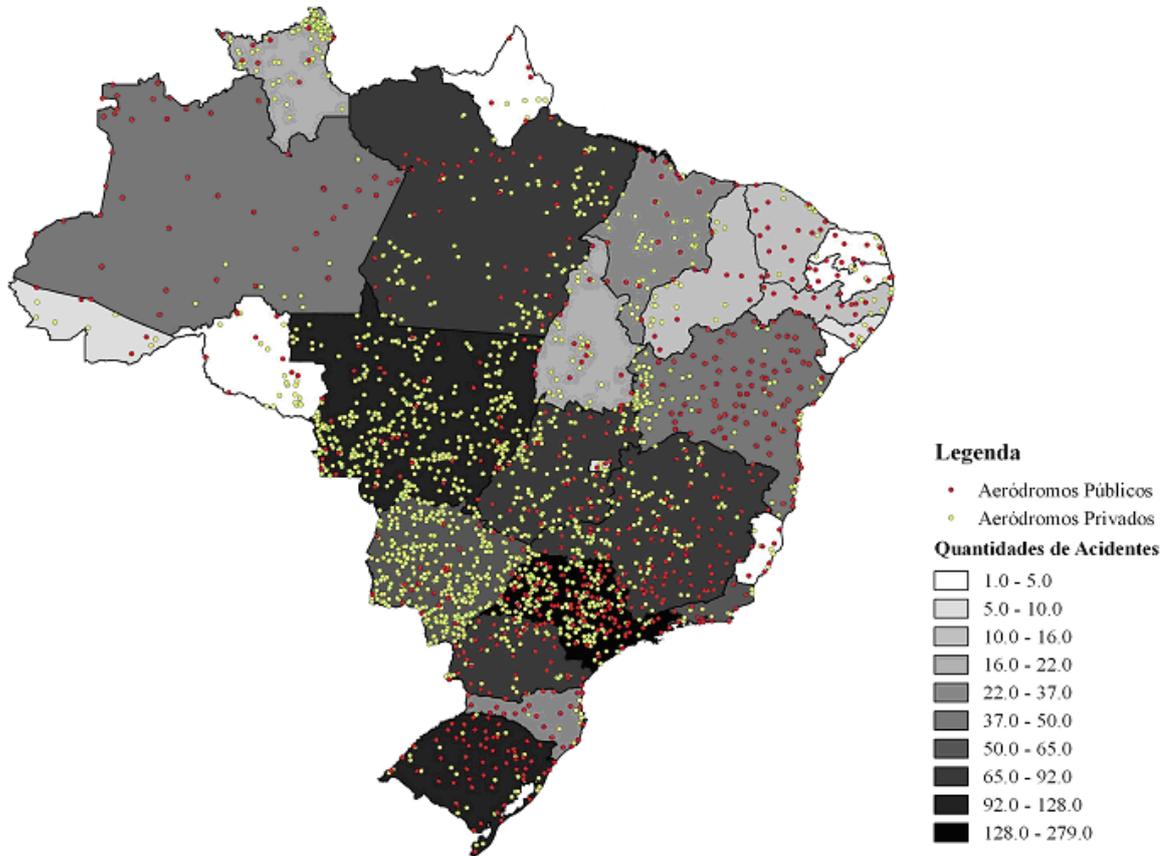
Fases de Voo	Acidente (%)	Incidente Grave (%)
Pouso	23,17	43,52
Aproximação Final	3,85	2,25
Descida	0	3,94
Cruzeiro	12,39	9,76
Subida	4,77	6
Decolagem	19,09	12,76
Táxi	0	4,13

Fonte: COMAER, 2016.

Outro dado importante disponibilizado no período do último panorama foi a distribuição dos 1.294 acidentes por Estados, no qual São Paulo (279), Mato Grosso (128) e Rio Grande do Sul (110) foram as regiões com os maiores quantitativos de acidentes, o equivalente a 40% do total de acidentes. (COMAER, 2016)

Na Figura 20 estão apresentados a quantidade desses acidentes para cada Estado e a distribuição de aeródromos públicos e privados no país, em que se verifica que as regiões com maiores números de aeródromos são as que tiveram maiores quantidades de acidentes, sendo São Paulo o de maior destaque dessa relação, certamente influenciado pelo volume de tráfego aéreo diário nessa região para seus aeródromos.

Figura 20 – Localização dos aeródromos públicos e privados e quantidades de acidentes em cada Unidade Federativa, no período de 2006-2015.



Fonte: COMAER, 2016; ANAC, 2015.

2.3 ACIDENTES AÉREOS NAS PROXIMIDADES DOS AERÓDROMOS

Conhecer a localização dos acidentes aéreos em relação às cabeceiras (CAB) de pistas de um aeródromo tem sido uma preocupação de muitos países para mitigação de desastres aéreos, uma vez que os estudos estatísticos demonstram que tais eventos são recorrentes nas fases dos voos que estão no local ou nas proximidades das pistas dos aeródromos.

Uma das primeiras análises feitas com esse propósito decorreu por ocasião de 03 (três) acidentes aéreos na vizinhança do aeroporto de Newark, em New Jersey (EUA), entre 1951 e 1952, em menos de 60 dias, que levaram à interdição do aeroporto por 09 (nove) meses e que modificou a circulação aérea sobre áreas residenciais. (HYMAN, 2015)

Dias após a esses acidentes (Figura 21), o governo dos EUA instituiu uma Comissão para investigar os crescentes acidentes envolvendo aeronaves civis e militares em áreas densamente povoadas, levando em consideração o rápido crescimento das operações aéreas e a simultânea expansão das cidades em direção aos seus aeroportos. (DOOLITTLE; HORNE; HUNSAKER, 1952).

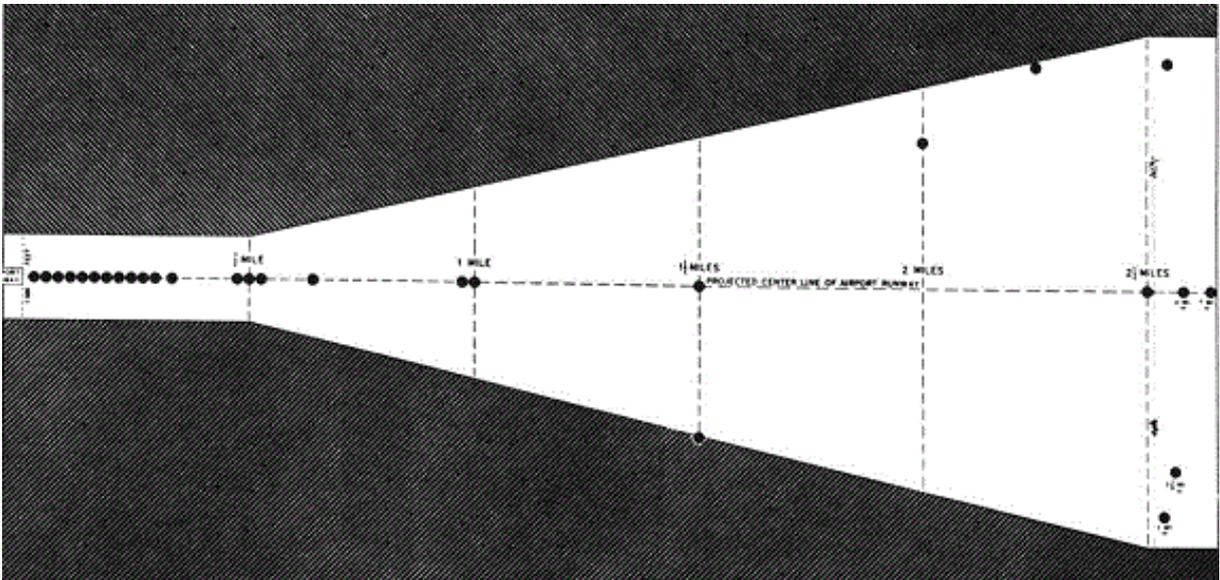
Figura 21 – Sequência dos locais dos acidentes aéreos que atingiram a cidade de Elizabeth, New Jersey. Primeiro, um C-46, após decolar da CAB 24. Segundo, um CV-240, quando em aproximação para CAB 06. Terceiro, um C-46, logo após a decolagem da CAB 24.

	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Data:</td> <td>16 DEZ 1951.</td> </tr> <tr> <td>Fatalidades:</td> <td>56 (0).</td> </tr> <tr> <td>Localização em relação ao AD:</td> <td>4 km (2,15 NM).</td> </tr> <tr> <td>Fase de voo:</td> <td>Subida.</td> </tr> <tr> <td>Danos materiais:</td> <td>1 residência; e 1 depósito do departamento de águas.</td> </tr> </tbody> </table>	Data:	16 DEZ 1951.	Fatalidades:	56 (0).	Localização em relação ao AD:	4 km (2,15 NM).	Fase de voo:	Subida.	Danos materiais:	1 residência; e 1 depósito do departamento de águas.
Data:	16 DEZ 1951.										
Fatalidades:	56 (0).										
Localização em relação ao AD:	4 km (2,15 NM).										
Fase de voo:	Subida.										
Danos materiais:	1 residência; e 1 depósito do departamento de águas.										
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Data:</td> <td>22 JAN 1952.</td> </tr> <tr> <td>Fatalidades:</td> <td>30 (7).</td> </tr> <tr> <td>Localização em relação ao AD:</td> <td>5,5 km (2,97 NM).</td> </tr> <tr> <td>Fase de voo:</td> <td>Aproximação final.</td> </tr> <tr> <td>Danos materiais:</td> <td>1 residência (Próxima de uma escola).</td> </tr> </tbody> </table>	Data:	22 JAN 1952.	Fatalidades:	30 (7).	Localização em relação ao AD:	5,5 km (2,97 NM).	Fase de voo:	Aproximação final.	Danos materiais:	1 residência (Próxima de uma escola).
Data:	22 JAN 1952.										
Fatalidades:	30 (7).										
Localização em relação ao AD:	5,5 km (2,97 NM).										
Fase de voo:	Aproximação final.										
Danos materiais:	1 residência (Próxima de uma escola).										
	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>Data:</td> <td>11 FEV 1952.</td> </tr> <tr> <td>Fatalidades:</td> <td>33 (4).</td> </tr> <tr> <td>Localização em relação ao AD:</td> <td>< 10 km (5,39 NM).</td> </tr> <tr> <td>Fase de voo:</td> <td>Subida.</td> </tr> <tr> <td>Danos materiais:</td> <td>1 prédio residencial de 4 andares.</td> </tr> </tbody> </table>	Data:	11 FEV 1952.	Fatalidades:	33 (4).	Localização em relação ao AD:	< 10 km (5,39 NM).	Fase de voo:	Subida.	Danos materiais:	1 prédio residencial de 4 andares.
Data:	11 FEV 1952.										
Fatalidades:	33 (4).										
Localização em relação ao AD:	< 10 km (5,39 NM).										
Fase de voo:	Subida.										
Danos materiais:	1 prédio residencial de 4 andares.										

Fonte: Hyman, 2015.

Essa investigação apresentou uma revisão de todos os acidentes ocorridos no território dos EUA, no período 1946-1952, envolvendo aeronaves comerciais e militares e que ocasionaram mortes ou lesões às pessoas no solo, a qual concluiu, conforme a Figura 22, que 50% desses acidentes ocorreram até 0,5 milha das cabeceiras de fim da pista e ao longo do prolongamento do seu eixo, enquanto que outros 25% ocorreram entre 0,5 e 2,5 milhas náuticas das cabeceiras, sendo 03 (três) deles afastados lateralmente dos eixos de pistas. (DOOLITTLE; HORNE; HUNSAKER, 1952).

Figura 22 – Localizações relativas com o eixo de pista dos acidentes aéreos, ocorridos nos EUA, com aeronaves comerciais e militares e que ocasionaram mortes ou lesões às pessoas no solo, no período 1946-1952.



Fonte: Doolittle; Horne; Hunsaker, 1952.

Outro levantamento oficial incluiu a localização dos acidentes/incidentes no território dos EUA, ocorridos no período 1978-1987, durante as fases de aproximação, pouso e decolagem de aeronaves envolvidas no transporte aéreo comercial, no qual mais de 500 registros foram analisados, sendo que somente 246 foram classificados dentro de cinco categorias de interesse, a saber: *undershoot* (18); *landing off* (11); *veeroff* (97); *overrun* (33) e *other* (87), conforme o Quadro 1.

Quadro 1– Categorização de acidentes/incidentes, ocorridos nos EUA, no período 1978-1987.

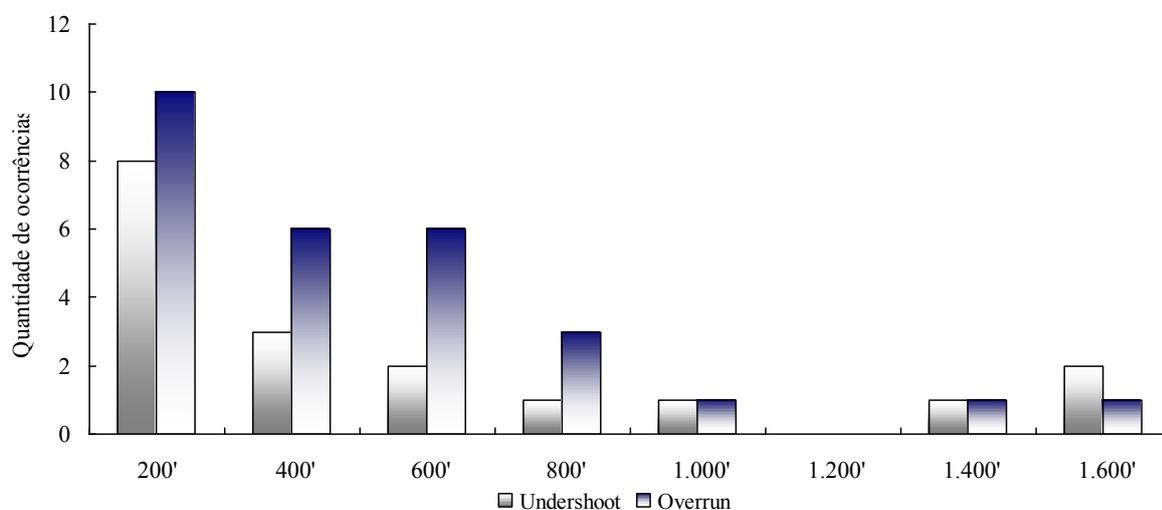
Categoria	Definição
<i>Undershoot</i>	Durante a fase de aproximação, a aeronave toca o solo até 2.000 pés antes da cabeceira de pouso.
<i>Landing off</i>	Durante a fase de aproximação e após ter passado a cabeceira de pouso, a aeronave toca o solo fora da superfície pista.
<i>Veeroff</i>	Durante as fases de decolagem e pouso, a aeronave desvia-se e para na lateral da pista.
<i>Overrun</i>	Durante as fases de decolagem e pouso, a aeronave ultrapassa o fim da pista.
<i>Other</i>	Durante o pouso, a aeronave toca o solo mais de 2.000 pés. Durante a decolagem, a aeronave decola, mas sua queda ocorre antes da primeira redução de potência ou antes de atingir a altitude de tráfego padrão para voos VFR.

Fonte: David, 1990.

As localizações desses 246 acidentes foram calculadas lateralmente e longitudinalmente em relação ao eixo da pista e chegou-se ao resultado que todos acidentes de *undershoot* ocorreram até 1.600 pés (≈ 488 m) afastados da cabeceira, sendo que 15 desses até 1.000 pés (≈ 305 m) e 13 exatamente no seu eixo, enquanto das 33 ocorrências de *overrun*, 26 afastaram-se até 1.000 pés e 22 afastaram-se lateralmente do eixo de pista até 350 pés (≈ 107 m).

Com finalidade de mostrar a importância desses dados, a Figura 23 apresenta as distâncias longitudinais dessas ocorrências em relação aos eixos das pistas, na qual se verifica uma maior exposição das áreas próximas das cabeceiras de pista para tais categorias de acidente, que segundo a *Transportation Research Board* (2010, p. 1.123) indica a necessidade do controle da ocupação do solo nessas áreas para a proteção de passageiros e residentes nas proximidades dos aeródromos.

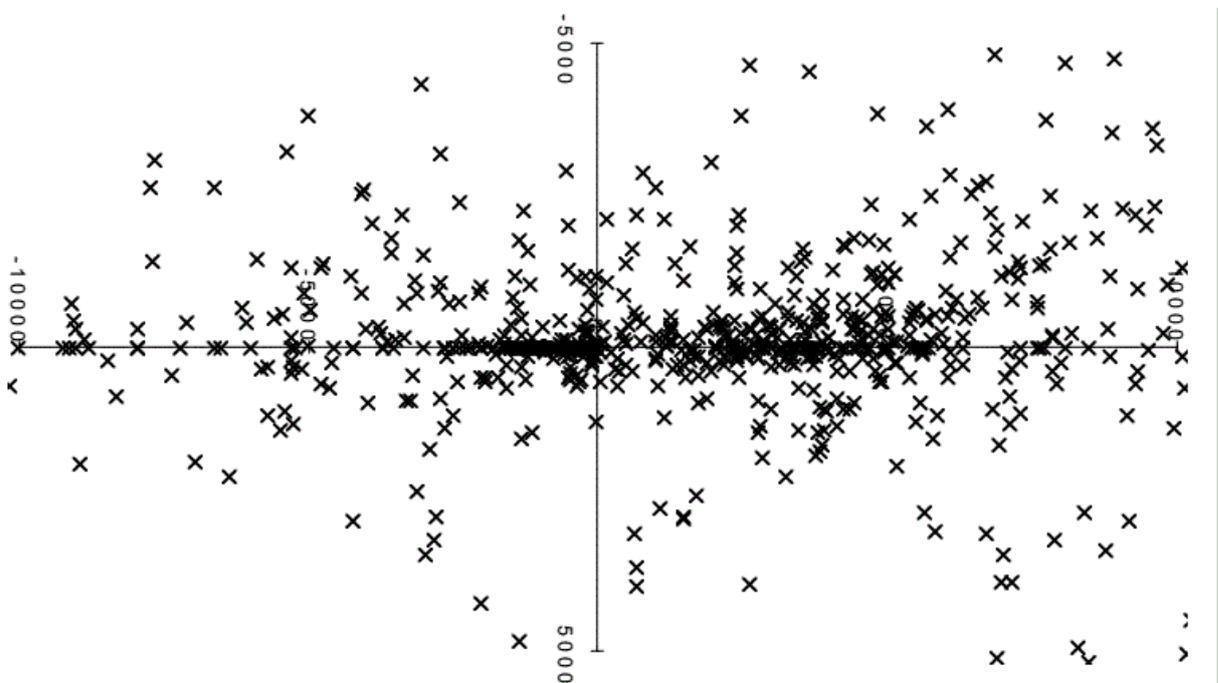
Figura 23 – Localizações entre intervalos de distâncias (pés) das ocorrências de *undershoot* e *overrun*, ocorridos nos EUA, período 1978 a 1987.



Fonte: David, 1990.

Já Cooper e Chira (1998), ao analisarem apenas os acidentes com aviões da aviação geral ocorridos no território dos EUA entre 1983-1989 e utilizando-se como critério de investigação somente aqueles cujos sítios dos acidentes estavam até o limite de 5 NM (≈ 30.380 pés) da cabeceira de fim de pista, identificaram 873 acidentes, sendo que 445 ocorreram nas chegadas e 428 nas partidas, dos quais 463 desses com fatalidades a bordo e 6 (seis) com fatalidades no solo, e referenciaram esses acidentes no plano cartesiano, onde foi possível verificar que 86% dos plotes ficaram até 10.000 pés (3.048 m) da cabeceira e afastados lateralmente até 5.000 pés, conforme mostra a Figura 24.

Figura 24 – Dispersão medida em pés dos acidentes da aviação geral, ocorridos nos EUA, no período 1983-1989.

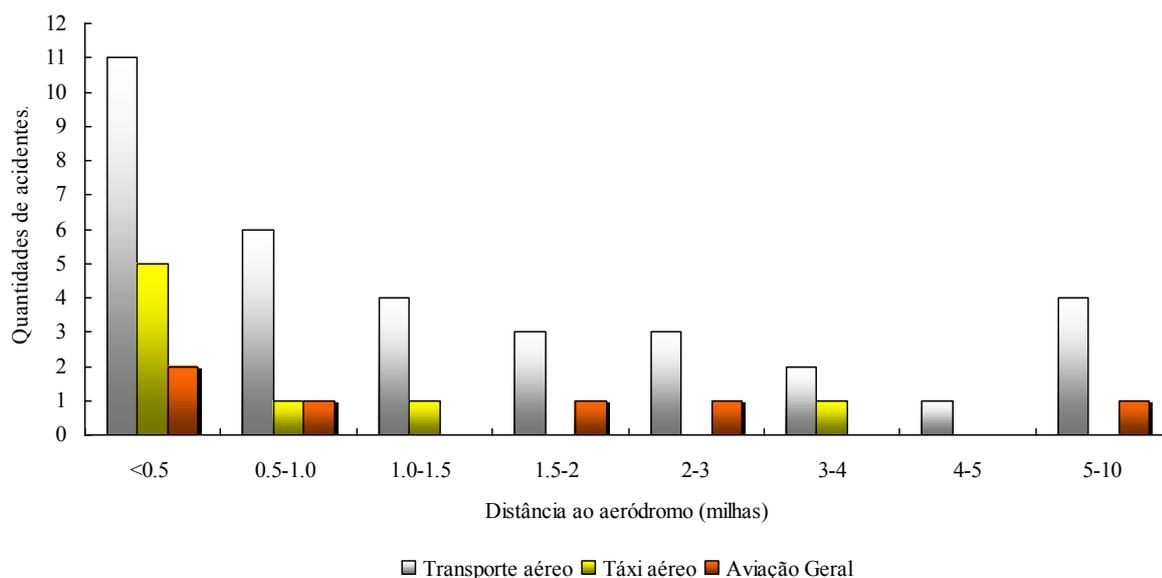


Fonte: Cooper; Chira, 1998.

Outra análise, restrita ao território americano para estimar o risco da população com relação a esse tipo de evento, utilizou-se do banco de dados da *National Transportation Safety Board* (NTSB) para avaliar a localização dos acidentes aéreos da aviação civil (comercial e geral) ocorridos no período de 1964 a 1999, na qual identificou a localização de 47 acidentes aéreos, que conforme a Figura 25 ratificam o risco de acidentes aéreos próximos da pista (RABOUW, 2000).

Observa-se, na Figura 25, a superioridade dos acidentes com aeronaves dedicadas ao transporte aéreo público em distâncias muito próximas da pista, particularmente até 01 (uma) NM da cabeceira, quando comparados com os acidentes das aeronaves prestadoras de serviço de táxi aéreo²⁶ e da aviação geral²⁷.

Figura 25 – Localizações dos acidentes, ocorridos nos EUA, que causaram mortes às pessoas externas ao voo, no período 1964-1999.



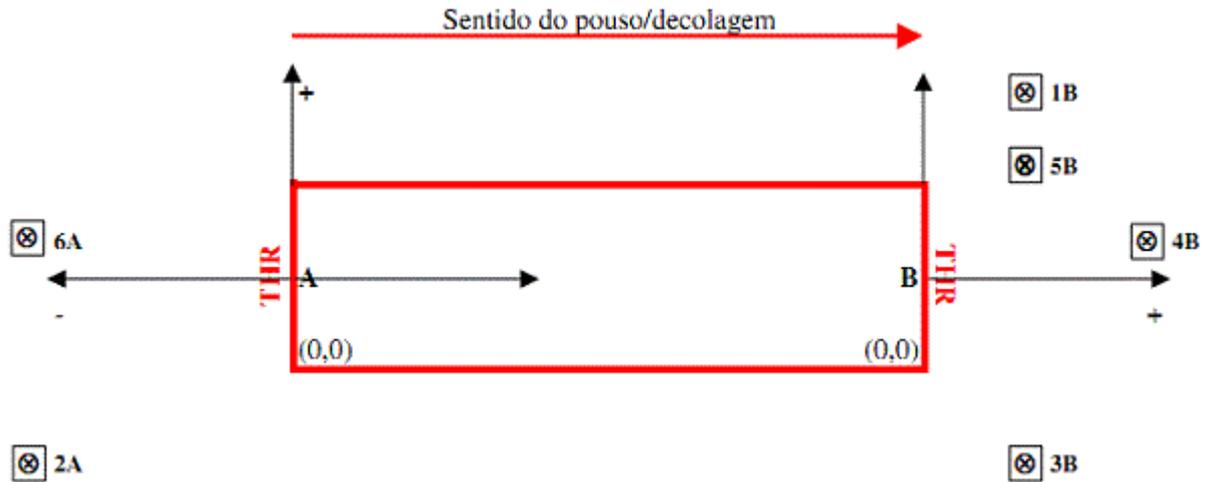
Fonte: Rabouw, 2000.

Valendo-se também da base de dados da NTSB, Wong (2007) identificou 935 acidentes ao utilizar como critérios de análise somente os acidentes ocorridos nos EUA envolvendo aviões com mais de 6.000 libras (2.721 kg) de MTOW e cujos danos materiais e humanos foram considerados graves, onde categorizou essas ocorrências em 06 cenários possíveis, a saber: 1B (*overrun* no pouso); 2A (*undershoot* no pouso); 3B (*overrun* na decolagem); 4B (queda após decolagem e depois da cabeceira oposta); 5B (*undershoot* no pouso antes da cabeceira oposta); e 6A (queda após decolagem e antes da cabeceira em uso), ilustrados pela Figura 26.

²⁶ Segundo o RBAC nº1, aviação geral significa aquela que não envolve aeronave de transporte público (comercial) ou de serviço aéreo especializado. (BRASIL, 2011)

²⁷ Segundo o Código Brasileiro de Aeronáutica, o serviço de táxi aéreo é uma modalidade de transporte público aéreo não regular de passageiro ou carga, mediante remuneração convencionada entre usuário e transportador, visando proporcionar atendimento imediato, independente de horário, percurso ou escala. (BRASIL, 1986)

Figura 26 – Localizações dos acidentes em relação às cabeceiras de pouso ou decolagem.



Fonte: Wong, 2007.

Na Tabela 12 estão apresentadas somente as distâncias longitudinais dos acidentes em relação aos eixos de pista.

Tabela 12 – Quantitativo de acidentes em relação às cabeceiras de pouso ou decolagem.

Cenários	Quantidade	Porcentagem (%)	1ª. Observação	2ª. Observação
1B	70	80	>150 pés (46 m)	X
		40	X	>500 pés (152 m)
2A	78	80	>100 pés (30 m)	X
3B	21	80	>245 pés (75 m)	X
4B	26	80	>1.180 pés (360 m)	X
5B	13	80	>3.300 pés (1.006 m)	X
6A	2	100	= 3.252 pés (991 m)	=9.504 pés (2.897 m)

Fonte: Wong, 2007.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DA LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA

Os benefícios que a construção de um aeroporto pode trazer para uma localidade até então desocupada e distante da área urbana, tais como: energia elétrica; rede de esgoto; abastecimento de água; rede de telefonia; correios; e transportes públicos, alavancam a expansão e o adensamento urbano em sua direção. (COMAER, 2003)

Porém, não demorou muito para ser identificado que determinados usos e ocupações em áreas nos entornos de aeródromos atribuem riscos às suas operações, exigindo-se que restrições (e sua devida fiscalização) sejam impostas à sua vizinhança, a fim de assegurar as crescentes operações e proteger a comunidade ao redor do risco de acidentes aéreos e do incômodo sonoro gerado pelas aeronaves.

Ademais, alguns obstáculos naturais e artificiais inseridos nas localidades já ocasionaram reduções nas distâncias úteis para as operações de pouso e decolagem e alterações nos limites meteorológicos para a sua operação, com prejuízos à total capacidade de um aeródromo. (ICAO, 1983)

A necessidade do controle do uso da terra dentro e fora dos limites de um aeródromo surgiu, portanto, com o próprio desenvolvimento da aviação civil, quando medidas relacionadas aos requisitos físicos das pistas de pouso e decolagem, às alturas dos objetos projetados no espaço aéreo sobre a vizinhança do aeródromo, às atividades capazes de interferir nas comunicações e nos auxílios à navegação e às atividades que produzem luzes e poluentes com potencial de causar acidentes foram estabelecidas. (ICAO, 2002)

O Código Brasileiro do Ar (BRASIL, 1938), ao acompanhar a tendência mundial de regulamentar, de modo eficiente, os progressos alcançados nos primórdios da aviação civil, trouxe em seu art. 133 e § seguintes e art. 135 os seguintes dispositivos, os quais podem ser considerados os precursores das medidas restritivas acima tratadas:

Art. 133. As propriedades vizinhas de aeroportos e aerodromos estão sujeitas a restrições especiais.

§ 1º As restrições a que se refere este artigo são relativas ao aproveitamento da propriedade quanto a instalações, edificações ou culturas que possam embarçar a partida ou chegada de aeronaves.

§ 2º O Governo fixará as zonas em derredor dos aeroportos e aerodromos, dentro das quais as alturas máximas dos obstáculos serão limitadas.

§ 3º O Governo, em cada caso singular, poderá permitir obstáculos com altura maior.

§ 4º As limitações das zonas e dos obstáculos só poderão ser alteradas por proposta do Conselho Nacional de Aeronáutica que, excepcionalmente, restringirá ou dilatará a zona delimitada. [...]

Art. 135. Um plano de restrições ao aproveitamento das propriedades vizinhas será preparado pela autoridade federal competente, para cada aeroporto ou aerodromo,

ouvidos os Ministérios a que o assunto possa interessar e consultadas as autoridades locais, estaduais ou municipais. (BRASIL, 1938)

Anos após, em 1944, foi promulgada em Chicago, EUA, a Convenção de Aviação Civil Internacional, a qual criou a ICAO, passando essa organização a ser reconhecida no Brasil pelo Decreto 21.713 que tornou público todo o conteúdo daquela Convenção (BRASIL, 1946).

Segundo Silva (1991), com o surgimento da ICAO foi possível estabelecer uma regulamentação técnico-jurídica para o desenvolvimento seguro e ordenado da aviação civil entre os países signatários da Convenção, através do acordo comum de *Standards²⁸ and Recommended Practices²⁹* (SARP), os quais constituem os Anexos da Convenção de Chicago.

O Brasil, como signatário dessa Convenção, inclui-se no grupo dos atuais 191 Estados-Membros que se comprometeram, em prol da segurança, regularidade e eficiência da navegação aérea internacional, a colaborar para que as suas operações e seus regulamentos da aviação civil estejam em conformidade com as normas emanadas pela ICAO:

Os Estados Contratantes se comprometem a colaborar a fim de lograr a maior uniformidade possível em regulamentos, padrões, normas e organização relacionadas com as aeronaves, pessoal, aerovias e serviços auxiliares, em todos os casos em que a uniformidade facilite e melhore a navegação aérea. (BRASIL, 1946)

Ainda segundo a ICAO (2016), cada Estado-Membro deve garantir ou se esforçar para alcançar o mais alto nível de conformidade com a Convenção e seus Anexos, sendo que na impossibilidade do seu cumprimento, a notificação à ICAO dos motivos que levaram o Estado a esta decisão obrigatória, de acordo com o art. 38 da norma supracitada:

Se um Estado se vê impossibilitado de cumprir em todos os seus detalhes certas normas ou processos internacionais, ou de fazer que seus próprios regulamentos e práticas concordem por completo com as normas e processos internacionais que tenham sido objeto de emendas, ou se o Estado considerar necessário adotar regulamentos e práticas diferentes em algum ponto dos estabelecidos por normas internacionais, informará imediatamente a Organização Internacional de Aviação Civil das diferenças existentes entre suas próprias práticas e as internacionais. (BRASIL, 1946)

Atualmente, a aplicabilidade dos SARP é exigida por força do atual Código Brasileiro de Aeronáutica (BRASIL, 1986), que dispõe em seu art. 1º sobre a inclusão de todos os

²⁸ Segundo a ICAO (2013), são padrões ou normas nas quais a aplicação uniforme das especificações de características físicas, configuração, material, desempenho, pessoal ou procedimento é considerada necessária para a segurança ou regularidade da navegação aérea internacional e que, de acordo com a Convenção, os Estados Contratantes deverão se ajustar.

²⁹ Segundo a ICAO (2013), são práticas ou métodos recomendados nas quais a aplicação uniforme das especificações de características físicas, configuração, materiais, desempenho, pessoal ou procedimento é considerada conveniente por razões de segurança, regularidade ou eficiência da navegação aérea internacional e que, de acordo com a Convenção, os Estados Contratantes se esforçarão para se ajustar.

Tratados, Convenções e Atos Internacionais dos quais o Brasil seja signatário e demais legislações complementares³⁰ como regulamentos do direito aeronáutico, porém reafirmando, novamente, a obrigatoriedade de restrições quanto ao uso e ocupação do solo:

Art. 43. As propriedades vizinhas dos aeródromos e das instalações de auxílio à navegação aérea estão sujeitas a restrições especiais.

Parágrafo único. As restrições a que se refere este artigo são relativas ao uso das propriedades quanto a edificações, instalações, culturas agrícolas e objetos de natureza permanente ou temporária, e tudo mais que possa embarçar as operações de aeronaves ou causar interferência nos sinais dos auxílios à radionavegação ou dificultar a visibilidade de auxílios visuais.

Art. 44. As restrições de que trata o artigo anterior são as especificadas pela autoridade aeronáutica, mediante aprovação dos seguintes planos, válidos, respectivamente, para cada tipo de auxílio à navegação aérea:

I - Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos;

II - Plano de Zoneamento de Ruído;

III - Plano Básico de Zona de Proteção de Helipontos;

IV - Planos de Zona de Proteção e Auxílios à Navegação Aérea.

§ 1º De conformidade com as conveniências e peculiaridades de proteção ao vôo, a cada aeródromo poderão ser aplicados Planos Específicos, observadas as prescrições, que couberem, dos Planos Básicos.

§ 2º O Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromos, o Plano Básico de Zoneamento de Ruído, o Plano de Zona de Proteção de Helipontos e os Planos de Zona de Proteção e Auxílios à Navegação Aérea serão aprovados por ato do Presidente da República.

§ 3º Os Planos Específicos de Zonas de Proteção de Aeródromos e Planos Específicos de Zoneamento de Ruído serão aprovados por ato do Ministro da Aeronáutica e transmitidos às administrações que devam fazer observar as restrições.

§ 4º As Administrações Públicas deverão compatibilizar o zoneamento do uso do solo, nas áreas vizinhas aos aeródromos, às restrições especiais, constantes dos Planos Básicos e Específicos.

§ 5º As restrições especiais estabelecidas aplicam-se a quaisquer bens, quer sejam privados ou públicos. (BRASIL, 1986)

Conforme a ICAO (2013), os SARP, que determinam as especificações mínimas dos aeródromos e as restrições aos obstáculos nas suas vizinhanças contidas no Anexo 14 da Convenção (ICAO, 2013), relacionam-se com o código de referência e com o tipo de aproximação do aeródromo, conforme, apresentado, respectivamente, na Tabela 13 e na Tabela 14:

³⁰ Segundo o § 3º do Art. 1º do Código Brasileiro de Aeronáutica (CBA), a legislação complementar é formada pela regulamentação prevista neste Código, pelas leis especiais, decretos e normas sobre matéria aeronáutica. (BRASIL, 1986)

Tabela 13 – Código de Referência de Aeródromo.

Elemento 1 do Código		Elemento 2 do Código		
Número do Código	Comprimento básico de pista requerido pela aeronave	Letra do Código	Envergadura	Distância entre as rodas externas do trem de pouso principal
I	II	III	IV	V
1	Inferior a 800 m	A	Inferior a 15 m.	Inferior a 4,5 m.
2	De 800 m a 1.200 m exclusive	B	De 15 m a 24 m exclusive.	De 4,5 m a 6 m exclusive.
3	De 1.200 a 1.800 m exclusive	C	De 24 m a 36 m exclusive.	De 6 m a 9 m exclusive.
4	1.800 m ou acima	D	De 36 m a 52 m exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
		E	De 52 m a 65 m exclusive.	De 9 m a 14 m exclusive.
		F	De 65 m a 80 m exclusive.	De 14 m a 16 m exclusive.

