

AVALIAÇÃO DO RISCO DE ACIDENTES AÉREOS NOS PRINCIPAIS AEROPORTOS BRASILEIROS

Júlio Alves Ribeiro Neto

Anderson Ribeiro Correia

Instituto Tecnológico de Aeronáutica

RESUMO

Apesar dos constantes esforços realizados pelas autoridades aeronáuticas, empresas aéreas e administrações aeroportuárias, ainda continuam ocorrendo danos a pessoas, aeronaves e equipamentos de solo diariamente nas operações realizadas nos aeroportos brasileiros. Com tal motivação, foi realizada a análise da segurança operacional nos aeroportos brasileiros através da aplicação de um método internacional de análise de risco de acidentes em aeroportos, avaliando a probabilidade e a severidade dos acidentes e incidentes em aeroportos em função de não conformidades do ponto de vista de engenharia. Dos resultados obtidos, conclui-se que vários aeroportos brasileiros analisados apresentam não conformidades que comprometem a segurança das operações de pouso e decolagem em tais sítios aeroportuários, tornando necessário o desenvolvimento de ações estruturais e mitigadoras a fim de garantir níveis aceitáveis de segurança operacional.

ABSTRACT

Despite constant efforts of aviation authorities, airlines and airport operators, damage to people, aircrafts and ground equipment in operations are still frequent. With this motivation, this paper presents an operational safety analysis at Brazilian airports through the implementation of an international method of airport accident risk analysis, assessing the probability and severity of accidents and incidents at airports due to engineering non-compliances. Based on the results, we can conclude that several analyzed airports have non-conformities that compromise the safety of landing and takeoff, requiring the development of structural and mitigating actions to ensure acceptable safety levels.

1. INTRODUÇÃO

A análise de dados históricos em nível mundial, obtidos entre os anos de 1995 e 2004, demonstra que 71% dos acidentes e incidentes com aeronaves a jato ocorreram durante as operações de pouso e decolagem. Adicionalmente, 41% das ocorrências a bordo e um terço das fatalidades no transporte aéreo se deram nas situações de pouso e decolagem (Boeing, 2005). Em tais operações, os acidentes e incidentes com as aeronaves estão muitas vezes relacionados com a ocorrência dos fenômenos de *Landing Undershoot (LDUS)*, que é configurado quando a aeronave realiza o pouso antes da cabeceira da pista em operação, *Landing Overrun (LDOR)*, que é tido quando a aeronave pousa após o final da pista em operação, e *Takeoff Overrun (TOOR)*, caracterizado quando o avião ao decolar não consegue levantar vôo antes do término do comprimento da pista (Caves, 1996). Os Gráficos 1 e 2 demonstram os principais indicadores de incidentes destas categorias em nível mundial (HALL et al., 2008).

