

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

RAFAEL AUGUSTO RICCO

Clima e navegação aérea: a influência dos nevoeiros no funcionamento do Aeroporto de Congonhas

São Paulo

2018

RAFAEL AUGUSTO RICCO

**Clima e navegação aérea: a influência dos nevoeiros no funcionamento do
Aeroporto de Congonhas**

Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado
ao Departamento de Geografia da Faculdade de
Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da
Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos
para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

R494c Ricco, Rafael Augusto
Clima e navegação aérea: a influência dos
nevoeiros no funcionamento do Aeroporto de Congonhas
/ Rafael Augusto Ricco ; orientador Emerson
Galvani. - São Paulo, 2018.
39 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual) - Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de
Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. nevoeiro. 2. climatologia. 3. análise de
frequência. 4. aeroporto de Congonhas. I. Galvani,
Emerson, orient. II. Título.

RESUMO

RICCO, Rafael Augusto. **Clima e navegação aérea**: a influência dos nevoeiros no funcionamento do Aeroporto de Congonhas. 2018. 39 f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Nevoeiros afetam diretamente as operações em aeroportos em todo mundo, assim, o presente estudo propõe a investigação da frequência dos eventos de nevoeiro no Aeroporto de Congonhas, um dos mais movimentados do país, e localizado na região Sudeste, que é uma das que mais sofre com o fenômeno, e sua relação com informações sobre atrasos e cancelamentos de voos. O estudo consiste na análise de dados meteorológicos divulgados pela Força Aérea e comparação com dados de atrasos das companhias aéreas fornecidos através dos meses no período compreendido entre janeiro de 2010 e dezembro de 2016.. Para o estudo, foi caracterizada climatologicamente a área do aeroporto, o que é nevoeiro, como se dá sua formação e um breve histórico dos casos no aeroporto de Congonhas e dos impactos nas operações dos aeroportos. Por fim, traçou-se um paralelo entre os dados coletados e organizados em gráficos para permitir a comparação do mesmo e analisar suas relações. Observou-se então relação entre os dias com eventos de nevoeiro e o o aumento das porcentagens de atraso nos meses relacionados.

Palavras-chave: Nevoeiro, Climatologia, Análise de frequência, Aeroporto de Congonhas

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
CGNA	Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea
CMA	Centro Meteorológico da Aeronáutica
DECEA	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
DME	<i>Distance Measuring Equipment</i>
EMA	Estação Meteorológica de Altitude
EMS	Estação Meteorológica de Superfície
ILS	<i>Instruments Landing System</i>
METAR	<i>Metheorological Aerodrome Report</i>
REDEMET	Rede Meteorológica do Comando da Aeronáutica
SRPV-SP	Serviço Regional de Proteção ao Voo de São Paulo
TAF	<i>Terminal Aerodrome Forecast</i>
UTC	<i>Universal Time Coordinated</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da área de estudo	12
Figura 2 - Predominância dos ventos no Aeroporto de Congonhas entre 2011 e 2016 (direção em graus e velocidade em nós (knots)).....	13
Figura 3 - Total de movimentos por mês no ano de 2016	15
Figura 4 - Posicionamento dos transmissômetros e sensores de tempo presente no Aeroporto de Guarulhos (tx são transmissores e rx os receptores, que medem a transmissividade).....	18
Figura 5 - Comparativo de horas de nevoeiro Guarulhos e Congonhas (1972 - 2000).....	21
Figura 6 - Dados de visibilidade baixa no Aeroporto de Congonhas.....	22
Figura 7 - Os diferentes tipos de nevoeiro. Os nomes em <i>itálico</i> são de influência geográfica e os outros são de nevoeiros baseado em processos.....	23
Figura 8 - Número de ocorrências de nevoeiro por ano em Congonhas.	25
Figura 9 - Eventos de nevoeiro, por ano, entre 1991 e 2016.....	25
Figura 10 - Ocorrências de nevoeiro por mês entre 2010-2016 em Congonhas.	26
Figura 11 - Eventos de Nevoeiro x % de cancelamentos	27
Figura 12 - Eventos de Nevoeiro x % de atrasos de mais de 30 minutos.....	27
Figura 13 - Eventos de Nevoeiro x % de atrasos de mais de 60 minutos.....	28
Figura 14 - Eventos de nevoeiro x cancelamentos entre 2010-2016 por mês.	28
Figura 15 - Eventos de nevoeiro x atrasos entre 2010-2016 por mês.....	29
Figura 16 - Eventos de nevoeiro x atrasos entre 2010-2016 por mês.....	29
Figura 17 - Eventos de trovoada por mês entre 2010 e 2016	30
Figura 18 - Eventos de Nevoeiro x Cancelamentos em 2012.	30
Figura 19 - Eventos de Nevoeiro x Atrasos até 30 minutos.	31
Figura 20 - Eventos de Nevoeiro x Atrasos até 60 minutos.	31
Figura 21 - Imagem do satélite GOES 12 para detecção de nevoeiros no dia 12/06/2016, às 8h30 da manhã.....	32
Figura 22 - Aviões estacionados em dia de nevoeiro.	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 CONTEXTO E PROBLEMA	8
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 <i>Objetivo Específico</i>	9
1.3 JUSTIFICATIVA	9
2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	11
3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS	16
3.1 DADOS METEOROLÓGICOS	16
3.2 DADOS DE ATRASOS E CANCELAMENTOS	19
4 CONCEITUAÇÃO DE NEVOEIROS	20
4.1 HISTÓRICO DE EVENTOS DE NEVOEIRO NO AEROPORTO DE CONGONHAS	21
5 ANÁLISE DOS DADOS DE 2010 A 2016	25
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto e problema

A aviação surgiu no momento em que as primeiras aeronaves começaram a ter o poder de carregar mais do que apenas seu operador. Após as primeiras máquinas movidas a impulsão mecânica ou a motor, logo começaram a surgir outras utilidades para esses veículos com asas.

A princípio carregando apenas uma ou duas pessoas, as aeronaves, ainda que as mais primitivas surpreendiam pela velocidade que podiam cobrir grandes distâncias. Com a eclosão da 1ª Grande Guerra, logo foram dadas finalidades bélicas para elas.

Com a guerra veio o avanço tecnológico, e logo as aeronaves podiam transportar consideráveis quantidades de carga e de pessoas. Surge aí então os primórdios da aviação comercial (BRIDGES, 1969).

No Brasil, o marco inicial da aviação comercial ocorreu na década de 20, com a liberação para a exploração pela iniciativa privada. Contudo, o grande impulso veio em 1940 com as aeronaves modelo DC-3 oriundas dos excedentes da 2ª Guerra Mundial, que tinha seu uso voltado para a aviação regional (BNDES, 2001).