Fonte: ICAO, 2013.

Tabela 14 – Tipos de Aproximação.

Aproximação	Auxílios por instrumentos	TETO	VISIBILIDADE	ALCANCE VISUAL NA PISTA (RVR) ³¹
VFR	X	1.500 pés (457 m)	5.000 m	X
IFR NÃO PRECISÃO	ILS ³² e/ou MLS ³³	Conforme carta	Conforme carta	X
IFR CAT I	ILS e/ou MLS	60 m ou acima	800 m ou acima	550 m ou acima
IFR CAT II	ILS e/ou MLS	De 30 a 60 m exclusive	X	300 m ou acima
IFR CAT III A	ILS e/ou MLS	De 0 a 30 m exclusive	X	175 m ou acima
IFR CAT III B	ILS e/ou MLS	De 0 a 15 m exclusive	X	De 50 a 175 m exclusive
IFR CAT III C	ILS e/ou MLS	0 m	X	0 m

Fonte: ICAO, 2013.

Conforme a Tabela 13, o código de aeródromo é composto por um número, que varia de 1 a 4, que representam os comprimentos de pistas que as aeronaves requerem basicamente para suas operações, e por uma letra (A até F), que representam as dimensões das aeronaves (envergadura e distância das rodas do trem de pouso), cuja combinação apropriada determinará

³¹ É a distância na qual o piloto de uma aeronave que se encontra sobre o eixo de uma pista pode ver os sinais de superfície da pista, luzes limitadoras da pista ou luzes centrais da pista. (ANAC, 2017)

³² Sistema de precisão que fornece informações eletrônicas de trajetória lateral, longitudinal e vertical a serem utilizadas pelas aeronaves em aproximações para pouso sob condições de operação e visibilidade reduzida. (ANAC, 2017)

³³ Um sistema de pouso por instrumentos operando no espectro de micro-ondas que fornece orientação lateral e vertical para aviões com equipamento de aviação compatível. (ANAC, 2017)

as especificações que um aeródromo deve possuir para a maior aeronave que pretende atender. (ICAO, 2013).

Para fins de exemplificação, no Quadro 2 estão listados alguns aeroportos brasileiros e seus respectivos códigos de referência (CR) e aeronaves mais críticas (ANV) que, em virtude dos números de passageiros transportados, exigem maiores requisitos e parâmetros de segurança operacional pela ANAC.

Quadro 2 – Dimensões das pistas (RWY), código de referência (CR), aeronave crítica (ANV) e tipos de aproximação (APROX) dos aeródromos (AD) civis públicos que processaram mais de 1 milhão de passageiros.

AD	RWY						CR	ANV	APROX
	CAB	C	L	CAB	C	L			
SBBR	11L/29R	3200 m	45 m	11R/29L	3300 m	45 m	4E	4E	IFR CAT I
SBCF	16/34	3000 m	45 m	-	-	-	4E	4E	IFR CAT I (16) / IFR NPA (34)
SBCT	15/33	2218 m	45 m	11/29	1798 m	45 m	4E	4E ⁽²⁾	IFR CAT II (15) / IFR CAT I (33) / IFR NPA (11;29)
SBFZ	13/31	2545 m	45 m	-	-	-	4E	4E	IFR CAT I (13) / IFR NPA (31)
SBGL	10/28	4000 m	45 m	15/33	3180 m	47 m	4E	4E ⁽²⁾	IFR CAT II (10) / IFR CAT I (28;15) / IFR NPA (33)
SBGR	9L/27R	3700 m	45 m	9R/27L	3000 m	45 m	4E	4E ⁽²⁾	IFR CAT III-A(09R) / IFR CAT II (09L) / IFR CAT I (27L;27R)
SBKP	15/33	3240 m	45 m	-	-	-	4E	4E ⁽²⁾	IFR CAT I (15) / IFR NPA (33)
SBPA	11/29	2280 m	45 m	-	-	-	4E	4E	IFR CAT II (11) / IFR NPA (29)
SBRF	18/36	3007 m	45 m	-	-	-	4E	4E	IFR CAT I (18) / IFR NPA (36)
SBRJ	2R/20L	1323 m	42 m	2L/20R	1260 m	30 m	(1)	(1)	IFR NPA (02R;20L;20R) / VFR (2L)
SBSP	17R/35L	1940 m	45 m	17L/35R	1495 m	45 m	(1)	(1)	IFR CAT I (17R;35L) / IFR NPA (17L;35R)
SBSV	10/28	3003 m	45 m	17/35	1518 m	45 m	4E	4E	IFR CAT I (10;28) / VFR (17;35)

Fonte: ANAC, 2017.

Notas:

(1) Processo de Certificação Operacional³⁴ em andamento.

(2) Operações da aeronave Boeing 747-8 ou A380 são permitidas, de acordo com os procedimentos especiais descritos no Manual de Operações do Aeródromo³⁵ aprovado pela ANAC.

Por fim, apresenta-se no Quadro 3 a relação dos 33 aeroportos brasileiros mais movimentados no período 2012-2016, onde todos do Quadro 2 estão entre os aeroportos com os maiores movimentos de tráfego aéreo, sendo que, somente em 2016, 46% dos totais de movimentos³⁶ concentraram-se em 06 (seis) aeroportos, todos localizados nas Regiões Metropolitanas do Rio de Janeiro e São Paulo. (COMAER, 2017)

³⁴ Segundo o RBAC nº139, o Certificado Operacional de Aeroporto é o documento emitido pela ANAC que autoriza o detentor a operar o referido aeroporto conforme o *Manual de Operações de Aeródromo* (MOPS) aprovado pela ANAC. (BRASIL, 2009, 2015)

³⁵ Segundo o RBAC nº139, o Manual de Operações de Aeródromo (MOPS) é o documento ou conjunto de documentos elaborado pelo operador de aeródromo, contendo as regras, padrões e práticas adotadas no sítio aeroportuário. (BRASIL, 2009, 2015)

³⁶ Referem-se aos pousos, decolagens, cruzamentos (sobrevos) e toques e arremetidas. (COMAER, 2017)

Quadro 3 – Números de movimentos³⁷ nos aeroportos brasileiros de interesse para o controle do espaço aéreo brasileiro, período 2012-2016.

	2012	2013	2014	2015	2016
SBGR	279.036	290.436	310.690	299.457	272.141
SBSP	227.240	222.902	216.133	221.534	219.746
SBBR	203.951	195.260	200.409	199.246	172.483
SBRJ	169.744	157.117	150.575	139.561	120.265
SBGL	166.053	155.126	151.282	141.549	131.168
SBMT	152.711	137.314	121.229	110.281	84.509
SBKP	118.808	131.240	135.319	131.537	119.163
SBJR	133.512	127.947	113.782	91.352	72.475
SBSV	129.209	116.008	114.834	106.321	84.317
SBCF	121.467	110.747	108.295	114.762	100.231
SBPA	97.979	95.629	94.898	90.499	82.242
SBRF	87.769	86.284	79.805	75.973	72.613
SBCT	90.667	85.515	82.841	79.084	70.032
SBFZ	81.161	81.034	74.704	66.151	56.810
SBBH	76.803	68.531	66.711	53.523	45.276
SBGO	77.432	66.966	70.044	71.520	67.639
SBFL	64.386	64.528	61.656	55.789	53.088
SBVT	66.204	63.697	64.892	63.025	50.959
SBBE	62.567	62.372	61.905	57.859	44.994
SBEG	59.505	56.742	56.596	50.097	39.589
SBNT³⁸	41.559	47.940	40.446	-	-
SBRP	53.560	47.413	42.697	41.145	39.677
SBCG	51.242	46.408	46.829	40.630	30.562
SBUL	34.254	32.931	35.353	33.681	29.336
SBNF	31.305	31.738	32.490	34.567	32.889
SBLO	34.964	31.112	28.916	27.576	34.091
SBSL	33.810	30.764	28.466	25.538	20.410
SBSJ	27.049	25.250	23.085	18.168	26.754
SBMO	21.875	24.944	21.284	20.177	20.560
SBFI	21.044	19.856	19.922	21.127	19.405
SBPJ	19.222	19.855	18.141	15.497	12.757
SBJV	12.845	12.549	16.067	13.857	13.891
SBUR	9.907	8.281	9.342	7.298	6.456
TOTAL	2.858.840	2.754.436	2.699.638	2.518.381	2.246.528

Fonte: COMAER, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017.

No próximo capítulo serão resumidos os atuais requisitos e restrições, para os aeródromos e suas vizinhanças, prescritos pela ICAO e FAA, identificando-se algumas diferenças normativas existentes entre esses e os da legislação nacional.

³⁷ O conceito de movimento utilizado nos Anuários Estatísticos de Tráfego Aéreo se refere aos pousos, decolagens, cruzamentos (sobrevoos) e toques e arremetidas ocorridos nos aeródromos.

³⁸ Devido à inauguração do Aeroporto de São Gonçalo do Amarante (RN), seus dados de 2015-16 foram baixos.

4 REQUISITOS FÍSICOS DE AERÓDROMOS

4.1 SEGUNDO O ANEXO 14 DA CONVENÇÃO DE CHICAGO

4.1.1 RUNWAYS

A *Runway* ou Pista (RWY) é uma área no aeródromo preparada para as operações de pouso e decolagem, cujas larguras foram padronizadas pela ICAO e adotadas sem diferenças pelo Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC) nº 154 (BRASIL, 2009, 2012), por meio dos códigos de referência dos aeródromos, conforme apresenta a Tabela 15. (ICAO, 2013)

Tabela 15 – Largura das pistas

NÚMERO DO CÓDIGO	LETRA DO CÓDIGO					
	A	B	C	D	E	F
1 ^(a)	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2 ^(a)	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

Fonte: ICAO, 2013.

(a) A largura de uma pista de aproximação de precisão não deve ser inferior a 30 m, quando o número de código for 1 ou 2.

4.1.2 RUNWAY STRIPS

A *Runway Strip* ou Faixa de pista (STRIP) é uma área estabelecida pela ICAO que, conforme Figura 27, envolve toda a pista e a Zona de Parada (SWY), com o objetivo de reduzir danos às aeronaves durante as saídas de pista e protegê-las durante os voos baixos sobre essa área. (ICAO, 2013)

Figura 27 – Ilustração da faixa de pista.



Fonte: Airsight, 2017.

A dimensão requisitada para a faixa de pista de um aeródromo depende do código de referência e do tipo de aproximação do aeródromo, conforme resume a Tabela 16:

Tabela 16 – Dimensões das extensões horizontais e laterais das faixas de pista.

NÚMERO DO CÓDIGO	APROXIMAÇÃO VISUAL (VFR)	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE NÃO PRECISÃO	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE PRECISÃO
1	30 m x 30 m*	60 m x 75 m*	60 m x 75 m**
2	60 m x 40 m*	60 m x 75 m*	60 m x 75 m**
3	60 m x 75 m*	60 m x 150 m*	60 m x 150 m**
4	60 m x 75 m*	60 m x 150 m*	60 m x 150 m**

Fonte: ICAO, 2013.

* Extensões laterais mínimas recomendadas, a partir do prolongamento do eixo de pista.

** Extensões laterais mínimas obrigatórias, ou sempre que possível maiores, a partir do prolongamento do eixo de pista.

Com relação aos objetos situados na faixa de pista, a ICAO (2013) padroniza que, durante as operações na pista, nenhum objeto móvel ou fixo, que não seja um auxílio visual requerido para o tipo de aproximação ou para a segurança operacional e que obedeça aos critérios de frangibilidade³⁹, deverá ser permitido dentro de uma porção central da faixa de pista quando uma aeronave estiver executando um procedimento IFR de precisão, sendo que a largura dessa porção obedecerá aos seguintes requisitos: 77,5 m dos eixos de pistas IFR de categorias I, II ou III, nas quais o código for 4F; 60 m dos eixos de pistas IFR de categorias I, II ou III, nas quais o código for 3 ou 4; e 45 m dos eixos de pistas de categoria I, nas quais o código for 1.

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº 154 (BRASIL, 2009, 2012) utilizou-se das mesmas medidas da Tabela 16, porém, quanto à largura da área, nota-se que a ICAO foi mais taxativa para as pistas IFR de precisão ao estabelecer que:

Sempre que seja possível, toda faixa de pista que inclui uma pista de aproximação de precisão se estenderá lateralmente até uma distância de pelo menos: 150 m, quando os números de código de pista for 3 ou 4; e 75 m, quando os números de código de pista for 1 ou 2. (ICAO, 2013, p. 3-11)

Nesse caso da norma internacional, entende-se como uma obrigação que a largura da faixa de pista tenha tamanho igual ou maior do que 300 m, sempre que a condição da lateral da pista assim permitir, enquanto que o RBAC nº 154 prevê, para as pistas IFR de precisão, larguras das faixas de pistas da seguinte maneira:

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

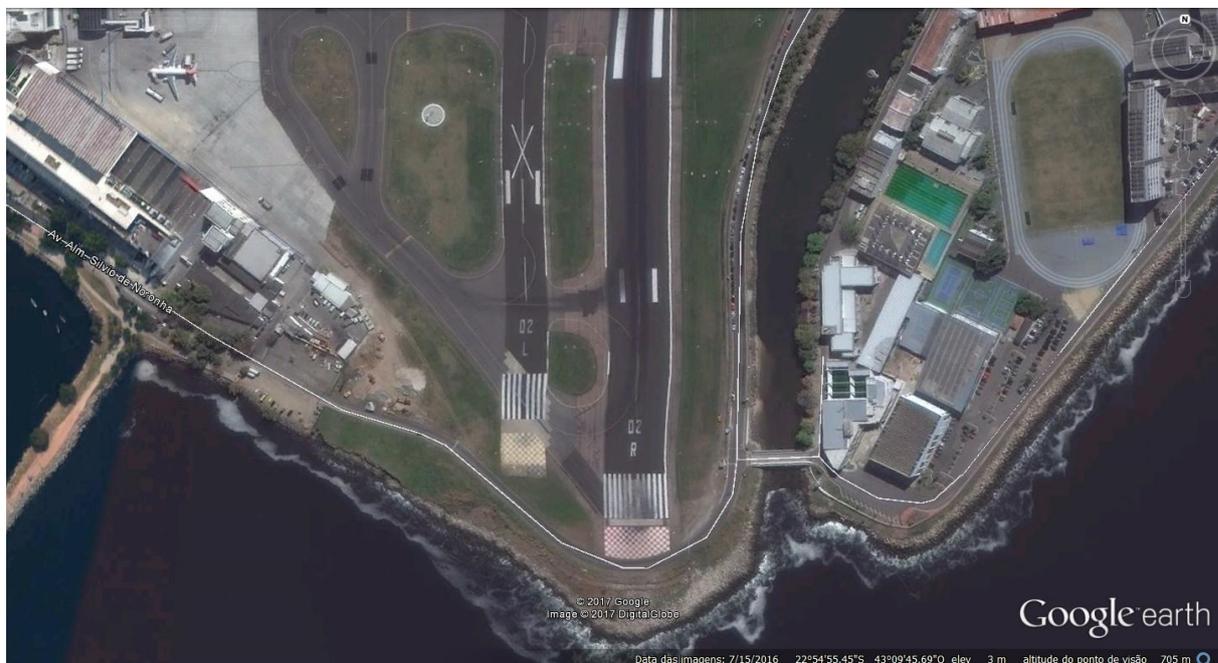
³⁹ Um objeto é frangível quando este possui pouca massa e é projetado para quebrar-se, distorcer-se ou ceder mediante impacto, de modo a apresentar menor perigo às aeronaves.

mínimo: 150 m, onde o número de código for 3 ou 4; e 75 m, onde o número de código for 1 ou 2. (BRASIL, 2009, 2012, grifo nosso)

Portanto, a possibilidade da interpretação de que as faixas de pistas podem ter larguras menores, por qualquer seja a “inviabilidade”, sugere uma desobrigação para que essas áreas tenham larguras maiores, independentemente da viabilidade física para o cumprimento da norma.

A Figura 28 exemplifica situação em que uma via pública que dá acesso à Escola Naval cruza a faixa de pista da pista 02 R do Aeroporto Santos Dumont, causando prejuízos operacionais e eventuais incidentes.

Figura 28 – Avenida ao lado da cabeceira do Aeroporto Santos Dumont.



Fonte: Google Earth, 2017.

4.1.3 RUNWAY END SAFETY AREA

A *Runway End Safety Area* (RESA) ou Área de Segurança de Fim de Pista é uma área prevista nas extremidades da faixa de pista com o propósito de reduzir os danos às aeronaves envolvidas em ocorrências de *overrun* ou *undershoot*. (ICAO, 2013)

Nos aeródromos em que as aeronaves requerem mais de 1.200 m de comprimento de pista ou que operam com aproximação IFR, as RESAs são exigidas com uma extensão mínima de 90 m, sendo que nas pistas IFR suas larguras devem ter no mínimo o dobro da largura das pistas.

A Tabela 17 apresenta, em complemento a essa padronização, as dimensões recomendadas pela ICAO para as RESAs, que também dependem do código de referência e do tipo de aproximação para o aeródromo.

Tabela 17 – Dimensões padronizadas e recomendadas das RESAs pela ICAO.

Número do código	APROXIMAÇÃO VISUAL (VFR)	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE NÃO PRECISÃO	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE PRECISÃO
1	(30 m x (**))*	90 m (120 m)* x (**)	90 m (120 m)* x (**)
2	(30 m x (**))*	90 m (120 m)* x (**)	90 m (120 m)* x (**)
3	90 m (240 m)* x (**)	90 m (240 m)* x (**)	90 m (240 m)* x (**)
4	90 m (240 m)* x (**)	90 m (240 m)* x (**)	90 m (240 m)* x (**)

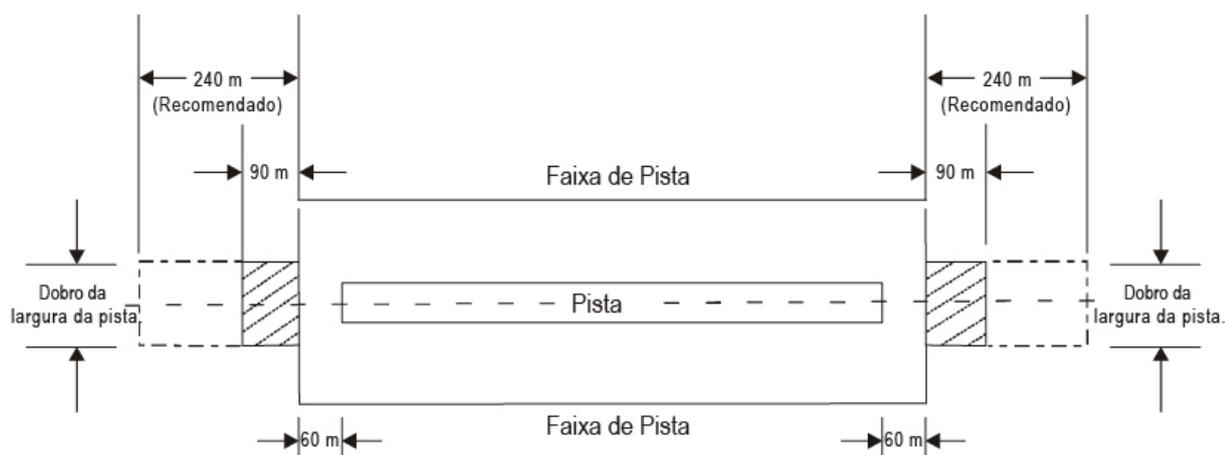
Fonte: ICAO, 2013.

*Dimensões mínimas recomendadas, na medida do possível, tendo como referência o prolongamento do eixo de pista.

**Extensões laterais recomendadas, sempre que possível, iguais às das faixas preparadas de pista⁴⁰.

A representação gráfica das dimensões das faixas de pistas e das dimensões padrões e recomendadas das RESAs para as pistas de códigos 3 ou 4 podem ser observadas na Figura 29.

Figura 29 – Área de Segurança de Fim de Pista para um aeródromo de código 3 ou 4.



Fonte: ICAO, 2013.

No Brasil, o RBAC nº 154 (BRASIL, 2009, 2012), conforme resumido na Tabela 18, desobrigou a implantação de RESAs para as pistas com aproximações visuais de códigos 1 e 2. No entanto, essas são exigidas para todas as pistas de códigos 3 e 4 e para as pistas de códigos 1 e 2 com aproximação por instrumentos, porém suas dimensões serão maiores para as pistas construídas após a aprovação da última emenda de regulamento supracitado.

⁴⁰ Porção de uma faixa de pista de pouso e decolagem nivelada e construída com capacidade de suporte adequada de forma a minimizar os riscos no caso de uma aeronave sair acidentalmente da pista. (ANAC, 2017)

Tabela 18 – Dimensões das RESAs na legislação aeronáutica brasileira.

Número do código	APROXIMAÇÃO VISUAL (VFR)	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE NÃO PRECISÃO	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS (IFR) DE PRECISÃO
1	—	90 ou 120 m* x **	90 ou 120 m* x **
2	—	90 ou 120 m* x **	90 ou 120 m* x **
3	90 ou 240 m* x **	90 ou 240 m* x **	90 ou 240 m* x **
4	90 ou 240 m* x **	90 ou 240 m* x **	90 ou 240 m* x **

Fonte: Brasil, 2009, 2012.

*Comprimentos mínimos para as pistas construídas a partir da data de publicação do RBAC nº 154 (26 jun. 2012).

**Extensões laterais iguais às das faixas de pista, para as pistas construídas a partir da data de publicação do RBAC nº 154 (26 jun. 2012), sendo que, antes dessa data, iguais ao dobro da largura da pista.

Para fins de exemplificação, apresenta-se na Figura 30 uma pista com uma RESA que se estende sobre o mar e constituída de material capaz de parar uma aeronave durante o pouso que, porventura, venha ultrapassar o limite da pista.

Figura 30 – RESA da cabeceira 33 do Aeroporto Internacional de Logan (EUA).



Fonte: WHITE, 2017.

4.1.4 CLEARWAY E STOPWAY

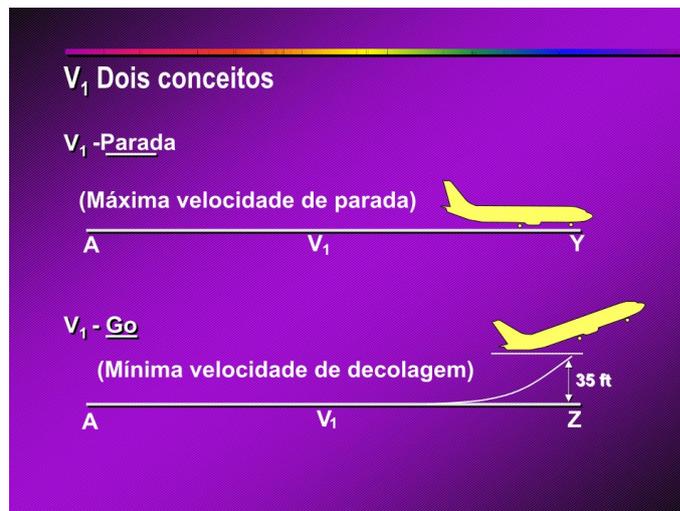
As aeronaves, para a realização segura de suas operações nos aeródromos, exigem comprimentos de pistas que sejam suficientes para que, nas decolagens, as aeronaves possam suspender ou concluir esse procedimento com segurança. (ICAO, 2013)

Sendo assim, segundo as leis da física, quanto maior for a velocidade de uma aeronave, maior será a distância necessária para que essa consiga parar e menor será a distância para que sua decolagem seja concluída, enquanto que em velocidades baixas essas relações são inversas.

Resumidamente, de acordo com a Figura 31, em uma decolagem normal, uma aeronave ingressa na pista numa posição (A) e com os dois motores começa a decolagem, até o momento que atinge determinada velocidade (V_1) em que, caso ocorra uma perda súbita e total da potência de um dos motores e o piloto for capaz de identificá-la imediatamente, esse terá que decidir entre parar a aeronave ou continuar a corrida de decolagem. (GOLDNER, 2012)

Segundo essa autora, caso o piloto opte em suspender a decolagem, a aeronave irá frear até parar num ponto Y, sendo AY a distância máxima para a aceleração e parada (ASDA), mas caso o piloto escolha prosseguir a decolagem, com um motor inoperante, a aeronave irá levantar voo sobre um ponto Z a 35 pés (10,7 m) de altura. Nesse último caso, AZ será a distância mínima necessária para que uma aeronave decole sem um dos motores.

Figura 31 – Velocidade de decisão (V_1)



Fonte: Boeing, 2002.

Goldner (2012) ressalta, ainda, que a decisão de decolar ou frear irá depender da percepção e da adequada resposta do piloto para o evento de perda de motor, sendo necessário que seja estabelecida uma velocidade (V_1) que assegure que a aeronave possa tanto parar ou decolar com um único motor dentro dos limites de pista, o que exige que o ponto de parada (Y) e o ponto de decolagem (Z) sejam coincidentes.

Apesar do risco da falha de um dos motores durante a decolagem ser remoto, a ICAO (2013) recomenda a implantação de *Stopways* (SWY) ou Zonas de Parada e *Clearways* (CWY) ou Zonas Desimpedidas, caso as características físicas do terreno ou as condições econômicas permitirem; porém, segundo a FAA (2014), essas áreas permitem que, em situações normais de operação, as aeronaves mais pesadas possam decolar ou interromper a decolagem com mais segurança.

Quanto aos seus parâmetros físicos, a recomendação da ICAO (2013) é que as SWYs tenham a mesma largura da pista e que seu comprimento dependa da diferença entre a distância de aceleração-parada da aeronave mais crítica⁴¹ e do comprimento da pista (distância para decolagem ou a distância para pouso, a que for maior), devendo essa suportar o peso crítico das aeronaves para a qual estão autorizadas a operar, sem causar danos estruturais.

Todavia, a CWY abrange uma área maior localizada na cabeceira oposta de decolagem, com um comprimento limitado até a metade da pista de decolagem e largura recomendada de pelo menos 150 m (500 pés), sobre a qual uma aeronave pode realizar parte da sua subida inicial sobre uma rampa limitadora de 1,25% (1/80) que restringe a altura dos objetos, apesar de suas remoções serem recomendadas. (ICAO, 2013)

Considerando, portanto, que as SWYs e CWYs estão associadas à uma pista, as seguintes distâncias declaradas, conforme o Quadro 4, são utilizadas para os cálculos de pouso e decolagem.

Quadro 4 – Distâncias declaradas de pista.

TORA	Pista disponível para corrida de decolagem.	Comprimento utilizado para corrida no solo de uma aeronave que decola.
TODA	Distância disponível para decolagem.	Comprimento da pista disponível para decolagem, mais extensão da CWY, se disponível.
ASDA	Distância disponível para aceleração e parada.	Comprimento da pista disponível para corrida de decolagem, mais extensão da SWY, se disponível.
LDA	Distância disponível para pouso	Comprimento declarado de pista disponível para a corrida no solo de uma aeronave que pouso.

Fonte: ICAO, 2013.

Através das fotografias aéreas da Figura 32, torna-se possível verificar a importância dessas distâncias, levando-se em consideração o ambiente da sua vizinhança.

⁴¹ Aeronave em operação, ou com previsão de operar em um aeródromo, que demande os maiores requisitos em termos de configuração e dimensionamento da infraestrutura aeroportuária, em função de suas características físicas e operacionais. (ANAC, 2017)

Figura 32 – Exemplos de distâncias declaradas de pista.



Na pista superior da Figura 32, observa-se o exemplo de uma pista não dotada de Zona de Parada (SWY) e Zona Desimpedida (CWY), com a distância disponível de decolagem (TODA) igual à pista disponível para corrida de decolagem (TORA), porém com a distância disponível para pouso (LDA) menor que essas distâncias, devido ao deslocamento da cabeceira (DT) quando esta é utilizada para pouso. Nesse caso, a redução da LDA na cabeceira mais próxima da área urbanizada elevou a altura das aeronaves quando em aproximação, enquanto não prejudicou a sua distância para a decolagem.

Na pista central da Figura 32, tem-se o exemplo de uma pista apenas dotada de CWY, com a distância disponível de decolagem (TODA) maior que a pista disponível para corrida de decolagem (TORA), onde as decolagens a partir da cabeceira ao fundo da imagem são protegidas, em caso de perda de um motor ou qualquer outro tipo de emergência na decolagem, por uma área livre na cabeceira oposta.

Por fim, na pista inferior da Figura 32, observa-se a situação de uma pista apenas dotada de SWY, com a distância disponível para aceleração e parada (ASDA) maior que a TORA, na qual as decolagens feitas a partir da cabeceira ao fundo da imagem são protegidas por uma área preparada na cabeceira oposta, caso o piloto opte pela interrupção da decolagem.

4.2 SEGUNDO A FAA

4.2.1 RUNWAY SAFETY AREA (RSA)

A *Runway Safety Area* (RSA) ou Área de Segurança de Pista é estabelecida pela FAA para mitigar os danos às aeronaves em caso de *undershoot*, *overshoot*⁴² e excursão de pista, proporcionando, também, uma maior acessibilidade aos veículos de emergência ao local da ocorrência no aeródromo (FAA, 2014)

As dimensões da RSA estão relacionadas com o mais alto *Airplane Design Group* (ADG) ou Grupo de Design de Avião, e com a *Aircraft Approach Category* (AAC) ou Categoria de Aproximação de Aeronave, conforme consta, respectivamente, na Tabela 19 e na Tabela 20.

⁴² Pouso além da pista. (ANAC, 2017)

Tabela 19 – Grupo de Design de Avião.

Grupo	Altura da cauda	Envergadura
I	Inferior a 6 m	Inferior a 15 m.
II	De 6 m a 9 m exclusive	De 15 m a 24 m exclusive.
III	De 9 a 13,5 m exclusive	De 24 m a 36 m exclusive.
IV	De 13,5 a 18,5 m exclusive	De 36 m a 52 m exclusive.
V	De 18,5 a 20 m exclusive	De 52 m a 65 m exclusive.
VI	De 20 a 24,5 m exclusive	De 65 m a 80 m exclusive.

Fonte: FAA, 2014.

Tabela 20 – Categoria de Aproximação de Aeronave.

AAC	Vref/Velocidade de Aproximação
A	Velocidade de Aproximação menor do que 91 nós.
B	Velocidade de Aproximação de 91 nós a 121 nós exclusive.
C	Velocidade de Aproximação de 121 nós a 141 nós exclusive.
D	Velocidade de Aproximação de 141 nós a 166 nós exclusive.
E	Velocidade de Aproximação de 166 nós ou mais.

Fonte: FAA, 2014.

Alguns valores das dimensões da RSA estão apresentados na Tabela 21 de acordo com a maior categoria e grupo de aeronave para uma pista:

Tabela 21 – Dimensões da RSA.

Dimensões da RSA ^a	AAC e ADG			
	A/B-I até II	A/B-III	A/B-IV	C/D/E -I até VI
R ^{b,1,2}	600 ft	800 ft	1000 ft	1000 ft
P ^c	600 ft	600 ft	600 ft	600 ft
C ^d	300 ft	400 ft	500 ft	500 ft

Fonte: FAA, 2014.

a. Dimensões considerando uma visibilidade mínima de $\frac{3}{4}$ de milha.

b. Comprimento depois do fim da pista.

c. Comprimento antes da cabeceira.

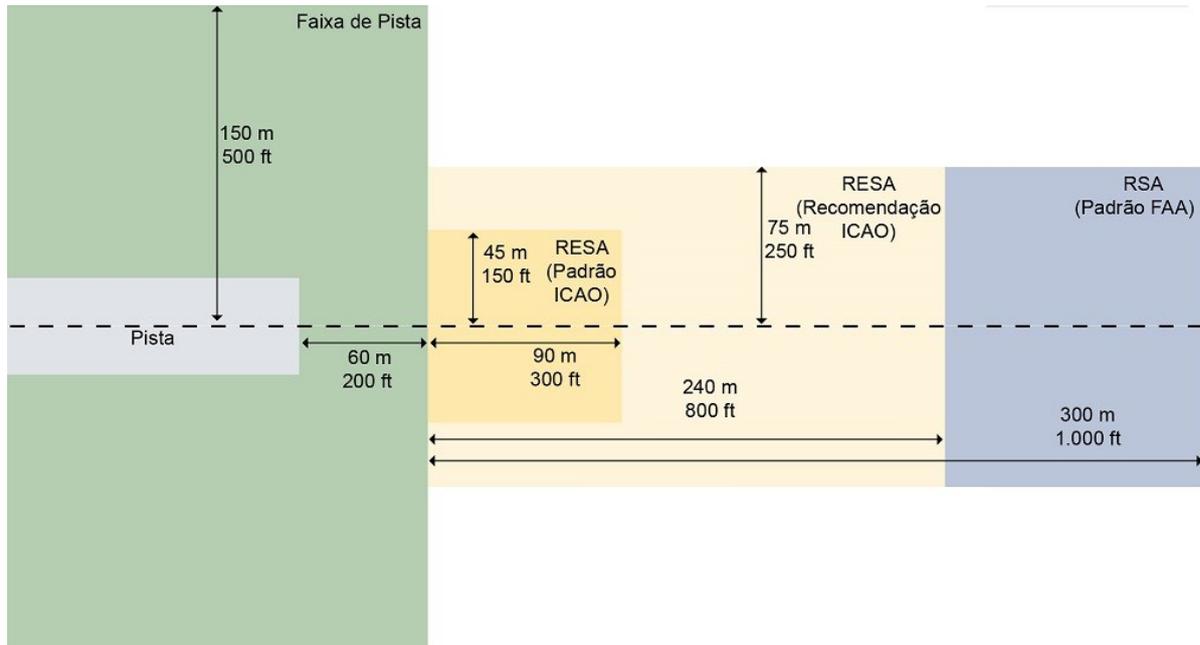
d. Largura

1. O comprimento R começa na extremidade da pista quando essa não possui zona de parada (SWY). Quando uma SWY existe, a RSA começa na sua extremidade.

Comparando as dimensões da RSA da FAA com as da RESA da ICAO, o padrão FAA assegura uma área mais extensa depois do fim da pista de decolagem, inclusive superando o que é recomendado pela ICAO para as pistas de categorias 3 ou 4.

Na Figura 33 estão representadas em escala, na extremidade de uma pista de categoria 3 ou 4, as dimensões da RSA e da RESA, na qual torna possível observar a baixa proteção que o padrão ICAO oferece para uma aeronave que, porventura, venha a ultrapassar a cabeceira da pista durante o pouso ou decolagem, quando comparada com a sua medida recomendada e com o padrão estabelecido para a RSA da FAA.

Figura 33 – Faixa de pista e padrões e recomendações das dimensões da RESA e RSA.



Fonte: Lacagnina, 2008.

4.2.2 RUNWAY PROTECTION ZONE

A *Runway Protection Zone* (RPZ) ou Zona de Proteção de Pista é uma área estabelecida pela FAA com o propósito de melhorar a segurança das pessoas e propriedades no solo, antes de uma cabeceira de uma pista de pouso e após o término da pista de decolagem. (FAA, 2014)

Segundo a FAA (2014), no passado esse requisito de aeródromo buscou apenas impedir a instalação de obstruções potencialmente perigosas para a navegação aérea; mas, posteriormente, devido aos recorrentes acidentes aéreos em áreas residenciais, foi utilizado para restringir os edifícios ou estruturas para reunião pública, com objetivo de proteger as pessoas do solo do incômodo sonoro e do risco de acidentes, tornando-se, inclusive, desejável que os Operadores de Aeródromo⁴³ fossem proprietários das áreas de aproximação e decolagem, pelo menos até os limites da RPZ, para a eliminação de todos os objetos acima do solo, ou no mínimo manter a RPZ livre de todas as atividades incompatíveis, conforme Tabela 22:

⁴³ É toda pessoa natural ou jurídica a quem a ANAC tenha outorgado o direito de administrar ou prestar serviços em aeródromo público ou privado, próprio ou não, com ou sem fins lucrativos. (ANAC, 2017)

Tabela 22 – Usos incompatíveis para áreas abrangidas por RPZ.