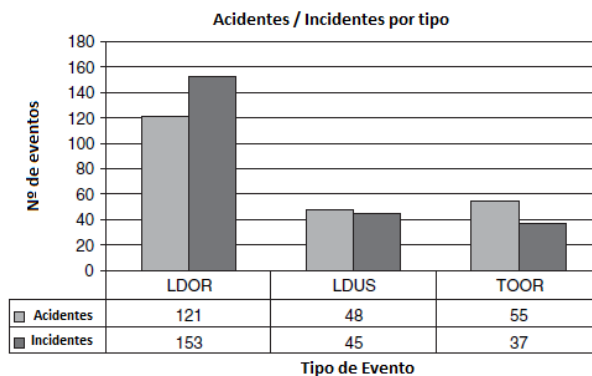


Gráfico 1: Número de ocorrências por tipo de evento

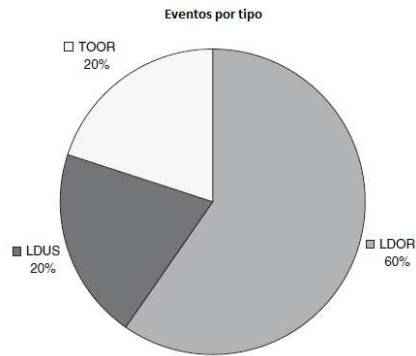


Gráfico 2: Distribuição por tipo de evento

A fim de reduzir os riscos de ocorrência de acidentes nas três categorias mencionadas anteriormente, é necessário quantificar o risco associado aos pousos e decolagens quando da presença de determinados fatores no sítio aeroportuário e das características da aeronave. A partir dos valores obtidos para o risco de um acidente, caso a possibilidade de ocorrência de acidente fatal por movimento da aeronave (operação de pouso e decolagem) for maior que o limite de 10^{-7} (uma ocorrência a cada 10 milhões de operações), conforme preconizado pelo Anexo 14 da ICAO (*Internacional Civil Aviation Organization*), identificado os fatores intervenientes que influenciam no risco da operação aeroportuária, será necessário corrigir as não-conformidades presentes, aumentando a segurança operacional no aeroporto analisado (DAC, 2004).

Além da quantificação da probabilidade de ocorrência de um acidente aéreo, é necessário desenhar os seus possíveis impactos, caso efetivamente ocorra um acidente ou incidente nas operações de um determinado sítio aeroportuário. Dessa maneira, surge a necessidade de obter a probabilidade dos destroços ou resquícios provenientes do acidente supostamente ocorrido ocuparem determinada posição ao longo do espaço físico do aeroporto, comprometendo o funcionamento dos elementos operacionais que constituem o aeródromo (EDDOWES *et al.*, 2001). Também se busca analisar as possíveis posições de localização da aeronave quando ocorrido um acidente a fim de realizar a verificação do dimensionamento e da localização da área de segurança da pista de pouso e decolagem, em inglês, RSA (*Runway Safety Area*) (HALL *et al.*, 2008).

A partir da análise de probabilidade de ocorrência de um acidente nas operações de pouso e decolagem, bem como a localização dos destroços da aeronave quando ocorrido o suposto acidente, torna possível analisar os impactos de um possível acidente em determinado aeroporto, permitindo a identificação de eventuais não-conformidades na infraestrutura aeroportuária e possibilitando a avaliação da severidade das consequências da ocorrência de acidentes e incidentes. A severidade dos acidentes depende, dentre outros fatores, do tipo de obstáculo existente e velocidade do choque. Quanto maior a severidade, maiores serão os danos a equipamentos e pessoas existentes na aeronave. Segundo Medeiros (2009), que desenvolveu uma análise de não-conformidades construtivas em 8 dos 20 maiores aeroportos Brasileiros, existem 74 não-conformidades nos aeroportos Brasileiros. Muitas destas não-conformidades são relacionadas a obstáculos presentes em regiões que deveriam estar isentas deles.

Este estudo possui como finalidade realizar a verificação dos riscos de ocorrência de acidentes nos aeroportos brasileiros, analisando a probabilidade de tais eventos nos sítios aeroportuários

brasileiros através da aplicação de um método quantitativo consagrado internacionalmente, assim como recomendações expedidas pela OACI - Organização da Aviação Civil Internacional. As próximas seções devem abordar a metodologia e os resultados encontrados.

3. METODOLOGIA

O método utilizado para avaliação dos riscos de acidentes em aeroportos Brasileiros é resultado de um esforço de pesquisa patrocinado pelo TRB (*Transportation Research Board*) e pela FAA (*Federal Aviation Administration*), no âmbito do convênio ACRP – *Airport Cooperative Research Program*. Trata-se do único método desenvolvido que avalia dados de acidentes aéreos em nível mundial. O relatório do projeto foi intitulado: “*Analysis of Aircraft OVERRUNS and UNDERSHOOTS for Runway Safety* – ACRP - REPORT 3” (Análise de *OVERRUNS* e *UNDERSHOOTS* para Segurança de Pistas Aeroportuárias – ACRP – Relatório 3) (HALL et al., 2008). As Figuras 1 e 2 apresentam conceitualmente a modelagem das probabilidades da posição de parada para as categorias de acidentes estudadas neste trabalho. Recomenda-se uma consulta ao relatório para conhecimento das equações de probabilidade desenvolvidas.

