REVISÃO DAS DIMENSÕES DAS PISTAS DO AEROPORTO SANTOS DUMONT – RIO DE JANEIRO

Reinaldo Moreira Del Fiaco
Carolina Lourenço Santiago
Luiz Antônio Silveira Lopes
Instituto Militar de Engenharia
Pós-Graduação em Engenharia de Transportes

RESUMO
O objetivo deste trabalho é revisar o procedimento de cálculo de dimensão e direção magnética para pistas de aeródromos, sendo a aplicação para aeroportos já em operação. As direções dos ventos tendem a mudar conforme as interferências climatológicas. As aeronaves pousam e decolam contra a direção do vento, entretanto as direções muito divergentes do posicionamento da pista e intensidades fortes dificultam as operações do aeródromo. Utilizou-se o Aeroporto Santos Dumont, localizado no Rio de Janeiro, como objeto de estudo. O trabalho também expõe o histórico de arremetidas por motivos meteorológicos. O resultado apresentado para os últimos anos mostra que atualmente a direção da pista é adequada à infraestrutura existente. Porém, devido à localização do aeroporto, mudanças de posicionamento são grandes obstáculos para o futuro. Além disso, o trabalho traz sugestões para melhoria da análise de dados de arremetidas que ali ocorrem.

ABSTRACT
The goal of this work is review the procedure to calculate the magnetic direction for aerodrome runways, being the application for airports already in operation. The directions of the winds tend to change according to the climatological interferences and of magnetic declinations. Aircraft land and take off against the direction of the wind, however, wind directions very divergent from the course of the runway and strong intensities hamper the operations of the aerodrome. It was used the Santos Dumont Airport, located in Rio de Janeiro, as object of study. The work also exposes the history of go arounds caused by meteorological reasons and projects the direction and average intensity of the wind for the study region. The result presented for the last years shows that currently the direction of the track is adequate to the existing infrastructure. In addition, the paper brings suggestions for improving the analysis of go around data that occur there.

1. INTRODUÇÃO

As arremetidas são procedimentos normais de segurança que devem ser feitas quando a aeronave não está estabilizada em sua rampa ideal de descida, com ventos que dificultam a aproximação ou em situações anormais de operação da pista. O resultado de uma arremetida bem executada é a segurança, mas que, por outro lado, gera custos e deixa janelas de *slots* mais apertadas para a operação em solo.

O Aeroporto Santos Dumont (SBRJ) é localizado na cidade do Rio de Janeiro, as margens da Bahia de Guanabara. Mota (2016) ressalta que a preocupação do Departamento de Aeronáutica Civil (DAC) de construir o aeroporto próximo ao centro urbano foi em função da economia em deslocamentos para a Força Aérea e para a população. Segundo ANAC (2016) o SBRJ é o 3° aeroporto com maior movimentação do Brasil na categoria de até 2,5 milhões de passageiros embarcados e desembarcados por ano, e o 7° em relação a todos os aeroportos do país. Suas pistas são operadas com severas restrições de treinamentos para pilotos, observações de vento e peso das aeronaves (TAM, 2008).

A construção do SBRJ começou em 1934, tendo as primeiras movimentações de aeronaves em 1935, utilizando 400 metros de pista. Inaugurado em 1936, foi construído com pista de 700 metros de comprimento e oficializado como o primeiro aeroporto civil do país. Antes disso, os demais aeródromos eram todos classificados como militares. A construção foi de acordo com a observação de ventos e da demanda de aeronaves da época. Mota (2016)

ressalta a preocupação da Força Aérea e de Getúlio Vargas para que a capital do país tivesse um aeroporto capaz de se expandir suas capacidades operacionais ao longo do tempo. A última expansão da pista ocorreu em 1947 para os atuais 1323 metros de extensão e 42 metros de largura para poder operar o Boeing 377 (Acervo O Globo, 2013; Coelho, 2006).

A partir de 2007 a aeronave de projeto do SBRJ passou a ser considerado o Boeing 737-800 Short Field Performance (B737-8 SFP) que tem os limites superiores de velocidades de vento de 25 kt de frente e cruzado (até 30 graus em relação ao eixo longitudinal), e 10 kt de vento de cauda. O desenvolvimento desta aeronave é considerado como *benchmarking* do setor sobre o desenvolvimento de um projeto de sucesso a partir do reporte da necessidade de um cliente. A GOL Linhas Aéreas Inteligentes, em 2004, reportou a Boeing a demanda de operar na rota Congonhas (São Paulo) – Santos Dumont com uma aeronave com maior capacidade do que o Boeing 737-700.

Uma característica dos dois aeroportos é de terem pistas curtas, o que leva a restrições operacionais complexas, sendo ambas umas das menores pistas de operação de aeronaves de médio porte do mundo. A Boeing então estudou a possibilidade de modificar o pacote aerodinâmico do Boeing 737-800 para que operasse em aeródromos com este tipo de restrição. O resultado foi o B 737-8 SFP com ângulo de abertura maior no *spoilers*, mudança de programação nos *slats* e patim de proteção da estrutura da cauda. No primeiro ano com a nova aeronave, a GOL pôde aumentar sua oferta em 30% (GOL, 2007).