Edifícios e estruturas ^(a):	Residências, escolas, igrejas, hospitais ou outras instalações de cuidados médicos, prédios comerciais e industriais.
Uso recreativo do solo ^(a):	Campos de golfe, esportes, parques de diversões, outros locais de reunião pública, etc
Instalações de transporte ^(a):	Instalações ferroviárias (leves ou pesadas, de passageiros ou de carga), rodovias, estacionamentos.
Instalações de depósito de combustível:	Acima e abaixo do solo.
Armazenamento de material perigoso:	Acima e abaixo do solo.
Instalações de tratamento de águas residuais.	
Infraestrutura de serviços públicos acima do solo (subestações elétricas), incluindo Instalações de painéis solares.	

Fonte: FAA, 2012.

(a) Exemplos inclusos, mas não limitados

Suas dimensões estão associadas, principalmente, com a Categoria de Aproximação de Aeronave (AAC) e suas localizações estarão sempre a 200 pés (61 m) do fim da pista, ou além da extremidade da TORA, quando essa for menor que a TODA, numa RPZ de decolagem.

A Tabela 23 apresenta as maiores dimensões das RPZs presentes na legislação da FAA, em que se constata que áreas livres com até 750 m de comprimento são previstas antes de todas as pistas de pouso que operam com procedimentos por instrumentos (IFR) e com visibilidades menores do que $\frac{3}{4}$ de milha (1,2 km).

Tabela 23 – Maiores dimensões da RPZ.

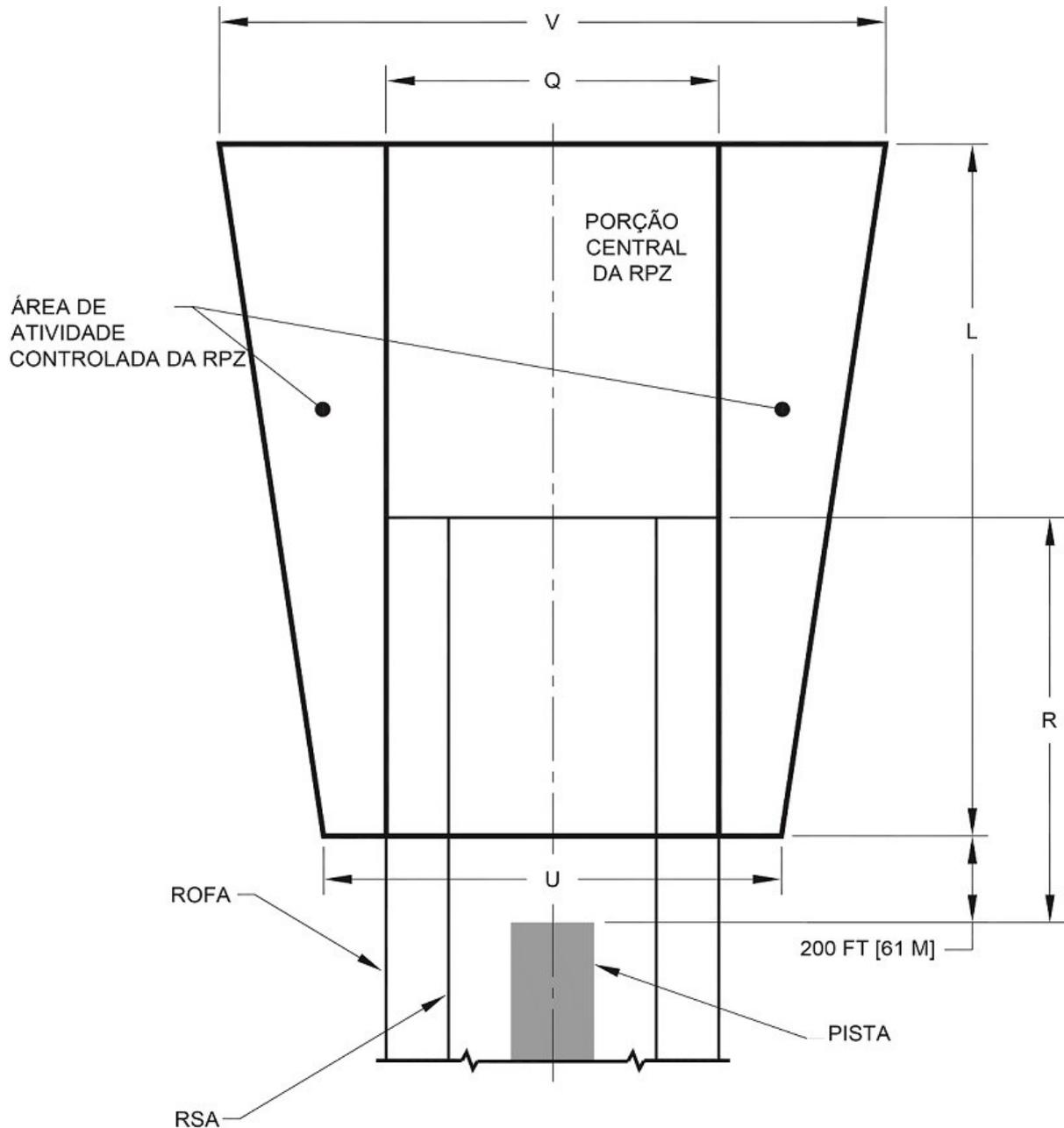
Zona de Proteção de Pista de Aproximação*	A/B - I até IV	C/D/E - I até VI
Comprimento (L)	2,500 ft (750 m)	2,500 ft (750 m)
Largura da Borda Interna (U)	1,000 ft (300 m)	1,000 ft (300 m)
Largura da Borda Externa (V)	1,750 ft (534 m)	1,750 ft (534 m)
Zona de Proteção de Pista de Decolagem*	A/B - I até IV	C/D/E - I até VI
Comprimento (L)	1,000 ft (300 m)	1,700 ft (510 m)
Largura da Borda Interna (U)	500 ft (150 m)	500 ft (150 m)
Largura da Borda Externa (V)	700 ft (210 m)	1,010 ft (303 m)

Fonte: FAA, 2014.

* Dimensões para uma visibilidade menor do que $\frac{3}{4}$ de milha (1.200 m).

Quanto ao seu formato, a área da RPZ, conforme a Figura 34, possui, atualmente, a forma de um trapézio centralizado no prolongamento do eixo de pista que se divide em 03 (três) partes: uma central, onde objetos projetados no espaço são proibidos; e duas laterais, nas quais as atividades são controladas.

Figura 34 – Áreas de Segurança: RPZ, ROFA e RSA.



Fonte: FAA, 2014.

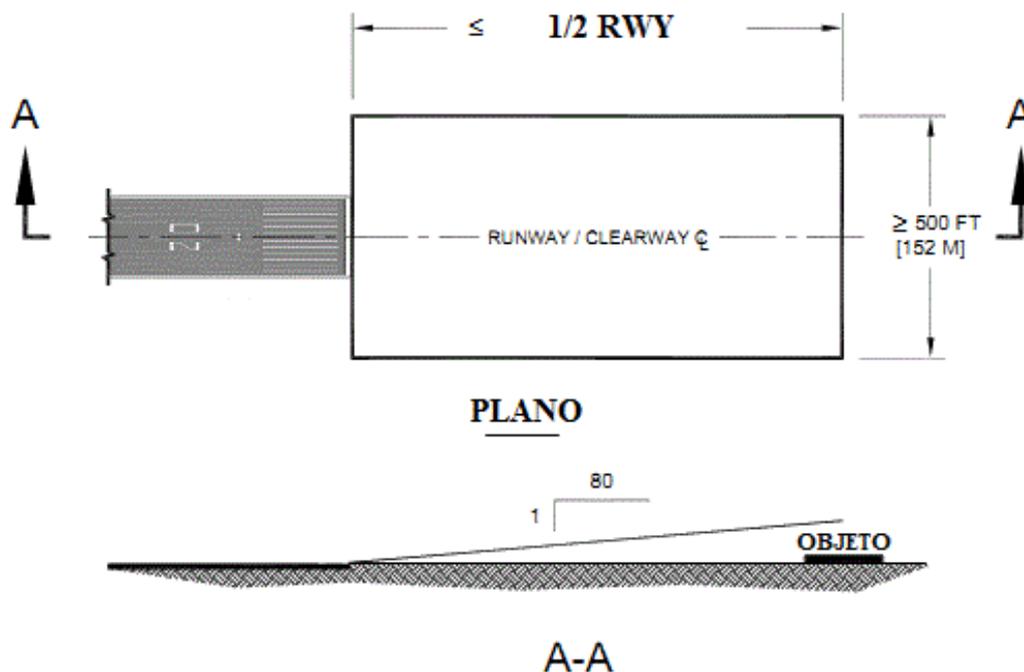
4.2.3 CLEARWAY E STOPWAY

Diferentemente da ICAO, a *Clearway* (CWY) da FAA é um requisito de pista obrigatório, no qual uma porção do espaço aéreo é delimitada por uma área também retangular e inclinada situada no fim de uma pista de decolagem, com uma extensão não maior do que a metade do comprimento da pista e largura de pelo menos 152 m, que se projeta numa rampa também não maior do que 1,25% (80:1), porém, abaixo da qual, a FAA permite a presença de

objetos, até os limites verticais estabelecidos por esse plano, sendo o controle dessa área de responsabilidade do Operador de Aeródromo. (FAA, 2014)

Observa-se na Figura 35 que, comparada com as demais áreas, a CWY determina uma desobstrução no eixo de decolagem ao restringir significativamente a altura das propriedades dentro dos seus limites, assegurando um espaço aéreo livre para as situações de emergência.

Figura 35 – Perfis superior e longitudinal da *Clearway*.



Fonte: FAA, 2014.

Por sua vez, a regra da FAA orienta que as *stopways* (SWYs) tenham larguras não menores do que as das pistas, mas que, devido a sua baixa utilização durante as operações, sua construção tem sido pouco viável.

4.2.4 OBSTACLE FREE ZONE

Como o próprio nome sugere, uma *Obstacle Free Zone* ou Zona Livre de Obstáculo⁴⁴ (OFZ) é um espaço aéreo estabelecido sobre a pista e no seu prolongamento, onde somente os auxílios à navegação que obedecem aos critérios de frangibilidades são permitidos, enquanto

⁴⁴O ICAO também contempla a existência de uma Zona Livre de Obstáculos, definida como o espaço aéreo acima das superfícies de aproximação interna, de transição interna e de pouso interrompido e da parte da faixa de pista limitada por essas superfícies, o qual não deve ser penetrado por qualquer objeto, com exceção dos auxílios à navegação aérea montados em suportes frangíveis. (ICAO, 2013)

os demais obstáculos, inclusive aeronaves, não podem ocupar esse espaço, com a finalidade de proteger os pousos e decolagens, bem como as aproximações perdidas⁴⁵. (FAA, 2014)

Por estar localizada numa área operacional do aeródromo, seu formato dependerá das características de procedimento de aproximação e das aeronaves, podendo, por isso, ser composta pelas seguintes subdivisões: OFZ de pista (ROFZ); OFZ de aproximação interna; OFZ de transição Interna; e OFZ de precisão (POFZ).

4.2.4.1 Zona Livre de Obstáculo de Pista (ROFZ)

De acordo com a FAA (2014), a ROFZ é um espaço aéreo definido por uma área retangular localizada no eixo de uma pista e elevada a 46 m do solo e que se prolonga até 200 pés (61m) das cabeceiras de pistas, cuja largura dependerá do tamanho da aeronave e das características de operação do aeródromo, conforme a Tabela 24:

Tabela 24 – Largura da ROFZ de acordo com o tamanho da aeronave.

TAMANHO DA AERONAVE	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	LARGURA
PEQUENA	Pistas com o mínimo de visibilidade de aproximação menor do que $\frac{3}{4}$ milha (1,2 km)	300 pés (91 m)
	Outras pistas em que a velocidade de aproximação é de 50 nós ou mais	250 pés (76 m)
	Outras pistas em que a velocidade de aproximação é menor do que 50 nós.	120 pés (37 m)
GRANDE ⁴⁶	Sem critérios.	400 pés (122 m)

Fonte: FAA, 2014

4.2.4.2 Zona Livre de Obstáculo de Aproximação Interna

A Zona Livre de Obstáculo de Aproximação Interna é o espaço aéreo localizado no eixo de aproximação para pouso de uma pista que possui um Sistema de Luzes de Aproximação⁴⁷ (ALS), tal como o da Figura 36, que se inicia a 200 pés (61 m) da cabeceira e se estende até 200 pés (61 m) da última unidade de luz do ALS, numa rampa de 2% e da mesma largura da ROFZ.

⁴⁵ Trajetória de um procedimento de aproximação, na qual uma aeronave deverá cumprir caso não obtenha condições favoráveis para pouso. (ANAC, 2017)

⁴⁶ Aeronave com mais de 12.500 libras (5.670 kg) de peso máximo certificado de decolagem. (FAA, 2014)

⁴⁷ Sistema de auxílio visual de aeródromo, que proporciona orientação visual a uma aeronave em processo de pouso, pela emissão de feixes luminosos (raios de luz) direcionais, pelos quais o piloto alinha a aeronave com o eixo da pista na sua aproximação final. (ANAC, 2017)

Figura 36 – Postes do Sistema de Luzes de Aproximação (ALS) do Aeroporto de Congonhas.

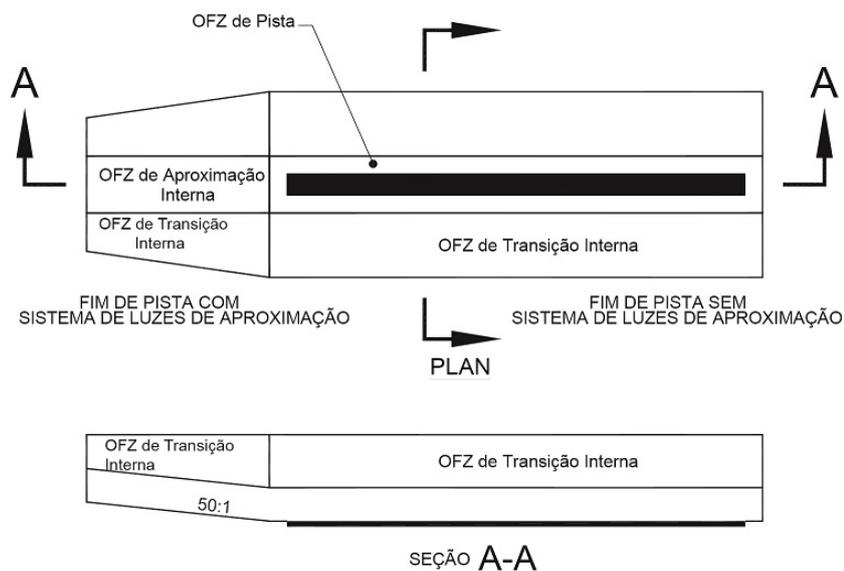


Fonte: Google, 2017a.

4.2.4.3 Zona Livre de Obstáculo de Transição Interna

É uma OFZ aplicada quando a visibilidade de aproximação for menor do que 3/4 de milha (1,2 km), onde as laterais da ROFZ e da OFZ de aproximação interna são delimitadas por rampas que se projetam até determinadas alturas, conforme ilustra a Figura 37. (FAA, 2014)

Figura 37 – OFZs para operações de aeronaves grandes em pistas com menos de 3/4 de milha (1.2 km) de visibilidade mínima de aproximação.



Fonte: FAA, 2014.

As extensões desses espaços dependerão do tamanho da aeronave e do tipo de aproximação, conforme a Tabela 25:

Tabela 25 – Dimensões da Zona Livre de Obstáculo de Transição Interna.

TAMANHO DA AERONAVE	CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS	ALTURA	RAMPA
PEQUENA	Sem critérios.	150 pés ^(a) (46 m)	3:1
		H ^(b)	Vertical
GRANDE	Pistas de aproximação de precisão CAT I.	150 pés ^(a) (46 m)	6:1
		H ^(c)	Vertical
	Pistas de aproximação de precisão CAT II ou III.	H ^(d)	5:1
		150 pés ^(a) (46 m)	6:1

Fonte: FAA, 2014.

(a) Acima da elevação estabelecida para o aeródromo.

(b) Cálculo para altura: H (metros) = $18,4 - 0,094 (S) - 0,003 (E)$, sendo que (S) a maior envergadura de aeronave para a pista e (E) a elevação da cabeceira da pista em relação ao nível do mar.

(c) Cálculo para altura: H (metros) = $16 - 0,13 (S) - 0,0022 (E)$, sendo que (S) a maior envergadura de aeronave para a pista e (E) a elevação da cabeceira da pista em relação ao nível do mar.

(d) Altura referente a um plano vertical localizado numa posição Y (metros) = $132 + 1,08 (S) - 0,024 (E)$, em relação ao centro da pista, sendo que (S) a maior envergadura de aeronave para a pista e (E) a elevação da cabeceira da pista em relação ao nível do mar.

4.2.4.4 Zona Livre de Obstáculo de Precisão (POFZ)

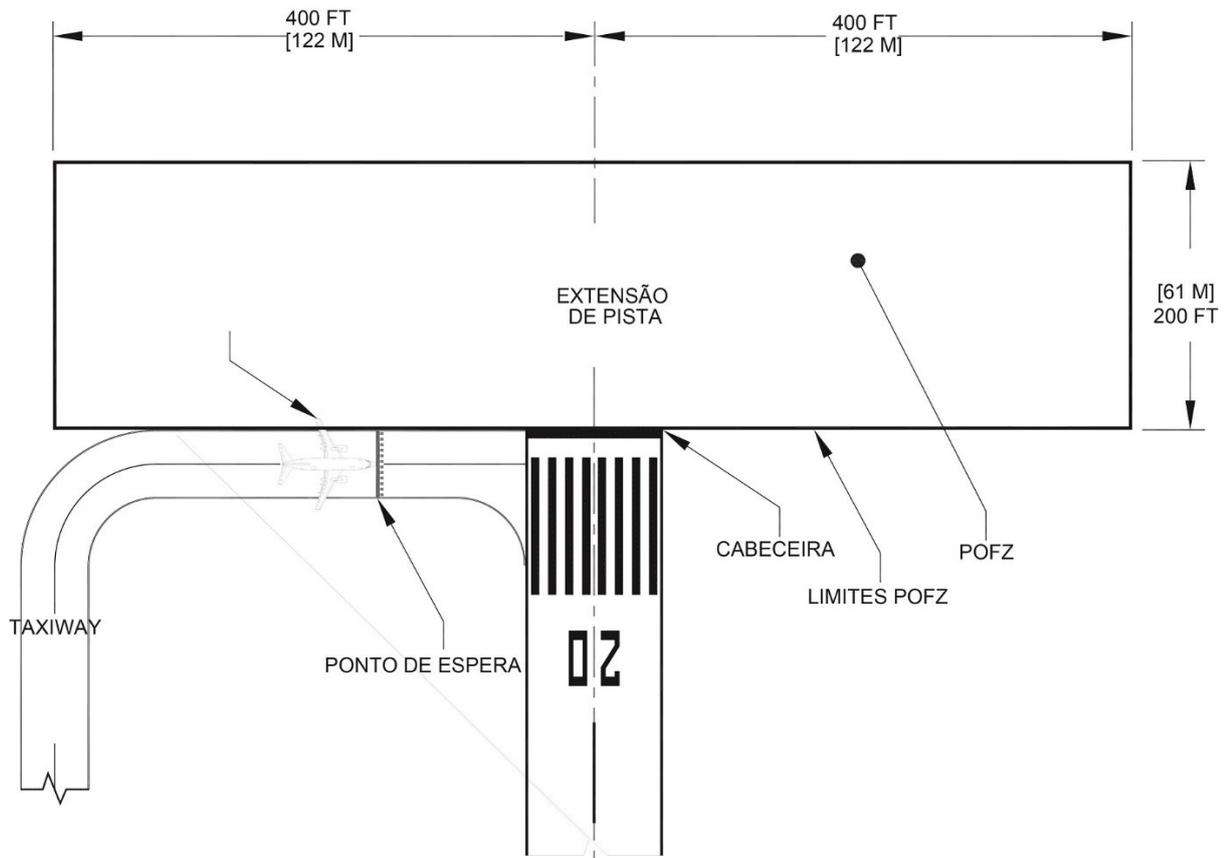
Segundo a FAA (2014), a POFZ define um volume de espaço aéreo que se inicia no término e na mesma elevação da cabeceira de pista, cobrindo uma área de 200 pés (61 m) de largura e 800 pés (244 m) de comprimento que somente é estabelecida quando todas as seguintes condições operacionais encontram-se presentes: quando uma aeronave estiver no GLIDE⁴⁸; quando o teto estiver abaixo de 250 pés (76 m) ou visibilidade menor do que 3/4 de milha (1,2 km) (ou o RVR estiver abaixo de 4.000 pés (1.219 m)); e quando uma aeronave estiver na aproximação final⁴⁹ até 2 milhas náuticas (3,2 km) da cabeceira.

Essa área, quando ativada, não permite que nem mesmo uma aeronave no solo ou em voo adentrem nesse espaço, exceto os pequenos veículos que são necessários para manutenção ou a asa de uma grande aeronave localizada no ponto de espera de uma pista, conforme pode ser observado na Figura 38.

⁴⁸ Componente de um procedimento do ILS que projeta um feixe de rádio para cima num ângulo de aproximadamente 3 ° a partir da extremidade de uma pista. Fornece orientação vertical para aeronaves no curso da aproximação final. (ANAC, 2017)

⁴⁹ O segmento de um procedimento de aproximação IFR no qual são executados o alinhamento e descida para pouso. Esse segmento está compreendido entre: a) o fixo de aproximação final (FAF) e o ponto de início de aproximação perdida (MAPT), para os procedimentos com FAF; e b) o ponto de interceptação da trajetória da aproximação final e o ponto de início de aproximação perdida (MAPT), nos procedimentos sem FAF. (ANAC, 2017)

Figura 38 – OFZ de Precisão.



Fonte: FAA, 2014.

5 RESTRIÇÕES NAS ÁREAS VIZINHAS AOS AERÓDROMOS

5.1 QUANTO À ALTURA DAS PROPRIEDADES

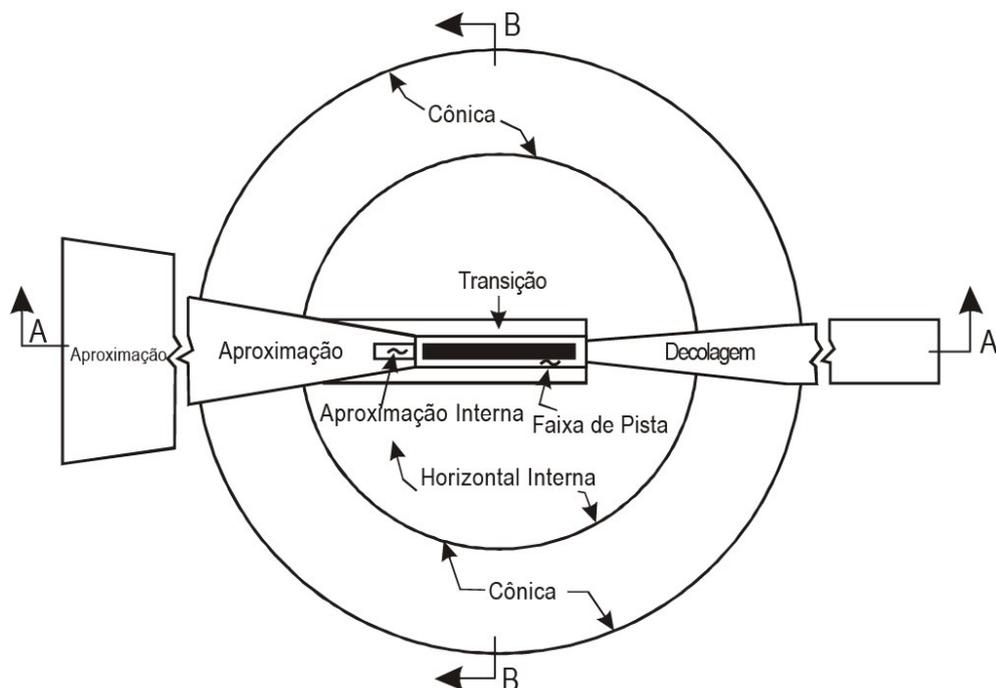
5.1.1 SEGUNDO AS SUPERFÍCIES LIMITADORAS DE OBSTÁCULOS DO ANEXO 14

A fim de preservar a navegação aérea e prevenir a impraticabilidade dos aeródromos em razão do crescimento vertical das cidades, superfícies imaginárias restringem as alturas das estruturas e edificações localizadas lateralmente e ao longo dos eixos de pistas, uma vez que as violações dessas superfícies podem ocasionar efeitos adversos nas operações aéreas em condições normais ou de contingência ou nas características físicas do aeródromo. (ICAO, 2013)

De acordo com o Anexo 14 da Convenção de Chicago (ICAO, 2013), as Superfícies Limitadoras de Obstáculos (OLS) dos aeródromos, onde os objetos não podem ultrapassá-las devido ao risco para a segurança e a regularidade dos voos, são as seguintes: de aproximação; de aproximação interna; de transição; de transição interna; horizontal interna; cônica; de decolagem; e de pouso interrompido.

A Figura 39 ilustra a visão superior das OLS, enquanto na Tabela 26 são apresentadas as dimensões e as rampas dessas superfícies para as pistas IFR de não precisão e de precisão.

Figura 39 – Visão superior das Superfícies Limitadoras de Obstáculos.



Fonte: ICAO, 2013.

Tabela 26 – Dimensões e Rampas das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do Anexo 14.

	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE NÃO PRECISÃO			APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE PRECISÃO		
				CATEGORIAS		
	CÓDIGOS			I	II ou III	
				CÓDIGOS	CÓDIGOS	CÓDIGOS
	1,2	3	4	1,2	3,4	3,4
SUPERFÍCIE CÔNICA						
Rampa	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	60 m	75 m	100 m	60 m	100 m	100 m
SUPERFÍCIE HORIZONTAL INTERNA						
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Raio	3.500 m	4.000 m	4.000 m	3.500 m	4.000 m	4.000 m
SUPERFÍCIE DE APROXIMAÇÃO INTERNA						
Largura	–	–	–	90 m	120 m ^(a)	120 m ^(a)
Distância da Cabeceira	–	–	–	60 m	60 m	60 m
Comprimento	–	–	–	900 m	900 m	900 m
Rampa	–	–	–	2,5%	2%	2%
SUPERFÍCIE DE APROXIMAÇÃO						
Largura da borda interna	150 m	300 m	300 m	150 m	300 m	300 m
Distância da cabeceira	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Divergência (cada lado)	15%	15%	15%	15%	15%	15%
1ª Seção						
Comprimento	2.500 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m
Rampa	3,33%	2%	2%	2,5%	2%	2%
2ª Seção						
Comprimento	–	3.600 m ^(b)	3.600 m ^(b)	12.000 m	3.600 m ^(b)	3.600 m ^(b)
Rampa	–	2,5%	2,5%	3%	2,5%	2,5%
Seção Horizontal						
Comprimento	–	8.400 m ^(b)	8.400 m ^(b)	–	8.400 m ^(b)	8.400 m ^(b)
Comprimento Total	–	15.000 m	15.000 m	15.000 m	15.000 m	15.000 m
SUPERFÍCIE DE TRANSIÇÃO						
Rampa	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
SUPERFÍCIE DE TRANSIÇÃO INTERNA						
Rampa	–	–	–	40%	33,3%	33,3%
SUPERFÍCIE DE POUSO INTERROMPIDO						
Comprimento da borda interna	–	–	–	90 m	120 m ^(a)	120 m ^(a)
Distância da cabeceira	–	–	–	c	1.800 m ^(c)	1.800 m ^(c)
Divergência (cada lado)	–	–	–	10%	10%	10%
Rampa	–	–	–	4%	3,33%	3,33%

Fonte: ICAO, 2014.

(a) Onde a letra do código de referência do aeródromo for “F”, a largura é aumentada para 155m.

(b) Comprimento variável

(c) Ou o final da pista, o que for menor.

Segundo o Anexo 14 (ICAO, 2013), os seguintes padrões obrigatórios são aplicados para as pistas com procedimentos IFR de precisão e não precisão: as dimensões da Tabela 26 não devem ser menos restritivas, exceto o plano da seção horizontal da superfície de aproximação, que pode estar numa altura de 150 m ou mais da cabeceira, a depender da menor altura livre de obstáculos (OCH); os novos objetos e extensões de objetos não serão permitidos acima da superfície de aproximação até 3.000 m da sua borda interna nas pistas IFR de não precisão, ou em toda a extensão dessa superfície nas pistas de precisão, bem como na superfície

de transição de qualquer pista IFR, exceto quando na opinião da autoridade competente objeto irremovível já esteja acima dessas superfícies; e os espaços aéreos acima das superfícies de aproximação interna, transição interna e pouso interrompido, e parte da faixa de pista limitada por essas superfícies, não devem ser penetrados por qualquer objeto fixo, exceto os auxílios à navegação de pouca massa montados em suportes projetados para quebrar-se, deformar-se e ceder-se ao impacto, de modo a oferecer um perigo mínimo para as aeronaves em situação de emergência.

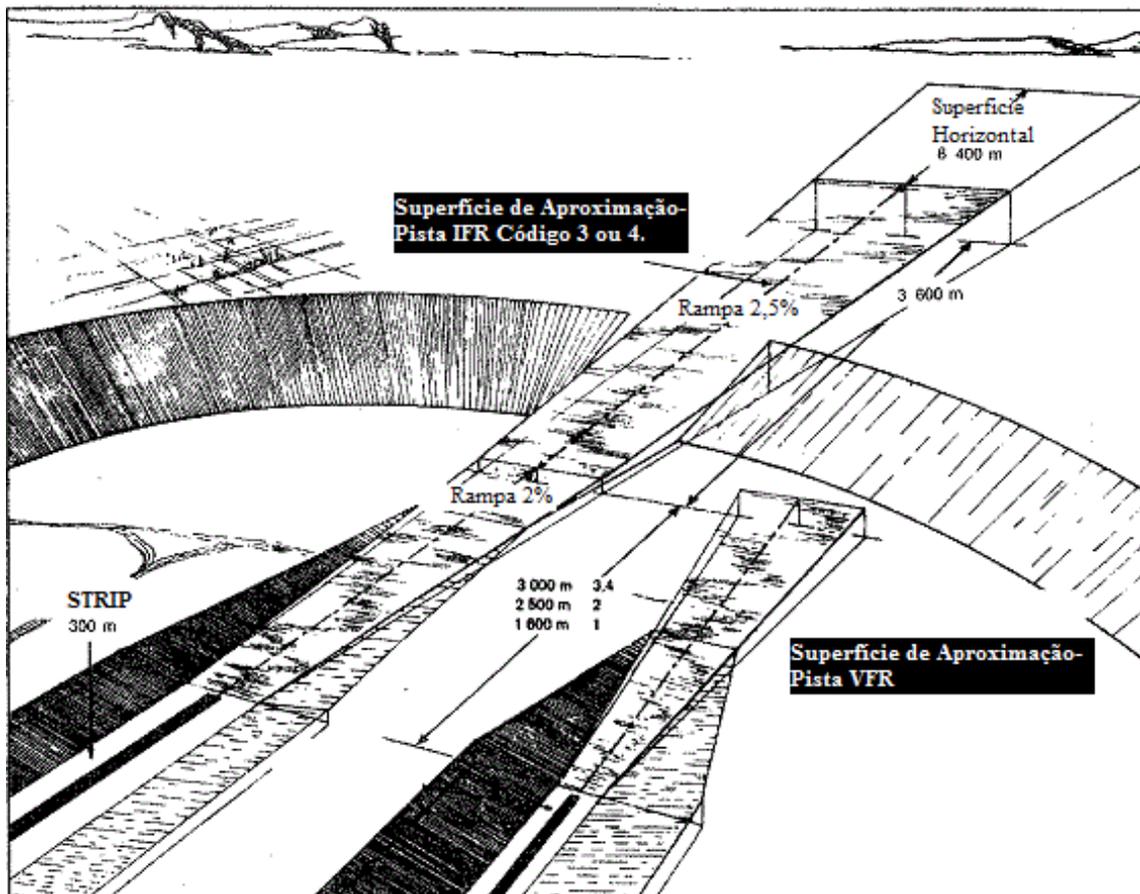
Do mesmo modo, algumas recomendações são feitas para as mesmas pistas: novos objetos e extensões de objetos não deverão ser permitidos acima da superfície de aproximação, depois de 3.000 m das bordas internas das superfícies de aproximação nas pistas IFR de não precisão, ou em toda a sua extensão nas pistas IFR de precisão, bem como nas superfícies cônicas e horizontais internas de qualquer pista IFR, exceto quando na opinião da autoridade competente outro objeto irremovível já esteja acima dessas superfícies ou, após estudo aeronáutico dessa, verificar que o objeto não afeta a segurança e a regularidade das operações; e objetos existentes acima das superfícies de aproximação, transição, horizontal interna e cônica deverão, na medida do possível, serem removidos, exceto quando na opinião da autoridade competente objeto irremovível já esteja acima dessas superfícies ou, após estudo aeronáutico dessa, verificar que o objeto não afeta a segurança e a regularidade das operações. (ICAO, 2013)

5.1.1.1 Superfície de Aproximação

Segundo a ICAO (2013), a superfície de aproximação, juntamente com a superfície de transição, devido às suas localizações em relação à pista, tem o objetivo de manter um espaço aéreo acima dessas superfícies livres de obstáculos para as aeronaves que estão na fase de aproximação final.

Conforme a Figura 40, a seguir, a superfície de aproximação nas pistas IFR de códigos 3 ou 4 projeta-se em forma de cone no prolongamento da aproximação, sendo composta por 02 (duas) superfícies com inclinações diferentes (2% e 2,5%) e uma superfície horizontal a 150 m em relação ao nível da pista, enquanto nas pistas com aproximações visuais (VFR), apenas 01 (uma) superfície inclinada estende-se até 3.000 m nas pistas de códigos 3 ou 4.

Figura 40 – Superfícies de aproximação de pistas IFR e VFR



Fonte: ICAO, 1983.