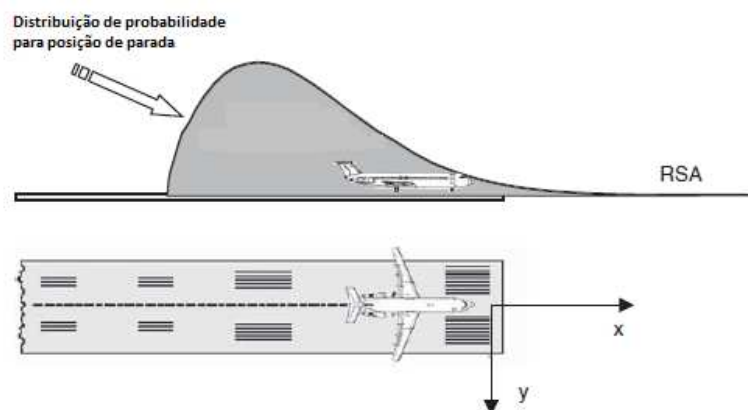


Figura 1: Conceito geral para a modelagem de *OVERRUNS* de uma aeronave
Fonte: (HALL et al., 2008)

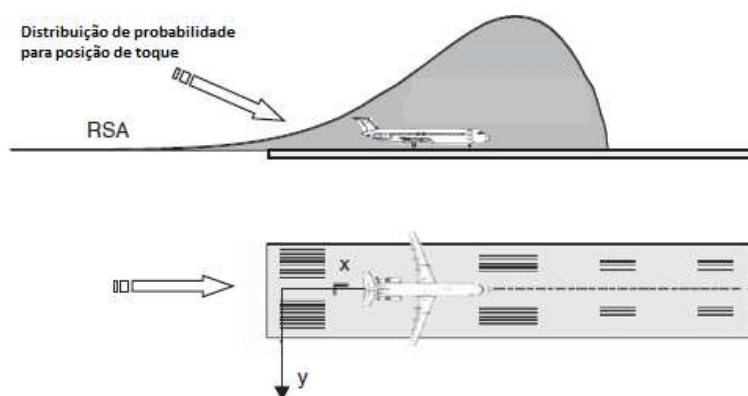


Figura 2: Conceito geral para a modelagem de *UNDERSHOOTS* de uma aeronave
Fonte: (HALL et al., 2008)

Para a implementação do método de análise de risco, foi realizado o levantamento das características dos aeroportos em análise, obtidas a partir das informações disponibilizadas

pela Rede Meteorológica da Aeronáutica, e a definição das aeronaves em operação a partir das aeronaves críticas de projeto para os aeroportos brasileiros. Para avaliação da severidade das consequências de um possível impacto entre uma aeronave em operação de pouso ou decolagem com certo obstáculo, foram utilizadas as recomendações e diretrizes da OACI para o gerenciamento dos riscos da aviação civil, conforme apresentado na Tabela 2 (OACI, 2009). Tal metodologia define qualitativamente o grau de severidade de determinados eventos a fim de identificar as não-conformidades que resultam na redução da segurança operacional, bem como orientar as ações mitigadoras de tais consequências resultantes de acidentes das operações nos sítios aeroportuários.

Tabela 2: Definição qualitativa da severidade das consequências de um evento

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

Fonte: OACI (2009)

De posse dos dados de probabilidades de acidentes e das localizações da parada da aeronave (obtidos pela modelagem previamente descrita) e das estimativas das severidades (definidas com base nas diretrizes da Tabela 2), é possível definir uma matriz de probabilidade e severidade, apresentada na Tabela 3, que distribui os eventos em 3 categorias de risco, apresentadas na Tabela 4.