O projeto de aeródromos consiste em determinar qual será a maior aeronave em operação e a partir de então especificar quais são as restrições de largura, comprimento, declividade, tipo de revestimento e camadas de pavimento da pista. A escolha da disposição da infraestrutura depende da forma e do tamanho do sítio aeroportuário, obstáculos naturais e artificiais, como também da projeção de demanda de passageiros e carga (ICAO, 1999). As práticas para construção, manutenção e operação dos aeródromos foi estabelecida pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), estas práticas foram aceitas por diversos países na Convenção sobre Aviação Civil Internacional em 1944 para garantir a segurança das operações aéreas (Wells; Seth, 2014). Os mesmos procedimentos sugeridos pela ICAO (1999) são utilizados pela FAA (2014) e ANAC (2016).

Segundo Stolzer; Halford; Goglia (2011) os investimentos em segurança na aviação devem assegurar a identificação de perigos, atribuir responsabilidades, monitorar e mensurar a eficácia dos controles de riscos. Os gestores aeroportuários devem atentar sobre a interfase da infraestrutura aeroportuária e da navegação em relação as condições meteorológicas com o objetivo de assegurar a segurança do voo. (Wells; Seth, 2014)

Branham (2013) analisou as causas dos acidentes na aviação geral nos Estados Unidos por perda de controle durante as aproximações e pouso, como resultado encontrou que 73,06% dos acidentes ocorrem pelo fator contribuinte de falha dos pilotos em manter a velocidade do ar; 32,12% por erro de julgamento; 29,02% por tempo meteorológico significativo; 18,65% por aproximação não estabilizada; e entre outros fatores. O efeito do vento sobre os voos foi considerado como de difícil percepção sem instrumentos digitais, como sítios meteorológicos mais sofisticados e a falta de instrumentos de navegação como o *Instrument Landing System* (ILS). Branham (2013) conclui que a falta de experiência e de melhores metodologias para o ensino da percepção da direção dos ventos em voo podem ser considerados fatores

contribuintes para os acidentes analisados, e sugere que estudos específicos sejam feitos.

Vivaldi (2004), através de avaliações de simulações, mostrou que conforme a direção varia e a intensidade do vento aumenta, a performance do piloto diminui, mas não afeta significantemente na carga de trabalho. Entretanto, não foi levado em consideração a fadiga mental na amostra e a experiência.

Segundo o Centro de Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA, 2017) ocorreram 115 acidentes e 21 incidentes graves de 2006 até 2016 que tiveram como fator contribuinte as condições meteorológicas adversas. Foram registrados 18 perdas de vidas humanas e 6 aeronaves destruídas. Os aspectos contribuintes para acidentes causados por fatores meteorológicos são: mau julgamento de pilotagem; supervisão gerencial de cabine; erro na aplicação de comandos; percepção; pouca experiência do piloto; atenção; estado emocional; e fraseologia (Branham, 2013; CENIPA, 2017).

O objetivo deste trabalho é revisar o procedimento de cálculo das dimensões e da direção magnética para pistas de aeródromos. Utilizou-se o Aeroporto Santos Dumont (SBRJ), localizado no Rio de Janeiro, como objeto de estudo. O trabalho também expõe o histórico de arremetidas por motivos meteorológicos. A seção 2 apresenta o método; a seção 3 expõe o histórico de arremetidas e o anemograma; encerrando com as considerações e as referências bibliográficas.

2. MÉTODO

Este trabalho apresenta variáveis quantitativas discretas para a estatística descritiva para os dados sobre arremetidas e o tempo presente no SBRJ. A quantidade de voos do transporte aéreo regular, não-regular e aviação geral são contabilizados no levantamento de dados sobre arremetidas. São atributos qualitativos: o tipo de aeronave; esteira de turbulência; o motivo da arremetida; e a descrição da ocorrência da arremetida. O histórico foi obtido junto às equipes de Navegação Aérea e de Segurança de Voo do SBRJ, e compõem os anos de 2012 até 2016.

Para o tempo presente no Aeroporto Santos Dumont são empregadas a intensidade em nós (kt); direção do vento em grau (º); e a pressão da estação meteorológica reduzida ao nível do mar (QNH). Os dados de observação de fenômeno meteorológico (METAR) foram obtidos com o apoio do banco de dados do *Wyoming Weather Web* da Universidade de Wyoming e abrangem os anos de 1996 até 2016.

A esteira de turbulência é dividida em Leve, Moderada e Pesada. Cada categoria é associada ao Peso Máximo de Decolagem, sendo até 7.000 kg, até 136.000 kg e acima de 136.000 kg, respectivamente (BRASIL, 2016). A estatística descritiva das arremetidas ocorridas no SBRJ é separada conforme a categoria da esteira de turbulência. Devido à infraestrutura da pista, de curta distância, não há operação de aeronaves com esteira de turbulência pesada.