5.1.1.2 Superfície de Aproximação Interna

Observa-se, no interior da superfície de aproximação da Figura 39, outra Superfície Limitadora de Obstáculo (OLS) prevista somente para as pistas com aproximação IFR de precisão, denominada de superfície de aproximação interna, que se inicia na borda interna da superfície de aproximação, porém com dimensões menores do que essa, criando-se uma limitação mais severa para os obstáculos numa área retangular com no máximo 155 m de largura e 900 m de comprimento. (ICAO, 2013)

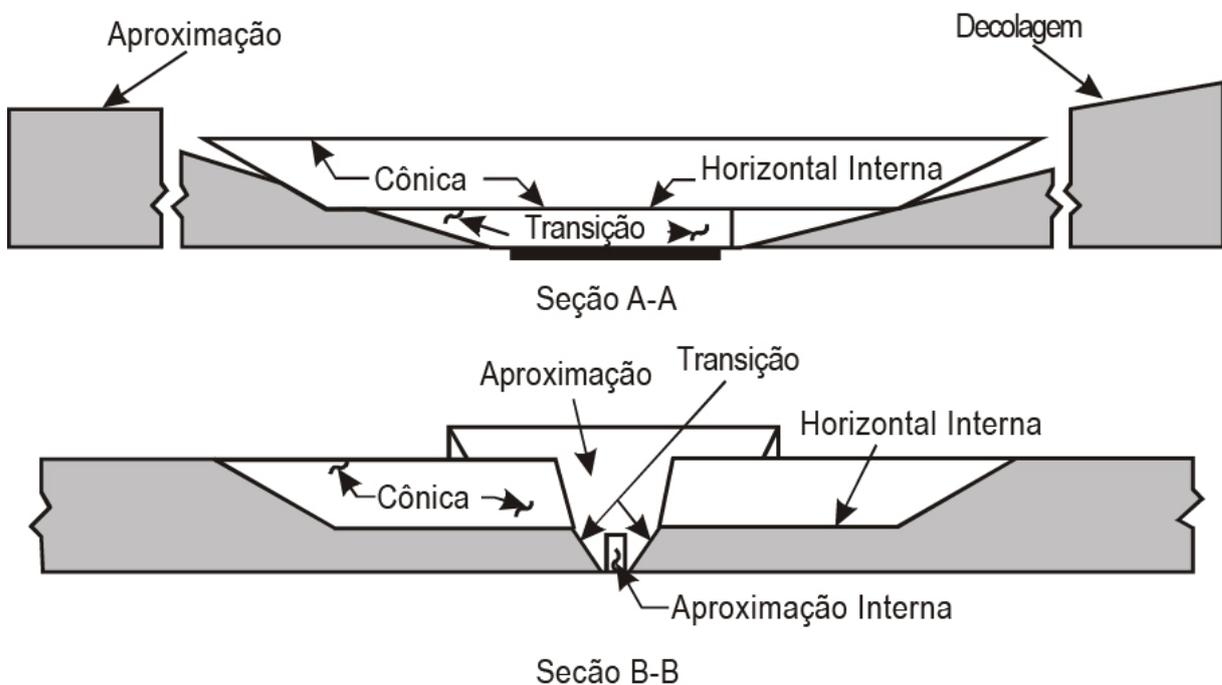
Segundo o Anexo 14 (ICAO, 2013), os espaços aéreos acima dessas superfícies, juntamente com os das superfícies de transição interna e de pouso interrompido, não podem ser violados por qualquer obstáculo fixo, exceção feita somente para os auxílios à navegação frangíveis, sendo os espaços aéreos acima dessas superfícies chamados de Zonas Livres de Obstáculos (OFZ).

5.1.1.3 Superfície de Transição

De acordo com a ICAO (2013), as superfícies de transição possuem rampas de 14,3% ou 20% nas laterais das faixas de pistas que se projetam até atingir o plano da superfície horizontal interna que está elevado à uma altura de 45 m em relação ao aeródromo.

Conforme a seção transversal (B-B) da Figura 39, apresentada na Figura 41, a superfície de transição restringe gradualmente a altura dos objetos situados nas laterais das faixas de pista, que segundo a ICAO (2013) tem como função principal servir de limitação para as edificações nesta área.

Figura 41 – Perfis longitudinal e transversal das superfícies limitadoras de obstáculos.



Fonte: ICAO, 2013.

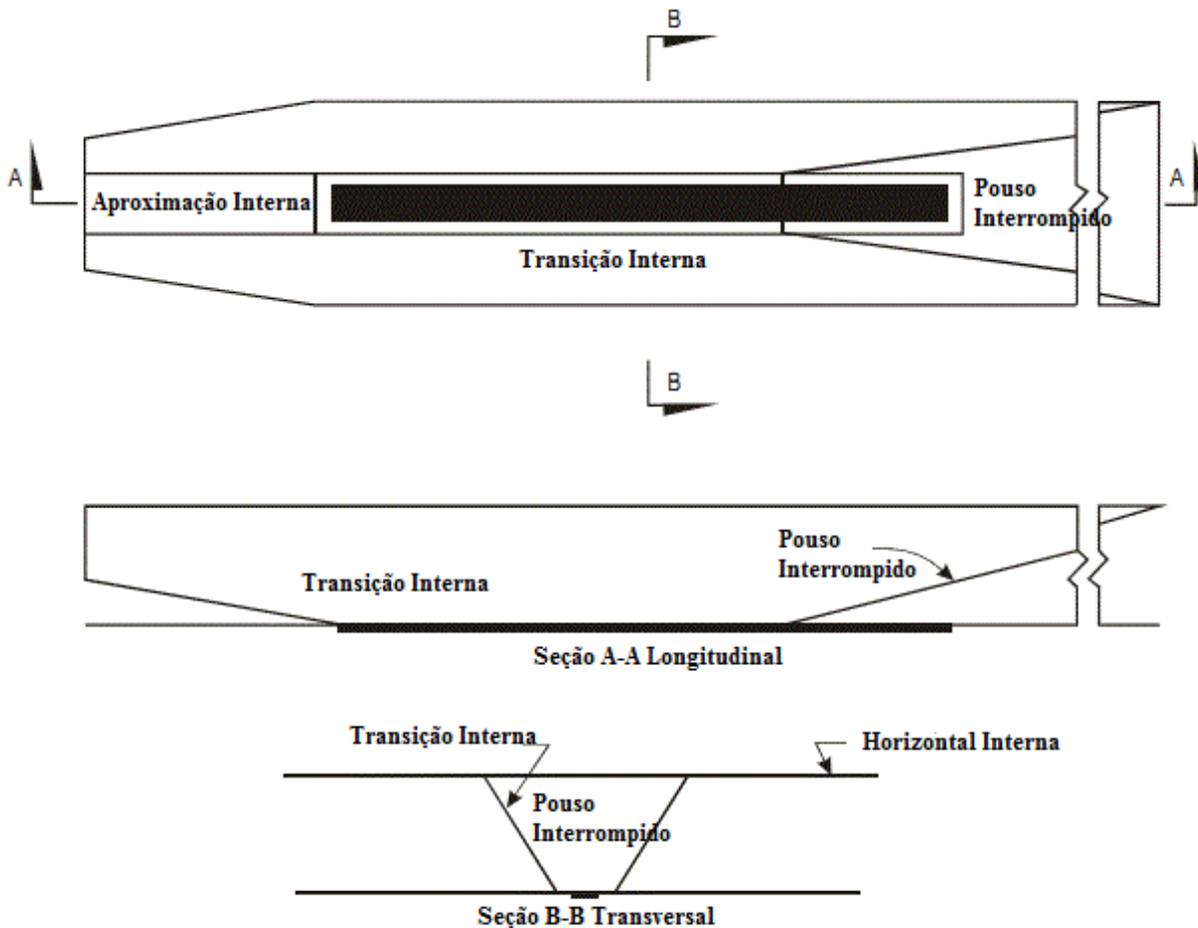
5.1.1.4 Superfície de Transição Interna

A superfície de transição interna é obrigatória pela ICAO (2013) somente para as pistas IFR de precisão, uma vez que sua finalidade é a de servir de limitação para os auxílios à navegação, aeronaves e outros veículos que estão próximos da pista, onde somente objetos frágeis são permitidos.

Observa-se na Figura 42 que a superfície de transição interna ocupa uma porção estreita do espaço aéreo, em virtude da sua rampa lateral de 33,3% que atinge a superfície horizontal interna numa menor distância, porém seus limites horizontais recuam em direção à borda

externa da superfície de aproximação interna e avançam em direção à intersecção da superfície de pouso interrompido com o plano da superfície horizontal interna.

Figura 42 – Perfis longitudinal e transversal das superfícies de aproximação interna, transição interna e pouso interrompido.



Fonte: ICAO, 2013.

5.1.1.5 Superfícies Horizontal Interna e Cônica

A superfície horizontal interna está localizada no plano horizontal a 45 m acima da elevação do aeródromo e dentro de um raio de 3.500/4.000 m do seu centro, servindo sua periferia de borda inferior para a superfície cônica que se inclina em uma rampa de 5% até uma altura de 60, 75 ou 100 m, a depender do tipo de aproximação IFR, servindo ambas, também, de proteção aos voos VFR antes do pouso, principalmente em situações de baixa visibilidade. (ICAO, 1983, 2013)

5.1.1.6 Superfície de Pouso Interrompido

A ICAO (2013) somente prescreve essa superfície para as pistas com aproximação IFR de precisão, com objetivo de proteger as operações de pouso que, de forma inesperada, são descontinuados abaixo da altura livre de obstáculos⁵⁰ (OCH).

Sua localização à 1.800 m da cabeceira de pouso, ou exatamente na cabeceira oposta à de pouso quando a pista for menor que 1.800 m, sua borda interna igual à da superfície de aproximação interna e sua rampa de 4% ou 3,33%, com uma divergência de 10% em cada lado, até atingir o plano da superfície horizontal interna, permitem uma desobstrução mais segura para as arremetidas.

5.1.1.7 Superfície de Decolagem

As superfícies de decolagem, conforme a Tabela 27, são unicamente dependentes dos códigos de referência de aeródromo e possuem formatos semelhantes aos da superfície de aproximação, porém com uma divergência menor em cada lado, de 10 ou 12,5%, e bordas internas menores. (ICAO, 2013)

Tabela 27 – Dimensões das superfícies de decolagem.

SUPERFÍCIE DE DECOLAGEM	CÓDIGOS		
	1	2	3 ou 4
Comprimento da borda interna.	60 m	80 m	180 m
Distância do fim de pista ^(a)	30 m	60 m	60 m
Divergência (cada lado)	10%	10%	12,5%
Largura final	380 m	580 m	1.200 m 1.800 m ^(b)
Comprimento	1.600 m	2.500 m	15.000 m
Rampa	5%	4%	2%

Fonte: ICAO, 2013.

(a) A superfície de decolagem começa no final da zona desimpedida (CWY) se o comprimento dessa exceder a distância especificada.

(b) 1800m quando a trajetória pretendida incluir mudança de proa maior que 15° quando forem realizadas operações IMC ou VMC noturno.

Com relação à essa superfície, a ICAO (2013) recomenda que, nos aeródromos em que nenhum obstáculo tenha atingido uma rampa de 2%, uma rampa de 1,6% pode servir de limitação aos novos objetos, a fim de preservar as superfícies da zona livre de obstáculo (OFZ).

Os padrões e recomendações são também prescritos para a superfície de decolagem ao estabelecer que as dimensões da Tabela 27 não devem ser inferiores, exceto quando um menor

⁵⁰A mais baixa altitude ou a mais baixa altura acima da elevação do aeródromo ou da cabeceira da pista, conforme o caso, utilizada no estabelecimento do critério de separação de obstáculos apropriado. (ANAC, 2017)

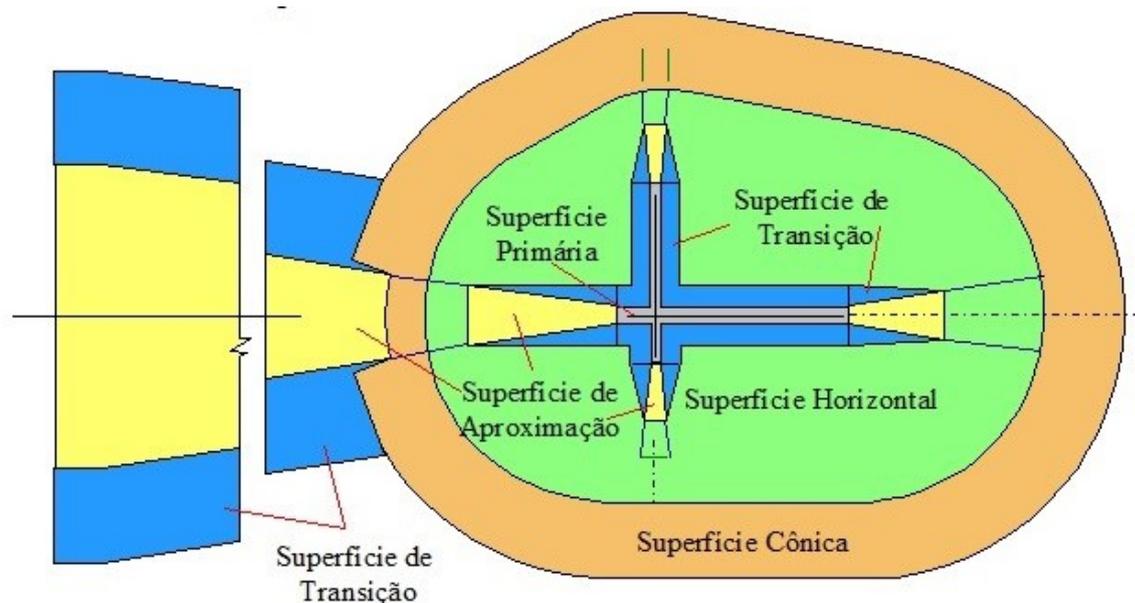
comprimento dessa superfície for considerado adequado e a recomendação para que as rampas dessa superfície sejam reduzidas para atender condições críticas de operação.

5.1.2 SEGUNDO OS PADRÕES DA FAA

Assim como o Anexo 14, o Regulamento da Aviação Federal (FAR) da FAA definiu um conjunto de superfícies imaginárias que servem de parâmetros para que objetos na vizinhança de um aeródromo sejam considerados ou não obstáculos à navegação aérea. (FAA, 1958)

Nesse regulamento, conforme a Figura 43, apenas 05 (cinco) superfícies foram estabelecidas, sendo que em sua maioria recebendo a mesma denominação daquelas do Anexo 14 da ICAO, sendo essas: superfície de aproximação; superfície de transição; superfície horizontal; superfície cônica; e superfície primária.

Figura 43 – Superfícies Imaginárias da FAR PART 77.



Fonte: Association of California Airports, 2017.

Observa-se que a superfície de pouso interrompido, estabelecida pela ICAO para as situações em que a aeronave arremete abaixo da altura livre de obstáculo (OCH), não possui correspondência com as superfícies da FAA, enquanto as superfícies de aproximação e transição internas da ICAO, correspondem às suas zonas livres de obstáculos (OFZ), detalhadas no capítulo anterior, porém com algumas diferenças, conforme apresentado na Tabela 28.

Com relação às demais superfícies, a Tabela 29 compara suas dimensões em relação aos requisitos estabelecidos pela ICAO.

Tabela 28 – Comparações das dimensões e rampas das superfícies de aproximação e transição internas da ICAO com as das OFZs da FAA.

Dimensões	ICAO ^(a)		FAA
	Aproximação Interna		OFZ de Aproximação Interna
Largura	120 m ^(b)		122 m ^(c)
Distância da cabeceira	60 m		61 m
Comprimento	900 m		932 m ^(d)
Rampa	2%		2%
Dimensões	Transição Interna		OFZ de Transição Interna
Rampa	33,3%		20% ^(e)
			16,7%

Fonte: ICAO, 2013; FAA, 2014.

(a) Medida para uma pista com aproximação de precisão de categoria II ou III.

(b) Onde a letra do código de referência do aeródromo for “F”, a largura é aumentada para 155m.

(c) Mesma largura de uma ROFZ destinada para aeronaves grandes.

(d) Medida requerida para pista com aproximação de precisão de categoria II ou III com ALS.

(e) Ver Tabela 25.

Tabela 29 – Comparações das dimensões e rampas das OLS prescritas pela ICAO e FAA.

	APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE NÃO PRECISÃO		APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE PRECISÃO	
	FAA ^(a)	ICAO	FAA ^(a)	ICAO
Superfície Horizontal				
Altura	45,7 m	45 m	45,7 m	45 m
Raio	3.048 m ^(c)	4.000 m ^(b)	3.048 m	4.000 m ^(b)
Superfície Cônica				
Rampa	5%	5%	5%	5%
Distância horizontal	1.219 m	2.000 m	1.219 m	2.000 m
Altura	61 m	100 m ^(b)	61 m	100 m ^(b)
Superfície Primária				
Largura	305 m ^(c)	–	305 m	–
Superfície de Aproximação				
Largura da borda interna	305 m ^(c)	300 m ^(b)	305 m	300 m ^(b)
Distância da cabeceira	61 m	60 m	61 m	60 m
Divergência (cada lado)	15%	15%	15%	15%
Largura da borda externa	1.219 m ^(c)	2.280 m ^(b)	4.877 m	2.280 m ^(b)
Comprimento Total	3.048 m ^(c)	15.000 m	15.240 m	15.000 m
1ª Seção				
Comprimento	3.048 m ^(d)	3.000 m ^(b)	3.048 m	3.000 m
Rampa	2,94% ^(d)	2% ^(b)	2%	2% ^(b)
Altura Máxima	89,6 m	60 m	60,96 m	60 m
2ª Seção				
Comprimento	–	3.600 m ^(b)	12.192 m	3.600 m ^(b)
Rampa	–	2,5%	2,5%	2,5%
Altura Máxima	–	150 m	365,76 m	150 m
Seção Horizontal				
Comprimento	–	8.400 m	–	8.400 m
Altura	–	150 m	–	150 m
Transição				
Rampa	14,3%	14,3% ^(b)	14,3%	14,3%

Fonte: ICAO, 2013; FAA, 2014.

(a) Medidas aproximadas, convertidas de pés para metros.

(b) Medidas somente para as pistas de códigos 3 ou 4.

(c) Para procedimentos com mínimos de visibilidade de até três ¾ de milha.

(d) Medida para todas as pistas maiores que as construídas e destinadas a serem utilizadas por aeronaves a hélice de até 12.500 libras de MTOW

5.1.3 SEGUNDO A LEGISLAÇÃO AERONÁUTICA NACIONAL

A preocupação do Governo Brasileiro com relação aos obstáculos à navegação aérea foi manifestada pela primeira vez através do Decreto 20.904, quando se passou a decidir que objetos nas proximidades dos aeródromos não seriam permitidos, caso esses pudessem “causar embaraços ao pouso e à partida das aeronaves”. (BRASIL, 1932)

Diante do risco desses obstáculos ocasionar uma redução nas dimensões das pistas dos aeroportos, o Decreto 1.439 cunhou o termo Zona de Proteção, aplicável somente a aeroportos e determinados aeródromos, na qual os objetos, em uma faixa de 1.200 m de largura e adjacente aos limites do sítio do aeroporto, não poderiam ultrapassar a altura de 1/10 (10%) de sua distância até a área patrimonial do aeroporto. (BRASIL, 1937)

Essa regra vigorou até que o Decreto-lei nº 483, que instituiu o Código Brasileiro do Ar (CBAr), passou a prever que as propriedades nas vizinhanças dos aeródromos estariam sujeitas às restrições do Governo Federal através da aprovação de um plano de restrições ao aproveitamento das propriedades para cada aeroporto. (BRASIL, 1938)

Somente com o Decreto-lei nº 7.917 que o então governo modificou as regras das Zonas de Proteção ao estabelecer critérios distintos para 02 (duas) áreas no seu entorno: a primeira, denominada de “setor de aproximação”, e a segunda denominada de “área de circulação”. (BRASIL, 1945)

Segundo essa legislação, o setor de aproximação abrangia uma área em forma de cone a partir das cabeceiras de pista, com uma dimensão transversal interna de 450 m e outra externa de 1.200 m situada a 3.000 m de distância, dentro da qual os obstáculos não podiam violar a altura correspondente de 1/40 (2,5%) da sua distância até a cabeceira da pista, enquanto a área de circulação compreendia 03 (três) faixas que contornavam o aeroporto, tendo o limite do sítio aeroportuário como referência, conforme o Quadro 5.

Quadro 5 – Faixas da Área de Circulação da Zona de Proteção de Aeroportos, período 1945-1966.

Faixas da Área de Circulação.	Delimitações.	Restrições de altura.
1 ^a	Entre 0 e 30 m.	Até 2 m.
2 ^a	Entre 30 a 900m.	Até 30 m.
3 ^a	Entre 900 a 3.000m.	Até 100 m.

Fonte: Brasil, 1945.

As disposições acima foram revogadas com o sancionamento da Lei nº 4.515 (BRASIL, 1964) que passou a prever que as restrições nas Zonas de Proteção seriam estabelecidas pela Autoridade Aeronáutica por meio de um Plano de Zona de Proteção para cada aeródromo, sendo este regulamentado pelo Decreto nº 59.066 (BRASIL, 1966), no qual dispôs que as restrições às propriedades dentro da Zona de Proteção seriam estabelecidas, temporariamente, por um Plano Básico de Zona de Proteção⁵¹, até a aprovação de um Plano de Zona de Proteção.

Na Tabela 30 e na Figura 44 encontram-se, respectivamente, os gabaritos⁵² e a representação das áreas limitadoras desse Plano Básico de Zona de Proteção.

Tabela 30 – Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos⁵³ do Plano Básico de Zona de Proteção, no período 1966-1979.

ÁREA DE COTA NULA	
Largura (centrada no eixo da pista)	300 m
Comprimento (a partir da cabeceira)	Comprimento de pista + 60 m de cada lado
ÁREA DE APROXIMAÇÃO	
Largura da borda interna (a partir do fim da área de cota nula)	300 m
Divergência (cada lado, em relação ao eixo de pista)	10 ° (17,63%)
Rampa	1/50
Comprimento	2.250 m
Altura	45 m
ÁREA HORIZONTAL INTERNA	
Altura	45 m
Raio (centrado no meio da pista)	5.000 m
ÁREA HORIZONTAL EXTERNA	
Largura da borda interna (centrado no meio da pista)	14.000 m
Divergência (cada lado, em relação ao eixo de pista)	10 °
Raio da borda externa (centrado no meio da pista)	20.000 m
Altura	60 m
ÁREA DE TRANSIÇÃO	
Divergência (cada lado, em relação ao eixo de pista)	10 °
Rampa	1/7
Comprimento	315 m
Altura	45 m

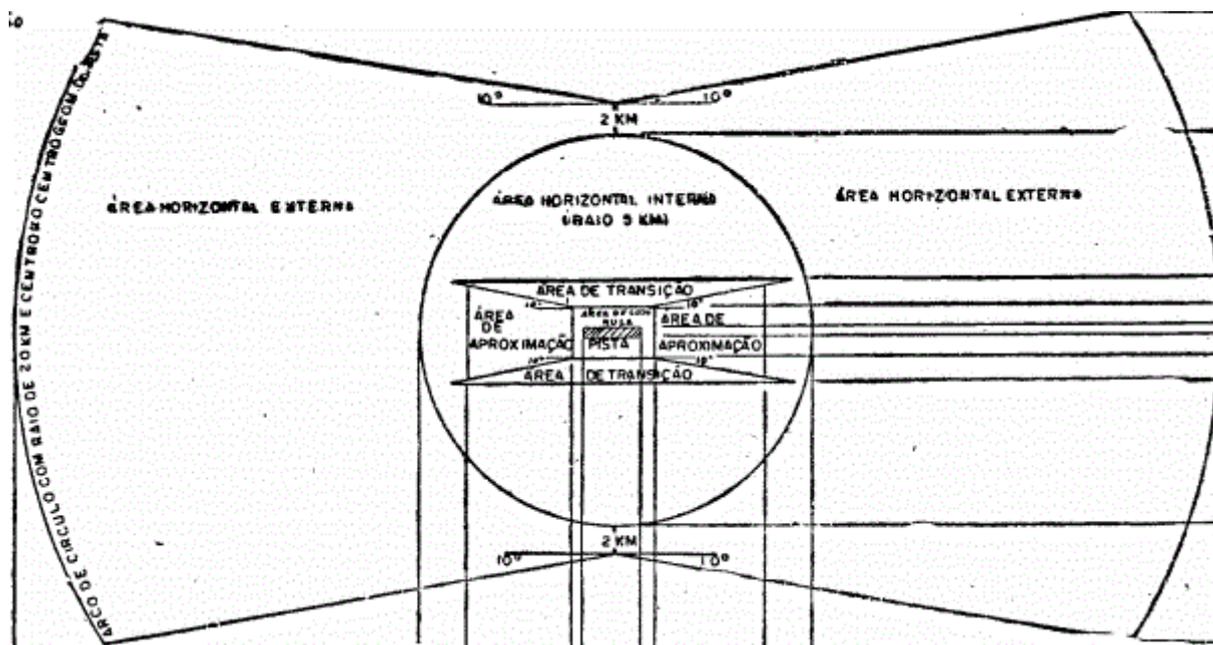
Fonte: Brasil, 1966.

⁵¹ Segundo os artigos 8º e 9º do Decreto nº 59.066, não eram necessárias aprovações ou consultas para o aproveitamento de áreas vizinhas aos aeródromos, desde que, tais aproveitamentos não contrariassem os gabaritos dos Planos Básicos de Zona de Proteção, porém, nos casos de violações desses gabaritos uma apreciação poderia autorizar ou não sua execução.

⁵² Conjunto de superfícies imaginárias que delimita a altura das construções ou edificações situadas dentro da Zona de Proteção.

⁵³ De acordo com o artigo 2º do mesmo decreto, obstáculos restringem-se aos acidentes físicos ou objetos de natureza temporária e permanente, situado em zona de proteção, que tenha altura superior ao gabarito fixado pelo Plano Básico de Zona de Proteção ou Plano de Zona de Proteção.

Figura 44 – Áreas Limitadoras do Plano Básico de Zona de Proteção, período 1966-1979.



Fonte: Brasil, 1966.

Os gabaritos dessas áreas foram mantidos no Decreto 60.304 (BRASIL, 1967), o qual regulamentou capítulo específico do último CBAr (BRASIL, 1966) que tratava da “Zona de Proteção dos Aeródromos”, até que o Decreto nº 62.884 (BRASIL, 1968) veio a diminuir as dimensões horizontais previstas na Tabela 30 para a área de cota nula, área horizontal interna e área horizontal externa dos aeródromos com pistas de comprimentos iguais ou inferiores a 2.000 m por um fator de redução (q), calculado pela fórmula $q = P/2.000$, sendo P o comprimento da pista, permanecendo assim até a promulgação do Decreto 83.399⁵⁴ (BRASIL, 1979), que vinculou os gabaritos da área de cota nula, área de aproximação, área de transição e área horizontal às classes de aeródromo, conforme apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Classes de Aeródromo para Definição das Dimensões das Áreas Limitadoras do Plano Básico de Proteção de Aeródromo, período 1979-1991.

CLASSE	COMPRIMENTO DA PISTA	LARGURA MÍNIMA DA PISTA
A	2.100 m ou mais.	45 m
B	De 1.500 m a 2.100 m exclusive.	45 m
C	De 900 m a 1.500 m exclusive.	30 m
D	De 750 m a 900 m exclusive.	23 m
E	De 600 m a 750 m exclusive.	18 m

Fonte: Brasil, 1979.

⁵⁴ Segundo o § 2º do artigo 13 deste decreto, os aproveitamentos que viessem a ultrapassar os gabaritos passam a não depender de autorização se suas elevações fossem em até 8 m, dentro do raio de 5km da pista, ou no máximo 30 m, caso estivessem além desse raio, quaisquer que fossem os desníveis em relação aos aeródromos. Por sua vez, no seu artigo 51, a desnecessária aprovação para aproveitamento abaixo das áreas limitadoras passa a depender de uma declaração do interessado de que sua implantação respeita as restrições impostas pela legislação vigente.

Na Tabela 31 estão apresentadas as dimensões das superfícies limitadoras, conforme as 05 (cinco) classes de aeródromos definidas.

Tabela 31 – Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 1979-1991.

CLASSES DE AERÓDROMOS					
	A	B	C	D	E
ÁREA DE COTA NULA					
Largura	300 m	240 m	200 m	100 m	100 m
Comprimento	700 m	60 m	60 m	60 m	60 m
ÁREA DE APROXIMAÇÃO					
Largura da borda interna	300 m	240 m	200 m	100 m	100 m
Divergência	25°	25°	25°	10°	10°
Rampa	1/50	1/50	1/50	1/40	1/40
Comprimento	Variável	Variável	Variável	Variável	Variável
Altitude	60 m				
ÁREA HORIZONTAL (INTERNA)					
Altitude	–	–	–	60 m	60 m
Raio	–	–	–	5.000 m	5.000 m
ÁREA HORIZONTAL (EXTERNA)					
Largura da borda interna	14.000 m	14.000 m	14.000 m	–	–
Divergência	10°	10°	10°	–	–
Raio da borda externa	20.000 m	20.000 m	20.000 m	–	–
Altitude	60 m	60 m	60 m	–	–
ÁREA DE TRANSIÇÃO					
Rampa	1/7	1/7	1/7	1/7	1/7
Comprimento	Variável	Variável	Variável	Variável	Variável
Altitude	60 m				

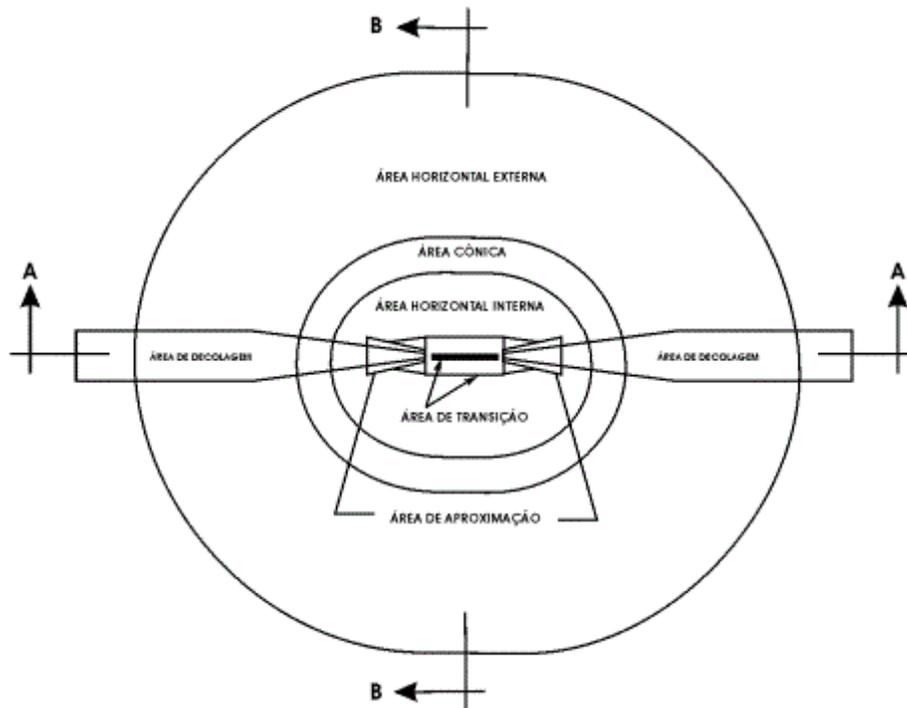
Fonte: Brasil, 1979.

Tais medidas e especificações das restrições para as áreas que compõem os Planos de Zona de Proteção vigoraram mesmo após a aprovação do Decreto nº 95.218 (BRASIL, 1987), que delegou ao Ministério da Aeronáutica a competência pela fixação das novas regras para aprovação dos referidos planos de restrições, redefinidas e normatizadas no mesmo ano pela Portaria nº 1.141/GM5 (BRASIL, 1987).

A partir dessa Portaria, as restrições do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) passam a depender do Código de Referência e do Tipo de Aproximação apresentados na Tabela 13 e na Tabela 14, para a efetivação das seguintes áreas limitadoras de obstáculos: faixas de pista, área de aproximação, área de decolagem, área de transição, área horizontal interna, área cônica e área horizontal externa.

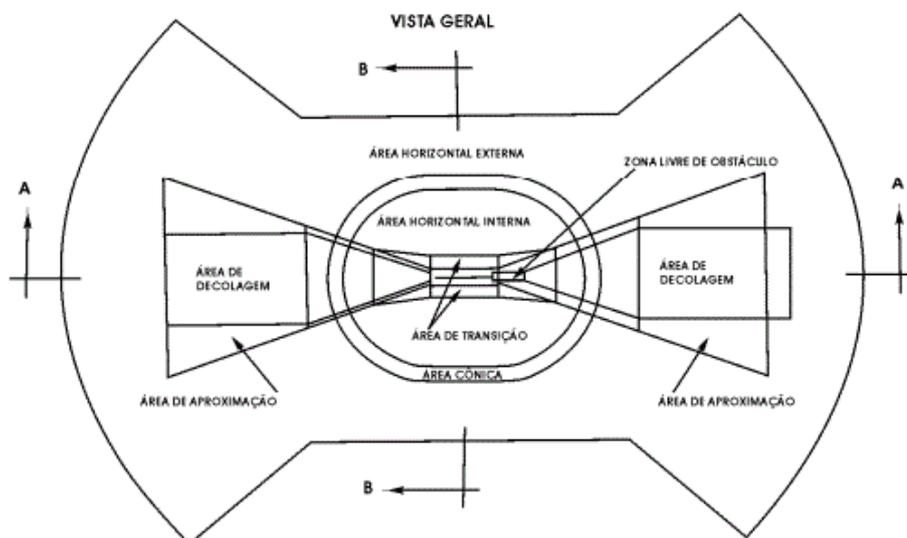
A configuração do PBZPA, segundo a Figura 45 e Figura 46, a seguir, tornou-se, desde então, diferente entre os aeródromos com aproximações VFR e IFR de Precisão ou Não Precisão.

Figura 45 – Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo VFR, período 1987-2011.



Fonte: Brasil, 1987.

Figura 46 – Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção⁵⁵ de Aeródromo IFR, período 1987-2011.



Fonte: Brasil, 1987.

⁵⁵ Três características deste Plano destacam-se: a) a extensão de 45 km da área horizontal externa; b) a não obrigatoriedade de uma área próxima da pista, denominada de Zona Livre de Obstáculo ou *clearway*, mas sob controle da autoridade competente; e c) o surgimento do “Princípio da Sombra”, que permite que uma implantação nova, que possa estar acima do limite de sua área, seja autorizada, caso esta estiver no plano de sombra de um obstáculo existente irremovível, seja esse natural ou artificial.

Na Tabela 32 encontram-se as dimensões e rampas dessas superfícies a depender do tipo de aproximação (VFR ou IFR) e do Código de Referência de Aeródromo.

Tabela 32 – Gabaritos das Áreas Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção⁵⁶, período 1987-2011.

PLANO BÁSICO DE ZONA DE PROTEÇÃO DE AERÓDROMO							
	APROXIMAÇÃO VISUAL			APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE NÃO PRECISÃO		APROXIMAÇÃO POR INSTRUMENTOS DE PRECISÃO	
	CÓDIGOS			CÓDIGOS		CÓDIGOS	
	1	2	3 e 4	1 e 2	3 e 4	1 e 2	3 e 4
FAIXA DE PISTA							
Largura	60 m	80 m	150 m	150 m	300 m	150 m	300 m
Extensão ^(a)	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
ÁREA DE APROXIMAÇÃO							
Divergência	6°	6°	6°	9°	9°	9°	9°
1ª Seção							
Afastamento ^(c)	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Rampa	1/20	1/25	1/30 e 1/40	1/40 ^(b)	1/50	1/50	1/50
Comprimento	1.600 m	2.500 m	3.000 m	2.500 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m
2ª Seção							
Comprimento	–	–	–	–	3.600 m	3.600 m	3.600 m
Rampa	–	–	–	–	1/40	1/40	1/40
S. Horizontal							
Comprimento	–	–	–	–	8.400 m	8.400 m	8.400 m
ÁREA DE DECOLAGEM							
Distância ^(a)	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Largura Int.	60 m	80 m	180 m	60 m e 80 m	180 m	60 m e 80 m	180 m
Largura Ext.	380 m	580 m	1.800 m	380 e 580 m	1.800 m	380 m	1.800 m
Divergência	6°	6°	7,12°	6°	7,12°	6°	7,12°
Comprimento	1.600 m	2.500 m	15.000 m	1.600 e 2.500m	15.000 m	1.600 e 2.500m	15.000 m
Rampa	1/20	1/25	1/50	1/20 e 1/25	1/50	1/20 e 1/25	1/50
Altura	80 m	100 m	500 m	80 e 100 m	500 m	80 e 100 m	300 m
ÁREA DE TRANSIÇÃO							
Divergência	6°	6°	6°	9°	9°	9°	9°
Rampa	1/5	1/5	1/7	1/5	1/7	1/7	1/7
ÁREA HORIZONTAL INTERNA							
Raio ^(d)	2.000 m	2.500 m	4.000 m	3.500 m	4.000 m	3.500 m	4.000 m
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
ÁREA CÔNICA							
Rampa	1/20	1/20	1/20	1/20	1/20	1/20	1/20
Distância	2.000m	2.000m	2.000m	300 m	300 m	300 m	300 m
Altura	145 m	145 m	145 m	60 m	60 m	60 m	60 m
ÁREA HORIZONTAL EXTERNA ^(e)							
Raio ^(d)	13.000 m	13.000 m	13.000 m	45.000 m	45.000 m	45.000 m	45.000 m
Altura	145 m	145 m	145 m	60 m	60 m	60 m	60 m

Fonte: Brasil, 1987.