Atualmente, o mercado aéreo encontra-se estagnado (ANAC, 2016), porém, nos anos de crescimento de nossa economia e o consequente aumento do poder aquisitivo da população, a aviação como meio de transporte passou a ser mais acessível às pessoas, diferente de algumas décadas atrás, onde as altas tarifas da aviação inviabilizavam uma passagem aérea para a maioria das pessoas. Com isso, as empresas aéreas expandiram seus negócios e os voos regulares de linha aérea se tornaram tão comuns quanto viagens de ônibus, havendo um decréscimo de até 48% do preço por quilometro viajado de avião entre 2003 e 2008. Durante esse período, houve um crescimento da ordem de 10% ao ano no número de viagens efetuadas de avião, sendo cerca de 50 milhões de viagens ao ano (MCKINSEY; COMPANY, 2010).

Entretanto, os meios de transporte aéreo, como viajam imersos no meio invisível da atmosfera, estão sujeitos a todas as intempéries que ocorrem no ar. A atmosfera, sempre em movimento, faz com que variados efeitos ocorram prejudicando diferentes atividades humanas, e uma delas, sem dúvida uma das mais afetada, é a aviação.

Além das chuvas, dos ventos, do granizo e de outros eventos mais intensos da natureza, o que atualmente mais afeta a dinâmica da aviação comercial, principalmente nos grandes centros urbanos, é a ocorrência de nevoeiros.

Nevoeiros são gotículas de água em estado líquido que podem ser formadas pela condensação do vapor d'água, ou por gotículas formadas pela maritimidade, ou ainda pela evaporação das gotas de chuva. A água presente em estado líquido no ar deixa a visão muito mais turva do que ela em seu estado líquido (BRUINJNZEEL et al, 2005).

Os impactos dos nevoeiros podem ser sentidos na saúde humana, quando poluentes provocam a condensação do vapor d'água, na agricultura, quando o nevoeiro mantém as folhas das plantas úmidas por mais tempo causando pragas, no tráfego nas rodovias, diminuindo a visibilidade e causando acidentes, nos transportes marítimos, dificultando a entrada de navios em portos e causando colisões e na aviação, dificultando pousos e as operações nas áreas de estacionamento e taxiamento (VAREJÃO, 2001).

1.2 Objetivos

Analisar a frequência dos nevoeiros no aeroporto de Congonhas em São Paulo e sua influência na dinâmica do transporte aéreo de passageiros, comparando dados meteorológicos com dados de atrasos e cancelamentos de voos.

1.2.1 Objetivo Específico

Analisar a frequência de nevoeiros no Aeroporto de São Paulo/Congonhas Deputado Freitas Nobre, por meio de informações meteorológicas fornecidas pelo METAR (Meteorological Aerodrome Report), emitido a cada hora pelo aeroporto no período entre janeiro de 2010 e dezembro de 2016.

Analisar a quantidade de voos cancelados e atrasados que são declaradas pelas companhias aéreas e divulgadas pela ANAC no aeroporto e relacionar à frequência de eventos de nevoeiro.

1.3 Justificativa

Nos Sul e Sudeste, onde se encontram os aeroportos de maior movimento no país, também são as regiões mais suscetíveis a eventos de nevoeiro. Essa combinação faz com que ocorram inúmeros prejuízos na operação do transporte aéreo, com voos com destino alterado e com atrasos em pousos e decolagens (ALMEIDA, 2008).

Nesse trabalho, vamos situar o Aeroporto de São Paulo/Congonhas Deputado Freitas Nobre, que é o segundo aeroporto mais movimentado do Brasil (CGNA, 2017) e que atualmente

tem enfrentado sérios problemas devido à sua superlotação, explicar a ocupação ao seu redor e as influências do meio urbano no clima local. Como se deu a valorização do bairro pela proximidade do aeroporto e qual influência da maritimidade na ocorrência de fenômenos climáticos no aeroporto sua relação com nevoeiros.

Além do impacto na dinâmica dos movimentos logísticos, a presença de nevoeiros acarreta problemas de segurança na operação do aeródromo. Atualmente, o Aeroporto de Congonhas possui uma pista de 1940 metros de extensão e suas cabeceiras são altamente urbanizadas, o que torna sua operação bastante perigosa em dias de nevoeiro, ocasionando fechamentos e restrições à sua operação, embora até hoje não tenha ocorrido nenhum incidente fatal relacionado ao fenômeno.

Abordaremos as condições de nevoeiro que ocorrem no aeroporto e com isso, a cada condição de nevoeiro onde seja obrigado a fechar o aeroporto, um grande impacto é observado já que muitos voos necessitam ser alternados para outros aeroportos como Guarulhos, Campinas, Ribeirão Preto e até mesmo Rio de Janeiro, que por vezes situam-se a mais de 500 km da capital. Esses eventos geram muita influência nos fluxos de pessoas entre essas cidades e causam impactos financeiros e logísticos tanto para os usuários quanto para as companhias aéreas. Apesar de sua dimensão, existem poucos trabalhos relacionados a influência de nevoeiros em Congonhas.

2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Aeroporto de São Paulo/Congonhas Deputado Freitas Nobre localiza-se no bairro paulistano de Vila Congonhas, distrito do Campo Belo, distante 8 km do marco zero da cidade de São Paulo. Ocupa uma área de 1,5 km² e fica a uma altitude de 802 m acima do nível do mar. As coordenadas geográficas são: 23°37'36" Sul e 46°39'19" Oeste (figura1).

O terreno onde ele se instala fica localizado no ponto onde o espigão central do sítio paulistano começa a tomar forma. Nesse ponto ocorrem as formas mais elevadas de colinas com topos planos e rebordos mal definidos de cerca de 200 m a 500 m de largura. (AB'SABER, 2007).

Ele foi construído em 1936, e a princípio chamado de "Campo de Aviação da Companhia Aérea Auto-Estrada". Sua pista era de terra batida com apenas 300 metros de extensão e foi construído como alternativa ao aeroporto do Campo de Marte, que sofria com as constantes inundações pelo Rio Tietê, já que se localiza em suas margens (MELLO, 2006).

A ocupação do bairro do Jabaquara, no entorno do Aeroporto, cresceu continuamente desde sua construção. A princípio um bairro a 10 km da região central, logo tornou-se um bairro valorizado pela proximidade do aeroporto, que contava com cafés requintados e restaurantes, processo que foi seguido pelo adensamento de ocupações residenciais e comerciais ao redor do mesmo (MELLO, 2006).

Suas duas pistas atuais estão orientadas em sentido praticamente Noroeste-Sudeste, pois como toda operação de pouso e decolagem é efetuada contra o vento, essa orientação garante que a brisa marítima/terrestre sempre forneça condições boas para as operações. As operações de pouso e decolagem são efetuadas sempre contra o vento pois isso aumenta a velocidade relativa do avião em relação ao ar, garantindo uma melhor performance de sustentabilidade nessas situações.

Tarifa e Azevedo (2001) descrevem a predominância dos ventos no Aeroporto como "uma média anual de calmarias de 33,7%. A primeira predominância anual é a direção sudeste com 19,6%, a segunda é o vetor Sul, com 16%, e a terceira é a direção Leste, com 8,8%. As calmarias oscilam entre 24,4% (novembro) e um máximo, em outubro, de 29,1% e, um mínimo, de 13,9 a 14%, em maio e junho. A componente Sul (2ª predominância) tem o mesmo tipo de variação sazonal, com um máximo de participação nos meses de setembro a dezembro e um mínimo no inverno". Embora os dados sejam mais recentes, a figura 2 corrobora essa característica dos ventos no aeroporto.