Tabela 3: Matriz de Probabilidade e Severidade

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

Fonte: OACI(2009)

Tabela 4: Definição de Categorias de Risco

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

Fonte: OACI(2009)

Segundo a Tabela 4, os eventos na “região intolerável” não são aceitáveis sob as circunstâncias existentes; a região tolerável define os riscos que são aceitáveis com mitigação do risco; finalmente, os eventos enquadrados na “região aceitável” são aceitáveis e não exigem mitigação de riscos.

4. APLICAÇÃO DA METODOLOGIA E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Foram definidos os seguintes aeroportos brasileiros a serem analisados, por serem os principais aeroportos internacionais Brasileiros em termos de movimentação de aeronaves comerciais:

- Aeroporto Internacional Gov. André Franco Montoro (SBGR), Guarulhos – SP;
- Aeroporto Internacional Eduardo Gomes (SBEG), Manaus – AM;
- Aeroporto Internacional Antonio Carlos Jobim (SBGL), Rio de Janeiro – RJ;
- Aeroporto Internacional Juscelino Kubitschek (SBBR), Brasília – DF;
- Aeroporto Internacional Val de Cans (SBBE), Belém – PA;
- Aeroporto Internacional Salgado Filho (SBPA), Porto Alegre – RS;
- Aeroporto Internacional Gilberto Freyre (SBRF), Recife – PE.

Para cada aeroporto analisado, determinou-se a frequência de ocorrência de um acidente para as operações que ocorreram no dia 10/02/2011, conforme disposto na Tabela 5.

Tabela 5: Probabilidade de ocorrência de acidentes e incidentes por tipo de evento

Aeroportos Analisados	Landing Undershoot	Landing Overrun	Takeoff Overrun
Guarulhos - SBGR	7,87333E-08	5,72307E-06	7,02584E-07
Manaus – SBEG	7,28556E-07	3,55335E-05	2,24251E-07
Galeão – SBGL	7,52688E-08	3,17369E-05	2,32567E-06
Brasília – SBBR	5,00729E-07	3,35519E-06	4,02528E-07
Belém – SBBE	6,52666E-07	2,88495E-06	4,43974E-07
Porto Alegre – SBPA	4,01042E-07	2,1012E-06	3,06668E-07
Recife – SBRF	8,76612E-07	1,59187E-05	2,57026E-06

Vale salientar que as condições encontradas para as operações de pouso e decolagem no instante definido não são considerados situações críticas para a análise de riscos, já que

desenvolvendo uma análise de sensibilidade para o modelo quantitativo, tem-se as variáveis que caracterizam uma determinada operação aeroportuária com risco máximo não eram encontradas nos aeroportos analisados para o instante utilizado. As variáveis que maximizam os riscos, impondo as condições críticas para a análise de riscos são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Situações críticas para a análise de riscos das operações aeroportuárias

Landing Undershoot	Landing Overrun	Take-off Overrun	
Aeronaves de pequeno porte	Aeronaves de grande porte	Aeronaves de pequeno porte	
Aviação geral	Teto < 1000 pés	Vôos cargueiros	
Teto < 2500 pés	Visibilidade < 2 milhas	Teto < 2500 pés	
Visibilidade < 2 milhas	Visibility < 2SM	Visibilidade > 6 milhas	Visibilidade < 8 milhas
Neblina	Tempestades elétricas	Neblina	
Temperatura > 25 °C	Gelo	Vento de través > 12 nós	
Gelo	Neve	Temperatura > 25 °C	
	Temperatura > 25 °C		
Neve	Temp > 25C	Gelo	
	No-hub	Neve	

Para a quantificação das consequências que o impacto entre uma aeronave e determinado obstáculo acarreta ao aeródromo, definiu-se os obstáculos a serem analisados considerando o principal fator para determinação a proximidade entre a pista de pousos e decolagens e o obstáculo em questão. De tal forma, foram definidos os seguintes obstáculos, com base em análise de plantas de aeroportos, visitas in-loco e análise de imagens de satélite, apresentados na Tabela 7.