(a) ao comprimento da pista, para efeito do gabarito da Faixa de Pista, são acrescidas as Zonas de Parada

(b) a critério do MAer, poderia ser elevada para 1/30.

(c) afastamento da cabeceira.

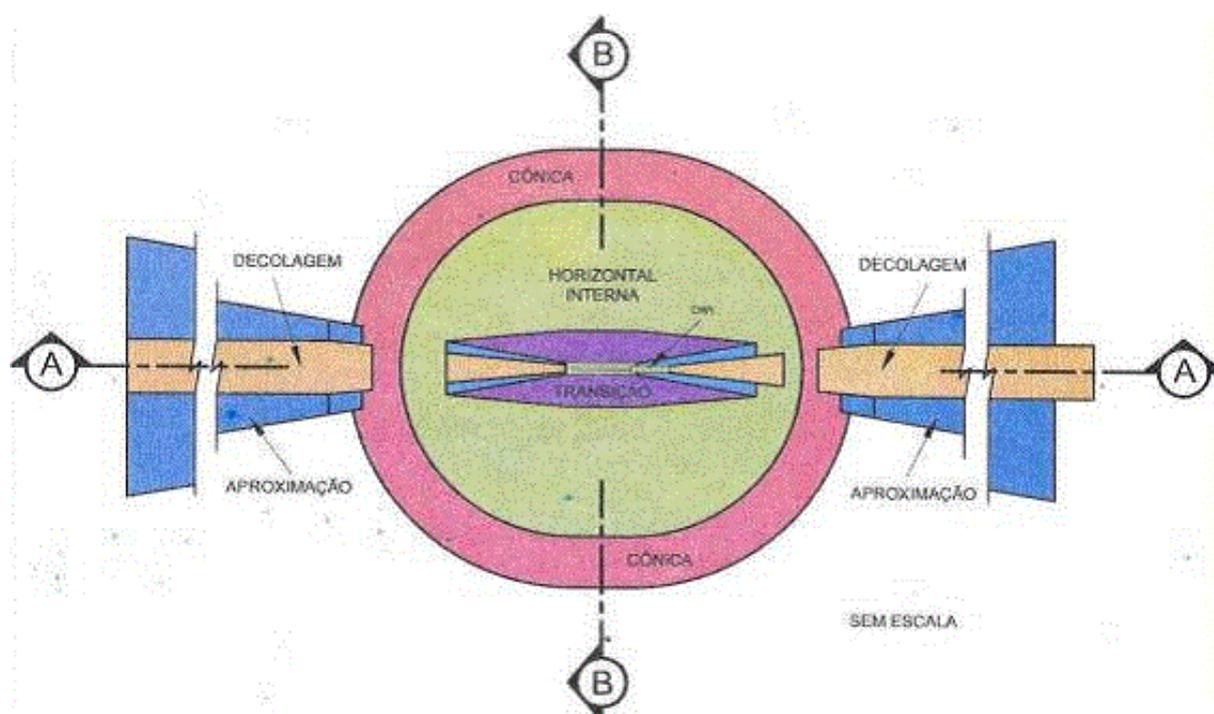
(d) seus limites externos são semicírculos, com centros nas cabeceiras das pistas.

(e) área recuada nos limites laterais.

⁵⁶ Segundo o artigo 15 da Portaria nº1.141/GM5, além da permissão, já antes prevista no Decreto nº 83.399 (BRASIL, 1979), para que implantações se elevem acima das áreas horizontais, essa Portaria acrescenta a permissão para que implantações se elevem até 30 m acima área cônica.

Considerando a existência de conflitos para o uso do espaço aéreo e que a segurança e a regularidade das operações de um aeroporto são influenciadas pela utilização do solo, que por sua vez exigem uma constante coordenação entre órgãos públicos, a Portaria nº 256/GC5 (BRASIL, 2011) dispôs novas restrições para as superfícies de aproximação, decolagem, transição, horizontal interna e cônica, incluindo as superfícies de pouso interrompido, de aproximação interna e de transição interna para as pistas IFR de precisão de categorias I e II, conforme é apresentado na Figura 47.

Figura 47 – Superfícies Limitadoras de Obstáculos⁵⁷ do Plano Básico de Zona de Proteção, período 2011-2015.



Fonte: Brasil, 2011.

Na Tabela 33 encontram-se as dimensões e rampas dessas superfícies, a depender do tipo de aproximação (VFR ou IFR) e do código de referência de Aeródromo.

⁵⁷ Assim como no Anexo 14 (ICAO, 2013), a Portaria nº 256/GC5 define obstáculo como sendo todo objeto de natureza permanente ou temporária, fixo ou móvel, ou parte dele, que esteja localizado em uma área destinada à movimentação de aeronaves no solo, ou que se estenda acima das superfícies destinadas à proteção das aeronaves em voo, ou ainda que esteja fora ou abaixo dessas superfícies definidas e cause efeito adverso à segurança ou regularidade das operações aéreas

Tabela 33 – Gabaritos das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do Plano Básico de Zona de Proteção, período 2011-2015.

	VISUAL				IFR DE NÃO PRECISÃO				IFR CAT I				IFR CAT II
	Código				Código				Código				Código
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3 e 4
CÔNICA^a													
Rampa	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	60 m	75 m	100 m	60 m	60 m	100 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA^a													
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m				
Raio	2.000 m	2.500 m	4.000 m	4.000 m	3.500 m	3.500 m	4.000 m	4.000 m	3.500 m	3.500 m	4.000 m	4.000 m	4.000 m
TRANSIÇÃO^a													
Rampa	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
APROXIMAÇÃO^a													
Li.	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	150 m	300 m	300 m	300 m
Dc.	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
Div.	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
1ª Seção													
C	1.600m	2.500m	3.000 m	3.000 m	2.500 m	2.500 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m
Rampa	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	3,33%	2%	2%	2,5%	2,5%	2%	2%	2%
2ª Seção													
C	–	–	–	–	–	–	3.600m ^b	3.600m ^b	12000m	12000m	3.600m ^b	3.600m ^b	3.600m ^b
Rampa	–	–	–	–	–	–	2,5%	2,5%	3%	3%	2,5%	2,5%	2,5%
Seção Horizontal													
C	–	–	–	–	–	–	8.400m ^b	8.400m ^b	–	–	8.400m ^b	8.400m ^b	8.400m ^b
CT	–	–	–	–	–	–	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m
APROXIMAÇÃO INTERNA^a													
Largura	–	–	–	–	–	–	–	–	90m	90m	120m ^c	120m ^c	120m ^c
Dc.	–	–	–	–	–	–	–	–	60m	60m	60m	60m	60m
C	–	–	–	–	–	–	–	–	900m	900m	900m	900m	900m
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	2,5%	2,5%	2%	2%	2%
TRANSIÇÃO INTERNA^a													
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	40%	40%	33,3%	33,3%	33,3%
POUSO INTERROMPIDO^a													
Li	–	–	–	–	–	–	–	–	90m	90m	120m ^c	120m ^c	120m ^c
Dc.	–	–	–	–	–	–	–	–	c)	c)	1800m ^d	1800m ^d	1800m ^d
Div.	–	–	–	–	–	–	–	–	10°	10°	10°	10°	10°
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	4%	4%	3,33%	3,33%	3,33%

Fonte: Brasil, 2011.

a) todas as dimensões são medidas horizontalmente, a menos que especificadas de outra forma.

b) comprimento variável.

c) distância até o final da faixa de pista.

d) ou o final da pista, o que for menor.

e) onde a letra do código de referência do aeródromo for “F”, a largura é aumentada para 155m

Li = largura da borda interna.

Dc = distância da cabeceira.

Div = divergência de cada lado.

C = comprimento de cada lado.

Com a revogação da Portaria nº 256/GC5 pela atual Portaria nº 957/GC3 (BRASIL, 2015), as restrições do PBZPA passaram a ser estabelecidas, conforme a Tabela 34, por 10 (dez) superfícies limitadoras, dentre as quais incluiu novamente as superfícies de decolagem e horizontal externa e criou uma nova, denominada de superfície de proteção de voo visual, com

a finalidade de disciplinar a ocupação do solo e garantir os seguintes objetivos apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Objetivos das Superfícies Limitadoras de Obstáculos de Aeródromo (AOLS) do atual Plano Básico de Zona de Proteção.

AOLS	Objetivos
Superfícies de Aproximação, Decolagem, Transição, Horizontal Interna e Cônica.	Garantir a segurança das operações aéreas às aeronaves em situações de contingência ⁵⁸ , por meio da manutenção de uma porção de espaço aéreo livre de obstáculos; e
	Garantir a regularidade das operações aéreas, por meio da manutenção dos mínimos operacionais de aeródromo dentro de valores aceitáveis.
Superfícies de Aproximação Interna, Transição Interna e Pouso Interrompido.	Garantir a integridade dos sinais dos equipamentos utilizados para condução de operações do tipo IFR precisão, não permitindo que outros equipamentos, aeronaves e veículos causem interferências; e
	Proteger o sobrevoo de aeronaves que tenham iniciado o procedimento de aproximação perdida abaixo da altura livre de obstáculos (OCH).
Superfície Horizontal Externa e Superfície de Proteção de Voo Visual ⁵⁹	Garantir a segurança das operações aéreas às aeronaves em condições normais de operação, por meio da manutenção das áreas de proteção de procedimentos de navegação aérea livres de obstáculos; e
	Garantir a regularidade das operações aéreas, por meio da manutenção dos mínimos operacionais de aeródromo como os mais baixos possíveis.

Fonte: Brasil, 2015.

⁵⁸ Segundo a Portaria nº 957/GC3 do COMAER, é qualquer situação em que a aeronave experimenta alguma emergência ou situação anormal decorrente de mal funcionamento ou inoperância de um ou mais sistema de bordo necessários ao voo nas quais o piloto em comando tem dificuldade para manobrar a aeronave e respeitar as altitudes mínimas de voo.

⁵⁹ A superfície de proteção visual, por possuir critérios menos restritivos para os obstáculos no entorno das pistas de aproximação visual, não será abordada neste trabalho.

Tabela 34 – Gabaritos atuais das Superfícies Limitadoras de Obstáculos do atual Plano Básico de Zona de Proteção.

	VISUAL				IFR DE NÃO PRECISÃO				IFR CAT I				IFR CAT II
	Código				Código				Código				Código
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	3 e 4
CÔNICA¹													
Rampa	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Altura	35 m	55 m	75 m	100 m	60 m	60 m	75 m	100 m	60 m	60 m	100 m	100 m	100 m
HORIZONTAL INTERNA¹													
Altura	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
Raio	2.000 m	2.500 m	4.000 m	4.000 m	3.500 m	3.500 m	4.000 m	4.000 m	3.500 m	3.500 m	4.000 m	4.000 m	4.000 m
HORIZONTAL EXTERNA													
Altura	–	–	–	–	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m	150 m
Raio	–	–	–	–	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m	20.000 m
TRANSIÇÃO¹													
Rampa	20%	20%	14,3%	14,3%	20%	20%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
APROXIMAÇÃO¹													
Li	60 m	80 m	150 m	150 m	150 m	150 m	300 m	300 m	150 m	150 m	300 m	300 m	300 m
Dc ⁽²⁾	30 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
AT ⁽³⁾	10%	10%	10%	10%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
1ª Seção													
C	1.600m	2.500m	3.000 m	3.000 m	2.500 m	2.500 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m
Rampa	5%	4%	3,33%	2,5%	3,33%	3,33%	2%	2%	2,5%	2,5%	2%	2%	2%
2ª Seção													
C	–	–	–	–	–	–	3.600m ⁴	3.600m ⁴	12000m	12000m	3.600m ⁴	3.600m ⁴	3.600m ⁴
Rampa	–	–	–	–	–	–	2,5%	2,5%	3%	3%	2,5%	2,5%	2,5%
AT ⁽³⁾	–	–	–	–	–	–	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Seção Horizontal													
C	–	–	–	–	–	–	8.400m ⁴	8.400m ⁴	–	–	8.400m ⁴	8.400m ⁴	8.400m ⁴
CT	–	–	–	–	–	–	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m	15000m
AT ⁽³⁾	–	–	–	–	–	–	15%	15%	15%	15%	15%	15%	15%
Desnível ⁵	–	–	–	–	–	–	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.	A det.
DECOLAGEM													
Li	60	80	180	180	60	80	180	180	60	80	180	180	180
Dco ⁶	30	60	60	60	30	60	60	60	30	60	60	60	60
Div.	10%	10%	12,5%	12,5%	10%	10%	12,5%	12,5%	10%	10%	12,5%	12,5%	12,5%
Largura	380	580	1200 ⁷	1200 ⁷	380	580	1200 ⁷	1200 ⁷	380	580	1200 ⁷	1200 ⁷	1200 ⁷
C	1600	2500	15000	15000	1600	2500	15000	15000	1600	2500	15000	15000	15000
Rampa	5%	4%	2%	2%	5%	4%	2%	2%	5%	4%	2%	2%	2%
APROXIMAÇÃO INTERNA¹													
Largura	–	–	–	–	–	–	–	–	90m	90m	120m ⁸	120m ⁸	120m ⁸
Dc.	–	–	–	–	–	–	–	–	60m	60m	60m	60m	60m
C	–	–	–	–	–	–	–	–	900m	900m	900m	900m	900m
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	2,5%	2,5%	2%	2%	2%
TRANSIÇÃO INTERNA¹													
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	40%	40%	33.3%	33.3%	33.3%
POUSO INTERROMPIDO¹													
Li	–	–	–	–	–	–	–	–	90m	90m	120m ⁸	120m ⁸	120m ⁸
Dc.	–	–	–	–	–	–	–	–	X ⁹	X ⁹	1800m ¹⁰	1800m ¹⁰	1800m ¹⁰
Div.	–	–	–	–	–	–	–	–	10°	10°	10°	10°	10°
Rampa	–	–	–	–	–	–	–	–	4%	4%	3,33%	3,33%	3,33%

Fonte: Brasil, 2015.

1) Todas as dimensões são medidas horizontalmente, a menos que especificadas de outra forma.

2) O valor de distância da cabeceira desconsidera a existência de zona de parada.

3) Quando houver ângulo de divergência, a abertura total para cada um dos lados deverá ser acrescida do ângulo de divergência para o lado específico. O ângulo de divergência é definido em função do maior ângulo de desvio lateral dos procedimentos de aproximação por instrumentos em vigor ou projetado para uma determinada cabeceira. No caso de aeródromos novos ou de construção de novas pistas em aeródromos existentes é definido pela AAL com base no estudo de viabilidade. Em caso de aeródromos existentes, será disponibilizado pelo DECEA por meio da rede mundial de computadores.

4) Comprimento variável.

5) É o maior valor entre 150m acima da elevação da cabeceira e o plano horizontal que passa pelo topo de qualquer objeto que define a OCH. No caso de aeródromos novos ou de construção de novas pistas em aeródromos existentes é definido pela AAL

com base no estudo de viabilidade. Em caso de aeródromos existentes, será disponibilizado pelo DECEA por meio da rede mundial de computadores.

d) Ou o final da pista, o que for menor.

6) A superfície de decolagem começa no final da zona desimpedida se o comprimento da zona desimpedida exceder a distância especificada.

7) 1800m quando a trajetória pretendida incluir mudança de proa maior que 15° quando forem realizadas operações IMC ou VMC noturno.

8) Onde a letra do código de referência do aeródromo for “F”, a largura é aumentada para 155m.

9) Distância até o final da faixa de pista.

10) Ou o final da pista, o que for menor.

AT = Abertura total

Li = largura da borda interna.

Dc = distância da cabeceira.

Dco = distância da cabeceira oposta.

Div = divergência de cada lado.

C = comprimento de cada lado.

Com o objetivo de avaliar o histórico da legislação que trata sobre as Zonas de Proteção de Aeródromos, no Quadro 8, a seguir, foi resumido as alturas máximas ($A_{máx}$) permitidas, em relação ao eixo e laterais das pistas de maiores comprimentos e que operam com procedimentos IFR de precisão, até uma distância (D) de 1.000 m, onde se verifica que houve uma grande restrição em 1945, porém, desde 1966, é permitido que obstáculos de 20 m de altura estejam localizados no eixo dessas pistas, enquanto nas laterais foram permitidas alturas de 60 m entre 1979-1987, reduzindo-se para 45m em 1987 até os dias atuais.

Quadro 8 – Alturas máximas dos obstáculos a 1.000 m do eixo e da lateral de pista.

Anos	1937		1945		1966		1979		1987		2011		2015	
	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$	D	$A_{máx}$
Eixo de Pista	1.200	120	3.000	75	60	0	700	0	60	0	60	0	60	0
	<u>1.000</u>	<u>100</u>	<u>1.000</u>	<u>25</u>	2.250	45	3.000	60	15.000	300	3.000	60	15.000	300
					<u>1.000</u>	<u>20</u>	<u>1.000</u>	<u>20</u>	<u>1.000</u>	<u>20</u>	<u>3.600</u>	<u>90</u>	<u>1.000</u>	<u>20</u>
Lateral de Pista	1.200	120	30	2	150	0	150	0	150	0	150	0	150	0
	<u>1.000</u>	<u>100</u>	<u>3000</u>	100	315	45	420	60	315	45	315	45	315	45
			<u>1000</u>	33,3	<u>1.000</u>	<u>45</u>	<u>1.000</u>	60	<u>1.000</u>	<u>45</u>	<u>1.000</u>	<u>45</u>	<u>1.000</u>	<u>45</u>

Fonte: Brasil, 1937, 1945, 1966, 1979, 1987, 2011, 2015.

Na Figura 48 observa-se a visão, ao nível da cabeceira da pista 17 direita do Aeroporto de São Paulo – Congonhas, da cidade de São Paulo, onde a verticalização dos empreendimentos levou ao deslocamento da cabeceira (setas brancas) e a consequente redução do comprimento de pista para pouso das aeronaves, e um espaço aéreo, apesar de protegido pela superfície de aproximação dessa pista para as situações de contingência, altamente ocupado no eixo e nas laterais dessa pista que dificultam as chances de acidentes aéreos nessa região sem grandes vítimas.

Figura 48 – Edificações acima do nível da pista do Aeroporto de São Paulo – Congonhas.



Fonte: Campanato, 2007.

5.2 QUANTO ÀS RESTRIÇÕES AO USO DO SOLO DENTRO DAS ZONAS DE ALTO RISCO A TERCEIROS E DAS ZONAS DE RUÍDO

Os aeródromos, por serem pontos de partida e chegada de aeronaves, tornam as regiões que os circundam grandes zonas de convergência de tráfego aéreo, sendo essas reconhecidas pelas pessoas no solo por sua exposição ao ruído causado pelo sobrevoo das aeronaves sobre seu local de moradia ou trabalho ou em áreas próximas que estão sob as trajetórias de pousos ou decolagens, tornando-as também expostas ao risco involuntário de acidentes aéreos, apesar da probabilidade desses acidentes serem baixas. (RABOUW, 2000; ICAO, 2002)

Diante dos históricos aumentos nos movimentos do tráfego aéreo nos aeroportos brasileiros, sem o necessário crescimento dos números de pistas, os níveis de risco a terceiros localizados próximos das pistas dos aeródromos existentes e sob as suas estruturas de rotas elevam-se sem uma percepção pública das possíveis consequências advindas desse crescimento dos voos, fazendo-se necessário o uso de métodos que possam promover informações objetivas de risco para o poder público e para a população, preferencialmente antes de acidentes aéreos.

Exemplo tardio ocorreu no acidente com um avião cargueiro nos arredores do Aeroporto de Schiphol, em Amsterdã, o que fez com que a Holanda acelerasse o desenvolvimento, por meio do *National Aerospace Laboratory* (NLR), da primeira metodologia no mundo de cálculo

de risco a terceiros para o entorno desse aeroporto, o qual consiste de 03 (três) elementos: da probabilidade anual de acidentes na vizinhança do aeroporto; do modelo de probabilidade de localização de acidentes; e do modelo de consequência de acidente, cuja combinação desses elementos resultam em 02 (duas) medidas específicas para análise de risco a terceiros, denominadas de Risco Individual (IR)⁶⁰ e Risco Social⁶¹ (SR). (ICAO, 2002)

Segundo a ICAO (2002), o ponto de partida desse método se dá pelo cálculo da probabilidade anual de acidentes nas proximidades de um determinado aeroporto, o qual depende da taxa de acidentes, ou seja, dos dados históricos dos movimentos de tráfego aéreo e dos acidentes ocorridos num período e do número de movimentos previstos para um determinado ano, ambos a depender da definição do escopo desse levantamento.

Segundo Evans et al (1997), o modelo de probabilidade de localização de acidentes da NLR baseou-se nos dados históricos dos locais de 181 acidentes com aeronaves comerciais com mais 5,7 toneladas de peso máximo de decolagem (MTOW) que ocorreram no pouso até 12 km da cabeceiras e 6 km dos eixos de pistas e nas decolagens até 6km do eixo da pista, desde que estivessem cumprindo uma trajetória padrão de decolagem, excluindo os acidentes ocorridos na pista ou nas suas adjacências, porém as origens de seus dados e as equações utilizadas nesse modelo, por serem produtos comerciais, não foram disponibilizados ao público.

Dado que a probabilidade de acidentes é maior nos locais próximos das pistas, principalmente na vizinhança das cabeceiras de pistas e trajetórias de pouso, o risco de acidentes em cada localização dependerá de suas distâncias relativas aos eixos das pistas ou das suas trajetórias de pouso e de decolagem, sendo a probabilidade local para acidentes aéreos calculada pela combinação do modelo de localização de acidentes com a taxa de acidentes.

Calculada a probabilidade de determinado local para acidentes aéreos, o modelo de consequência de desastres, quando combinado com as características da aeronave, com os possíveis ângulos de impacto e, sobretudo, das características do local (edificado, aberto, arborizado) permite concluir que o tamanho da área afetada pelo acidente dificilmente será igual para todos os locais ao redor do aeroporto. (EVANS et al, 1997)

⁶⁰ O risco individual é definido como a probabilidade (por ano) de que uma pessoa residente permanentemente em um local particular na área ao redor do aeroporto seja morta como uma consequência direta de um acidente de aeronave. (ICAO, 2002)

⁶¹ O risco social é definido como a probabilidade (por ano) de que mais de N número de pessoas sejam mortas como consequência direta de um acidente de aeronave. (ICAO, 2002)

Finalizados os cálculos dos riscos individuais e sociais para cada local, curvas de risco permitem representar áreas com níveis de risco intermediários entre os níveis de risco de cada curva, permitindo que medidas apropriadas sejam tomadas, tal como ocorrido no entorno do Aeroporto de Schiphol, onde na zona de maior risco a demolição de 87 residências e a restrição de certas atividades foram ordenadas. (ICAO, 2002)

Segundo Cheung et al (2013), apesar de que em muitos países a metodologia de análise de risco a terceiros ainda seja desconhecida; na Holanda, nos Aeroportos de Heathrow e Manchester, ambos no Reino Unido, e no Aeroporto de Sydney-Austrália, essas análises risco para aeroportos são exigidas por lei (ICAO, 2002), além de servir de suporte nos processos de tomada de decisão e para estudos de avaliação de impacto ambiental.

Entretanto, a falta de padronização, pela ICAO (2002), de um método capaz de servir as abordagens de risco a terceiros ou de zoneamento ruído, mesmo após divulgar a experiência holandesa de sua metodologia, mas, apenas limitando-se a propor um guia de orientação, conforme apresentado na Tabela 35, e arbitrando aos Estados a escolha do método a adotar, fez com que a vasta experiência acumulada em muitos países de práticas de restrições com base nos níveis de ruído predominassem.

Tabela 35 – Alguns exemplos de usos de solo compatíveis em torno dos aeroportos.

	ZONAS		
	A	B	Lado de Fora
Exemplos de usos e ocupações do solo compatíveis.	A maioria dos usos e ocupações do solo não são permitidos.	Algumas restrições aos usos e ocupações do solo.	Usos e ocupações do solo sem restrições.
Agricultura.			
Cultivo agrícola	Sem restrições.	Sem restrições.	Sem restrições.
Indústria.			
Venda de máquinas	Sem restrições.	Sem restrições.	Sem restrições.
Comercial.			
Armazém e transporte	Sem restrições.	Sem restrições.	Sem restrições.
Escritórios e bancos.	Restrito.	Restrito.	Sem restrições.
Residencial.			
Habitação de baixa densidade	Restrito.	Restrito.	Sem restrições.
Habitação de alta densidade	Proibido.	Restrito.	Sem restrições.
Instalações públicas.			
Escolas e hospitais	Restrito.	Restrito.	Sem restrições.

Fonte: ICAO, 2002.

5.2.1 RESTRIÇÕES AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DEVIDO AO RUÍDO AERONÁUTICO NA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.

Através do Decreto nº 83.399 (BRASIL, 1979), que regulamentou o Capítulo III do Título IV do Código Brasileiro do Ar (BRASIL, 1966), o país regulamentou a compatibilização do uso do solo ao ruído produzido pelos aeródromos ao instituir os Planos de Zonas de Ruído, por meio dos quais restrições em áreas além dos limites dos aeródromos foram estabelecidas.

A partir disso, diante da então inexistência de outra metodologia de risco e de uma vasta experiência acumulada por outros países de um método baseado no incômodo sonoro, as restrições ao uso e ocupação do solo na legislação aeronáutica devido ao ruído aeronáutico podem ser consideradas as únicas medidas não estruturais⁶² para a mitigação de desastres aéreos, ao atentar-se para o problema da aglomeração humana no entorno dos aeródromos, através da concepção de 03 (três) áreas, delimitadas por 02 (duas) curvas de nível de ruído, nas quais obedeciam às restrições apresentadas na Tabela 36:

Tabela 36 – Restrições ao uso do solo estabelecidas pelo antigo Plano de Zona de Ruído, período 1979- 1991.

EDIFICAÇÕES	ÁREA I (Interior à Curva de Nível 1)	ÁREA II (Compreendida entre as Curvas de Níveis 1 e 2)	ÁREA III (Exterior à Curva de Nível 2)
Residências	N ⁺	N _R	S
Escolas	N ⁺	N _R	S
Igrejas	N ⁺	N _R	S
Hospitais	N ⁺	N _R	S
Escritórios	N ⁺	S _R **	S
Industriais	–	S _R **	S
Comerciais	–	S _R **	S
Loja de Atacado	–	N ⁻	S
Loja de Varejo	–	N ⁻	S
Hotéis	N ⁺	N _R	S
Motéis	N ⁺	N _R	S
Teatros	N ⁺	N _R	S
Auditórios	N ⁺	N _R	S
Outros edifícios	*	**	S

Fonte: Brasil, 1979.

N⁺ = Não devem ser construídos nessa área.

N⁻ = Não podem ser construídos nessa área.

N_R = Novas construções devem ser evitadas. Sendo inevitável, recomenda-se para as edificações novas e antigas um estudo detalhado do problema de ruído e que sejam adotadas medidas para insonorização desses edifícios.

S_R = Podem ser construídos.

S = Não há restrições para construções.

* = Não é recomendável a construção de nenhum edifício sem um estudo detalhado do problema de insonorização.

** = Recomenda-se que seja estudado o problema de ruído e que sejam adotadas medidas para insonorização desses edifícios.

⁶² Conjunto de medidas preventivas que englobam o planejamento da ocupação e/ou utilização do espaço geográfico, em função da definição das áreas de risco, bem como o aperfeiçoamento da legislação de segurança contra desastres. (MIN, 2007)

Uma vez que a metodologia usada para a geração das curvas de níveis de ruído (e consequentemente para definir as áreas nas quais as restrições seriam impostas) não foram descritas no Decreto 83.399, o detalhamento do método utilizado no país para a geração dessas curvas somente foi apresentado oficialmente por meio de um Boletim Técnico emanado pelo antigo Departamento de Aviação Civil. (MAER, 1981)

Através da Lei 6.997 (BRASIL, 1982), o CBAr passou a considerar que as administrações públicas seriam obrigadas a compatibilizar o zoneamento⁶³ do uso do solo nas áreas vizinhas aos aeródromos às restrições estabelecidas nos Planos Básicos de Zoneamento de Ruído (PBZR) ou, de acordo com a conveniência ou peculiaridade de cada aeródromo, com os Planos Específicos de Zoneamento de Ruído (PEZR).

Posteriormente, tais planos foram normatizados por meio do Decreto nº 89.431 (BRASIL, 1984), o qual tornou suas aplicações vinculadas a 05 (cinco) classes de aeródromos, como mostrado no Quadro 9:

Quadro 9 – Aplicação dos Planos de Zoneamento de Ruído de acordo com a classe do aeródromo, período 1984-1991.

Tipo de Pista	Movimento Anual Existente	Classe	Tipo de PZR
Heliportos	Exclusivo para operação de helicópteros.	I	PBZR.
Aviação Geral	Aviação Regular Inexistente ou sem previsão de existir no prazo de 20 anos.	II	PBZR ou PEZR.
Aviação Regional Regular de Baixa Densidade	< 15.000	III	PBZR ou PEZR.
Aviação Regional Regular de Alta Densidade	> 15.000	IV	PBZR ou PEZR.
Aviação Doméstica/Internacional Regular de Baixa Densidade	< 6.000		PBZR ou PEZR.
Aviação Doméstica/Internacional Regular de Alta Densidade	> 6.000	V	PEZR.

Fonte: Brasil, 1984.

De acordo com a classe do aeródromo, 03 (três) áreas eram então definidas no entorno de sua pista por meio de 02 (duas) curvas de nível de ruído, sendo que nos Planos Básicos suas dimensões eram padronizadas, conforme a Tabela 37.

⁶³ O zoneamento do ruído é definido como a indicação de atividades para a área situada entre os limites do aeroporto e as curvas de níveis de ruído, compatibilizadas com os níveis de ruído a que estão sujeitas. (BRASIL, 1984)

Tabela 37 – Parâmetros das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pelo Decreto Presidencial, período 1984-1991.

Classe	Parâmetros para a Curva de Nível de Ruído I (m)		Parâmetros para a Curva de Nível de Ruído II (m)	
	Comprimento da pista, mais acréscimo em cada lado de:	Largura de cada lado, a partir do eixo de pista:	Comprimento da pista, mais acréscimo em cada lado de:	Largura de cada lado, a partir do eixo de pista:
I	Círculo de raio de 100 m.		Círculo de raio de 300 m.	
II	300	100	500	200
III	500	180	1.200	400
IV	1.500	240	2.500	600

Fonte: Brasil, 1984.

Em virtude das ocupações preexistentes nos seus entornos, nos aeródromos de categoria I, suas curvas não obedeciam aos padrões seguidos pelas outras categorias, levando cada aeródromo dessa categoria a ter seu Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR), a fim de atender suas necessidades locais. (BRASIL, 1984)

Com a revogação do CBAr pelo então Código Brasileiro de Aeronáutica (BRASIL, 1986), a aplicação dos dispositivos do atual Código que tratam das Zonas Proteção passam a ser orientados e disciplinados pela Portaria nº 1.141/GM5 (BRASIL, 1987), na qual novos usos incompatíveis com a atividade aeronáutica foram estabelecidos para o entorno dos aeródromos, a depender das Categorias de Aeródromo, que por sua vez relacionavam-se com o número de movimentos de aeronaves e com o porte da aviação, de acordo com o Quadro 10:

Quadro 10 – Categorias dos Aeródromos para Aplicação dos Planos de Zoneamento de Ruído, período 1987-2011.

Categoria	Movimento Anual Existente ou Prevista e/ou Movimento Noturno ao Tipo de Aviação
I (Aviação Regular de Grande Porte de Alta Densidade)	≥ 6.000 movimentos anuais ou > 2 movimentos noturnos.
II (Aviação Regular de Grande Porte de Média Densidade)	< 6.000 movimentos anuais e movimento noturno não seja superior a 2; ou
	< 3.600 movimentos anuais e ≤ 2 movimentos noturnos existentes.
III (Aviação Regular de Grande Porte de Baixa Densidade)	< 3.600 movimentos anuais e sem movimentos noturnos.
IV (Aviação Regular de Médio Porte de Alta Densidade)	≥ 2.000 movimentos anuais ou > 4 movimentos noturnos.
V (Aviação Regular de Médio Porte de Baixa Densidade)	< 2.000 movimentos anuais ou ≤ 4 movimentos noturnos.
VI (Aviação de Pequeno Porte)	X

Fonte: Brasil, 1987.

De acordo com a categoria estabelecida para o aeródromo, 03 (três) áreas eram então definidas no entorno de sua pista por 02 (duas) curvas de nível de ruído, cujas dimensões estão apresentadas na Tabela 38.

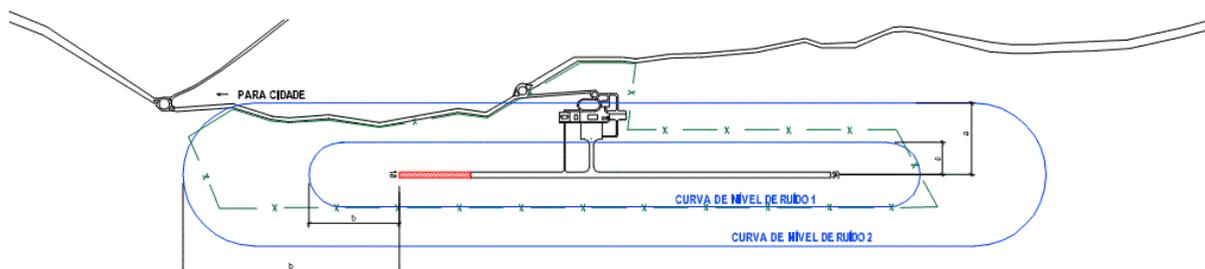
Tabela 38 – Parâmetros das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pelo então Ministério da Aeronáutica, período 1987-2011.

Categoria	Parâmetros para a Curva de Nível de Ruído I		Parâmetros para a Curva de Nível de Ruído II	
	Comprimento da pista, mais acréscimo em cada lado de:	Largura de cada lado, a partir do eixo de pista:	Comprimento da pista, mais acréscimo em cada lado de:	Largura de cada lado, a partir do eixo de pista:
I	Conforme PEZR.	Conforme PEZR.	Conforme PEZR.	Conforme PEZR.
II	1.500 m	240 m	2.500 m	600 m
III e IV	500 m	180 m	1.200 m	400 m
V e VI	300 m	100 m	500 m	200 m

Fonte: Brasil, 1987.

Constata-se na Tabela 38 que, para os aeródromos de categorias II ao VI, a curvas de nível de ruído do Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) apresentavam formas padronizadas, conforme ilustra a Figura 49, que delimitavam as restrições às atividades no interior dessas curvas.

Figura 49 – Ilustração das curvas que compõem o Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR) aplicadas aos aeródromos de categorias II ao VI.



Fonte: COMAER, 2003.

No Quadro 11, as incompatibilidades para as áreas I e II, delimitadas pelas curvas de nível de ruído, são apresentadas, constatando-se o nível de proteção que, indiretamente, a norma estabelecia para a mitigação de desastres aéreos, uma vez que nas propriedades onde são comuns grandes concentrações de pessoas, tais como: residências, instalações de saúde e de ensino, suas implantações não eram permitidas até 2.500 m ao longo e até 600 m de cada lado do eixo de pista.