O SBRJ tem duas pitas para pouso e decolagens que são: a 02 esquerda (L) e 20 direita (R); e a 02 R e 20 L, sendo esta a mais utilizada devido à resistência do pavimento, largura e comprimento. A exibição do grau magnético ou do rumo magnético das pistas exclui o último zero da direita, portanto o grau magnético das pistas são: 20° L e 200° R e 20° R e 200° L. A 02 L/20 R tem a dimensão de 1260x30 metros e *Paviment Classification Number* (PCN) 39; e a 02R/20L tem a dimensão de 1323x42 metros e PCN 65. Em ambas o revestimento é

asfáltico, com resistência média, pois a pressão admissível dos pneus média (até 1,50 Mpa – 217 psi) e o método de avaliação foi técnica (DECEA, 2017). A figura 1 mostra a Carta de Aeródromo de SBRJ com a disposição da infraestrutura no sítio aeroportuário (DECEA, 2016; DECEA, 2017).

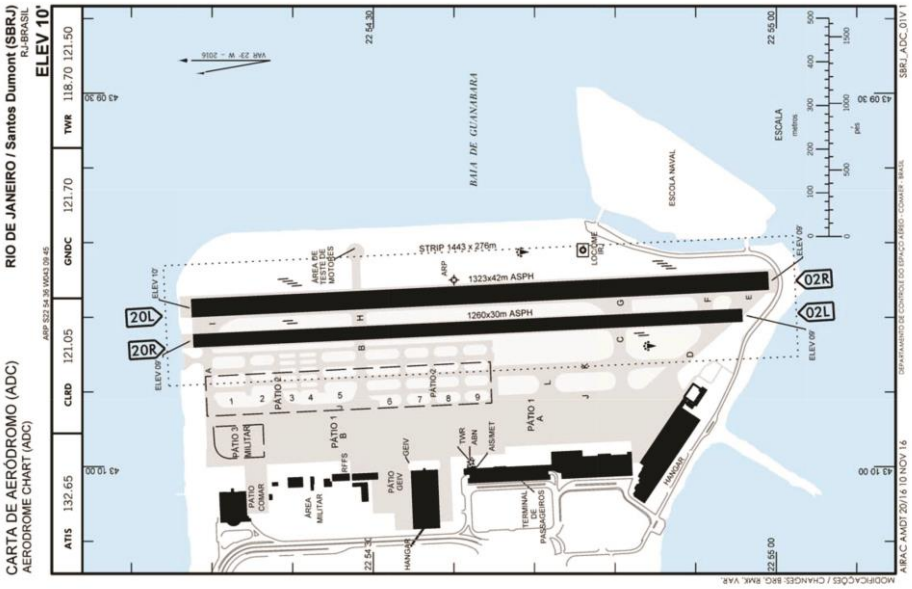


Figura 1: Carta de Aeródromo de SBRJ (DECEA, 2016)

2.1. Dimensões de pista

2.1.1 Comprimento

ICAO (1999) recomenda que uma segunda pista exista para aliviar o congestionamento da primeira pista, ser funcional para diferentes tipos de aeronaves ou quando o fator de usabilidade da primeira pista for inferior a 95%. Outra restrição é em relação ao comprimento da pista. As limitações consideradas são: intensidade do vento cruzado e as restrições de operação da aeronave de projeto. O comprimento necessário de pista de decolagem para o B737 SFP, utilizado no SDU, foi obtido em Boeing (2013). Com a intensidade do vento superior a 20 kt o tamanho da pista deverá ser menor ou igual a 1500 m; para a intensidade do vento acima de 13 kt e até 19 kt o comprimento da pista deverá ser menor ou igual a 1200 m; e com vento de 10 kt até 12 kt o comprimento da pista poderá ser menor ou igual a 1200 m (ICAO, 1999).

2.1.2 Largura

De acordo com ANAC (2012), a largura de uma pista não deve ser inferior à dimensão apropriada especificada na tabela 1:

Tabela 1: Tabela de referência de largura de pista (ICAO, 1999)

Código	A	B	C	D	E	F
1*	18m	18m	23m	-	-	-
2*	23m	23m	30m	-	-	-
3	30m	30m	30m	45m	-	-
4	-	-	45m	45m	45m	60m

*As combinações de números e letras de código para as quais as larguras são especificadas foram desenvolvidas para características típicas de aeronaves.

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.

2.1.3 Direção

Uma pista de pouso é orientada, ou seja, estará apontada, para a direção relativa ao norte magnético, tendo como fatores preponderantes: as direções que prezem por área livres e as condições do vento na área em que se pretende construir a pista de pouso. A equação 1 mostra o cálculo do rumo magnético de pista a partir do rumo verdadeiro do vento, que é determinado a partir do estudo estatístico dos dados da direção do vento, obtidos para aquela região ao longo do tempo, através de um anemograma, gráfico que é construído no sistema polar, representando fenômenos direcionais.

$$RM = RV - (Do + V \times (T\text{-}To)) \quad (1)$$

em que *RM*: rumo magnético (graus magnéticos);
RV: rumo verdadeiro (graus magnéticos);
Do: declinação magnética do ano inicial;
V: variação anual da declinação magnética;
T: ano em questão (atual); e
To: ano com dado conhecido.