Analisando cada um dos obstáculos apresentados, classifica-se o impacto da ocorrência de acidentes através da matriz de severidade. Para classificar os resultados quantitativos obtidos com a matriz de severidade, define-se que quanto maior a dimensão do obstáculo em comparação com as grandezas da aeronave, maior a gravidade do acidente. Da mesma maneira, caso a probabilidade de ocorrência entre a aeronave em operação e o obstáculo analisado possua ordem de grandeza maior, considera-se que o evento é tido como sendo frequente. Portanto, correlacionando os dados quantitativos com as considerações qualitativas da matriz de severidade tem-se que definido P como sendo o valor aceitável para a probabilidade de ocorrência de acidente e S a razão entre as dimensões da aeronave e dos obstáculos, pode-se caracterizar os eventos que ocorrem nas operações aeroportuárias com relação às situações identificadas na matriz de severidade através dos critérios apresentados na Tabela 8.

Tabela 7: Definição dos obstáculos para os aeroportos analisados

Aeroporto	Cabeceira Predominante	Takeoff Overrun	Landing Undershoot	Landing Overrun
		Obstáculo		
Guarulhos	09	Talude (A)	Construção de Alvenaria (E)	Construção de Alvenaria (H)
		Rua Bela Vista do Paraíso (B)	Rodovia Hélio Smidt (SP-19) (F)	Vala (I)
		Localizer (C)	ETE (G)	Centro Manufatureiro do Aço LTDA (J)
		Construção de Alvenaria (D)		
Galeão	15	Localizer (A)	Baia de Guanabara (E)	Localizer (A)
		Estrada do Galeão (B)	Subestação CAB-15 (F)	Estrada do Galeão (B)
		Baia de Guanabara (C)	Via de circulação (G)	Baia de Guanabara (C)
		Estrada do Maracujá (D)		Estrada do Maracujá (D)
Brasília	11	Via de Serviço (A)	Estrada Epar (DF-055) (D)	Localizer (F)
		Clube de Campo (B)		VI Comar (G)
		Árvore (C)	Hangares (E)	Construção de Alvenaria (H)
Porto Alegre	11	Antena ILS (A)	Localizer (E)	Antena ILS (A)
		Vila Dique (B)	Avenida dos Estados (F)	Vila Dique (B)
		Jardim Floresta (C)	Vala (G)	Jardim Floresta (C)
		Vala (D)		Vala (D)
Manaus	10	Av. Torquato Tapajos (B)	Avenida do Turismo (A)	Av. Torquato Tapajos (B)
Belém	06	Bairro do Bengui (C)	Baia do Guajará (A)	Bairro do Bengui (C)
		Jardim São Clemente (D)	Rodovia Artur Bernardes (B)	Jardim São Clemente (D)
Recife	16	Av. Mascarenhas de Moraes (C)	Av. Dom Helder Camara (A)	Av. Mascarenhas de Moraes (C)
		Jardim Jordão (D)	Avenida Recife (B)	Jardim Jordão (D)

Tabela 8: Critérios para adequação do evento à matriz de severidade

Probabilidade do evento (P)				
1	2	3	4	5
< 0,1P	< P	< 10P	< 100P	> 100P
	> 0,1P	> P	> 10P	
Severidade dos eventos (S)				
A	B	C	D	E
> 95%	> 70%	> 35%	> 10%	< 10%
	< 95%	< 70%	< 35%	

Os obstáculos analisados para cada sítio aeroportuário têm suas localizações apresentadas nas Figuras 4-10.