Quadro 11 – Compatibilidades das Atividades nas Áreas I e II dos PBZR, período 1987-2011.

ATIVIDADES	Área I	Área II
I - Produção e extração de recursos naturais: agricultura; piscicultura; silvicultura; mineração; e atividades equivalentes.	Sim	Sim
II- Serviços Públicos ou de Utilidade Pública: estação de tratamento de água e esgoto; reservatório de água; cemitério; e equipamentos urbanos equivalentes.	Sim	Sim
III - Comercial: depósito e armazenagem; estacionamento e garagem para veículos; feiras livres; e equipamentos urbanos equivalentes.	Sim	Sim
IV - Recreação e lazer ao ar livre: praças, parques, áreas verdes; campos de esporte; e equipamentos urbanos e equivalentes.	Sim	Sim
V - Transporte: rodovias; ferrovias; terminais de carga e passageiros; auxílio à navegação aérea; e equipamentos urbanos equivalentes.	Sim	Sim
VI – Industrial.	Sim	Sim
VII – Residencial.	Não	Não
VIII - Saúde: hospital e ambulatório; consultório médico; asilo; e equipamentos urbanos equivalentes.	Não	Não
IX - Educacional: escola; creche; e equipamentos urbanos equivalentes.	Não	Não
X - Serviços Públicos ou de Utilização Pública: hotel e motel; edificações para atividades religiosas; centros comunitários e profissionalizantes; e equipamentos urbanos equivalentes.	Não	Não
XI - Cultural: biblioteca; auditório, cinema, teatro; e equipamentos urbanos equivalentes.	Não	Não

Fonte: Brasil, 1987.

A partir da Lei nº 11.182 (BRASIL, 2005), que criou a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), a questão do ruído aeronáutico passou a ser tratado pelo RBAC nº 161 (BRASIL, 2011, 2013), o qual seguiu a referência técnica norte-americana da FAA para revisar a metodologia de definição das curvas de ruído, uma vez que, segundo a ANAC, com o avanço tecnológico das aeronaves foi necessário definir, com maior precisão, a compatibilidade do uso do solo com os níveis de ruído aeronáutico, com finalidade de facilitar a aplicação da legislação pelas Prefeituras Municipais e com menores prejuízos para a sociedade. (ANAC, 2011).

Desde então, a elaboração e aplicação de Planos de Zoneamento de Ruídos (PZR), o qual cada aeródromo civil deve obrigatoriamente possuir, segue novos requisitos, conforme apresentado no Quadro 12:

Quadro 12 – Critério Atual para Definição do Tipo do PZR

Média Anual de Movimento de Aeronaves nos Últimos 3 (três) Anos	Tipo de PZR
> 7.000	PEZR
≤ 7.000	Facultativo PBZR ou PEZR.

Fonte: Brasil, 2013.

Do mesmo modo que a norma anterior (BRASIL, 1987), áreas delimitadas por curvas padronizadas de níveis de ruído possuem dimensões que também dependem do movimento de

aeronaves registrado no aeródromo, porém, em comparação com a mesma norma, com dimensões essas inferiores para todos as classes de aeródromos, atingindo-se o máximo de 700 m ao longo, e até 500 m, de cada lado, do eixo de pista, conforme a Tabela 39:

Tabela 39 – Parâmetros Atuais das Curvas de Níveis de Ruído para as Classes de Aeródromos definidas pela ANAC.

Movimento Anual	Classe	Parâmetros para a Curva de Ruído 75		Parâmetros para a Curva de Ruído 65	
		L1 (m)	R1 (m)	L2 (m)	R2 (m)
Até 400	1	70	30	90	60
De 401 a 2000	2	240	60	440	160
De 2001 a 4000	3	400	100	600	300
De 4.001 a 7000	4	550	160	700	500

Fonte: Brasil, 2013.

L: acréscimo de comprimento, em cada lado da pista.

R: raio do semicírculo com centro sobre o prolongamento do eixo da pista.

Com relação à compatibilidade do uso do solo nas áreas do PBZR, a norma atual expandiu a lista de atividades nas quais restrições são impostas; porém, sendo menos restritiva que a antiga norma, ao permitir a compatibilização, com restrições, de atividades antes totalmente proibidas, tais como: os usos residenciais; de educação; saúde; e alguns espaços culturais.

No Quadro 13 estão listados os usos compatíveis e incompatíveis para áreas abrangidas pelo PBZR ou PEZR, considerando as seguintes observações: redução do nível de ruído de 25, 30 e 35 dB podem ser requeridos onde houver permanência prolongada de pessoas; sempre que os órgãos locais determinarem que os usos devem ser permitidos, apesar do uso ser considerado incompatível (N) pela norma, o código (1) representa que medidas devem ser adotadas para atingir uma redução de pelo menos 25 dB; e redução de ruído de 25 dB (2) e de 30 dB (3) são requeridas nas edificações residenciais situadas em áreas agrícolas e de floresta ou de criação de animais e de pecuária, apesar desses usos serem considerados compatíveis (S), ou incompatíveis somente para edificações residenciais nessas áreas (S(4)).

Quadro 13 – Usos compatíveis e incompatíveis atuais para áreas abrangidas por PBZR ou PEZR.

	Nível de Ruído Médio dia-noite (dB)											
	Abaixo de 65		65-70		70-75		75-80		80-85		Acima de 85	
	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR
Residencial												
Residências uni e multifamiliares	S	S	N(1)	N(1)	N(1)	N(1)	N	N	N	N	N	N
Alojamentos temporários (exemplos: hotéis, motéis e pousadas ou empreendimentos equivalentes)	S	S	N(1)	N(1)	N(1)	N(1)	N	N(1)	N	N	N	N
Locais de permanência prolongada (exemplos: presídios, orfanatos, asilos, quartéis, mosteiros, conventos, apart-hotéis, pensões ou empreendimentos equivalentes)	S	S	N(1)	N(1)	N(1)	N(1)	N	N	N	N	N	N
Usos Públicos												
<u>Educacional</u>												
(exemplos: universidades, bibliotecas, faculdades, creches, escolas, colégios ou empreendimentos equivalentes)	S	S	N(1)	N(1)	N(1)	N(1)	N	N	N	N	N	N
<u>Saúde</u>												
(exemplos: hospitais, sanatórios, clínicas, casas de saúde, centros de reabilitação ou empreendimentos equivalentes)	S	S	30	25	30	30	N	N	N	N	N	N
<u>Igrejas, auditórios e salas de concerto</u>												
(exemplos: igrejas, templos, associações religiosas, centros culturais, museus, galerias de arte, cinemas, teatros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	30	25	30	30	N	N	N	N	N	N
<u>Serviços governamentais</u>												
(exemplos: postos de atendimento, correios, aduanas ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N
<u>Transportes</u>												
(exemplos: terminais rodoviários, ferroviários, aeroportuários, marítimos, de carga e passageiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	35	30	35	35	35	35
<u>Estacionamentos</u>												
(exemplo: edifício garagem ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	35	N	N
Usos Comerciais e serviços												
Escritórios, negócios e profissional liberal (exemplos: escritórios, salas e salões comerciais, consultórios ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N
Comércio atacadista - materiais de construção, equipamentos de grande porte	S	S	25	S	25	25	N	30	N	35	N	N
Comércio varejista	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N
<u>Serviços de utilidade pública</u>												

	Nível de Ruído Médio dia-noite (dB)											
	Abaixo de 65		65-70		70-75		75-80		80-85		Acima de 85	
	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR	PBZR	PEZR
(exemplos: cemitérios, crematórios, estações de tratamento de água e esgoto, reservatórios de água, geração e distribuição de energia elétrica, Corpo de Bombeiros ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	35	N	N
Serviços de comunicação												
(exemplos: estações de rádio e televisão ou empreendimentos equivalentes)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N
Usos Industriais e de Produção												
Indústrias em geral	S	S	25	S	25	25	N	30	N	35	N	N
Indústrias de precisão (Exemplo: fotografia, óptica)	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N
Agricultura e floresta	S	S	S(3)	S(2)	S(3)	S(3)	S(4)	S(4)	S(4)	S(4)	S(4)	S(4)
Criação de animais, pecuária	S	S	S(3)	S(2)	S(3)	S(3)	N	N	N	N	N	N
Mineração e pesca (exemplo: produção e extração de recursos naturais)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Usos Recreacionais												
Estádios de esportes ao ar livre, ginásios	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N
Conchas acústicas ao ar livre e anfiteatros	S	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Exposições agropecuárias e zoológicos	S	S	N	S	N	N	N	N	N	N	N	N
Parques, parques de diversões, acampamentos ou empreendimentos equivalentes	S	S	S	S	S	S	N	N	N	N	N	N
Campos de golf, hípicas e parques aquáticos	S	S	25	S	25	25	N	30	N	N	N	N

Fonte: Brasil, 2011, 2013.

A Figura 50 e a Figura 51 exemplificam 02 (duas) situações em que unidades educacionais encontram-se localizadas próximas do eixo de aproximação de importantes aeroportos públicos.

Figura 50 – Escola a 100 m do eixo da pista do Aeroporto Internacional de Porto Alegre.



Fonte: Nunes, 2005.

Figura 51 – Escola no eixo das pistas 17/35 do Aeroporto de Congonhas.



Fonte: Google, 2017b.

5.3 QUANTO ÀS EXPOSIÇÕES DAS AERONAVES AOS RISCOS DAS IMPLANTAÇÕES DE NATUREZA PERIGOSA

Assim como os objetos projetados no espaço aéreo, algumas instalações são capazes de causar embaraços às operações de pouso ou decolagem de um aeródromo, vindo, também, a não ser permitidas nas proximidades de aeroportos e de aeródromos das escolas de aviação, desde o Decreto nº 20.914. (BRASIL, 1932)

Posteriormente, por meio do Decreto nº 1.439 (BRASIL, 1937), restrições somente quanto às alturas dos obstáculos e das instalações foram determinadas no interior das Zonas de Proteção desses aeródromos, que correspondia a uma faixa de 1.200 m de largura que contornava os seus limites, nas quais:

As edificações, instalações, torres, chaminés, reservatórios, linhas de transmissão e linhas telegráficas ou telefônicas, postes, mastreações, culturas ou obstáculos de qualquer espécie não poderão exceder a altura correspondente a um décimo da distância medida do limite exterior do aeroporto. (BRASIL, 1937)

Semelhantemente, com o advento do Decreto-Lei nº 7.917 (BRASIL, 1945), restrições somente quanto às suas elevações foram impostas no interior dos Setores de Aproximação e das Áreas de Circulação, que se estendiam, respectivamente, até 3.000 m das cabeceiras de pistas e dos limites laterais dos aeroportos.

Somente com a aprovação do Decreto nº 83.399 (BRASIL, 1979), o qual regulamentou o Capítulo III do último CBAr (BRASIL, 1966), foi que surgiu o conceito de Implantação de Natureza Perigosa⁶⁴, no qual se detalhou⁶⁵ as implantações que não seriam permitidas nas Áreas de Aproximação e de Transição das Zonas de Proteção dos aeródromos públicos e militares, mesmo que suas alturas estivessem abaixo dos gabaritos estabelecidos, em virtude dos seus impactos nas operações e na segurança dos voos.

Tais restrições, porém, só vieram atingir as vizinhanças dos aeródromos privados com a Portaria nº 1.141/GM5 (BRASIL, 1987), que revisou e aprovou novas definições e normas relativas às Zonas de Proteção, e incluiu os matadouros, os vazadouros de lixo e culturas

⁶⁴ Implantação que produza ou deposite material explosivo ou inflamável ou cause perigosos reflexos, irradiações ou emanações, a exemplo de usinas siderúrgicas e similares, refinarias de combustíveis, indústrias químicas, depósitos ou fábricas de gases, combustíveis ou explosivos, áreas cobertas de material refletivo e outras similares. (BRASIL, 1979)

⁶⁵ Dentro do escopo das Implantações de Natureza Perigosa foram incluídas as culturas agrícolas atrativas de pássaros, instalações de vazadouros de lixo, matadouros, refinarias de petróleo, depósitos ou fábricas de materiais inflamáveis ou explosivos, torres irradiantes, redes de alta-tensão, cabos aéreos, postes, anúncios, balões cativos. (BRASIL, 1979)

agrícolas que possam atrair pássaros no grupo das implantações perigosas não permitidas nas Áreas de Aproximação e de Transição das Zonas de Proteção.

Mudanças nessas regras só aconteceram nos últimos anos, a saber: primeiramente com os postos de combustíveis para abastecimento de veículos, que passaram, a partir da Portaria nº 256/GC5, a ser autorizados nas áreas de aproximação e de transição das Zonas de Proteção, desde que não localizados nas faixas de pistas e dentro das áreas retangulares de 90 m de largura e 300 m de comprimento adjacentes às cabeceiras (BRASIL, 2011); posteriormente com a exclusão das fontes atrativas de aves do escopo das restrições da Zona de Proteção, pela Portaria nº 1.256/GC5 (BRASIL, 2013); até que, atualmente, a Portaria nº 957/GC3 (BRASIL, 2015) passou a prever que as atividades de natureza perigosa (incluindo-se as fontes atrativas de fauna) estão sujeitas a um Estudo Aeronáutico, com o objetivo de identificar quais os possíveis efeitos adversos à segurança de voo ou à regularidade das operações dessas implantações.

Na Figura 52, observa-se que a proximidade do posto de combustível com o local do acidente aéreo poderia acarretar maiores danos humanos e matérias nesse desastre, porém a permanência de outros postos no prolongamento da pista (Figura 53) demonstra que o risco de outros acidentes aéreos com grandes proporções é previsível.

Figura 52 – Posto de combustível atingido no acidente do Airbus 320 em 17 de julho de 2007.



Fonte: Jornal do Comércio, 2017.

Figura 53 – Posto de combustível no eixo das pistas 17/35 do Aeroporto de Congonhas.



Fonte: Google, 2017.

Diante dos riscos de acidentes aéreos causados pelas fontes atrativas de fauna presentes nas proximidades de muitos aeródromos brasileiros, as restrições estabelecidas pelas legislações aeronáuticas e complementares para as implantações de atividades reconhecidamente ou potencialmente atrativas serão detalhadas subsequentemente.

5.3.1 CONTROLE E REDUÇÃO DO PERIGO DA FAUNA SILVESTRE

Colisões com a fauna são incidentes comuns, porém acidentes aéreos com vítimas causados pelo choque entre aeronaves e a fauna são relativamente raros. (OLIVEIRA, 2014)

Dados de 1988 a 2016 demonstram que, globalmente, as colisões de aeronaves com animais causaram a morte de mais de 262 pessoas e destruiu mais de 247 aeronaves. (FAA; USDA, 2016)

Em 2009, o pouso forçado de um Airbus 320 no Rio Hudson (Figura 54), causado após seu impacto com um bando de gansos, minutos após a sua decolagem do aeroporto de La Guardia, em Nova Iorque, a 2.812 pés e 4,5 milhas náuticas da cabeceira oposta de decolagem, tornou-se símbolo do perigo que as aves representam às aeronaves. (NTSB, 2010)

Figura 54 – Trajetória do voo U. Airways 1549 até o pouso forçado no Rio Hudson.



Fonte: NTSB, 2010.

Nos EUA, dos 169.858 reportes de colisão entre 1990-2015 registrados em 1.969 aeródromos daquele país, 68 colisões causaram a destruição total da aeronave, 12 colisões com vítimas fatais que ocasionaram 26 mortes e 229 colisões com 400 vítimas não fatais. (FAA, USDA, 2016)

No Brasil, dados de 2011-2016 do Sistema de Gerenciamento do Risco Aviário (SIGRA) do CENIPA apresentam a ocorrência de 26.777 registros, dos quais 10.364 foram de colisões, sendo que apenas 07 (sete) ocasionaram acidentes com aeronaves civis, porém sem fatalidades. (BRASIL, 2017)

Dentre os acidentes ocorridos nesse período com aeronaves civis, destacam-se 02 (dois) deles: um ocorrido durante um voo de uma aeronave de instrução em que um urubu colidiu contra o para-brisa de uma aeronave de pequeno-porte a aproximadamente 5 km da pista do Aeroporto de Salvador, a 300 m de altura, o que causou ferimentos graves em 1 (um) dos tripulantes; e a outro com uma aeronave de médio-porte de transporte de passageiros, durante o pouso da aeronave ao atingir uma anta que estava na pista do Aeroporto Internacional de Eduardo Gome, Manaus-AM.

5.3.1.1 Segundo a ICAO

A ICAO considera que a presença da fauna (aves e outros animais) nos aeródromos e nas suas vizinhanças uma grave ameaça para a segurança dos voos. (ICAO, 2013)

Desse modo, tornou-se mandatória que ações nos países signatários sejam tomadas para diminuir o risco dessa ameaça, por meio de medidas que minimizem a probabilidade de colisões entre aeronaves e a fauna, com base nas avaliações contínuas realizadas por pessoal competente, nos registros e notificações das colisões e das informações sobre o avistamento de animais, seja no aeródromo ou em seu redor, que constituam perigo potencial para as operações das aeronaves.

Além disso, ficou normatizada a necessidade de eliminação ou impedimento da instalação de depósitos de lixo ou de quaisquer outras fontes que atraiam aves ou outros animais; ao menos que uma avaliação indique que seja improvável que tais fontes possam ser um perigo para as operações, ou que, quando na impossibilidade de eliminação dessas fontes atrativas, fique assegurado que o risco seja reduzido tão baixo quanto razoavelmente praticável. (ICAO, 2013)

Com o objetivo de fornecer ao pessoal de aeroporto as informações necessárias para o desenvolvimento e implementação dessas medidas, foi publicado um manual (ICAO, 2012) que destaca a importância do planejamento e organização de um Programa de Controle da Fauna, além de apresentar informações as quais descrevem os motivos que tornam os aeroportos atraentes para a fauna, em especial para as aves, e algumas medidas usadas para torná-los menos atrativos.

Dentre as várias funções ou responsabilidades descritas nesse manual está a necessidade, principalmente de pilotos e operadores de aeronaves, e, adicionalmente, do pessoal de solo, torre de controle de aeródromo e outras partes interessadas, de notificar os avistamentos, colisões e quase colisões, sendo recomendado que esses sejam coordenados por um único órgão, a fim de que todas as colisões sejam devidamente encaminhadas para a autoridade reguladora da aviação civil local.

Também faz parte desse programa a responsabilidade do Operador de Aeródromo de manter um registro diário detalhado das espécies, do seus quantitativos e das suas localizações, para que se possa identificar em quais horas do dia ou épocas do ano o risco da fauna é mais crítico. (ICAO, 2012)

As combinações dessas informações com os dados de colisões, juntamente com a severidade dos danos registrados, permitirão ao Operador de um aeródromo avaliar adequadamente o risco e priorizar as ações à (s) espécie (s) mais frequentemente envolvida (s) em colisões e com danos significativos para a segurança do voo.

A questão da incompatibilidade do uso da terra ao redor do aeroporto é motivo também de preocupação por parte da ICAO, visto que a sua análise atual dos dados do ICAO *Bird Strike Information System* (IBIS) revelou que aproximadamente 90% das ocorrências de colisões ocorreram no aeroporto ou no seu entorno mais próximo, condição essa semelhante à apontada na edição anterior do manual (ICAO, 1991), no qual cerca de 79% das colisões com pássaros, apesar de registradas entre 0 e 60 m (0 a 200 pés) no pouso ou entre 0 e 150 m (0 e 500 pés) na decolagem, foram consideradas como ocorrências de aeroporto. (ICAO, 2012)

Atualmente, por meio de um manual que fornece orientações para o planejamento do uso do solo no entorno dos aeroportos (ICAO, 2002), usos incompatíveis ao redor dos aeroportos foram definidos dentro de 02 (duas) áreas circulares de 3km e 8km de raio com centro no ponto de referência de aeródromo,⁶⁶ com vista a minimizar os problemas com colisões com pássaros, conforme apresentado no Quadro 14.

Quadro 14 – Guia para o uso do solo.

USO DO SOLO	ÁREA A (até 3km)	ÁREA B (entre 3 e 8 km)
Agrícola.		
Lavoura.	NÃO	SIM
Curral.	NÃO	SIM
Pomar.	NÃO	SIM
Reservas Naturais.		
Área de preservação aviária.	NÃO	NÃO
Área de caça.	NÃO	NÃO
Recreacional.		
Escolas de equitação.	NÃO	SIM
Pistas de corrida.	NÃO	SIM
Áreas de exposição.	NÃO	SIM
Teatros ao ar livre.	NÃO	SIM
Comercial.		
Restaurantes <i>drive-in</i> .	NÃO	SIM
Fábricas de processamento de alimentos.	NÃO	SIM
Serviços Públicos.		
Áreas de descarte de resíduos orgânicos.	NÃO	NÃO

Fonte: ICAO, 2002.

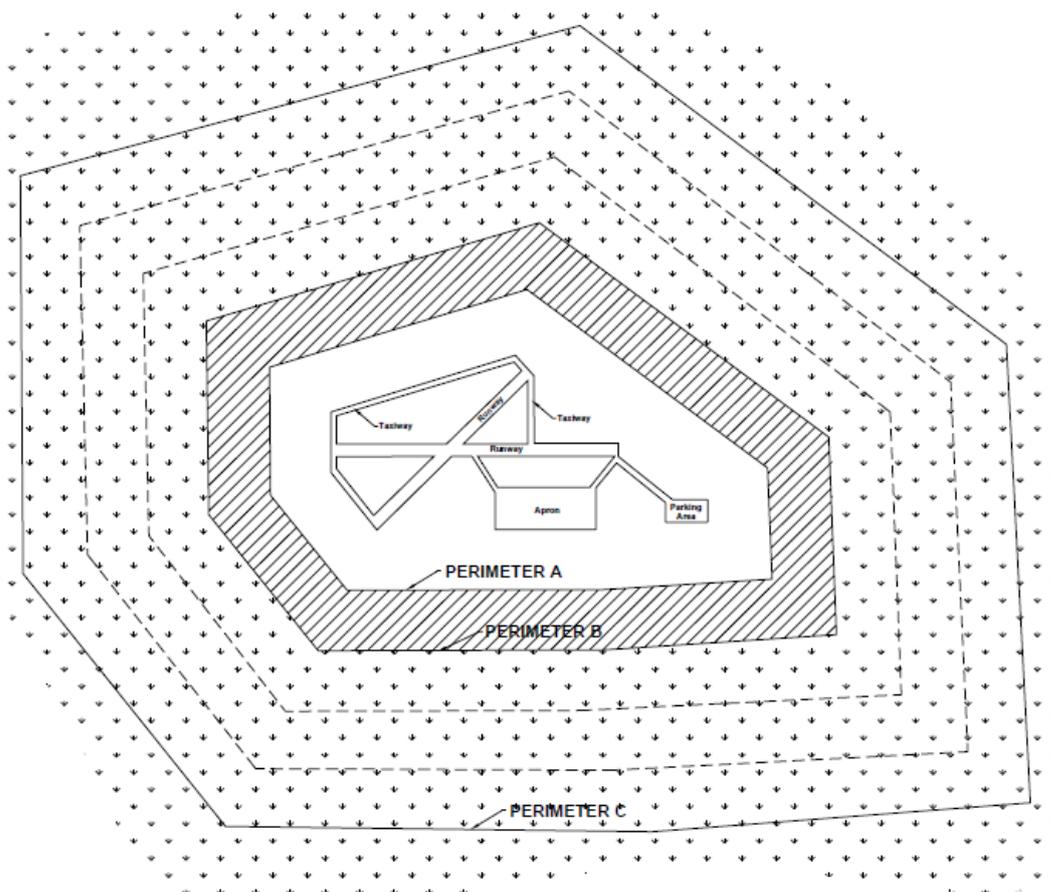
⁶⁶ Localização geográfica designada de um aeródromo. (ANAC, 2017)

5.3.1.2 Segundo a FAA

Visto que muitos dos aeroportos dos EUA possuem grandes extensões de terras abertas ou que apresentam atividades que podem servir de fonte atrativa da fauna, a FAA divulgou o Aviso Circular 150/5200-33B, que orienta o uso da terra dentro e próximo dos seus aeroportos públicos e estabelece critérios de separação, baseando-se no risco de movimentação da fauna nas áreas de aproximação e decolagem ou na área de operação aérea (AOA) dos aeroportos e nas performances das aeronaves a jato e a pistão. (FAA, 2007)

As distâncias de 5.000 pés (1.524 m) ou 10.000 pés (3.048 m) para os aeroportos que operam, respectivamente, a pistão e a jato, e de 5 milhas terrestres (8.046,76 m), se a fonte atrativa puder causar a presença de pássaros nos eixos de pouso ou decolagem de aeronaves, são recomendadas entre a área de atração e a área de movimento mais próxima do aeroporto, sendo essas distâncias representadas na Figura 55.

Figura 55 – Distâncias de separação dentro das quais os atrativos da fauna devem ser evitados, eliminados ou mitigados.



Fonte: FAA, 2007.

Na segunda seção da referida circular, práticas de uso da terra que possuem o potencial de atrair a fauna e que podem ser consideradas uma ameaça à segurança de voo foram definidas, a depender de sua localização e do tamanho da população de animais atraídos ao ambiente do aeroporto. (FAA, 2007)

Dentre os diversos usos apresentados, os aterros de resíduos sólidos, por serem reconhecida fonte de pássaros, são classificados como incompatíveis com as operações de um aeroporto, sendo proibido que novos aterros sejam construídos até 6 milhas terrestres (9.656,06 m) de alguns aeroportos públicos.

Com relação aos aterros já existentes, e que estão localizados dentro dos critérios de separação demonstrados pela Figura 55, existe somente a recomendação contrária ao aumento do número de operações de aeronaves ou a operação de aeronaves maiores e mais rápidas e que os operadores dos aterros demonstrem que suas operações não causam riscos de colisões de pássaros com as aeronaves.

Além disso, dentro das operações de eliminação de resíduos, as estações fechadas de transferência de lixo são geralmente compatíveis com as operações de um aeroporto, desde que não estejam localizadas dentro do sítio aeroportuário ou na Zona de Proteção de Pista (RPZ). (FAA, 2007)

5.3.1.3 Segundo a Legislação Nacional

Ao incluir o risco aviário no escopo do conceito de Implantação de Natureza Perigosa, a Portaria nº 1.141/GM5 considerou que os matadouros, os vazadouros de lixo, as culturas agrícolas que atraem pássaros, assim como outras implantações que possam proporcionar riscos semelhantes à navegação aérea, ficariam proibidos nas áreas de aproximação e de transição de aeródromos, cabendo aos projetos de implantação e aproveitamentos localizados nessas áreas a autorização da autoridade aeronáutica local. (BRASIL, 1987)

Diante do grande número de aves nas proximidades dos aeroportos, tendo como causas a degradação do meio ambiente e a deficiência do saneamento básico ao redor dos aeródromos, surgiu a necessidade de uma legislação específica que protegesse as operações de voo de um aeródromo das atividades consideradas como Focos de Atração⁶⁷.

⁶⁷ Locais onde a oferta alimentar abundante exercerá poder de atração sobre as aves, podendo vir a hospedar quantidade significativa destes animais. Normalmente, esses locais caracterizam-se pela poluição evidente, que decorre da falta de controle sobre as atividades neles exercidas, ou a ausência de ações adequadas de limpeza. São

Coube à Resolução nº 4 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) a tarefa de ser a primeira legislação a buscar uma solução para o problema, ao estabelecer a Área de Segurança Aeroportuárias (ASA), que é definida como uma área circular localizada no centro geométrico do aeródromo, cuja extensão depende do tipo de operação de voo no aeródromo/aeroporto: raio de 20 km para aeroportos que operam voos por instrumentos (IFR), ou 13 km para os demais aeródromos, nas quais as implantações de novas atividades de natureza perigosa (restrita àquelas citadas na legislação aeronáutica sobre Zonas de Proteção) não são permitidas, enquanto que as atividades já existentes não são proibidas, desde que suas operações sejam modificadas de acordo com as normas de segurança e/ou ambientais. (BRASIL, 1995)

Recentemente, em cumprimento à determinação do Conselho de Aviação Civil (CONAC), o Ministério da Defesa (MD), através da Resolução nº 003/2010 (BRASIL, 2010b), atribui ao COMAER a responsabilidade de formulação dos critérios para o estabelecimento dos Planos Básicos de Gerenciamento de Risco Aviário (PBGRA) para cada aeródromo ou a aplicação de Planos Específicos, de forma análoga aos da Zona de Proteção que obriga os municípios a cumpri-las a partir de suas aprovações.

Soma-se a isso as incumbências dadas às autoridades da aviação na identificação dos focos de atração de aves: ao COMAER, dos focos localizados fora do sítio aeroportuário, e à ANAC, para aqueles localizados no interior do sítio, as quais reforçam as medidas para a mitigação dos riscos de colisão entre aeronaves e aves. (BRASIL, 2010)

Tendo em vista as disposições acima, o COMAER/CENIPA aprovou, por meio do PCA-3-2, os critérios para análise de implantação de empreendimentos e/ou atividades com potencial de atração de aves localizados dentro de uma nova área, chamada de Área de Gerenciamento do Risco Aviário (AGRA), também circular com raio de 20km com o centro no ponto médio da pista, possuindo um círculo interno com raio de 9 km, criando dois setores: um interno (núcleo) e outro externo da AGRA. (BRASIL, 2011)

Nessa primeira publicação, dentro dos núcleos das AGRAs os Elos Regionais do CENIPA tinham a atribuição de efetuar o levantamento dos focos de atração de aves somente nos aeródromos considerados prioritários e orientados a emitir parecer desfavorável à implantação ou funcionamento de empreendimentos considerados Focos Potenciais de Atração

alguns exemplos: vazadouros de resíduos sólidos, vulgarmente conhecidos como "lixões"; áreas de descarga de esgoto sem tratamento; áreas de descarga clandestina de pescado; etc. (BRASIL, 2011)

de Aves⁶⁸ unicamente nos aeródromos públicos, com o propósito de proteger a parcela dos seus espaços aéreos utilizados pelas aeronaves durante a decolagem, subida inicial, aproximação e pouso. (BRASIL, 2011)

Em seguida, a Lei nº 12.725 (BRASIL, 2012) traz para dentro da ASA, cujo centro passa a coincidir com o centro da maior pista do aeródromo, outras regras e restrições ao uso e ocupação do solo, segundo a qual as atividades atrativas deverão ser proibidas ou gradualmente interrompidas e as atividades com potencial de atração (aterros sanitários ou equivalentes) obrigadas a se adequarem aos parâmetros determinados pela autoridade competente no âmbito da aviação, constituindo-se em infração à lei:

- I - implantar ou operar atividade com potencial de atração de espécimes da fauna na ASA sem submetê-la à aprovação da autoridade municipal e da autoridade ambiental;
- II - estimular, desenvolver ou permitir que se desenvolva atividade com potencial de atração de espécimes da fauna consideradas proibidas no interior da ASA;
- III - desrespeitar prazo que haja sido estabelecido para a cessação de atividade com potencial de atração de espécimes da fauna;
- IV - deixar de adequar atividade com potencial de atração de espécimes da fauna a parâmetros definidos nas restrições especiais; e
- V - desrespeitar a determinação de suspender atividade atrativa de espécimes da fauna. (BRASIL, 2012)

Ainda de acordo com a norma supracitada, a aplicação de sanções administrativas, que englobam multas, suspensão de atividade, interdição de área e embargo de obras, são previstas e atribuídas à autoridade municipal e o montante auferido empregado na redução do risco da fauna.

Por considerar que a existência de focos atrativos criam corredores de deslocamento de aves que cruzam as trajetórias de voo de aeronaves até 3.500 pés (1.067 m) de altura, os parâmetros determinados pelo COMAER/CENIPA foram atualmente atualizados pelo PCA 3-3 (BRASIL, 2017), estabelecendo a necessidade da emissão de um parecer aeronáutico que, subsidiado com a identificação e acompanhamento dos focos atrativos realizados pelo Operador de Aeródromo, decidirá favoravelmente ou não por qualquer empreendimento ou atividade a ser instalada ou em operação na Área de Segurança Aeroportuária (ASA), conforme as distâncias apresentadas no Quadro 15.

⁶⁸ Locais que poderão ser utilizados pelas aves para a satisfação de suas necessidades básicas, como descanso, alimentação, dessedentação, reprodução e criação de filhotes; ou áreas em que, apesar da potencial oferta alimentar, medidas de controle viáveis impedem ou podem vir a impedir que haja o acesso das aves. As áreas caracterizadas como focos com potencial de atração podem se tornar focos atrativos, em função da distribuição geográfica de outros focos atrativos na região, ou em função da redução ou paralisação das medidas de controle que impediam o acesso ao local pelas aves. (BRASIL, 2011)

Quadro 15 – Critérios de localização de empreendimento atrativo ou com potencial atrativo de fauna na ASA.

Tipo de Atividade	Potencial atração de fauna	Restrição especial relacionada à distância do centro da maior pista do aeródromo.		
		Empreendimento novo (LP e LI)		Empreendimento em operação (*)
		até 5km	entre 5-10km	entre 0-10km
Abatedouro	Muito alto	Proibição.	Adequação.	
Agricultura extensiva de grãos e/ou frutas	Alto	Proibição.	Adequação.	
Agricultura (outras culturas extensivas)	Moderado	Adequação.		
Aquicultura ou processamento de pescado (aberto)	Muito alto	Proibição.	Adequação.	
Aquicultura ou processamento de pescado (enclausurado)	Moderado	Adequação.		
Aterro controlado (recobrimento diário – material inerte)	Muito alto	Proibição.		
Aterro sanitário (recobrimento diário – material inerte)	Alto	Proibição.		Adequação.
Barragens (criação de espelho d'água)	Alto	Proibição.	Adequação.	
Criação de animais de corte (aberta)	Alto	Proibição.	Adequação.	
Criação de animais de corte (enclausurada)	Moderado	Adequação.		
Curtume	Muito alto	Proibição.	Adequação.	
Deposição de resíduos sólidos a céu aberto (vazadouro)	Muito alto	Proibição.		
Estação de transbordo de resíduos sólidos	Alto	Proibição.		Adequação.
Estação de tratamento de esgoto (ETE) ou água (ETA)	Moderado	Adequação.		
Feiras livres (gêneros alimentícios)	Moderado	Adequação.		
Indústria de processamento de alimentos (rações, etc)	Moderado	Adequação.		
Silos e outras construções de estocagem de alimentos	Moderado	Adequação.		
Zoológicos	Moderado	Adequação.		

Fonte: Brasil, 2017.

6 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estatísticas revisadas nesta pesquisa demonstram que acidentes aéreos são raros, tendo em vista o movimento total de aeronaves, porém mantendo um patamar nos últimos 10 (dez) anos que desafiam os países a progredirem em suas medidas de prevenção, principalmente em razão do alto quantitativo de mortes em cada acidente fatal.

Além de sua baixa probabilidade, notou-se que uma grande parcela dos acidentes não ocasionou fatalidades. Entretanto, essas estatísticas não disponibilizam dados referentes às vítimas não fatais, às pessoas externas afetadas por esses acidentes, bem como aos danos materiais gerados, que são de grande interesse para os Órgãos de Defesa Civil, necessitando-se, em nível nacional, da realização de pesquisas com intuito de divulgar essas informações.

Outras questões tão importantes quanto e ainda carentes de pesquisas científicas são as condições de uso e ocupação do solo nos locais dos acidentes não fatais, assim como a influência dessas condições, nos acidentes fatais na aviação comercial, para o reduzido número de sobreviventes entre passageiros ou para uma elevada mortalidade a pessoas externas ao voo, de modo que possam servir de reflexão para as medidas de prevenção, sobretudo, de desastres.