3. RESULTADOS

Os dados transmitidos pela INFRAERO mostram a utilização somente da pista 02R/20L no período de análise das arremetidas.

3.1. Histórico de Arremetidas por Motivos Meteorológicos no SBRJ

A tabela 2 apresenta a quantidade total de pouso e de arremetidas por motivo. Para INFRAERO (2017 b) os motivos de arremetidas são divididos em meteorologia; decisão do piloto; falha no instrumento de auxílio à navegação aérea (NAVAID); falha no serviço de tráfego aéreo (ATS); incursão de pista (presença incorreta de ACFT, veículo ou pessoa na pista de pouso e decolagem); e outros motivos (ANAC, 2016). A quantidade de arremetidas de 2012 até 2016 representa menos de 1% da quantidade de movimentações do aeroporto. Os fatores meteorológicos motivaram 34% do total de arremetidas.

Tabela 2 – Quantidade total de pouso e de arremetidas por motivo

Ano	Pousos	Meteorologia	Piloto	NAV-AID	ATS	Incursão	Outros
2012	52106	195	107		131		
2013	50993	237	100	3	86		
2014	51974	159	89	1	73		
2015	52146	173	90		4	3	64
2016	46408	107	83		1	4	68
	%	0,34%	0,18%	0,002%	0,12%	0,0027%	0,05%

Fonte: Adaptado pelo autor (INFRAERO, 2017 b)

A figura 2 mostra a quantidade de arremetidas por motivos meteorológicos e por cabeceira, sendo que a cabeceira 20L tem 48% mais arremetidas (total de 533) do que a cabeceira 02R (total de 358).

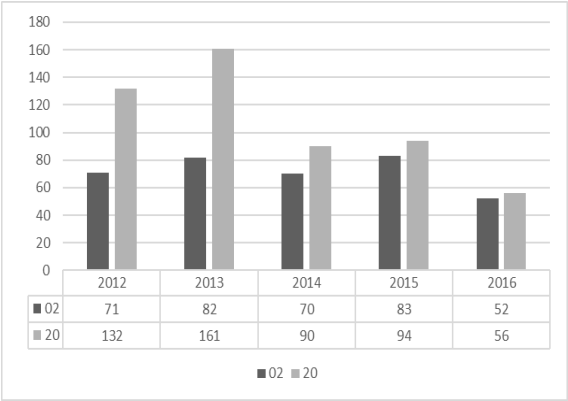


Figura 2: Quantidade de arremetidas por cabeceira (INFRAERO, 2017 b)

As descrições das ocorrências de arremetidas estão contidas na Tabela 3. A descrição Vento de Cauda possui 2 reportes em 2015 para esteira de turbulência leve e 86 ocorrências para esteira de turbulência média nos anos de 2012 até 2015. A descrição "Alta Velocidade" por estar associado ao vento de cauda no qual aumenta a velocidade de solo e pode ter sido a causa de desestabilizar a aeronave durante a aproximação. Sobre a descrição "Desestabilizado" são 2 reportes para esteira leve e 19 para média. As aeronaves com esteira de turbulência leve não reportaram nenhuma arremetida com descrição de vento de través, as aeronaves com esteira média reportaram 8 arremetidas durante os anos analisados. Três arremetidas foram descritas por motivo de vento forte. Todavia a descrição "Não declarado" é a que mais foi reportada pelo controle de tráfego aéreo.

Tabela 3 – Descrição das ocorrências de arremetida

Esteira	Descrição	2012	2013	2014	2015	2016
Leve	Inst. do Controle	-	-	1	-	-
	Desestabilizado	1	1	-	-	-
	Não declarado	6	4	3	-	1
	Vento de cauda	-	-	-	2	-
Média	Inst. do Controle	1	-	-	-	-
	Desestabilizado	2	11	4	2	-
	Não declarado	144	197	115	-	-
	Vento de cauda	1	2	4	44	35
	Vento de través	-	-	1	7	-
	Vento forte	-	-	-	3	-
	Alta velocidade	1	-	-	-	-
	Windshear	-	-	-	19	2
	Turbulência	1	-	-	-	-
	Decisão do piloto	-	-	-	1	-
	Mudança de pista	-	-	-	2	-

Fonte: Adaptado pelo autor (INFRAERO, 2017 b)

Os voos classificados como de transporte aéreo regular são historicamente a maioria em SBRJ. No ano de 2016 foram no total 91600 voos regulares e 14071 voos do transporte aéreo não regular (INFRAERO, 2017 a). As aeronaves do transporte aéreo não regular e da Aviação Geral (aeronaves privadas, aeroclubes e outros) são em maioria de categoria de esteira de turbulência leve. A tabela 4 divide as arremetidas por esteira de turbulência Moderada e com os tipos de aeronave mais utilizadas no transporte aéreo regular.