Figura 4: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos

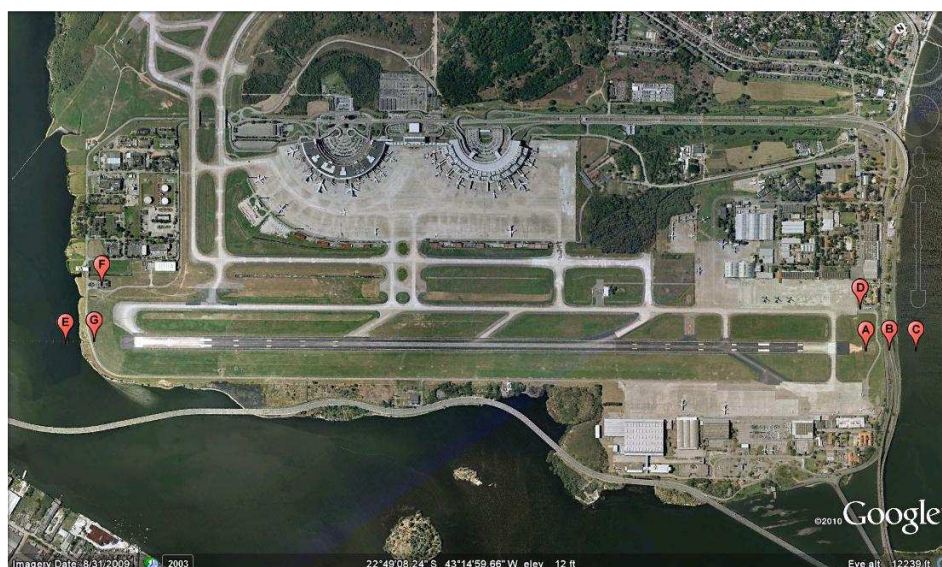


Figura 5: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão

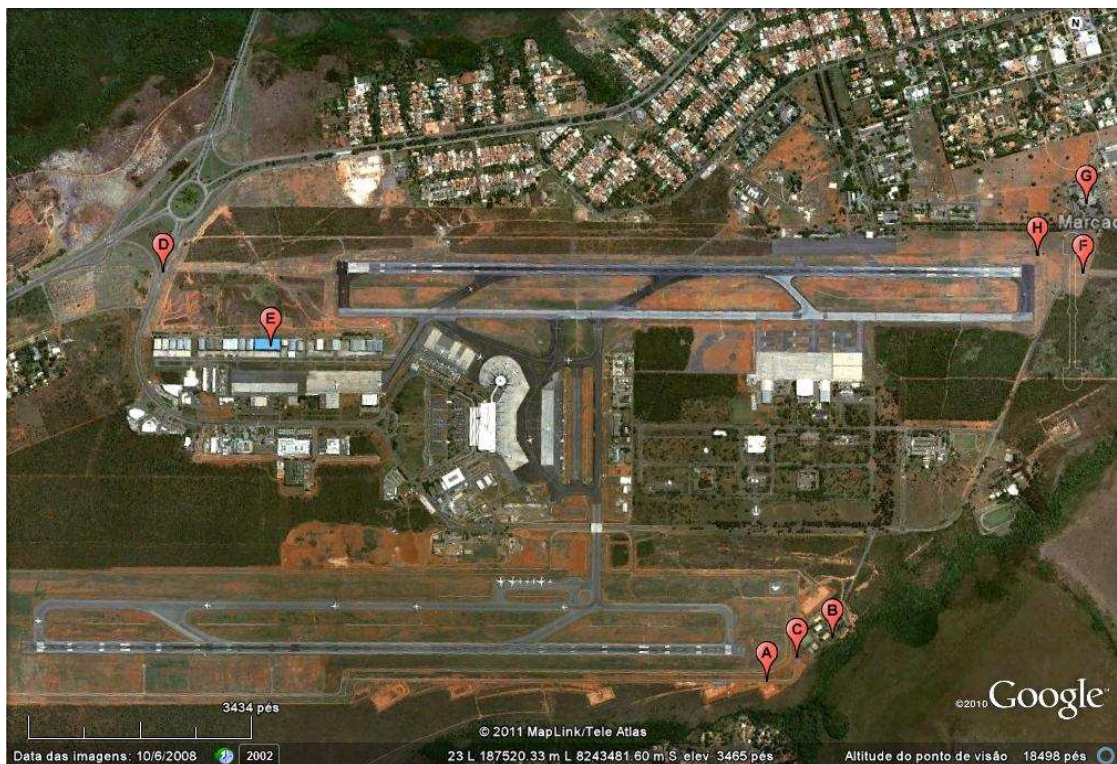


Figura 6: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de Brasília



Figura 7: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de Porto Alegre



Figura 8: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de Recife



Figura 9: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de Belém



Figura 10: Localização dos obstáculos no Aeroporto Internacional de Manaus

Tabela 9: Avaliação de severidade e segurança operacional para os aeroportos analisados

Aeroporto	Takeoff Overrun			Landing Undershoot			Landing Overrun		
	Obstáculo	Matriz de Severidade	Prob.	Obstáculo	Matriz de Severidade	Prob.	Obstáculo	Matriz de Severidade	Prob.
Guarulhos (Cabeceira 09)	Talude	3C	9,327E-07	Construção de Alvenaria	2D	3,427E-08	Constr. de Alvenaria	3B	1,425E-07
	R. Bela Vista do Paraíso	3B	7,851E-07	Rodovia Hélio Smidt (SP-19)	2A	8,702E-08	Vala	2D	8,003E-08
	Localizer	3E	9,917E-07	ETE	2C	3,977E-08	Complexo Man. Do Aço	2A	1,164E-08
	Construção de Alvenaria	3C	3,389E-07						
Galeão (Cabeceira 15)	Localizer	4E	3,576E-06	Baia de Guanabara	2A	8,782E-08	Localizer	4D	2,956E-06