Figura 1 - Localização da área de estudo

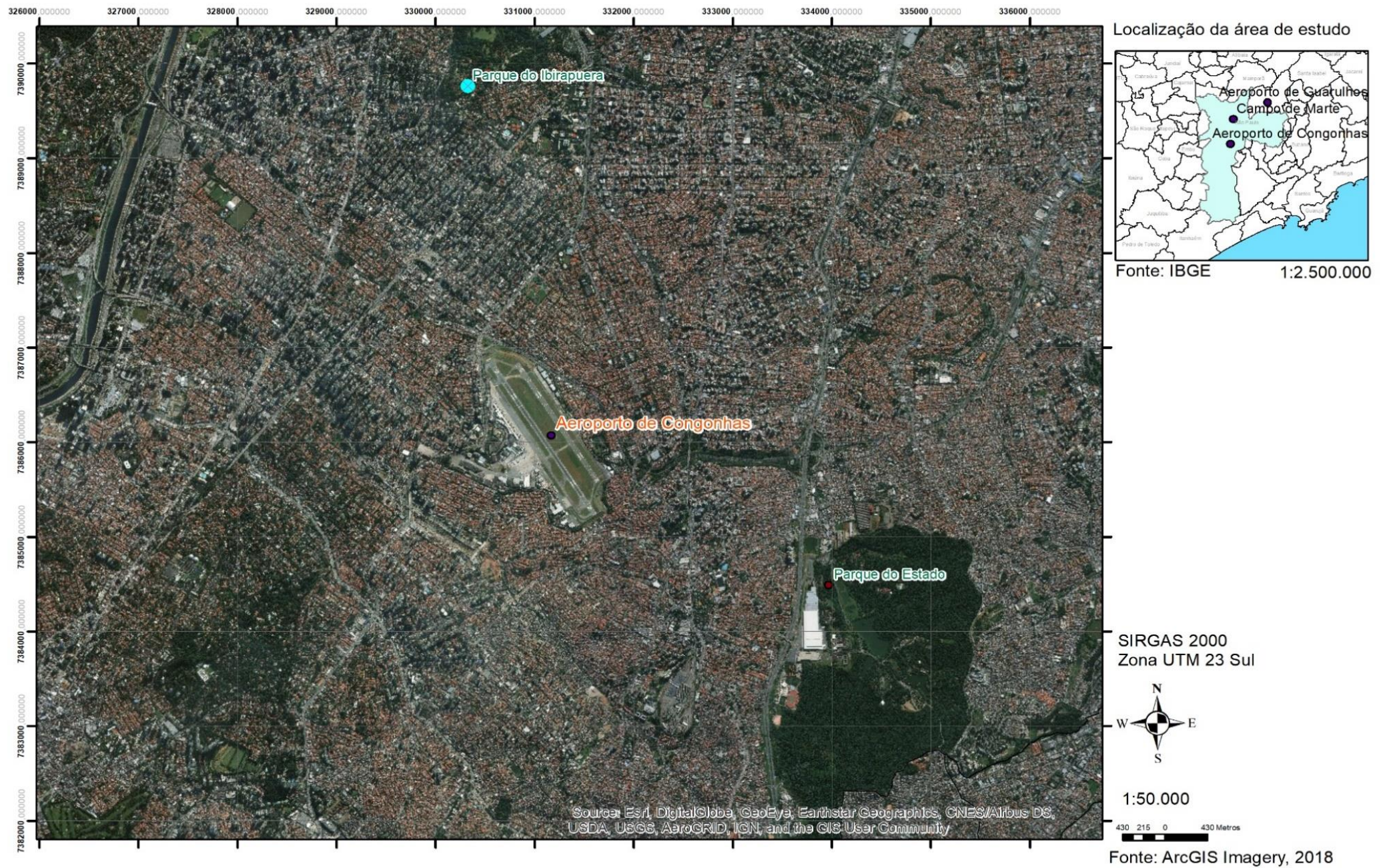
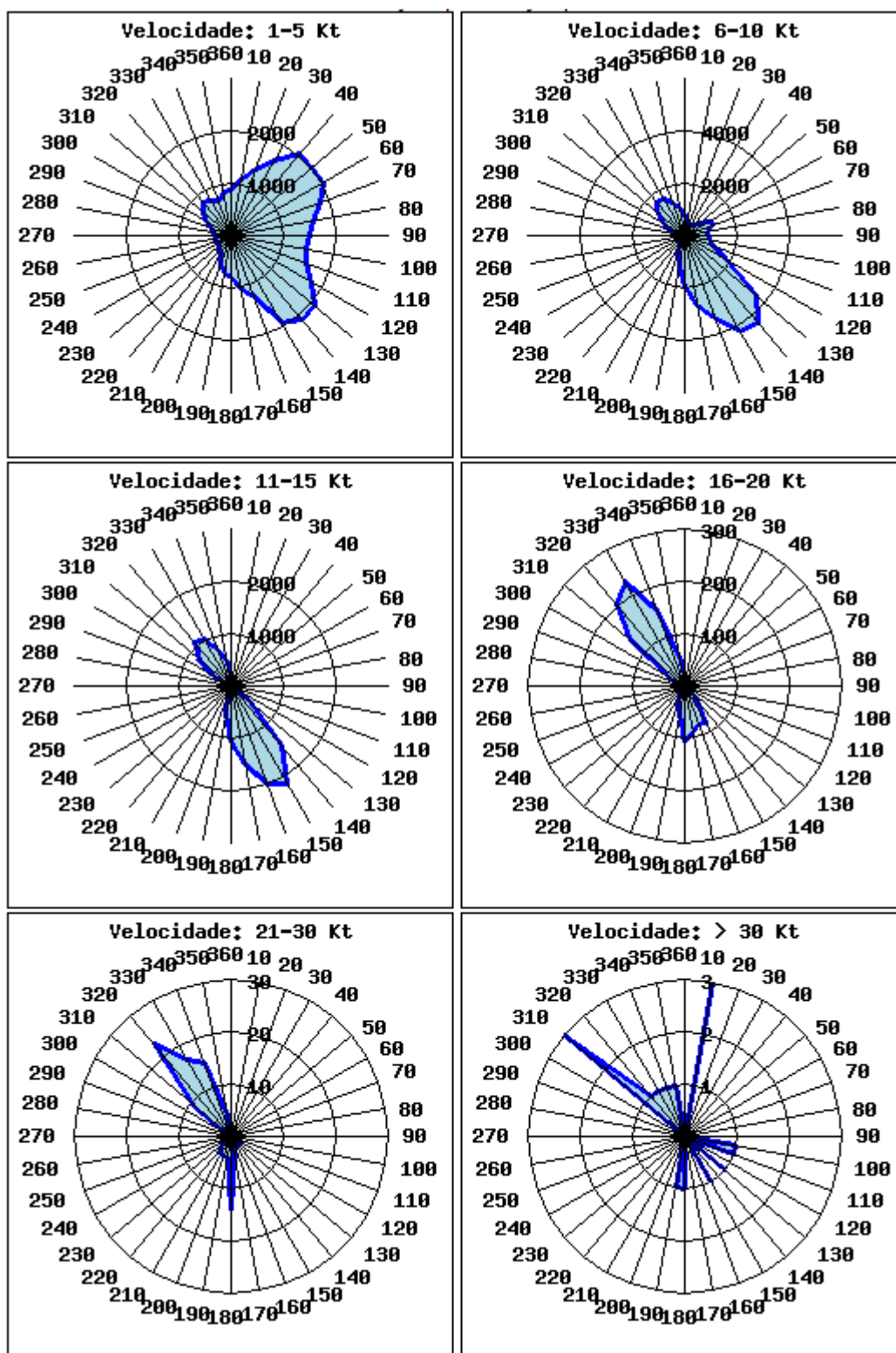