Certamente, serviu-se de sinal para esses questionamentos os dados que relacionam as contribuições dos países de diferentes regiões para o tráfego aéreo e para os acidentes em todo mundo no período 2010 – 2012 (Tabela 1), os quais alertam que, não obrigatoriamente, os altos níveis atingidos por alguns Estados no volume de tráfego aéreo resultam em quantidades de acidentes com vítimas; situação totalmente oposta constatada nos dados dos países da América Latina e Caribe que, apesar de ocuparem a 4ª posição em quantidade de tráfego aéreo, apresentam taxas de acidentes maiores do que as de países das regiões com intenso movimento de aeronaves.

Outro indício, apesar de ser também um grande avanço nos estudos estatísticos aqui revisados, foram alguns dados apresentados os quais superam o modelo de apenas analisar as causas que levaram aos acidentes aéreos, ao passar a responder quando esses ocorreram, mais especificamente, em que momento ou fase do voo, e, principalmente para os objetivos desta pesquisa, onde, ou seja, se dentro ou fora das pistas ou do aeródromo, ou em que localização em relação às pistas foram os sítios dos acidentes.

No Brasil, a realização de pesquisas para a obtenção dessas localizações e posterior representação gráfica, tal como apresentado na Figura 24, exigiria um esforço conjunto entre

Órgãos de Defesa Civil e outras instituições, uma vez que os nem todos os acidentes aéreos no Brasil, apesar de registrados quando notificados, são investigados pelo CENIPA.

Com relação a esses dados, um estudo retrospectivo de quase 02 (duas) décadas da Boeing (Tabela 8) apontou que são nos momentos extremos de um voo que os acidentes mais prevalecem, sendo que são nas curtíssimas fases de aproximação final e pouso que os números de acidentes e fatalidades são mais críticos, o que tornam, por isso, os aeródromos ou seus entornos áreas mais suscetíveis para esses eventos.

Apesar dessa importante constatação, os acidentes aéreos que ocorrem nos aeródromos ou em suas proximidades não são um problema recente, muito menos exclusivo do Brasil, visto que as aeronaves dependem de suas pistas para os pousos e decolagens, fazendo com que suas operações, a despeito de seus avanços tecnológicos, assumam um risco natural de acidentes, quando a partir dessas pistas decolam e pousam através do emprego de grandes velocidades.

Assim, inexoravelmente, toda aeronave expõe-se ao solo que está no entorno das pistas, cabendo-a sempre evitá-lo, buscando uma condição de pista que seja capaz de atender a sua necessidade de decolar e pousar dentro de seus limites e com a segurança requerida para condições normais de voo e, se possível, para atender suas eventuais situações de emergência.

Esse entendimento comprova-se nas estatísticas de acidentes aéreos resumidas nesta pesquisa, que ao apresentar a superioridade dos acidentes sem vítimas em comparação àqueles com vítimas, contrariam o senso comum de que para cada acidente aéreo deverá sempre se esperar por vítimas fatais ou, ainda, que, quando há sobreviventes, recorre-se ao acaso para entendê-los.

Além disso, as proximidades dessas ocorrências com os eixos das pistas, ou com as laterais do aeródromo, devido às circulações aéreas por vezes existentes, alertam para a predisposição dessas áreas aos acidentes aéreos, o que tornam certas aeronaves uma ameaça potencial para desastres, a depender do nível de ocupação do solo no seu entorno, ou um elemento vulnerável ao seu tipo de uso.

Prova disso são os últimos desastres aéreos ocorridos no Brasil e aqui detalhados que advertem sobre a influência que o tipo de uso e nível ocupação exercem sobre as consequências de um acidente aéreo que ocorre na vizinhança de um aeródromo, independentemente da contribuição dos fatores humanos, materiais e organizacionais para a sua ocorrência.

Nesse aspecto, esta pesquisa propõe que acidentes aéreos sejam sempre considerados, por mais que esforços sejam realizados pelas ações de prevenção de acidentes para evitá-los,

em razão de suas consequências variarem muito entre os acidentes, permitindo-se, com isso, que o nível da segurança da aviação civil progrida da prevenção de acidentes para a prevenção de desastres aéreos.

O primeiro passo para uma abordagem de prevenção de desastres aéreos reside em analisar as dimensões de um aeródromo, que não se deve resumir, embora seja de suma importância, ao tamanho de suas pistas, mas também a tudo que está ao seu redor.

Quanto a essa questão, os requisitos físicos de aeródromos concebidos pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO) e pela *Federal Aviation Administration* (FAA) demonstram a necessidade de garantir-se níveis aceitáveis de segurança para uma área mais abrangente que a própria pista, mas que não possui e não se exige que se tenha as suas características de pavimentação, diante dos limites das pistas serem suficientemente seguros para as operações normais de pouso e decolagem de suas aeronaves mais críticas.

Portanto, esses requisitos, tais como a faixa de pista e as zonas de parada e desimpedida, tornam-se partes integrantes da zona de segurança oferecida por um aeródromo ao estabelecer áreas ou espaços aéreos livres de obstáculos para eventuais acidentes que possam ocorrer dentro ou fora do aeródromo.

Porém, a ausência ou a implantação dessas áreas livres em dimensões abaixo, ou que atendam ao mínimo exigido pela legislação, aumentam a probabilidade de acidentes com vítimas fora dos limites patrimoniais de um aeródromo, tornando-se a apreciação desses e outros requisitos em cada aeródromo um ponto de partida para a gestão de desastres aéreos.

Entretanto, observa-se, neste estudo, uma diferença entre a legislação da ICAO e a legislação brasileira para os requisitos da faixa de pista, que permite que determinados aeródromos brasileiros operem em condições abaixo dos padrões de segurança internacionais, independentemente de suas possibilidades em atendê-los.

Situação semelhante são verificadas nas Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESAs), ao serem estabelecidos padrões diferentes de comprimentos entre as pistas construídas antes e depois da aprovação do Regulamento Brasileiro de Aviação Civil (RBAC) nº154, ou seja, para as pistas antigas adotou-se o padrão mínimo da ICAO de 90 m, enquanto para as pistas novas essa legislação adotou as dimensões recomendadas de 120 m ou 240 m.

Ademais, a diferença entre o padrão da ICAO (90 m) para a RESA e da equivalente *Runway Safety Area* (300 m) da FAA, além de ser um excelente exemplo da liberdade que um país possui em adotar padrões mais seguros do que os da legislação ICAO, geram dúvidas com

relação aos aeroportos brasileiros que, quando os seguem, limitam-se a cumprir estritamente os padrões regulatórios nacionais (ver apêndice), aumentando os riscos de lesões e mortes em áreas além dos limites do aeródromo.

Diante desse risco, a *Runway Protection Zone*, sendo essa área um requisito previsto apenas para os aeródromos regulados pela FAA, assevera a indispensabilidade de assegurar uma área até 750 m, adjacente à extremidade da faixa de pista, que proíbe e define usos incompatíveis, tais como residências, hospitais, escolas, depósitos de combustíveis etc, que, juntamente com a sua Zona Desimpedida, respectivamente, restringe o uso e a ocupação no prolongamento e preserva o espaço aéreo nos eixos das pistas de decolagem.

Outra grande diferença normativa, no que se refere aos requisitos de pista da FAA e que corroboram para que áreas livres ainda maiores sejam mantidas no prolongamento dos eixos de pistas dos aeroportos com aproximação IFR de precisão, reside no conceito das Zonas Livres de Obstáculos (OFZ), sendo a FAA muito mais restritiva, ao proibir obstáculos ou aeronaves nos espaços aéreos compreendidos pelas OFZs de aproximação e transição internas, à medida que a ICAO permite que obstáculos ocupem esses espaços até os limites das superfícies de aproximação e transição internas.

Uma vez finalizada a análise de um aeródromo, o passo seguinte exige um mapeamento do seu entorno, onde existem restrições estabelecidas pela legislação aeronáutica quanto à altura dos objetos, bem como o reconhecimento de determinados usos incompatíveis com a aviação, devido ao risco de acidentes sobre grandes áreas residenciais ou atividades que concentram grande número de pessoas.

Diante do exposto neste estudo, não foram observadas diferenças nos gabaritos das superfícies de aproximação, de aproximação interna, de transição, de transição interna, horizontal interna, cônica, de decolagem e de pouso interrompido constantes na Portaria 957/GC3 e no Anexo 14 da ICAO, que impõem restrições às alturas dos objetos projetados no espaço aéreo de um aeroporto, enquanto algumas diferenças entre essas e a legislação da FAA foram possíveis de serem identificadas entre as alturas e distâncias das superfícies cônicas, os raios das superfícies horizontais e as seções das superfícies de aproximação.

Não obstante, conclui-se que os limites de suas restrições não foram suficientes para evitar que as cidades se expandissem ou se verticalizassem no seu entorno, mas, pelo contrário, permitiram um compartilhamento de espaços, ao estabelecer limites de alturas próximos das

rampas de voo, justificada pela precisão dos procedimentos de aproximação IFR que, por segurança, estão acima das Superfícies Limitadoras de Obstáculos (OLS).

Por outro lado, a norma sobre a ZPA limita-se, apenas, a avaliar se as alturas dos objetos projetados ultrapassam as rampas das OLS, sendo deixada, dessa forma, uma lacuna quanto às aglomerações em áreas muito próximas das pistas, condição essa que somente o poder público municipal tem a competência legal de legislar.

Desse modo, o estrito cumprimento dos limites das dimensões e rampas das OLS da ICAO não pode ser considerado uma medida única e suficiente para a prevenção de desastres aéreos, o que caberia ao poder público municipal, em conjunto com a sociedade, decidir se limites mais restritivos que os atuais são cabíveis, inclusive para os aeroportos que já possuem uma intensa verticalização no seu entorno, o que aumentaria em muito os números de objetos que estariam acima das novas rampas, passando esses à condição de obstáculos à navegação aérea, mas que inviabilizaria que novos empreendimentos atingissem alturas iguais aos de seus vizinhos mais antigos.

Outra vantagem a ser considerada, caso fosse optado por superfícies mais baixas, seria a inviabilidade de empreendimentos em áreas muito próximas das pistas dos aeródromos de pequenas cidades, o que possibilitaria uma maior área livre para eventuais emergências ou a ampliação dos limites patrimoniais dos aeródromos ainda não afetados pela ocupação desordenada, tal como ocorreu durante o período de vigência do Decreto 83.399 (BRASIL, 1979) que instituiu dentro do Plano Básico de Zona de Proteção de Aeródromo (PBZPA) uma área de cota nula que se estendia até 700 m das cabeceiras das pistas com mais de 2.100 m de comprimento, onde não eram permitidos quaisquer aproveitamentos acima da altitude da pista.

No que diz respeito aos usos e ocupações do solo considerados incompatíveis, mesmo após históricas e recorrentes limitações nas operações de um aeroporto, constata-se, ainda, uma tentativa das legislações revisadas nesta pesquisa de estabelecer uma convivência pacífica entre as cidades e aeroportos, apesar dos conflitos inevitáveis entre ambos, dentre os quais o ruído aeronáutico tornou-se o mais evidente, devido ao seu impacto permanente no bem-estar da população e para a realização de determinadas atividades nos entornos das pistas, em detrimento de metodologias de análises de riscos a terceiros localizados próximos das pistas e sob as estruturas de rotas, essas sem sombra de dúvida muito mais persuasivas do que a utilização de métodos de restrição com base no incômodo sonoro.

Isso se comprovou através dos usos e atividades incompatíveis ao ruído estabelecidos nas legislações aeronáuticas, limitados pelos níveis de ruído atingidos pelas operações contínuas de pousos e decolagens, que embora tenham esses servido de freios para o aumento desse conflito, tornaram-se em pouco tempo barreiras contra o avanço das cidades facilmente transponíveis, devido à crescente demanda pelo transporte aéreo no Brasil entre regiões, seja para o turismo, comércio, etc.

Diante do impasse criado, em que cada vez mais as pessoas são usuárias dos serviços de transporte aéreo, aumentando-se gradualmente o número de operações nos aeroportos, outra crescente parcela da população, atraída pela oferta de serviços associados aos aeroportos e pelos investimentos imobiliários, é atingida pelos efeitos negativos desse crescimento, vindo o ruído sempre a frente desses impactos, seguido pelo risco de acidentes.

Sobre essa questão, esta pesquisa, diante da falta na legislação da ICAO de padrões ou recomendações que restrinjam o uso e ocupação do solo devido ao ruído aeronáutico, concluiu-se, com base na revisão histórica da legislação aeronáutica brasileira a qual trata dessa problemática, que esse grande embate está longe de ser resolvido, dado que o atual Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 161, que trata dos Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromo, passou a permitir que grandes aglomerações de pessoas sejam expostas a níveis de ruído antes incompatíveis, e pior, acentuando-se os riscos a terceiros de acidentes aéreos.

Tal mudança na legislação demonstra, diante da incapacidade em se adequar os usos e ocupações entre as curvas de níveis de ruído, que por sua vez avançam para áreas ainda mais distantes das pistas com o crescimento das suas operações, uma atitude inversa de compatibilizar a norma com o atual estado de alguns aeroportos, tornando a população do seu entorno responsável e ao mesmo tempo vítima por seus aeroportos.

Portanto, esta pesquisa propõe a revisão dos Planos de Zona de Proteção de Aeródromo e de Zoneamento de Ruído, a fim de torna-los instrumentos úteis para a prevenção de desastres aéreos, juntamente com as legislações municipais que regulam o uso e ocupação do solo, de forma a evitar a exposição de moradores e outras grandes aglomerações a riscos de desastres aéreos.

Aliás, o velho pretexto de que o aeroporto veio antes do que as cidades, embora seja uma tendência mundial, pois com o crescimento populacional e expansão da malha urbana os aeroportos deixam de ser instrumentos isolados e passam a atrair e acirrar o mercado imobiliário, diante dos serviços essenciais e infraestruturas a esses associados que beneficiam

uma grande região, apenas serve de retórica para responsabilizar os moradores do entorno, uma vez que o país optou, em épocas passadas, pela não aquisição antecipada de reserva de áreas, principalmente em tempos em que os custos para as eventuais desapropriações eram menores, ou por zoneamentos que possibilitassem a aquisição dessas reservas a menos custos em futuros próximos, de modo a garantir a segurança de suas operações e suas expansões a médio e longo prazos, fazendo as vizinhanças dos aeroportos, principalmente daqueles oriundos de antigos aeródromos, altamente desejadas por investidores.

Somam-se à dificuldade atual de nossos principais aeroportos em expandir suas áreas operacionais e de segurança, as históricas melhorias feitas em aeroportos com infraestruturas de pistas e pátios desde muito tempo ultrapassadas, as quais foram (e continuam sendo) justificadas pela escassez de recursos disponíveis a serem investidos para a construção de novos aeroportos ou para o rápido e seguro acesso à outros aeroportos que, apesar de distantes, possuem condições operacionais melhores e mais seguras. Tal situação leva o país a sempre priorizar pela otimização de aeródromos localizados em grandes centros urbanos, com o reaproveitamento de espaços para a construção ou ampliação de seus terminais de passageiros e carga, onde as ocupações no seu entorno eram ou tornaram-se em pouco tempo incompatíveis.

Acrescentam-se aos motivos para os atuais níveis de ocupação dos terrenos adjacentes aos nossos aeroportos, especialmente constatados nas áreas sob as trajetórias de pouso, uma tolerância para o desenvolvimento urbano até níveis considerados “aceitáveis” pelas Zonas de Proteção, sem as cautelas necessárias para evitar a inoperabilidade desses aeroportos e/ou para garantir a segurança de pessoas e propriedades no solo em níveis compatíveis com os crescimentos previsíveis de aeronaves em tamanho e em número para suas pistas, por conta das constantes evoluções da aviação, e a dificuldade dos municípios para cumprir as legislações aeronáuticas que facilitam a compatibilidade dos aeroportos com suas cidades, ainda podendo-se essas ser flexibilizadas em detrimento da segurança.

Sobre essa convivência conturbada, vale ressaltar que as legislações aeronáuticas e ambientais para o controle do risco da fauna, devido ao crescimento vertiginoso das cidades brasileiras de forma segregada, excludente e periférica, em que a expansão dos mercados imobiliários sobre essas excluem as populações mais pobres para as áreas mais afastadas e precárias das cidades, não dão conta dessa diversidade entre a cidade formal e informal, sendo essa última, em muitas cidades, muito maior que aquela, causando evidentes prejuízos não só para os aeroportos como para toda a população.

Ademais, as localizações atuais dos principais aeroportos brasileiros nas capitais ou nas cidades polos das regiões metropolitanas criam um grande obstáculo para a solução de questões relacionadas à habitação, ao saneamento básico e à destinação final do lixo de forma isolada, desarticulada e pontuais pelos municípios que estão sob as rotas de pouso e decolagem desses aeroportos, pois tais problemas extrapolam seus limites políticos-administrativos, sendo necessária uma articulação conjunta ou que acordos sejam firmados e cumpridos de forma contínua, onde, normalmente, os interesses são conflitantes.

Necessário que se diga também que a complexidade da questão metropolitana desafia seus municípios para uma distribuição justa dos ônus e bônus da urbanização, sendo o aeroporto um elemento crítico desse processo, pois as vantagens aferidas normalmente para o município sede dessa infraestrutura não são proporcionais aos ônus causados em muitos municípios afetados pelas restrições ao uso e ocupação do solo, devendo haver estímulos para pesquisas que estimulem um equilíbrio para que as desigualdades não sejam reforçadas.

Desse modo, os acidentes aéreos em áreas densamente povoadas, sejam na cidade formal ou informal, são duas faces de um mesmo modelo de desenvolvimento e ocupação do solo, devendo ser realizada, assim como na prevenção de desastres naturais, o reconhecimento das áreas que são suscetíveis para a ocorrência de desastres aéreos em cada aeródromo, bem como a identificação de vulnerabilidades, como instalações com grandes aglomerações de pessoas, em especial as escolas e os hospitais, e a gestão desses riscos, a fim de evitar maiores mortes e perdas.

REFERÊNCIAS

- ADVENTIA. *Speeds and distances*. [S.I.: s.n.], [ca. 2015]. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/chococrispi/s37/jar-speeds-distances-intro> >. Acesso em: 22 abr. 2017.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *ANACpédia*. Disponível em: < <http://www2.anac.gov.br/anacpedia/> >. Acesso em: 22 abr. 2017.
- _____. *Audiência Pública 05/2011: Justificativa*. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/participacao-social/audiencias-e-consultas-publicas/audiencias-encerradas/audiencias-publicas-encerradas-de-2011> >. Acesso em: 13 maio 2017.
- _____. *Cadastro de Aeródromos*. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/cadastro-de-aerodromos> >. Acesso em: 2015.
- _____. Resolução nº 238, de 12 de junho de 2012. Aprova a Emenda nº 1 ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154. *Certificação*: operadores regulares e não-regulares. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-01> >. Acesso em: 22 abr. 2017.
- _____. Resolução nº 293, de 19 de novembro de 2013. Dispõe sobre o Registro Aeronáutico Brasileiro e dá outras providências. *Certificação*: operadores regulares e não-regulares. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/resolucoes/resolucoes-2013> >. Acesso em: 30 abr. 2017.
- _____. Resolução nº 307, de 06 de março de 2014. Aprova a Emenda nº 02 ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 119. *Certificação*: operadores regulares e não-regulares. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-119-emd-02> >. Acesso em: 22 abr. 2017.
- AIRGHT. *Safety Assessments for non-EASA/ICAO compliant Runway Strip*. Disponível em: < <https://www.airsight.de/en/news/item/384-safety-assessments-for-non-easa-icao-compliant-runway-strip.html> >. Acesso em :22 maio de 2017.
- American Airlines Flight 6780*. In: WIKIPÉDIA, the free encyclopedia. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017a. Disponível em: < https://en.wikipedia.org/wiki/American_Airlines_Flight_6780 >. Acesso em: 1 maio 2017.
- ASHFORD, Ronald. A study of fatal approach-and-landing accidents worldwide, 1980-1996. *Flight Safety Digest*, v. 17, n 2-3. Disponível em: <<https://flightsafety.org/aerosafety-world/publications/flight-safety-digest/flight-safety-digest-1998/>>. Acesso em: 29 abr. 2017.
- ASSOCIATION OF CALIFORNIA AIRPORTS. *Airport Geometrics*. Disponível em: <<http://www.calairports.com/Airport%20Geometrics%20by%20FAA.pps> >. Acesso em: 08 jul. 2017.
- BOEING. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2004*. Seattle: 2005, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.
- _____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2006*. Seattle: 2007, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.
- _____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2007*. Seattle: 2008, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.
- _____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2008*. Seattle: 2009, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2009*. Seattle: 2010, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2010*. Seattle: 2011, 23 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2011*. Seattle: 2012, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2012*. Seattle: 2013, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2013*. Seattle: 2014, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2014*. Seattle: 2015, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents: Worldwide Operations 1959 – 2015*. Seattle: 2016, 24 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Boeing_Annual_Summary_of_Commercial_Jet_Airplane_Accidents >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. *V1 and the Go/No Go Decision*. [S.I.], 2002. Disponível em: < http://www.smartcockpit.com/docs/V1_and_GO-No_Go_Decision.pdf >. Acesso em: 6 jul. 2017

BRASIL. **Decreto nº 20.914, de 6 de janeiro de 1932**. Regula a execução dos serviços aeronáuticos civis. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 29 jan. 1932. Seção 1, p. 1.765. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-20914-6-janeiro-1932-519626-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 27 maio 2017.

_____. **Decreto nº 1.439, de 8 de fevereiro de 1937**. Aprova o regulamento que estabelece a zona de proteção dos aeroportos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 15 fev. 1937. Seção 1, p. 3.445. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-1439-8-fevereiro-1937-458646-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 27 maio 2017.

_____. **Decreto-lei nº 483, de 8 de junho de 1938**. Institue o Código Brasileiro do Ar. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 5 mar. 1969. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/De10483.htm >. Acesso em: 5 maio 2017.

_____. **Decreto-lei nº 7.917, de 30 de agosto de 1945**. Dispõe sobre a zona de proteção de aeroportos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 6 set. 1945. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-7917-30-agosto-1945-416571-retificacao-1-pe.html> >. Acesso em: 27 maio 2017.

_____. **Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946**. Promulga a Convenção sobre Aviação Civil Internacional, concluída em Chicago a 7 de dezembro de 1944 e firmado pelo Brasil, em Washington, a 29 de maio de 1945. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 12 set. 1946. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D21713.htm >. Acesso em: 5 maio 2017.

_____. **Lei nº 4.515, de 1º de dezembro de 1964**. Dispõe sobre a Zona de Proteção de Aeroportos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 4 dez. 1964. Seção 1, p. 11.083. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1960-1969/lei-4515-1-dezembro-1964-377649-publicacaooriginal-1-pl.html> >. Acesso em: 27 maio 2017.

_____. **Decreto nº 59.066, de 12 de agosto de 1966.** Aprova o Regulamento para execução da Lei nº 4.515, de 1º de dezembro de 1964, que dispõe sobre a Zona de Proteção de Aeroportos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 18 out. 1966. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-59066-12-agosto-1966-399652-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 27 maio 2017.

_____. **Decreto-lei nº 32, de 18 de novembro de 1966.** Institui o Código Brasileiro do Ar. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 18 nov. 1966. Seção 1, p. 13.339. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/De10032.htm >. Acesso em: 28 maio 2017.

_____. **Decreto nº 60.304, de 6 de março de 1967.** Regulamenta o Capítulo III do Título IV do Decreto-lei nº 32, de 18 de novembro de 1966 - Código Brasileiro do Ar (Da Zona de Proteção aos Aeródromos). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 mar. 1967. Seção 1, p. 2.878 Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1960-1969/decreto-60304-6-marco-1967-401027-publicacaooriginal-37403-pe.html> >. Acesso em: 28 maio 2017.

_____. **Decreto nº 62.884, de 21 de junho de 1968.** Autoriza os artigos 10 e 11 do Decreto nº 60.304, de 6 de março de 1967, que regulamenta o Capítulo III do Título IV do Decreto-lei número 32, de 18 de novembro de 1966 - Código Brasileiro do Ar (Da Zona de Proteção aos Aeródromos.). Poder Executivo, Brasília, DF, 24 jun. 1968. Seção 1, p. 5.130. Disponível em: < <http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=193868&tipoDocumento=DEC&tipoTexto=PUB> >. Acesso em: 28 maio 2017.

_____. **Decreto nº 68.920, de 15 de julho de 1971.** Regulamenta o Capítulo III, do Título IV, do Decreto-lei nº 32, de 18 de novembro de 1966 - Código Brasileiro do Ar (Da Zona de Proteção dos aeródromos). Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jul. 1971. Seção 1, p. 5.507. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-68920-15-julho-1971-411423-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 28 maio 2017.

_____. **Decreto nº 69.565, de 19 de novembro de 1971.** Institui o Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáutica, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 22 nov. 1971.

_____. **Decreto nº 83.399, de 3 de maio de 1979.** Regulamenta o Capítulo III do Título IV do Código Brasileiro do Ar (Das Zonas de Proteção de Aeródromos, de Helipontos e de Auxílios à Navegação Aérea). *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 4 maio 1979. Seção 1, p. 6209. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-83399-3-maio-1979-432723-publicacaooriginal-1-pe.html> >. Acesso em: 12 maio 2017.

_____. **Lei nº 6.997, de 7 de junho de 1982.** Altera o Decreto-lei nº 32, de 18 de novembro de 1966, que “institui o Código Brasileiro do Ar”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jun. 1982. Seção 1, p. 10.387. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6997-7-junho-1982-356757-publicacaooriginal-1-pl.html> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. **Decreto nº 89.431, de 8 de março de 1984.** Dispõe sobre o Plano Básico de Zoneamento de Ruído e Planos Específicos de Zoneamento de Ruído a que se refere o Código Brasileiro do Ar. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Rio de Janeiro, DF, 15 mar. 1984. Seção 1, p. 3.673. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-89431-8-marco-1984-439270-republicacao-18552-pe.html> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. **Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986.** Código Brasileiro de Aeronáutica. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 20 dez. 1986. Seção 1, p. 19.567.

_____. **Decreto nº 95.218, de 13 de novembro de 1987.** Delega competência ao Ministro da Aeronáutica para aprovar os Planos referentes às Zonas de Proteção de que trata o § 2º do Art. 44 da Lei nº 7.565, de 19 de dezembro de 1986 - Código Brasileiro de Aeronáutica e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 nov. 1987. Seção 1, p. 19.118. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/1985-1987/D95218.htm >. Acesso em: 29 maio 2017.

_____. Ministério da Aeronáutica. **Portaria nº 1.141/GM5, de 8 de dezembro de 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. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 dez. 1987. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/biblioteca/index.php> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 4, de 9 de outubro de 1995**. Estabelece as Áreas de Segurança Portuária – ASAs. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 dez. 1995. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=182> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. **Lei nº 11.182, de 27 de setembro de 2005**. Cria a Agência Nacional de Aviação Civil – ANAC, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 28 set. 2005. Seção 1, p. 1. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2005/lei-11182-27-setembro-2005-538638-publicacaooriginal-34875-pl.html> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. Secretaria de Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. **Resolução nº 93, de 11 de maio de 2009**. Aprova o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 12 maio 2009. Seção 1, p. 148. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/biblioteca/index.php> >. Acesso em: 6 maio 2017.

_____. **Decreto nº 7.257, de 4 de agosto de 2010**. Regulamenta a Medida Provisória nº 494 de 2 de julho de 2010, para dispor sobre o Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC, sobre o reconhecimento de situação de emergência e estado de calamidade pública, ... *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 5 ago. 2010a. Seção 1, p. 11. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/Decreto/D7257.htm >. Acesso em: 14 maio 2017.

_____. Conselho de Aviação Civil. **Resolução nº 003, de 23 de setembro de 2010**. Das diretrizes para mitigação dos riscos operacionais à aviação decorrentes de perigo aviário nos aeródromos e suas imediações. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 27 set. 2010b. Seção 1, p. 185.

_____. Comando da Aeronáutica. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Portaria nº 249/GC5, de 6 de maio de 2011**. Aprova a edição do PCA 3-2, que dispõe sobre o Plano Básico de Gerenciamento do Risco Aviário – PBGRA nos aeródromos brasileiros. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 9 maio 2011. Seção 1, p. 5. Disponível em: < <http://www.cenipa.aer.mil.br> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Portaria nº 256/GC5, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as restrições relativas às implantações que possam afetar adversamente a segurança e a regularidade das operações aéreas, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 maio 2011. Seção 1, p. 11. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/portarias/portarias-2011/portaria-no-0256-gc5-de-13-05-2011/@@display-file/arquivo_norma/PGAer2011-0256.pdf >. Acesso em: 31 maio 2017.

_____. Secretaria de Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. **Resolução nº 202, de 28 de setembro de 2011**. Aprova o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 29 set. 2011. Seção 1, p. 188. Disponível em: < <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao> >. Acesso em: 6 maio 2017.

_____. **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres ... *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 abr. 2012.

_____. Secretaria de Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. **Resolução nº 238, de 12 de junho de 2012**. Aprova a Emenda 01 ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 26 jun. 2012. Seção 1, p. 20. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/biblioteca/index.php> >. Acesso em: 6 maio 2017.

_____. **Lei nº 12.725, de 16 de outubro de 2012.** Dispõe sobre o controle da fauna nas imediações de aeródromos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 out. 2012. Seção 1, p. 1. Disponível em: < <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12725-16-outubro-2012-774395-norma-pl.html> >. Acesso em: 13 maio 2017.

_____. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Portaria nº 1.256/GC5, de 10 de julho de 2013.** Altera dispositivos da Portaria nº 256/GC5, de 13 de maio de 2011. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 julho 2013. Seção 1, p. 139. Disponível em: < http://www.lex.com.br/legis_24608422_PORTARIA_N_1256_GC5_DE_10_DE_JULHO_DE_2013.aspx >. Acesso em: 11 julho 2017.

_____. Secretaria de Aviação Civil. Agência Nacional de Aviação Civil. **Resolução nº 281, de 10 de setembro de 2013.** Aprova a Emenda nº 01 ao Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 161. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 13 set. 2013. Seção 1, p. 178. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/biblioteca/index.php> >. Acesso em: 6 maio 2017.

_____. Ministério da Defesa. Comando da Aeronáutica. **Portaria nº 957/GC3, de 9 de julho de 2015.** Dispõe sobre as restrições aos objetos projetados no espaço aéreo que possam afetar adversamente a segurança ou a regularidade das operações aéreas, e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 17 jul. 2015. Seção 1, p. 6. Disponível em: < <http://servicos.decea.gov.br/aga/?i=legislacao> >. Acesso em: 6 maio 2017.

_____. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 2, de 20 de dezembro de 2016.** *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 2016. Seção 1, p. 60.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. **Portaria nº 692/GC3, de 10 de maio de 2017.** Aprova a edição do PCA 3-3, que dispõe sobre o Plano Básico de Gerenciamento de Risco de Fauna nos aeródromos brasileiros. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Poder Executivo, Brasília, DF, 11 maio 2017. Seção 1, p. 13. Disponível em: < Disponível em: < <http://www.cenipa.aer.mil.br> >. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. Ministério da Integração Nacional. *Manual de desastres humanos*: Parte 1: desastres humanos de natureza tecnológica. Brasília, DF, 2003a. 2 v. 452 p. Disponível em: < <http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil/publicacoes> >. Acesso em: 14 maio 2017.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. *Glossário de Defesa Civil, Estudo de Riscos e Medicina de Desastres*. Brasília, DF, 2003b. 2 v. 452 p. Disponível em: < <http://www.mi.gov.br/web/guest/defesacivil/publicacoes> >. Acesso em: 14 maio 2017.

BUREAU OF AIRCRAFT ACCIDENTS ARCHIVES. Disponível em: <<http://www.baaa-acro.com/2007/archives/crash-of-an-airbus-a320-in-sao-paulo-199-killed/>>. Acesso em: 22 abr. 2017a.

_____. Disponível em: < <http://www.baaa-acro.com/1996/archives/crash-of-a-fokker-100-in-sao-paulo-99-killed/> >. Acesso em: 22 abr. 2017b.

CAMPANATO, V. Disponível em: < <http://g1.globo.com/Noticias/Brasil/0,,MUL1190420-5598,00-MAIORIA+DAS+PROMESSAS+DA+CRISE+AEREA+AINDA+ESTA+NO+PAPEL.html> >. Acesso em: 13 ago. 2017.

CENTRE FOR RESEARCH ON THE EPIDEMIOLOGY OF DISASTERS. *Emergency Events Database*. Disponível em: <http://www.emdat.be/advanced_search/index.html>. Acesso em: 22 abr. 2017a.

_____. *Emergency Events Database*. Disponível em: < <http://www.emdat.be/explanatory-notes> >. Acesso em: 22 abr. 2017b.

CHEUNG, Y.S; HAIJ, L. de; JONG, R. de. *Development of NLR third party risk model and its application in policy and decision-making for the airports in the Netherlands*. NLR-TP-2013-550, National Aerospace Laboratory – NLR. Amsterdam: 2013. Disponível em: < <https://reports.nlr.nl/xmlui/bitstream/handle/10921/934/TP-2013-550.pdf?sequence=1> >. Acesso em: 06 nov. 2017b.

CIVIL AVIATION AUTHORITY. *CAP 681: Global Fatal Accident Review 1980-1996*. London: 1998, 41 p. Disponível em: <<http://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?catid=1&pagetype=65&appid=11&mode=list&type=subcat&id=14>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

_____. *CAP 776: Global Fatal Accident Review 1997-2006*. London: 2008, 86 p. Disponível em: <<http://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?catid=1&pagetype=65&appid=11&mode=list&type=subcat&id=14>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea. *Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2012*. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cgna/>>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea. *Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2013*. Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cgna/>>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea. *Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2014*. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cgna/>>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea. *Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2015*. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <<http://www2.fab.mil.br/cgna/>>. Acesso em: 01 out. 2017.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Portaria nº 75-T/DDOC, de 19 de setembro de 2012. Aprova a edição do FCA 58-1, que orienta sobre o Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira. Boletim do Comando da Aeronáutica nº 192, de 05 de outubro de 2012.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. Portaria nº 84-T/DOP-AEST, de 16 de agosto de 2016. Aprova a reedição do FCA 58-1, que orienta sobre o Panorama Estatístico da Aviação Civil Brasileira. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. *Relatório Final A - Nº 67/CENIPA/2009*. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/29859/PRMBK>>. Acesso em: 24 fev. 2017.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. *Relatório Final A - Nº 019/CENIPA/2013*. Disponível em: <<http://prevencao.potter.net.br/detalhe/44796/PRNOB>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

_____. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. *Sistema de Gerenciamento de Risco Aviário*. Disponível em: <http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/sigra/pesquisa_dadosExt>. Acesso em: 28 mar. 2017.

_____. Departamento de Aviação Civil. *Manual de Gerenciamento do Uso do Solo no Entorno de Aeródromos*. [Rio de Janeiro], [2003?]. 64 p. Disponível em: <http://ong.prosperustec.com.br/mprdl?attachment_id=7>. Acesso em: 13 maio 2017.

COMMERCIAL AVIATION SAFETY TEAM (CAST); INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION (ICAO). *Aviation Occurrence Categories*. Disponível em: <<http://www.intlaviationstandards.org>>. Acesso em: 30 abr. 2017.

COOPER, D. L; CHIRA-CHAVALA, T. *The Development Of An Accident Database To Structure Land Use Regulations In Airport Runway Approach Zones Phase II*. Research Report UCB-ITS-RR-98-1. Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley. January 1998.

DAVID, R. E. *Location of Aircraft Accidents/Incidents Relative to Runways*. DOT/FAA/AOV 90-1. Office of Safety Oversight, Federal Aviation Administration, 1990.

DOOLITTLE, J.H; HORNE, C. F; HUNSAKER, J. C. *The airport and its neighbors: The Report of the President's Airport Commission*. [S.I.: s.n.], 1952. Disponível em: <<http://www.dot.state.mn.us/aero/planning/documents/airportanditsneighbors.pdf>>. Acesso em: 1 maio. 2016.