	Estrada do Galeão	4A	3,071E-06	Subestação CAB-15	2C	2,221E-08	Estrada do Galeão	3A	8,967E-07
	Baia de Guanabara	4A	2,827E-06	Via de circulação	2D	8,986E-08	Baia de Guanabara	3A	3,678E-07
	Estrada do Maracujá	4B	1,525E-06				Estrada do Maracujá	4B	3,595E-06
Brasília (Cabeceira 11)	Via de Serviço	3D	4,772E-07	Estrada Epar (DF-055)	3B	5,091E-07	Localizer	3E	2,197E-07
	Clube de Campo	3C	5,041E-07				VI Comar	3B	2,708E-07
	Árvore	3C	5,071E-07	Hangares	2B	9,479E-08	Construção de Alvenaria	4C	1,556E-06
Porto Alegre (Cabeceira 11)	Antena ILS	3E	3,644E-07	Localizer	3E	4,508E-07	Antena ILS	4E	2,211E-06
	Vila Dique	3A	3,435E-07	Avenida dos Estados	3A	4,334E-07	Vila Dique	4A	2,159E-06
	Jardim Floresta	3A	1,582E-07	Vala	3D	4,895E-07	Jardim Floresta	4A	2,595E-06
	Vala	3D	3,969E-07				Vala	4D	2,334E-06
Manaus (Cabeceira 10)	Av. Torquato Tapajós	1D	8,542E-11	Avenida do Turismo	2D	2,291E-08	Av. Torquato Tapajós	2D	2,341E-08
Recife (Cabeceira 18)	Av. Mascarenhas de Moraes	3B	4,633E-07	Av. Dom Helder Camara	2B	7,712E-08	Av. Mascarenhas de Moraes	2B	1,165E-08
	Jardim Jordão	2B	1,542E-08	Avenida Recife	1A	5,810E-09	Jardim Jordão	2B	2,467E-08
Belém (Cabeceira 06)	Bairro do Bengui	3B	1,403E-07	Baia do Guajará	1A	8,132E-09	Bairro do Bengui	2B	2,345E-08
	Jardim São Clemente	3B	1,546E-07	Rod. Artur Bernardes	1B	3,560E-09	Jardim São Clemente	2B	2,270E-08