Tabela 4: Arremetida por esteira de turbulência moderada

Esteira	Tipo	2012	2013	2014	2015	2016
Moderado	A318	21	-	-	-	-
	A319	38	55	45	57	24
	A320	-	-	-	-	3
	AT72	23	-	-	-	-
	B737	6	102	68	69	41
	B738	73	-	-	-	11
	E135	2	-	-	-	-
	E145	-	-	4	-	-
	E190	26	71	36	46	28

Fonte: Adaptado pelo autor (INFRAERO, 2017 b)

O B737 é o tipo de aeronave com o maior número de arremetidas e com a somatória de 286, seguido pelas aeronaves A319 e E190. Estas aeronaves são utilizadas nas empresas aéreas GOL, LATAM e AVIANCA, e AZUL, respectivamente.

3.2 Dimensionamento da pista

A figura 3 mostra o gráfico para consulta do tamanho de pista necessário para a decolagem de acordo com o peso operacional da aeronave. O traço em vermelho mostra a restrição de 57,6 toneladas de peso de decolagem do B737 SFP, conforme o atual comprimento da pista do SBRJ. Para o nível do mar o peso máximo de decolagem do B737 SFP é de 78,9 toneladas para uma pista de aproximadamente 2500 m.

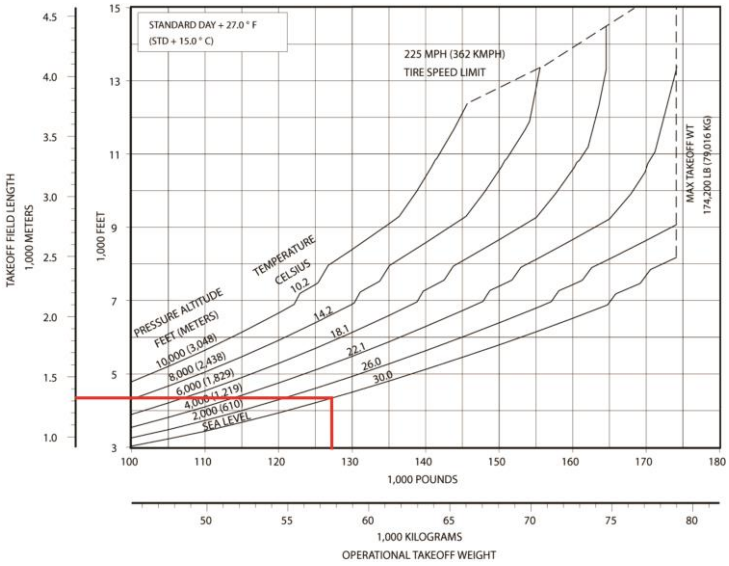


Figura 3: Requerimento de tamanho de pista para decolagem do B737 SFP (Boeing, 2013)

Com relação a largura da pista, de acordo com Boeing (2013), para a B737 SFP é indicada para os códigos letra C e número 4. Ao buscar a informação na tabela 1, a largura mínima indicada é para 45m de largura. Atualmente, a pista possui 42 m.

A figura 4 exibe a intensidade e a direção do vento médio nos últimos cinco anos por faixa de horário (00 hora até às 23 horas). A intensidade dos ventos é dada na diferença de pressão entre uma área de maior pressão atmosférica para uma menor pressão atmosférica, este fenômeno é chamado de Força do Gradiente de Pressão. Por ter suas cabeceiras voltadas para o mar, durante o anoitecer em noites de verão o continente está com pressão mais alta do que o mar, o que gera o efeito de brisa terrestre e diminui a média da direção dos ventos das 14 horas até o amanhecer. O efeito contrário ocorre nas noites de inverno, na qual a pressão mais alta está no oceano.

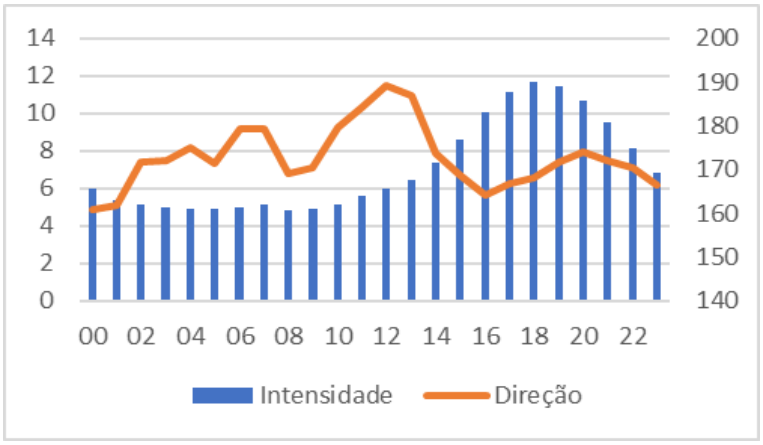


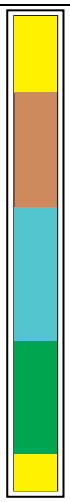
Figura 4: Variação da velocidade média com o volume de tráfego
Fonte: Adaptado pelo autor (Wyoming Weather, 2017)

A tabela 5 apresenta a média dos anos 2012-2017 por mês para as variáveis de Intensidade (kt), Direção do Vento (grau) e para a pressão da estação meteorológica reduzida ao nível do mar (QNH). Os valores médios de QNH são mais altos nas estações de outono e inverno. São épocas do ano com temperatura do ar mais frias, em que o ar está mais denso. Por outro lado, a média dos QNH são mais baixas nas estações de primavera e verão. A intensidade do vento (kt) é inverso ao QNH, na qual as áreas de baixa pressão recebem o vento vindo das áreas de alta pressão dado ao equilíbrio normal da atmosfera (Sonnemaker, 2009). A média da direção do vento mostra que a direção é predominante das coordenadas sul e sudeste, conforme a geografia do Rio de Janeiro e a posição do SBRJ.