Figura 2 - Predominância dos ventos no Aeroporto de Congonhas entre 2011 e 2016 (direção em graus e velocidade em nós¹ (knots)).



Fonte: REDEMET (2018)

¹ 1 nó equivale a aproximadamente 1,85 km/h ou 0,55 m/s

O clima na cidade de São Paulo é do tipo subtropical com pouca chuva no inverno, considerado do tipo Cfa (subtropical úmido), com influência Cwa (abundância de chuvas no verão) segundo a classificação de Köppen (PEEL, 2007).

Tarifa e Azevedo (2001) classificaram o aeroporto de Congonhas como inserido na unidade climática “natural” Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano. Em sua classificação, classificaram Congonhas na unidade IAb, ou seja, no núcleo da Unidade Climática Urbana Central, onde o principal controle climático se expressa pela alta densidade de edificações, pessoas, veículos e atividade, porém, a subunidade b onde foi inserido, indica que apesar da existência de gramados e alguns jardins, a forte pavimentação e densidade de pavilhões e prédios com cobertura escura aumentaram a temperatura do local.

Na tabela climatológica organizada pelo ICEA (Instituto do Controle do Espaço Aéreo) dos anos de 2001 a 2010 (Tabela 1), é possível notar que os meses de verão são bem mais chuvosos que os meses de inverno, a umidade média do aeroporto fica em torno de 75%, sendo o mês de julho ligeiramente mais seco, com em torno de 73% de umidade média. As temperaturas ficam em média em 20,4° C, sendo que a média de temperatura máxima no mês mais quente (fevereiro) é de 28,1° e a média de temperaturas mínimas no mês mais frio (julho) é de 13,3°.

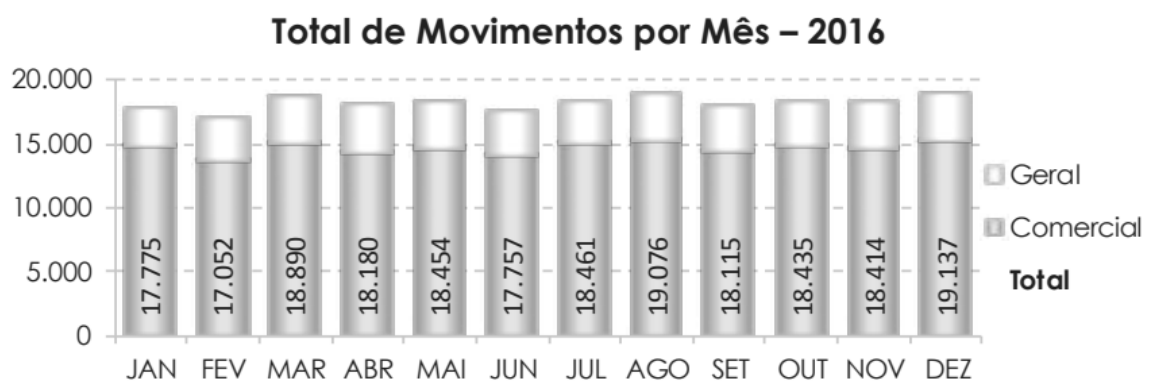
Tabela 1 – Atributos Climáticos do Aeroporto de Congonhas entre os anos de 2001 a 2010

Mês	1º vento predominante (direção em graus/velocidade em nós)	2º vento predominante (direção em graus/velocidade em nós)	Temperatura média (°C)	Média das temperaturas máximas (°C)	Média das temperaturas mínimas (°C)	Temperatura máxima (°C)	Dia e ano da temperatura máxima	Temperatura mínima (°C)	Dia e ano da temperatura mínima	Umidade relativa média (%)	QFE médio*	Soma total de precipitação no período (mm)	Quantidade máxima de precipitação (mm)	Dia e ano da quantidade máxima de precipitação
Jan	150/07	170/08	22,8	27,2	19,8	34,9	25/01/2006	15	06/01/2009	77	923,50	2793,9	100	14/01/2001
Fev	160/08	150/07	23,3	28,1	20,0	35,4	26/02/2003	16	08/02/2005	76	923,80	1781,5	84,7	08/02/2007
Mar	160/07	170/08	23,0	27,9	19,8	34,2	02/03/2003	15	22/03/2004	75	924,50	1700,5	200	12/03/2001
Abr	160/07	170/08	21,7	26,0	18,5	32,0	29/04/2003	13	13/04/2003	76	926,10	613	79,8	04/04/2005
Mai	160/06	170/07	18,6	22,9	15,6	30,6	03/05/2001	9	27/05/2004	76	927,10	498,8	66,1	24/05/2005
Jun	160/06	170/07	17,8	22,6	14,2	29,3	07/06/2003	7,5	17/06/2008	74	929,10	305,4	41,1	04/06/2008
Jul	160/06	170/07	17,0	21,8	13,3	30,0	20/07/2001	6	30/07/2008	73	929,30	600,9	52,8	25/07/2007
Ago	160/07	170/07	18,3	23,8	14,4	32,6	29/08/2005	6,2	09/08/2004	71	929,00	272,7	34,8	08/08/2002
Set	160/08	170/08	18,5	23,6	15,0	34,0	29/09/2007	6,5	06/09/2006	75	927,30	651,6	83,9	08/09/2009
Out	160/07	170/07	20,1	25,2	16,7	35,5	11/10/2002	9,9	07/10/2004	77	925,00	991,7	65	01/10/2001
Nov	160/08	150/08	20,9	25,5	17,7	33,6	21/11/2002	12	04/11/2003	78	923,50	1468,5	68,1	26/11/2009
Dez	160/08	170/08	21,8	26,6	18,7	35,2	30/12/2002	13	04/12/2008	78	923,10	1616	74,3	19/12/2007
Média	160/07	170/08	20,4	25,2	17,0	35,5	11/10/2002	6	30/07/2007	75	926,00	13295	200	12/03/2001

*Média mensal da pressão atmosférica ao nível da estação, em milibares. Fonte: ICEA (2011)

Segundo o anuário do CGNA (Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea), atualmente Congonhas recebe uma média de 600 movimentações de aeronaves por dia e sete milhões de passageiros a cada semestre. Em 2016 o aeroporto de Congonhas teve 219.746 movimentações de aeronaves. Esse número possui pouca variação sazonal pelo fato de o aeroporto trabalhar próximo do seu limite operacional, devido sua restrição de horário de funcionamento (das 6h às 23h). Essas operações são distribuídas mensalmente conforme a figura 3.