A Tabela 9 ilustra os resultados da análise para os aeroportos selecionados. Alguns aeroportos Brasileiros apresentam obstáculos que são inaceitáveis do ponto de vista da segurança operacional ou que deveriam receber ações para mitigar o risco. As situações mais críticas são apresentadas nos aeroportos do Galeão e em Porto Alegre. É importante ressaltar que este estudo não é conclusivo, pois pesquisa futura deve ser direcionada para identificar a variação das características operacionais dos dados obtidos ao longo de diversos períodos de operação. Desta forma, alguma variação pode ocorrer. Conforme mencionado anteriormente, este trabalho foi desenvolvido com dados de apenas um dia de operação.

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste estudo, é importante observarmos que uma das maiores restrições operacionais dos aeroportos Brasileiros é a falta de espaço físico livre no entorno das pistas de pouso e decolagem. Diferentemente da prática internacional em países desenvolvidos, o Brasil possui sítios aeroportuários com área aquém das suas necessidades de longo prazo. Isto implica em edificações, vias de acesso e obstáculos naturais em áreas que deveriam estar isentas de qualquer obstáculo não-frangível. Obviamente que isto resulta em queda dos níveis de segurança operacional e, naturalmente, da capacidade segura de operação. Além disso, esta carência implica em dificuldades de planejamento de médio/longo prazo, pois restringe as possibilidades de acréscimos de operações e ampliações das pistas.

Pesquisa futura deveria ser desenvolvida para propor e avaliar ações operacionais e de infraestrutura que seriam capazes de reduzir os riscos existentes associados às não-conformidades apresentadas neste trabalho. Além disso, seria interessante estender e aplicar a metodologia proposta neste trabalho a outros aeroportos da rede aeroportuária nacional. As opiniões declaradas neste trabalho não necessariamente coincidem com a posição da instituição à qual os pesquisadores deste trabalho são vinculados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOEING COMMERCIAL AIRPLANES. *Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents—Worldwide Operations 1959-2004*. 2005.
- CAVES, R. Control of Risk Near Airports. *Built Environment*, Vol. 22, No. 3, pp. 223, 1996.
- DEPARTAMENTO DE AVIAÇÃO CIVIL (DAC). *Termo de Referência para Estudo Aeronáutico (IAC 154-1001)*. Brasil: DAC, 2004.
- HALL, Jim. ET ALL - *Analysis of Aircraft Overruns and Undershoots for Runway Safety Areas* (ACRP - Report 3). United States: Transportation Research Board, 2008.
- MEDEIROS, F. C. (2009). *As Não-conformidades Construtivas dos Sistemas de Pistas dos Aeroportos Brasileiros No Que Diz Respeito às Regras de Segurança Operacional*, Monografia de Especialização, Publicação E-TA-XXA/2009, Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 77p.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). “DOC 9859-AN/474, Safety Management Manual”, 2ª edição, Canadá, 2009.
- ORGANIZAÇÃO DE AVIAÇÃO CIVIL (OACI). *Anexo 14 – Projeto e Operação de Aeroportos - 4. ed.* Canadá: OACI, 2004.
- REDE DE METEOROLOGIA DO COMANDO DA AERONÁUTICA, 18 maio, 1997. Produzido pelo DECEA. Disponível em: <http://www.redemet.aer.mil.br/consulta_msg/tempo_nos_aerodromos.php?ID_REDEMET=7c392bf87025d4c944b2f7efd5250a99> Acesso em 10 de fevereiro de 2010. 1998.

Júlio Alves Ribeiro Neto (julioalves@aluno.ita.br)

Anderson Ribeiro Correia (correia@ita.br)

Departamento de Transporte Aéreo, Divisão de Engenharia Civil, Instituto Tecnológico de Aeronáutica
Praça Marechal Eduardo Gomes, 50 – São José dos Campos, SP, Brasil