EVANS, A.W; FOOT, P.B; MASON, S.M; PARKER, I.G; SLATER, K. *Third Party Risk near Airports and Public Safety Zone Policy*. R&D Report 9636, NATS for Department of the Environment, Transport and Regions, London, 1997. Disponível em: < <https://saeninfo.files.wordpress.com/2013/05/dpartyrisknearairportsan2989.pdf>> . Acesso em: 05 nov. 2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. *Advisory Circular 150/5200-33B: Hazardous wildlife attractants on or near airports*. Washington, 2007. Disponível em: < https://www.faa.gov/documentLibrary/media/advisory_circular/150-5200-33B/150_5200_33b.pdf> . Acesso em: 13 maio 2017.

_____. *Advisory Circular 150/5220-22B: Engineered Materials Arresting Systems (EMAS) for Aircraft Overruns*. Washington, 2014. Disponível em: < https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150_5220_22b.pdf> . Acesso em: 7 maio 2017.

_____. *Advisory Circular 150/5300-13A: Airport Design*. Washington, 2014. Disponível em: < https://www.faa.gov/airports/engineering/airport_design/> . Acesso em: 7 maio 2017.

_____. *Code of Federal Regulations: Title 14: Aeronautics and Space: Part 77: Safe, Efficient Use, and Preservation of the Navigable Airspace*. Disponível em: < <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/part-77>> . Acesso em: 21 maio 2017.

_____. *Code of Federal Regulations: Title 14: Aeronautics and Space: Part 150: Airport Noise Compatibility Planning*. Disponível em: < <https://www.law.cornell.edu/cfr/text/14/part-150>> . Acesso em: 13 maio 2017.

_____. *Interim Guidance on Land Uses Within a Runway Protection Zone*. Washington, 2012. Disponível em: < https://www.faa.gov/airports/planning_capacity/media/interimLandUseRPZGuidance.pdf> . Acesso em: 21 maio 2017.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION; U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. *Wildlife Strikes to Civil Aircraft in The United States 1990-2015*. Washington, 2016. Disponível em: < https://www.faa.gov/airport_safety/wildlife/media/Wildlife-Strike-Report-1990-2015.pdf> . Acesso em: 13 maio 2017.

GOLDNER, L. G. *Apostila de Aeroportos*. Santa Catarina: UFSC, 2012. Disponível em: http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/aeroportos_junho_2012.pdf. Acesso em: 27 set. 2016.

GOOGLE. Google Earth. Version 7.0.3.8542. Nota (Avenida Washington Luís, em 2016). Disponível em: < https://www.google.com/maps/@-23.619197,-46.6625615,3a,75y,163.33h,90.92t/data=!3m6!1e1!3m4!1su_rLu7w2HA-q-ktNazLKg!2e0!7i13312!8i6656> . Acesso em: 01 maio. 2017.

_____. Google Earth. Version 7.0.3.8542. Nota (Avenida dos Bandeirantes, em mar. 2017a). Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps/@-23.616375,-46.6637246,3a,75y,154.08h,104.96t/data=!3m6!1e1!3m4!1sLjT7fVSVoOCEQRFRomM-Vtg!2e0!7i13312!8i6656>> . Acesso em: 01 maio. 2017.

_____. Google Earth. Version 7.0.3.8542. Nota (Avenida dos Bandeirantes, em mar. 2017b). Disponível em: < <https://www.google.com.br/maps/@-23.6165345,-46.6638657,3a,75y,78.24h,109.65t/data=!3m6!1e1!3m4!1se9XG2x6khr4bFDK-P4W4eQ!2e0!7i13312!8i6656>> . Acesso em: 01 maio. 2017.

HYMAN, Vicki. How three planes crashed in three months in Elizabeth in '50s. *NJ.com*, maio 2015. Disponível em: <http://www.nj.com/entertainment/arts/index.ssf/2015/05/how_three_planes_crashed_in_elizabeth_in_50s.html>. Acesso em: 01 maio. 2017.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation: Aerodromes: Aerodrome Design and Operations*. 6th ed. Montreal: 2013.

_____. *Doc 7300/9: Convention on International Civil Aviation*. 9th ed. Montreal: 2006, 50 p.

_____. *Doc 9137: Airport Services Manual: Part 3: Wildlife Control and Reduction*. 3th ed. Montreal: 1991.

_____. *Doc 9137: Airport Services Manual: Part 3: Wildlife Control and Reduction*. 4th ed. Montreal: 2012.

_____. *Doc 9137: Airport Services Manual: Part 6: Control of Obstacles*. 2th ed. Montreal: 1983, 63 p.

_____. *Doc 9184: Airport Planning Manual: Part 2: Land Use and Environmental Control*. 2th ed. Montreal: 2002.

_____. *Doc 9184 AN 902: Airport Planning Manual: Part 2: Land Use and Environmental Control*. 3th ed. Montreal: 2002, 50 p.

_____. *Doc 9929: Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management*. 2th ed. Montreal: 2008.

_____. *2011 State of Global Aviation Safety*. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *2012 Safety Report*. Montreal: 2012, 28 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *2013 Safety Report*. Montreal: 2013, 27 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *State of Global Aviation Safety Edition 2013*. Montreal: 2013, 50 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *Safety Report 2014 Edition*. Montreal: 2014, 34 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *Safety Report 2015 Edition*. Montreal: 2015, 31 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

_____. *Safety Report 2016 Edition*. Montreal: 2016, 23 p. Disponível em: < <http://www.icao.int/safety/Pages/Safety-Report.aspx> >. Acesso em: 22 abr. 2017.

INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION. *Safety Report 2013: 50 years*. 50 ed. Montreal-Geneva: 2014, 130 p. Disponível em: <<https://aviation-safety.net/airlinesafety/industry/>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

_____. *Safety Report 2014*. 51 ed. Montreal-Geneva: 2015, 130 p. Disponível em: < <https://aviation-safety.net/airlinesafety/industry/> >. Acesso em: 28 abr. 2017.

_____. *Safety Report 2015*. Montreal-Geneva: 2016, 247 p. Disponível em: < http://www.skybrary.aero/index.php/Aviation_Safety_Performance_Reports_and_Statistics >. Acesso em: 24 abr. 2017.

LACAGNINA, M. Margin for Error. *Aero Safety World*, Alexandria, ago. 2008. Disponível em: < <https://flightsafety.org/aerosafety-world/past-issues/> >. Acesso em: 7 maio 2017.

MINISTÉRIO DA AERONÁUTICA. Departamento de Aviação Civil. *IAC 4102-0581: Métodos de Avaliação dos Níveis de Ruído e de Incômodo Gerados pela Operação de Aeronaves em Aeroportos*. Rio de Janeiro: 1981, 98 p. Disponível em: < <http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/IAC4102.PDF> >. Acesso em: 12 maio 2017.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria Nacional de Defesa Civil. *Política Nacional de Defesa Civil*. Brasília, 2007. Disponível em: < http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=6aa2e891-98f6-48a6-8f47-147552c57f94&groupId=10157 >. Acesso em: 11 julho 2017.

Ministério Público vai recorrer após absolvições por acidente da TAM. *Gazeta do Povo*. Curitiba, 05 maio 2015. Disponível em: < <http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/ministerio-publico-vai-recorrer-apos-absolvicoes-por-acidente-da-tam-abrkckeo9iklf648k6dn076vo> >. Acesso em: 15 julho 2017.

National Airlines Flight 101. In: WIKIPÉDIA, the free encyclopedia. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017b. Disponível em: < https://en.wikipedia.org/wiki/National_Airlines_Flight_101 >. Acesso em: 1 maio 2017.

NATIONAL TRANSPORTATION SAFETY BOARD. *About the National Transportation Safety Board*. Disponível em: < <https://www.ntsb.gov/about/Pages/default.aspx> >. Acesso em: 17 maio 2017.

_____. *Aircraft Accident Report NTSB/AAR-10/03: Loss of Thrust in Both Engines After Encountering a Flock of Birds and Subsequent Ditching on the Hudson River US Airways Flight 1549 Airbus A320-214, N106US Weehawken, New Jersey January 15, 2009*. Washington, 2010. Disponível em: < <https://www.ntsb.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR1003.pdf> >. Acesso em: 13 maio 2017.

NUNES, M. F. O. *Avaliação da percepção do ruído aeronáutico em escolas*. 2005. 289 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005. Disponível em: < <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/8924> >. Acesso em: 11 julho 2017

OLIVEIRA, H. R. B. de. *Risco de Fauna: aplicando o SMS para o gerenciamento integrado no Brasil*. 2014. 163 f. Dissertação (Mestrado em Segurança de Aviação e Aeronavegabilidade Continuada) – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2014. Disponível em: < <http://www.bdita.bibl.ita.br/tesesdigitais/> >. Acesso em: 13 maio 2017.

RABOUW, R. F. *Living near an airport, risk or just annoying?: Spatial Variability of the Risk of Ground Fatalities due to Crashing Aircraft in the United States*. 2000. Dissertação (Mestrado em Technical Mathematics) – Harvard Center for Risk Analysis, Delft University of Technology, Boston, 2000. Disponível em: < http://www.ewi.tudelft.nl/fileadmin/Faculteit/EWI/Over_de_faculteit/Afdelingen/Applied_Mathematics/Risico_en_Beslissing_Analyse/Papers/rabouw.pdf >. Acesso em: 3 maio 2017.

SILVA, A. *Aeropostos e desenvolvimento*. Belo Horizonte: Villa Rica, 1991, 403 p.

Tragédia aérea da TAM, uma ferida que não cicatriza dez anos depois. *Jornal do Comércio*. Disponível em: < <http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/mundo/brasil/noticia/2017/07/14/tragedia-aerea-da-tam-uma-ferida-que-nao-cicatriza-dez-anos-depois-295507.php> >. Acesso em: 13 ago. 2018.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *ACRP REPORT 27: Enhancing airport land use compatibility*. Washington, DC, 2010, 1 v. Disponível em: < http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/acrp/acrp_rpt_027v1.pdf >. Acesso em: 10 ago. 2016.

UNITED STATES OF AMERICA. *Federal Aviation Act*. Disponível em: < <http://libraryonline.erau.edu/online-full-text/books-online/Aviationlawpt1.pdf> >. Acesso em: 27 jul. 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. *Atlas Brasileiro de Desastres Naturais: 1991 a 2012*. Florianópolis, SC, 2013. 126 p.

Veja. São Paulo: Março, edição 1.073, 29 março de 1989. Disponível em: http://www.desastreaereos.net/historia_18_Transbrasil_801_1.htm. Acesso em: 2 ago. 2016.

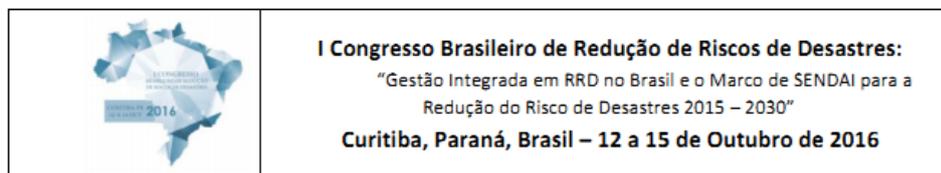
WERNECK, A; MENASCE, M. Pedestres invadem pista e interrompem voos do Aeroporto Santos Dumont: grupo ignora sinalização junto à pista do Santos Dumont, e avião é obrigado a arremeter. *O Globo*, Rio de Janeiro, 14 jul. 2016. Disponível em: < <https://oglobo.globo.com/rio/pedestres-invadem-pista-interrompem-voos-do-aeroporto-santos-dumont-19713274> >. Acesso em: 03 jun. 2017.

WHITE, J. F. *Runway 33L End Safety Improvements*. Disponível em: < <http://www.jfwhite.com/d6f224bc-29f6-4dc6-8696-94aca42da75e/projects-featured-projects-design-build-detail.htm> >. Acesso em :22 maio de 2017.

WONG, K. Y. *The modelling of accident frequency using risk exposure data for the assessment of airport safety areas*. Tese (Doutorado em Filosofia) – Loughborough University, Loughborough, 2007. Disponível em: < <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/7964> >. Acesso em: 3 maio 2017.

1951 Miami Airlines C-46 crash. In: WIKIPÉDIA, the free encyclopedia. Flórida: Wikimedia Foundation, 2016. Disponível em: < https://en.wikipedia.org/wiki/1951_Miami_Airlines_C-46_crash >. Acesso em: 1 maio 2017.

APÊNDICE



A IMPLANTAÇÃO DAS ÁREAS DE SEGURANÇA DE FIM DE PISTA NOS PRINCIPAIS AEROPORTOS BRASILEIROS

Lecio Gonçalves de Souza Junior¹, Antonio Ferreira da Hora²

1 Universidade Federal Fluminense, Mestrando em Defesa e Segurança Civil, limagolf77@uol.com.br

2 Universidade Federal Fluminense, Professor Titular, dahora@vm.uff.br

RESUMO

O presente estudo objetivou avaliar as áreas de segurança de fim de pista nos 10 mais movimentados aeroportos brasileiros de 2015, tendo como parâmetros de análise a regulamentação aeronáutica nacional e internacional que prescrevem as suas dimensões. Além disso, buscou quantificar e qualificar tais áreas com especial atenção para o Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro, que ficou entre os quatro que possuem essas áreas, porém com dimensões que atendem o mínimo necessário. Foi possível concluir pela necessidade de um estudo mais amplo de suscetibilidade e vulnerabilidade dos aeroportos ao ponto de estimular o poder público em estabelecer diretrizes sobre os riscos dos desastres aéreos, bem como propor mudanças na legislação vigente para proibir a ocupação solo no entorno das cabeceiras dos aeroportos.

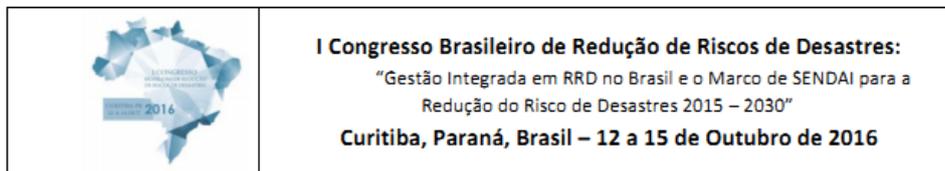
Palavras Chave: Aeroportos, segurança, vulnerabilidade a desastres.

THE IMPLEMENTATION OF RUNWAY END SAFETY AREAS ON THE PRINCIPAL BRAZILIAN AIRPORTS

ABSTRACT

An evaluation of the 10 busiest Brazilian airports in 2015 as the existence of Runway End Safety Areas was made in order to quantify and qualify such risk reduction measure for the runway excursion, with particular attention to the International Airport of Rio de Janeiro, which was among the four airports that have these areas, but with dimensions that meet the minimum established. It was concluded by the need for a larger study of susceptibility and vulnerability of airports to the point of encouraging the government to establish guidelines on the risks of air disasters and propose changes in legislation to prohibit land use surrounding the threshold of airports.

Keywords: Airports, safety, disaster vulnerability.



1 INTRODUÇÃO

O acidente aéreo da aeronave de matrícula PR-MBK no Aeroporto de Congonhas, em 2007, é considerado o maior do país, não só pelo número de vítimas a bordo (187) e no solo (12), mas, sobretudo, por ter ocorrido muito próximo da cabeceira do aeroporto, após a tentativa frustrada de pouso e posterior intenção de arremetida em uma pista curta, sem áreas de segurança e cercada por edificações e estruturas.

Entretanto, pelas suas características comuns e frequências nas últimas décadas, normalmente com grandes perdas humanas e materiais, tais ocorrências tem recebido a tipificação de acidentes de excursão de pista, que podem ocorrer tanto na lateral (*veer of*) quanto no final (*overrun*), ou mesmo antes das mesmas (*undershoot*) (TRB, 2008). A Figura 1 ilustra as tipificações mencionadas.



Figura 1. Imagens de acidentes do tipo *veer of*, *overrun* e *undershoot*, respectivamente.

Por meio de um estudo retrospectivo de acidentes elaborado pela *Federal Aviation Administration* (FAA), órgão regulador da aviação civil nos Estados Unidos, foram investigados mais de 260.000 acidentes e incidentes em 11 países, ocorridos entre 1978-2008. Do total, foram selecionados aqueles que se enquadraram em dois critérios de localização da aeronave: até 2.000 pés (\approx 600 metros) do fim da pista e até 1.000 pés (\approx 300 m) do eixo da pista. Desses eventos, 501 foram por *overrun* após pouso, 111 por *undershoot*, 559 por *veer of* após pouso, 123 por *overrun* na decolagem e 120 por *veer of* na decolagem. (TRB, 2011)

No Brasil, ainda por decorrência da repercussão do acidente de Congonhas, o Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), órgão responsável pela investigação de acidentes aéreos, elaborou um relatório sobre acidentes e incidentes datados no período entre 2004-2013, dos quais identificou 275 registros como sendo de excursão de pista, também conhecido por saída de pista (COMAER, 2014).

Para a prevenção de acidentes aéreos, a aviação nacional, desde 1944, quando o país foi signatário da Convenção de Chicago (BRASIL, 1946), conta com os Padrões e Práticas Recomendadas para o desenvolvimento seguro e ordenado das suas atividades, definidas pela *International Civil Aviation Organization* (ICAO), que através de um dos seus anexos estabeleceu a criação das Áreas de Segurança de Fim de Pista (RESA) e que, devido à sua localização no prolongamento das pistas, tornou-se a principal medida para a mitigação dos danos dos acidentes de excursão de pista, além de permitir maior acessibilidade das equipes de resposta. (ICAO, 2013). Tais regras para o estabelecimento das RESA foram ratificadas parcialmente pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) por meio da publicação do Regulamento Brasileiro da Aviação Civil nº 154 (ANAC, 2012), sendo, portanto, a referência normativa nacional para o assunto. Entretanto, quando comparada com a norma do órgão congênere dos Estados Unidos, o referido regulamento apresenta redação que oferece menor proteção para os eventos de excursão de pista (FAA, 2014). A Tabela 1 consolida as dimensões mínimas requeridas pelos três órgãos.

2

Tabela 1 – Dimensões das RESA/RSA nas regulamentações aeronáuticas. (ANAC, 2012; ICAO, 2013; FAA, 2014)

FONTE		CÓDIGO DE PISTAS ⁴	PADRÃO REQUERIDO		RECOMENDAÇÃO	
			COMPRIMENTO	LARGURA ²	COMPRIMENTO	LARGURA
ANAC	Pista Nova	C1/C2 [I]	≥ 120 m	150 m	–	–
		C3/C4	≥ 240 m	300 m	–	–
	Pista Antiga ¹	C1/C2 [I]	≥ 90 m	≥ 90 m	–	–
		C3/C4	≥ 90 m	≥ 90 m	–	–
ICAO	C1/C2 [V]	–	–	≥ 30 m	≥ 60 m	
	C1/C2 [I]	≥ 90 m	≥ 90 m	≥ 120 m	–	
	C3/C4	≥ 90 m	≥ 90 m	≥ 240 m	≥ 150 m	
FAA ³		–	300 m	150 m	–	–

1. Pistas construídas até a data de publicação do RBAC nº 154 (26 jun. 2012).

2. Para fins de comparação, padronizou-se o comprimento das pistas em 45 metros.

3. Diferentemente da ICAO, a FAA adota outros parâmetros para definir as dimensões das RSA.

4. Comprimento básico de pista requerido pela aeronave. C1 (< 800 m), C2 (800 a 1.199 m), C3 (1.200 a 1.799m) e C4 (> 1.800 m)

Vale destacar que as dimensões relacionadas na Tabela 1 não devem ser consideradas estanques para a aplicação das RESA, não cabendo, portanto, entendê-las como limites seguros para os eventos de excursão de pista, conforme demonstra a Figura 2, extraída do relatório de ATSB (2008), no qual foram identificados, entre 1998 a 2007, 120 ocorrências de excursão de pista durante o pouso, e dessas somente 43 (35 *overruns* e 8 *veer-offs*) possuíam dados da posição final da aeronave que, quando comparados por distância e nível dos danos, foi possível identificar um acidente com danos severos a uma distância superior ao padrão da FAA.

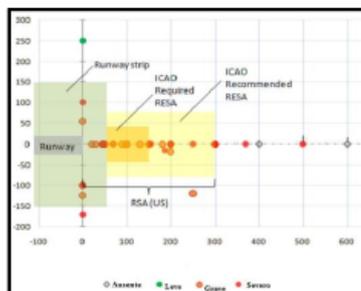


Figura 2. Localização e nível dos danos de 43 acidentes de excursão de pista no pouso. (Fonte: ATSB, 2008)

Porém, a densa ocupação urbana observada nas vizinhanças de muitos sítios aeroportuários pelo mundo tem limitado ou mesmo impossibilitado que as RESA ou RSA sejam implantadas. (ATSB, 2008). Isto favorece uma condição de suscetibilidade para desastres de grande magnitude nas proximidades dos fins das pistas, conhecidas como cabeceiras (CAB) e designadas por números de dois dígitos que representam suas direções em graus em relação ao norte magnético, sendo que em pistas paralelas são complementadas por uma letra, conforme mostra a Figura 3 do Aeroporto de Congonhas e de suas pistas 17R/35L e 17L/35R.



Figura 3. Aeroporto de Congonhas: designações e localizações das CAB.

Portanto, conhecer o número de aeroportos no Brasil com RESA e suas extensões pode servir de indicador de segurança para as ocorrências de excursão de pista, cujas magnitudes dos danos humanos e materiais dependerão também das condições de uso e ocupação do solo nos seus entornos, além de incentivar que novos aeroportos vejam essas áreas como um instrumento para o desenvolvimento sustentável das operações aéreas em áreas urbanizadas.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar a implantação das RESA nos 10 aeroportos brasileiros com maior movimento de tráfego aéreo no ano de 2015, tendo como parâmetros de análise a regulamentação aeronáutica nacional e internacional que prescrevem as suas dimensões. Além disso, buscou-se qualificar as atuais dimensões das RESA do Aeroporto do Galeão, em comparação com os demais aeroportos.

3 METODOLOGIA

Conforme Tabela 2, buscou-se nas Cartas de Aeródromos (ADC) dos aeroportos: Internacional de Guarulhos (SBGR); de São Paulo/Congonhas (SBSP); Internacional de Brasília (SBBR); Internacional do Rio de Janeiro/Galeão (SBGL); Santos Dumont (SBRJ); de Campinas/Viracopos (SBKP); Internacional de Confins (SBCF); de Campo de Marte/São Paulo (SBMT); Internacional de Salvador (SBSV) e de Jacarepaguá/Rio de Janeiro (SBJR), disponibilizadas no site do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), as dimensões das RESA declaradas nos versos dessas cartas aeronáuticas para cada uma das suas cabeceiras (COMAER, 2016).

Tabela 2 – Dimensões das RESA/RSA em 10 aeroportos brasileiros. (Fonte: COMAER, 2016)

Aeroporto	Cabeceira(s)	RESA/RSA	
		Comprimento (m)	Largura (m)
Internacional de Guarulhos (SBGR)	9R	210	90
	27L	216	90
	9L/27R	240	150
Internacional de Brasília (SBBR)	11L/R	90	90
	29R/L	90	90
Internacional do Rio de Janeiro/Galeão (SBGL)	10/28	90	90
	15/33	94	90
Internacional de Confins (SBCF)	16	220	160
	34	230	120
Internacional de Salvador (SBSV)	17/35	Não Declarada	
	10/28	Não Declarada	
São Paulo/Congonhas (SBSP)	17R/35L	Não Declarada	
	17L/35R	Não Declarada	
Santos Dumont (SBRJ)	02R/20L	Não Declarada	
	02L/20R	Não Declarada	
Campinas/Viracopos (SBKP)	15/33	Não Declarada	
Campo de Marte/São Paulo (SBMT)	12/30	Não Declarada	
Jacarepaguá/Rio de Janeiro (SBJR)	02/20	Não Declarada	

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 10 aeroportos investigados, somente 4 possuem RESA declaradas em suas ADC para as suas CAB, são eles:

- Aeroporto Internacional de Brasília (SBBR), nas 4 cabeceiras de suas duas pistas (11R/29L; 11L/29R);
- Aeroporto Internacional de Confins (SBCF), nas 2 cabeceiras de sua única pista (16/34);

- Aeroporto Internacional do Galeão (SBGL), nas 4 cabeceiras de suas duas pistas (10/28; 15/33); e
- Aeroporto Internacional de Guarulhos (SBGR), nas 4 cabeceiras de suas duas pistas (09R/27L; 09L/27R).

As dimensões dessas 14 cabeceiras estão apresentadas nas colunas das Figuras 4 e 5 e foram comparadas com os padrões e recomendações da ICAO e da FAA que estão representados pelas linhas horizontais coloridas.

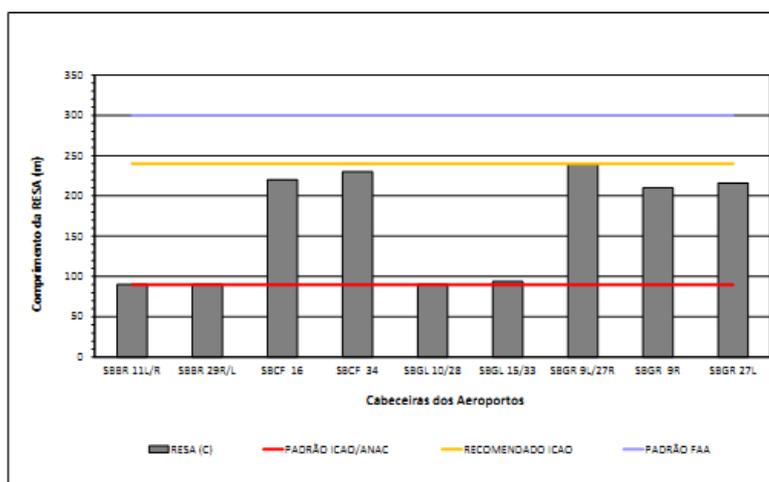


Figura 4. Comprimentos das RESA das Cabeceiras de Pistas comparados com os da ICAO e FAA.

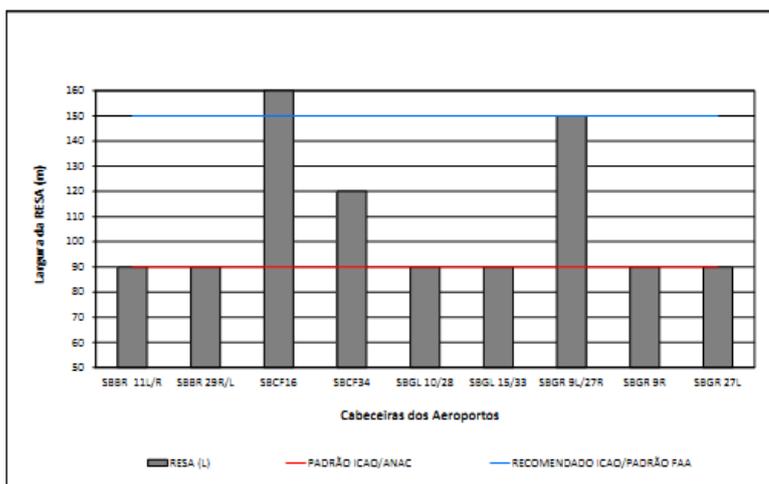


Figura 5. Larguras das RESA das Cabeceiras de Pistas comparadas com as da ICAO e FAA.

Constatou-se que, dos aeroportos que possuem RESA declaradas, todos são de códigos de pista 3 ou 4 e estão em conformidade com os padrões mínimos de largura e comprimento requeridos pela ICAO e ANAC. Os aeroportos de Confins (SBCF) e Guarulhos (SBGR) possuem dimensões que ultrapassam esse patamar.

da pista 09L/27R de SBGR atingem em comprimento e largura as recomendações da ICAO e a cabeceira 16 de SBCF supera, em largura, o padrão da FAA.

Essa baixa aplicação das RESA entre os aeroportos investigados pode ser explicada, primeiramente, porque dois deles, Campo de Marte e Jacarepaguá, não possuem procedimentos por instrumentos homologados.

Para os casos dos aeroportos de Congonhas, Santos Dumont, Campinas e Salvador, a falta da RESA pode ser justificada pelo RBAC nº 154 que atualmente desobriga a implantação dessas áreas para as pistas construídas até a data de sua publicação, caso as características do terreno não permitam ou não existam disponibilidade de área para tal finalidade. Essa situação é comum em muitos aeroportos, principalmente em Congonhas, onde a ocupação urbana é intensa nas extensões de suas pistas. Já no Santos Dumont, as cabeceiras estão cercadas pelas águas da Baía de Guanabara. Entretanto, essas características não são evidentes nas imagens aéreas dos aeroportos de Viracopos (SBKP) e Salvador (SBSV), conforme Figura 6.



Figura 6. Pista do Aeroporto de Viracopos (esquerda) e pistas do Aeroporto de Salvador (direita).

No que diz respeito ao Aeroporto do Galeão, esse possui uma pista (10/28) no lado Norte, com 4.000 m de comprimento, e uma pista (15/33) com 3.180 m ao Sul, cujas RESA adotam um padrão de área (90/94 m x 90m) nas extensões de suas cabeceiras.

Especialmente nas pistas 10/28, entre as RESA e a extremidade das cabeceiras, existem áreas denominadas de *stopway* ou Zona de Parada (SWY), com 60 m de comprimento e com a mesma largura de pista que são destinadas e preparadas no final de uma pista de decolagem para a parada da aeronave, nos casos em que a decolagem é iniciada, porém interrompida por motivo de segurança.

Quando presentes, as SWY oferecem uma margem de segurança para as operações, mas não são consideradas como comprimentos úteis de pista para as operações normais, sendo a implantação das RESA a melhor medida de segurança, pois reservam áreas maiores que vão além das áreas das pistas.

Entretanto, conforme a Figura 7, essas duas cabeceiras (quadrantes superiores), juntamente com a cabeceira 15 (quadrante inferior esquerdo), possuem áreas abertas dentro dos limites patrimoniais do aeroporto, afastadas lateralmente, tendo como limites as margens da Baía de Guanabara, condições essas que indicam baixos potenciais de danos para as aeronaves em possíveis ocorrências de excursão de pista, mas não garantem fácil acessibilidade das equipes de resposta, principalmente para as equipes e veículos pesados de salvamento e combate a incêndios do aeroporto, cujas RESA também visam atender.



Figura 7. Aeroporto do Galeão: quadrantes superiores, CAB 10/28, e quadrantes inferiores, CAB 15/33.

Por fim, a cabeceira 33 (quadrante inferior direito) pode ser considerada a mais crítica, em razão da sua distância com o muro que separa o sítio aeroportuário da Estrada do Galeão. A implantação da RESA exigiria o avanço da área patrimonial e a consequente interrupção da via pública, como ilustrado na Figura 8, onde se pode observar a porção sinalizada em vermelho do muro do aeroporto que fica no prolongamento da pista.

Vale destacar que, em virtude das direções dos ventos que predominam no aeroporto e pela dinâmica da circulação dos voos no espaço aéreo entre o Galeão e o Santos Dumont, a cabeceira 15 é a principal nas operações de pouso no Galeão, tornando o entorno da cabeceira 33 a mais suscetível e vulnerável do aeroporto para os acidentes de excursão de pista, como ocorreu em acidente aéreo em 1962 de uma aeronave que, após tentativa de abortar a decolagem a partir da cabeceira 15, ultrapassou o muro do aeroporto e caiu nas águas da Baía de Guanabara, vitimando 14 entre 94 pessoas a bordo.



Figura 8. Estrada do Galeão, no trecho em que se encontra o muro que separa o Aeroporto da via pública.

5 CONCLUSÃO

Os 10 aeroportos brasileiros mais movimentados no ano de 2015 e analisados neste estudo representam apenas 1,55% dos aeroportos públicos brasileiros, mas que acumularam juntos mais de 1,5 milhões de movimentos aéreos em suas pistas, sendo que suas operações representam 61,7% de todo movimento aéreo registrado entre os 33 aeroportos mais movimentados em 2015.

O fato de apenas 4 desses aeroportos terem RESA declaradas, sendo que na maioria das suas cabeceiras atendendo o parâmetro mínimo estabelecido pela regulamentação aeronáutica (90 m x 90 m), sugere uma limitação de nossos principais aeroportos em implantar essas áreas em dimensões próximas daquelas recomendadas pela ICAO ou FAA, por conta de restrição de espaço causada pela intensa urbanização no entorno das cabeceiras de suas pistas, ou por uma desobrigação criada pela norma da ANAC ao condicionar sua implantação, nos aeroportos antigos, somente quando as condições de terreno as permitirem.

Além disso, embora não tenha influenciado no resultado deste trabalho, percebe-se que a norma da ANAC não prescreveu as RESA para as pistas de códigos 1 e 2 que não possuem procedimentos por instrumentos publicados, que são a maioria dos aeródromos do país e em que os acidentes também acontecem. Por exemplo, o Aeroporto de Jacarepaguá ocupa a 10ª posição em número de movimentos, sendo, portanto, a revisão da norma necessária para a redução de riscos de desastres aéreos nesses aeródromos.

Para a situação dos aeroportos em que a implantação da RESA é inviável, como visto em relação à cabeceira 33 do Aeroporto do Galeão, uma das medidas cabíveis para redução dos riscos desses desastres seria a criação de mecanismos que proibam e controlem a instalação de novas edificações ou estruturas nas adjacências das cabeceiras que podem potencializar a severidade de um acidente aéreo, tais como: postos de combustíveis; postes de iluminação; árvores; ou mesmo lugares de aglomeração de pessoas.

Por fim, o estudo demonstra a necessidade do poder público em estabelecer diretrizes sobre os riscos dos desastres aéreos, bem como propor mudanças na legislação vigente proibindo a ocupação do solo no entorno das cabeceiras dos aeroportos, de modo a evitar e prevenir que uma ocorrência ou emergência aeronáutica se torne um desastre de grandes proporções com danos materiais e humanos.

Um primeiro passo nesse sentido seria a análise das informações disponíveis em bancos de dados de acidentes aéreos em que as ocorrências de excursão de pista pudessem ser comparadas por áreas de impacto, números de construções atingidas, vítimas no solo, número de sobreviventes entre pessoas a bordo e outras mais informações que não necessariamente estão presentes nos relatórios de investigação de acidentes.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. *Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 154*, de 26 de junho de 2012. Disponível em: <http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-154-emd-01/@@display-file/arquivo_norma/RBAC154EMD01.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2016.

AUSTRALIAN TRANSPORT SAFETY BUREAU. *Runway excursions: minimising the likelihood and consequences of runway excursions*. Disponível em: <https://www.atsb.gov.au/media/440007/ar2008018_2.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2016.

BRASIL. Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 12 set. 1946.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. *Saída de pista na aviação civil brasileira: estatísticas 2004 a 2013*. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br/cenipa/index.php/estatisticas/estatisticas/saida-de-pista-runway-excursion>>. Acesso em: 27 abr. 2016.

COMANDO DA AERONÁUTICA. Departamento de Controle do Espaço Aéreo. *Cartas Aeronáuticas*. Disponível em: <<http://www.aisweb.aer.mil.br/?i=cartas>>. Acesso em: 16 mar. 2016.

FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. *AC 150/5300-13A: Airport Design*, de 26 de fevereiro de 2014. Disponível em: <http://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/150-5300-13A-chg1-interactive.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION. *Annex 14 to the convention on international civil aviation: aerodromes*. 6. ed. 2013.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *ACRP REPORT 3: Analysis of aircraft overruns and undershoots for runway safety areas*. Washington, DC, 2008. Disponível em: http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/acrp/acrp_rpt_003.pdf. Acesso em: 10 ago. 2016.

TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. *ACRP REPORT 50: Improved Models for Risk Assessment of Runway Safety Area*. Washington, DC, 2011. Disponível em: <<http://www.trb.org/Main/Blurbs/165581.aspx>>. Acesso em: 10 ago. 2016.