Figura 3 - Total de movimentos por mês no ano de 2016



Fonte: CGNA (2017)

Para diminuir os efeitos da falta de visibilidade, o aeroporto é dotado de um sistema ILS (Instruments Landing System) de Categoria I, o que permite a operação de pouso no aeroporto com visibilidade de até 550 m à frente e mantendo altura de decisão de pouso de 60 m de altitude. O aeroporto conta também com um sistema chamado DME (Distance measuring equipment), que é um equipamento de rádio baseado no transponder do avião que indica a distância e a altitude da aeronave em relação à pista, guiando-a na rampa ideal de pouso.

O sistema ILS foi recentemente atualizado, porém mantendo as características. Em adição a ele, iniciou a operação de um sistema de aproximação GPS BARO VNAV, sendo Congonhas o primeiro aeroporto no Brasil a ser dotado desse sistema, que orienta a aeronave para pouso usando o sistema GPS em conjunto com o altímetro. (DECEA, 2010)

O Aeroporto é dotado também de uma CMA (Centro Meteorológico da Aeronáutica) de categoria 2, com uma EMS (Estação Meteorológica de Superfície) de categoria 1, que emite o código METAR a cada 1h, e é operado pelo DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo) /SRPV (Sistema Regional de Proteção ao Voo), ambos ligados à Força Aérea Brasileira.

3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

3.1 Dados meteorológicos

Para elaboração do trabalho, serão utilizadas análises de tabelas geradas a partir dos dados emitidos pelos órgãos de meteorologia da Aeronáutica para identificar os dias de nevoeiro e qual foi sua influência na abertura ou fechamento dos aeroportos.

Esses dados, emitidos na codificação METAR, estão disponíveis no site REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica - <https://redemet.aer.mil.br>), onde a Aeronáutica centraliza na internet todas suas informações de meteorologia. A forma de divulgação e os parâmetros dos códigos METAR emitidos no Brasil seguem a Instrução do Comando da Aeronáutica 105-1 e 105-16. Os dados seguem o seguinte modelo de código:

SBSP 252200Z 16013KT 6000 -RA OVC004 18/16 Q1018=

Nessa codificação, é possível obter vários dados, e é decodificada da seguinte maneira:

- SBSP: Identificador de localidade, onde cada aeroporto recebe um código referente à sua localização, sendo SBSP o código dado ao aeroporto de Congonhas. O Aeroporto de Guarulhos, por exemplo, possui o código SBGR.
- 252200Z: os dois primeiros dígitos identificam o dia no mês atual, sendo o 25 apresentado, dia do mês em que se foi obtido o código. Os últimos 4 dígitos numéricos simbolizam a hora em que o dado foi obtido, em horário UTC (Universal Time Coordinated), ou como identificado pelo Z no final, horário Zulu, como é chamado na aviação a hora UTC.
- 16013KT: Essa é a codificação dada para a informação de vento no aeródromo. O 160 significa de que direção o vento está vindo, medido em graus. Os 13KT simbolizam a velocidade medida do vento em nós². Existe ainda a notação 15012G25KT, onde o 12G25kt simboliza que o vento está em 12 nós. com rajadas de até 25 nós.
- 6000: É a visibilidade horizontal no aeródromo, em metros, onde é possível obter a intensidade do nevoeiro.
- -RA: é o indicador de chuva no aeródromo, sendo que pode variar entre – ou +, que simboliza a intensidade da chuva, e podem ocorrer os seguintes códigos: DZ = chuvisco, RA = chuva, TS

²1 nó equivale a aproximadamente 1,85 km/h ou 0,55 m/s

= trovoada, GR = granizo, SH = pancada, HZ = névoa seca, BR = névoa úmida e FG = nevoeiro (visibilidade abaixo dos 1000 metros).

- OVC004: indica o tipo de cobertura de nuvens sobre o aeródromo, sendo OVC simbolizando “céu encoberto” e 004, a altura das nuvens, ou o “teto” como é chamado na aviação, sendo medido em x100 pés³, ou seja, 400 pés.

- 18/16: é a medida da temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho no aeródromo, de onde é possível obter a umidade no momento.

- Q1018: é a leitura da pressão no momento, reduzida ao nível médio do mar⁴. É desse dado que as aeronaves orientam seus altímetros nas aproximações do aeródromo para obter uma medida mais precisa de altitude.

Na REDEMET, é possível obter esses códigos METAR de vários anos em seu banco de dados. Além do navegador web, existe também uma aplicação fornecida por eles onde é possível obter dados de um período mais extenso e exportá-los em formato de texto. Além das informações de METAR, também são emitidas informações do tipo SPECI, que são emitidas quando ocorre uma mudança significativa de condições meteorológicas dentro do intervalo de emissão de 1 hora do METAR.

Cada aeroporto de grande utilização é dotado de um sistema de monitoramento meteorológico que emite, de hora em hora, as condições climáticas locais e esses dados são organizados num código e chamados na aviação de METAR. Essas estações meteorológicas também são dotadas de um especialista que emite, a cada 12h ou 24h, uma previsão do tempo detalhada que é transmitida através de um código chamado TAF (Terminal Aerodrome Forecast). No Brasil, a Força Aérea e a Infraero dividem a responsabilidade de emissões dessa informação.

As Estações Meteorológicas que geram essa informação são divididas em dois tipos: as EMS (estações meteorológicas de superfície) e as EMA (estações meteorológicas de altitude). As EMS são divididas ainda em 3 categorias, baseadas na quantidade de recursos disponíveis, sendo a Categoria 1 a mais completa. Na EMS, as atividades são desenvolvidas por um profissional técnico, treinado para realizar as observações meteorológicas e codificá-las no formato de METAR ou SPECI (METAR que é emitido quando ocorre algum evento meteorológico intenso no intervalo entre as emissões do METAR).

³ 1 pé é equivalente a aproximadamente 0,30 m ou 30,8 cm

⁴ É a forma de medição de pressão que permite a sua comparação em diferentes altitudes.

Para obtenção dos valores de visibilidade da pista, os aeroportos que possuem estação meteorológica contam com um sensor colocado próximo a pista de pouso e decolagem. Em aeroportos que enfrentam problemas com nevoeiro, esses sensores, conhecidos como transmissômetros, pois medem a transmissividade horizontal da atmosfera, são espalhados ao longo da pista, como no exemplo da figura 4. (ANAC, 2017).

Figura 4 - Posicionamento dos transmissômetros e sensores de tempo presente no Aeroporto de Guarulhos (tx são transmissores e rx os receptores, que medem a transmissividade).