A figura 5 mostra a declividade magnética da região do SBRJ. A declinação magnética da região, de acordo com DECA (2015), é de 22° 30’ W (oeste).

Tabela 5: Média dos anos 2012-2017

Meses	*Intensidade (kt)*	*Direção*	*QNH*	Estações
1	8,11	170,9	1011,92	
2	7,91	169,7	1011,9	
3	7,6	168,1	1013,43	
4	7,23	172,6	1014,55	
5	6,59	170,3	1017,13	
6	6,45	180,1	1018,65	
7	6,51	184,4	1019,29	
8	7,13	179,7	1019,07	
9	7,87	174,4	1016,34	
10	8,4	164,2	1014,85	
11	8,07	160,1	1012,21	
12	8,15	173,5	1011,01	
Média	7,5	172,5	1015,1	



Primavera Verão Outono Inverno

Fonte: Adaptado pelo autor (Wyoming Weather, 2017)

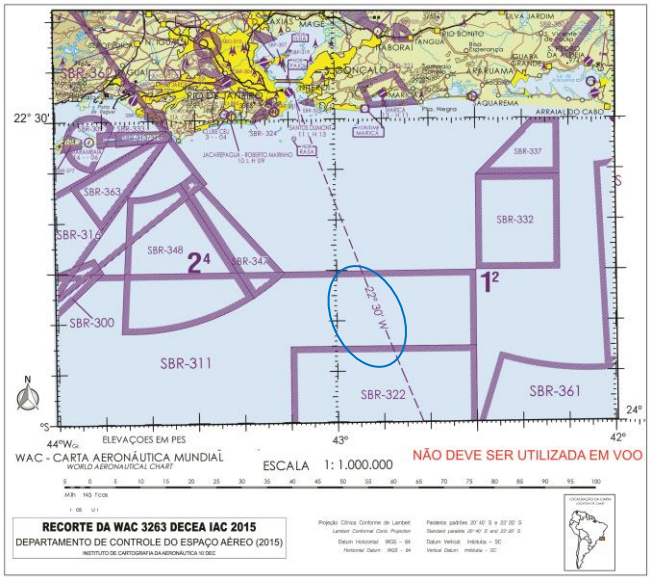


Figura 5: Recorte da Carta Aeronáutica Mundial 3263
Adaptado de DECEA (2015)

A figura 6 é o resultado dos dados meteorológicos do Aeroporto Santos Dumont dos últimos 20 anos. A média da intensidade dos ventos é de 7,2 kt. A direção do vento ocorre no rumo verdadeiro de 167° e com 96% predominância. Utilizando a equação 1 chegou-se no resultado do Rumo Magnético das cabeceiras é de 190° e 10°, ou seja, cabeceiras 19 e 01.

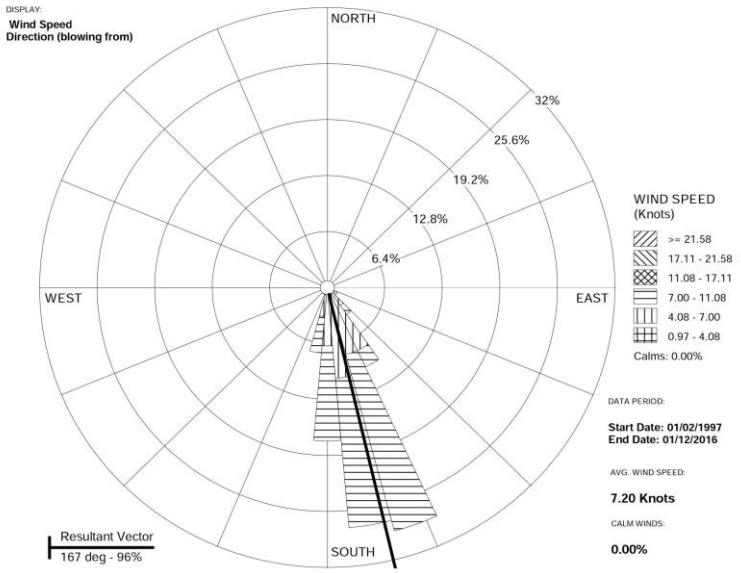


Figura 6: Anemograma da direção e intensidade dos ventos em SBRJ nos últimos 20 anos

O anemograma com recorte para últimos 5 anos de condições meteorológicas é apresentado na figura 7.