Fonte: ANAC (2017)

No METAR, a informação de visibilidade horizontal é informada em incrementos de 50m em 50m até 800m, e de 100m em 100m, até 5.000m. A partir daí, em incrementos de 1.000m em 1.000m. A visibilidade em superfície será considerada "zero", quando for menor que 50m.

Dentro de um aeródromo dotado de uma EMS, existe sempre um CMA (Centro Meteorológico de Aeródromo), que é responsável por fornecer mensagens de previsão e cartas meteorológicas e dar todo apoio às operações aéreas realizadas no aeroporto. O CMA também é classificado nas categorias 1, 2 e 3, segundo o DECEA, e tal classificação se baseia nos serviços que o CMA disponibiliza ao piloto. No CMA, as atividades são desenvolvidas por 2 profissionais: o meteorologista, que é um profissional com formação de nível superior apto para elaborar as previsões e o técnico em meteorologia, que auxilia o meteorologista e presta apoio aos usuários da Navegação Aérea. Se o CMA for de categoria 1, ele dispõe tanto do meteorologista de nível superior como de nível técnico. Se for de categoria 2 ou 3, dispõe apenas do profissional de nível técnico. (COSTA, 2008).

3.2 Dados de Atrasos e Cancelamentos

Outro elemento do trabalho será organizar e gerar tabelas com dados da ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) sobre quantidade de voos atrasados e cancelados. Essa informação é emitida mensalmente pelas companhias aéreas e compiladas pela ANAC e disponibilizadas no site, e seguem a resolução nº 218/2012 da mesma. Essa informação contém a porcentagem de voos cancelados, voos com mais de 60 minutos de atraso e voos com mais de 30 minutos de atraso. Esse critério é diferente do considerado atraso para passageiros, pois ele está muito mais relacionado a operação dos aeroportos do que com prejuízos para quem vai viajar. No caso de passageiros, a empresa é obrigada a prestar algum tipo de auxílio somente em casos com mais de 1 horas de atraso, e suas regras são determinadas pela resolução nº 141/2010.

Com a reunião dessa informação, é possível comparar com a tabela gerada anteriormente de dados meteorológicos. Esses dados são disponibilizados mensalmente no site da ANAC, contendo o número de voos previstos, voos atrasados e o de voos cancelados.

4 CONCEITUAÇÃO DE NEVOEIROS

Primeiramente, é importante diferenciar nevoeiros, névoa e neblina. Segundo Varejão (2001), nevoeiros são partículas de água em suspensão no ar que provocam uma redução de visibilidade para menos de 1000 metros. Nevoeiros são considerados nuvens do tipo stratus pois se formam em níveis baixos da atmosfera. Névoa úmida, neblina ou bruma são os casos em que há suspensão de partículas de água no ar, porém a visibilidade horizontal não é reduzida a menos de 1000 metros. A névoa também pode ser seca, quando outros elementos provocam a redução de visibilidade, como poeira ou poluição.

Bruinjnzeel et al. (2005) define em seu artigo o nevoeiro como uma nuvem que toca o chão, sendo que sua densidade varia conforme a visibilidade que é possível dentro dela. Ele classifica a intensidade do nevoeiro como “nevoeiro bastante denso” quando a visibilidade não atinge 100 metros até “neblina” quando a visibilidade fica entre 1001 a 2000 m. Além de 2000 m de visibilidade não é considerado nevoeiro. Os nevoeiros podem ter várias classificações adotadas conforme a sua forma de surgimento e sua localização geográfica. Eles podem ser classificados nos seguintes tipos:

- Nevoeiros marítimos (sea fog): ocorrem principalmente na primavera e no início do verão sobre superfícies marítimas, onde o principal processo de formação de nevoeiro é o resfriamento e a condensação relacionados à mudança de umidade relativa sobre o mar aberto. Sua formação é muito parecida com a do nevoeiro de advecção.

- Nevoeiros de advecção (advection fog) que é formado quando o ar úmido passa por sobre uma superfície fria, perdendo calor até atingir o ponto de orvalho e saturando o ar, formando assim o nevoeiro.

- Nevoeiros de vapor (steam fog): esse tipo de nevoeiro difere-se do nevoeiro marítimo pois o processo ocorre de forma inversa, quando o ar frio passa sobre uma superfície de água quente, que imediatamente se condensa, saturando o ar e formando o nevoeiro, visualmente parecendo como “fumaça”.

- Nevoeiro de gelo (ice fog): é um tipo muito específico de nevoeiro onde ao invés de gotículas de água, sua composição é de cristais de água congelada. Sua ocorrência é restrita às regiões polares onde as temperaturas atingem valores menores que 25° C negativos.

- Nevoeiros de radiação, que são os que ocorrem com maior frequência nos aeroportos da capital paulista, e acontecem quando o solo se esfria durante à noite, perdendo sua energia por radiação, e o ar que está em contato com o solo frio perde calor por condução, tornando-se mais frio que a camada de ar acima dele. Assim, se o ar se resfriar até a temperatura do ponto

de orvalho, ocorrerá a formação de nevoeiro. Esse tipo de nevoeiro ocorre em noites com pouca ou nenhuma nuvem, permitindo assim o rápido resfriamento do solo por irradiação. Em áreas com acentuada poluição atmosférica, os resíduos higroscópicos presentes no ar tendem a antecipar a formação do nevoeiro e tornar mais lenta sua dissipação.

-Nevoeiro costeiro (coastal fog): Alguns tipos de nevoeiro têm sua origem relacionado às condições geográficas em que se formam. No caso desse tipo de nevoeiro, ocorre sempre nas zonas costeiras onde sua formação pode ter origem advectiva ou radioativa, onde o mar e o efeito orográfico fazem com que surja o nevoeiro.

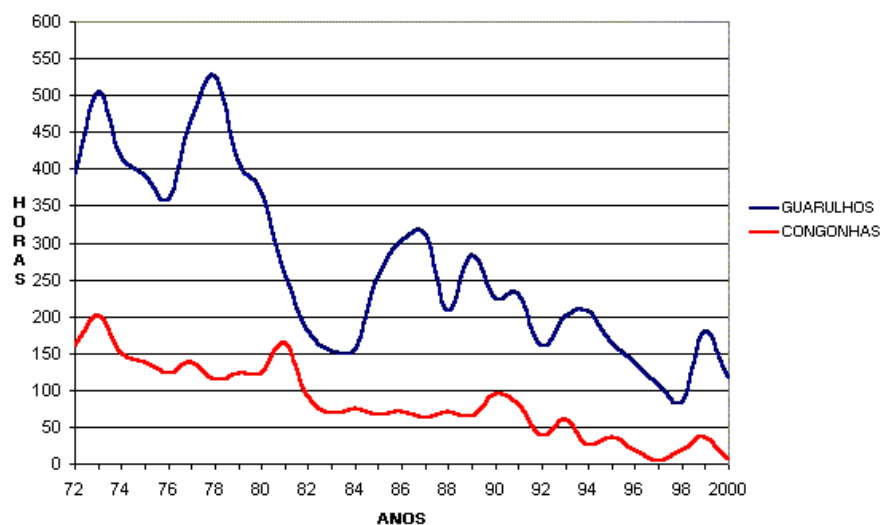
-Nevoeiro de vale (valley fog): é um tipo de nevoeiro radioativo que se forma nos vales, e está relacionado com sistema de circulação montanha-vale, ocorrendo nas primeiras horas do dia.

- Nevoeiros orográficos (mountain fog), que ocorrem quando o ar úmido se eleva ao longo de uma encosta, expandindo-se e resfriando até saturar-se e assim formar o nevoeiro no topo da encosta.

4.1 Histórico de eventos de nevoeiro no Aeroporto de Congonhas

Alguns dados fornecidos pelo SRPV-SP (Serviço Regional de Proteção ao Voo) e organizados por Cabral (2005) é possível notar, em comparação com os dados de nevoeiros do aeroporto de Guarulhos, que nos períodos entre 1972-2000 houve uma diminuição considerável no número de eventos de nevoeiro no geral, sendo essa diminuição mais acentuada no Aeroporto de Congonhas.

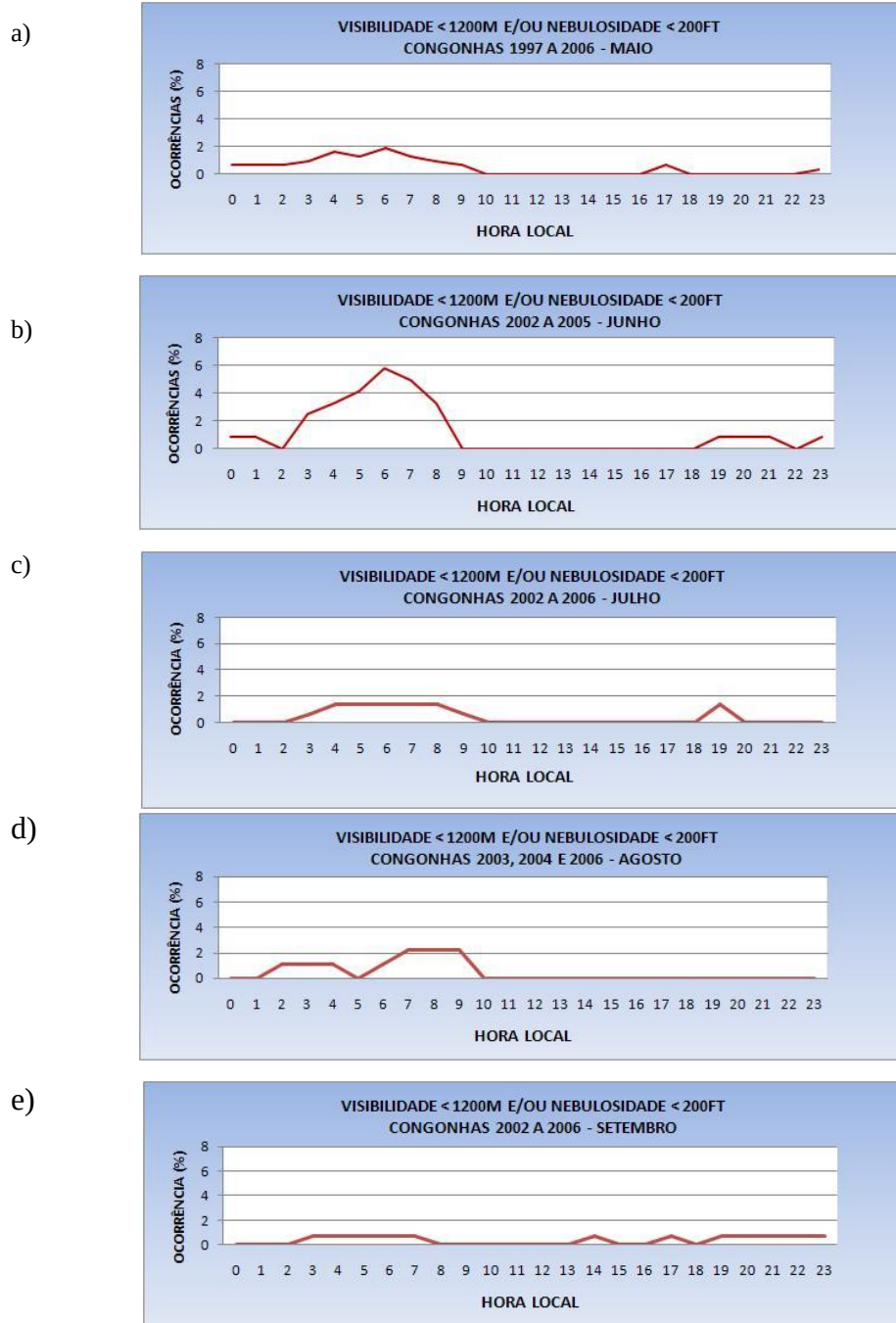
Figura 5 - Comparativo de horas de nevoeiro Guarulhos e Congonhas (1972 - 2000).

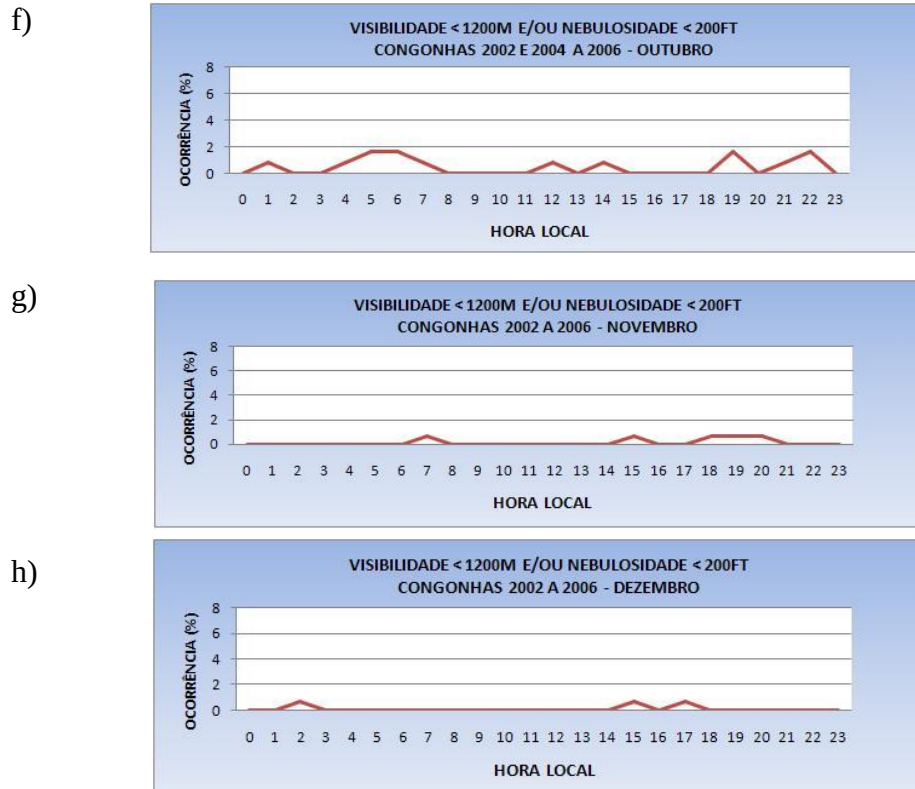


Fonte: SRPV-SP (2001) Org. Cabral (2005).