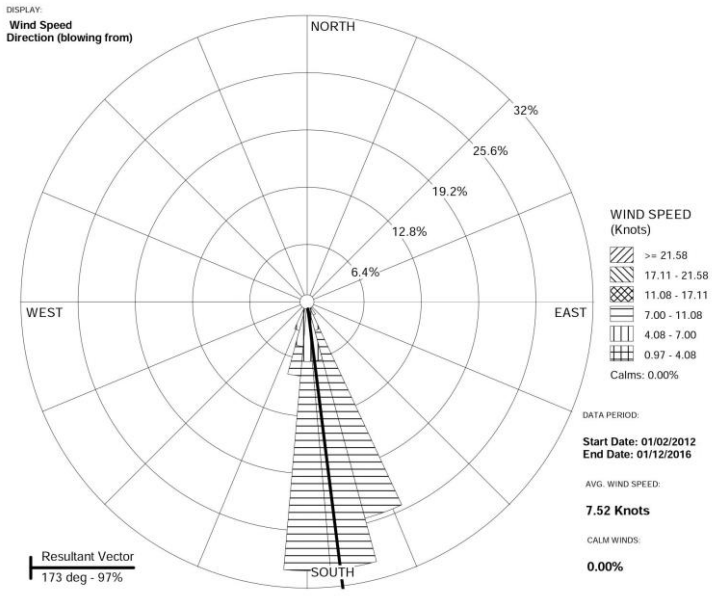


Figura 7: Anemograma da direção e intensidade dos ventos em SBRJ nos últimos 5 anos

A intensidade média do vento no período é de 7,52 kt. A direção média do rumo verdadeiro do vento de 173° e com predominância de 97%. Aplicando a equação 1, o é a direção magnética da pista é de 200° e 20°, ou seja, para os atuais rumos magnéticos do SBRJ.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da direção da pista de decolagem e pouso mostra-se importante para a segurança de voo das aeronaves. Mesmo com menos de 1% de arremetidas no Aeroporto Santos Dumont, o

índice de acidentes e incidentes também é representado com menos de 1% do total de movimentações de aeronaves no espaço aéreo brasileiro (CENIPA, 2017).

A revisão da figura 5, tabela 5 e os anemogramas das figuras 6 e 7 mostram que o rumo verdadeiro do vento favorece que a maioria das operações continuem sendo pela cabeceira 20L.

Com relação a largura da pista, apesar de estar fora do padrão, existe a possibilidade de aumentar a sua dimensão. Não há indícios que as arremetidas derivam deste fato.

O aumento da capacidade de operação da pista de um aeródromo permite que novos voos possam ser realizados, sendo o resultado esperado o aumento nas receitas do aeroporto. A certificação do Airbus A320neo na versão Short Airfield Package para a operação no Aeroporto Santos Dumont traria vantagens competitivas no setor.

É sugerido que a administração aeroportuária preencha o relatório com informações de vento presente no momento da arremetida da aeronave para que fosse possível buscar uma correlação com o Peso Máximo de Pouso e a quantidade de voos operados com aquele tipo de aeronave. Outra correlação interessante seria a quantidade de horas que os pilotos estão em trabalho no momento da arremetida, para a verificação do nível de fadiga mental do mesmo.

É sugerido uma norma para que os pilotos informem o motivo da arremetida para o controle de tráfego aéreo e o setor se segurança de voo do aeroporto poderem ter uma série histórica detalhada.

A proximidade do Aeroporto Santos Dumont com o centro do Rio de Janeiro, o espaço do sítio aeroportuário e as características do relevo são obstáculos para uma teórica e possível mudança da direção das pistas por meio de obra de infraestrutura. O método descrito pela OACI (1998) e que baseia os regulamentos da FAA (2014) e da ANAC (2016) para o cálculo do anemograma e definição das cabeceiras da pista não contemplam projeções da direção e intensidade do vento, somente é sugerido uma análise histórica de no mínimo 5 anos. É sugerido para que novas pesquisas sejam feitas incluindo projeções climáticas.

Agradecimentos
As equipes de Navegação Aérea e de Segurança Operacional do Aeroporto Santos Dumont – Rio de Janeiro. Ao Dr. Larry D. Oolman da Universidade de Wyoming. A equipe de Engenharia de Operações da GOL LINHAS AÉREAS. E a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pelo apoio prestado para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acervo O Globo. (2013) *Aeroporto Santos Dumont é Inaugurado na Ponta do Calabouço, em 1936*. Rio de Janeiro, Online.. Disponível em: <http://acervo.oglobo.globo.com/rio-de-historias/aeroporto-santos-dumont-inaugurado-na-ponta-do-calabouco-em-1936-8891113>. Acesso em 20 de junho de 2017.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. (2012) Projeto de Aeroódromos, RBAC nº154, emenda nº01, resolução nº238. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/aerodromos/cadastro-de-aerodromos/legislacao-para-aerodromos/rbac-ndeg-154.pdf>. Acesso em: 29 de junho de 2017.

ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil. (2016) *Aeródromos* – operação, manutenção e resposta à emergência. RBAC n° 153, emenda n°01, resolução n° 382. Disponível em: < http://www.anac.gov.br/assuntos/legislacao/legislacao-1/rbha-e-rbac/rbac/rbac-153-emd-01>. Acesso em 5 de maio de 2017.

Branham, B. N. (2013) *Analysis of Fatal General Aviation Accidents Occurring from Loss of Control on*

Approach and Landing. A Thesis Submitted as a Partial Fulfillment of Requirements for the Degree of Master of Science in Aeronautics. Daytona Beach: Embry-Riddle Aeronautical University. Available in: < http://commons.erau.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1025&context=edt>. Access May 11, 2017.

BOEING – Boing Commercial Airplanes. (2013) 737 Airplane Characteristics for Airport Planning. Access: 06-29-17. Available in: < http://www.boeing.com/assets/pdf/commercial/airports/acaps/737.pdf>.

Brasil. Ministério Da Defesa. Comando Da Aeronáutica. Departamento De Controle Do Espaço Aéreo. *Preenchimento dos Formulários de Plano de Voo* – MCA 100-11. Portaria DECEA N°83/DGCEA, de 13 de junho de 2016. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://publicacoes.decea.gov.br/index.cfm?i=publicacao&id=4439>. Acesso em 5 de maio de 2017.

CENIPA – Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos. (2017) Painel SIPAER. Desenvolvido pela Assessoria de Estatística do CENIPA. Dados extraídos do sistema em 27 de junho de 2017. Brasília, Força Aérea Brasileira.

Coelho, P.I.S. (2006) *A Importância da Localização Aeroportuária na Qualidade do Ar* – O caso da expansão do aeroporto Santos Dumont na cidade do Rio de Janeiro. Dissertação submetida como partes dos requisitos de grau de mestre em ciências em engenharia de transporte. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DECEA – Departamento de Controle Do Espaço Aéreo. (2015) Carta Aeronáutica Mundial – WAC 3263. Comando Maior da Aeronáutica, Instituto de Cartografia da Aeronáutica, 10 dec 15.

DECEA – Departamento de Controle Do Espaço Aéreo. (2016) Carta de Aeródromo – Rio de Janeiro/Santos Dumont (SBRJ). Comando Maior da Aeronáutica, AIRAC AMDT 20/16, 10 nov 16.

DECEA – Departamento de Controle Do Espaço Aéreo. (2017) ROTAER. Instituto de Cartografia da Aeronáutica, 2 mar 17.

FAA – Federal Aviation Administration. (2014) Standards for Specifying Construction of Airports. U.S. Department of Transportation, Advisory Circular.. Available in: <https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC-150-5370-10G-updated-201605.pdf>. Acesso em: 25 de junho de 2017.

GOL Linhas Aéreas Inteligentes. (2007) *Gol to Complete First Flight With New Boeing 737-800 SFP on São Paulo – Rio Shuttle Route*. Press Release. Access in June 20 2017. Available in: http://ir.voegol.com.br/arquivos/GOL_CM_20070208_eng.pdf>.

ICAO – Internacional Civil Aviation Authoroty. (1999) *Aerodrome Design and Operations*. Annex 14 to the convention on International Civil Aviation. 3° Edition.

INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária. (2017 a) Estatísticas dos Aeroportos. Dezembro de 2016. Brasília, Online. Disponível: < http://www4.infraero.gov.br/acesso-a-informacao/estatisticas-dos-aeroportos/estatisticas/>. Acesso em 05 de maio de 2017.

INFRAERO – Empresa Brasileira De Infraestrutura Aeroportuária. (2017 b) Controle arremetidas RJ Local (2012-2017). Navegação aérea e Segurança Operacional. Rio de Janeiro, recebido por e-mail em 20 de abril de 2017.

Mota, L.R. (2016) O Papel do Discurso na Construção do Aeroporto Santos Dumont. 11° Seminário DOCOMOMO. Recife, Anais do Evento.

Sonnemaker, J.B. (2009) Meteorologia. 30 ed. São Paulo, editora Asa.

TAM Linhas Aéreas. (2008) Rotina Operacional – Golden Rules. Airbus A319, A320, A321. Segurança e Padronização. Revisão n° 10.

Vivaldi, B.E. (2004) The Effect of Crosswind and Turbulence in Mental Workload and Pilot Tracking Performance. Master of Science in Human Factors & Systems. Theses - Daytona Beach, Embry-Riddle University.

Wells, A.; Seth; Y. (2014) Aeroportos – Planejamento e Gestão. Bookman, 6° ed. Porto Alegre: Bookman, 2014

Wyoming Weather. (2017) SBRJ Station Data. University of Wyoming. Lab. Website: < http://weather.uwyo.edu/surface/meteorogram/samerica.shtml>. Recebido em 17 de abril de 2017.

Reinaldo Moreira Del Fiaco (cmtefiaco@gmail.com)
Carolina Lourenço Santiago (carol.civil@gmail.com)
Seção de Fortificação e Construção, Pós-Graduação em Engenharia de Transportes
Instituto Militar de Engenharia
Praça General Tibúrcio, 80, Praia Vermelha, Rio de Janeiro – RJ