Um estudo já elaborado pelo REDEMET (Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica) montou alguns gráficos com dados de eventos onde houve ocorrência de nevoeiros ou nuvens baixas (com altura menor que 200 pés, aproximadamente 61 metros). Os dados estão separados por mês, porém não consideram os meses de janeiro, fevereiro, março e abril, pois são os meses com menor propensão a formação de nevoeiros.

Figura 6 - Dados de visibilidade baixa no Aeroporto de Congonhas

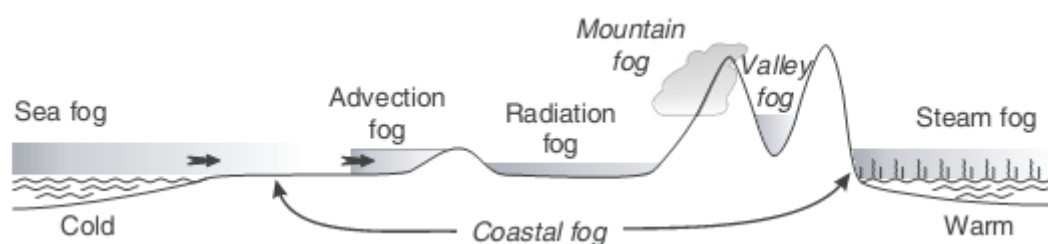




Fonte: REDEMET (2012)

Com esses gráficos, embora os períodos não sejam os mesmos, é possível notar alguns padrões. Nas figuras b, c, d e e, que representam os meses de fim de outono e início de inverno, foram os meses em que mais ocorreram esses eventos de nevoeiro, com destaque para a figura b, o mês de junho, que concentrou um grande número de eventos. A formação de nevoeiros no período da tarde, que predomina, ainda que de forma discreta, em todas as figuras, tem provável relação com a entrada da brisa marítima, em função dos ventos que provocam o resfriamento do ar vindo do mar quando se dá sobre o continente.

Figura 7 - Os diferentes tipos de nevoeiro. Os nomes em *itálico* são de influência geográfica e os outros são de nevoeiros baseado em processos.



Fonte: Bruijnzeel et al (2005)

Para a Aeronáutica, na publicação do METAR, só é considerado nevoeiro (FG) quando a névoa úmida restringe a visibilidade a menos de 1000 metros. Acima de 1000 metros e menor que 5000 metros, o METAR considera como bruma (BR) se for névoa úmida ou “haze” (HZ), se for névoa seca.

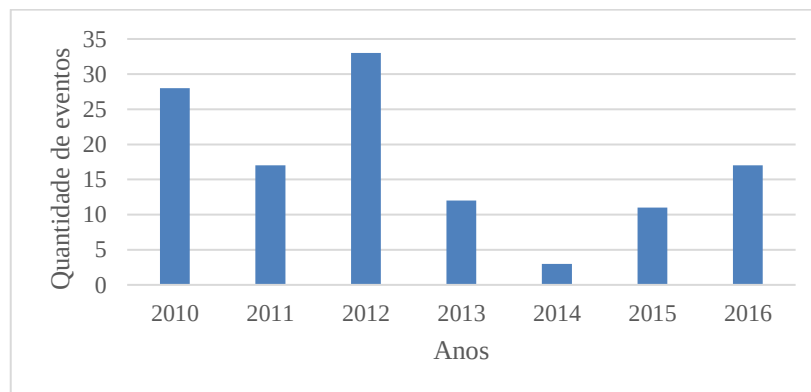
Nos Estados Unidos, vários estudos foram feitos e publicados para tentar resolver a questão dos nevoeiros nos grandes aeroportos norte-americanos. Robinson (1989) faz em seu artigo uma relação entre os nevoeiros e os atrasos provocados em voos no aeroporto de Hartsfield em Atlanta, levantando dados sobre os reais motivos de atrasos e o quanto eles realmente foram influenciados pelos nevoeiros, chegando à conclusão que eventos climáticos causavam um impacto à época estimados em 6 milhões de dólares por ano. Outros trabalhos como de Mitchell e Suckling (1987) também trataram da influência dos nevoeiros nos sistemas de transportes aéreos, estimando que em dias de nevoeiro, a quantidade de combustível abastecida no aeroporto de Sacramento, na Califórnia, é 48% menor do que em dia de sem nevoeiro.

No Brasil, foram efetuados estudos sobre previsão de nevoeiros no Aeroporto de Guarulhos, onde Cabral (1998) desenvolveu uma análise estatística dos nevoeiros no aeródromo, identificando os horários e propondo soluções para os problemas ocasionados por esse fenômeno.

5 ANÁLISE DOS DADOS DE 2010 A 2016

Analisando somente os dados METAR que consideram a situação de nevoeiro, no período dos anos de 2010 a 2016, no Aeroporto de Congonhas não é possível afirmar que houve uma tendência de aumento ou redução da quantidade de eventos de forma significativa ao longo desses anos, conforme a figura 8.

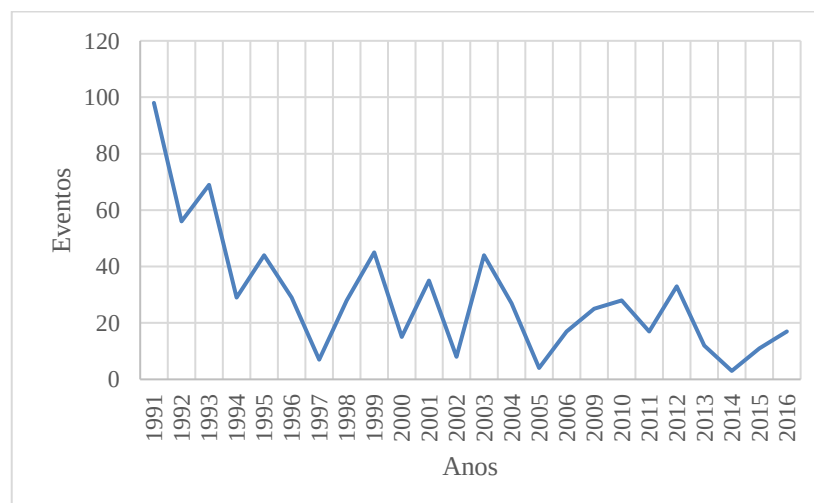
Figura 8 - Número de ocorrências de nevoeiro por ano em Congonhas.



Fonte: REDEMET (2017)

Porém, estendendo essa análise por 25 anos, de 1991 a 2016, é possível notar na figura 9, uma diminuição e estabilização do número de eventos, com uma diminuição dos picos de eventos. como notada por Cabral (2001).

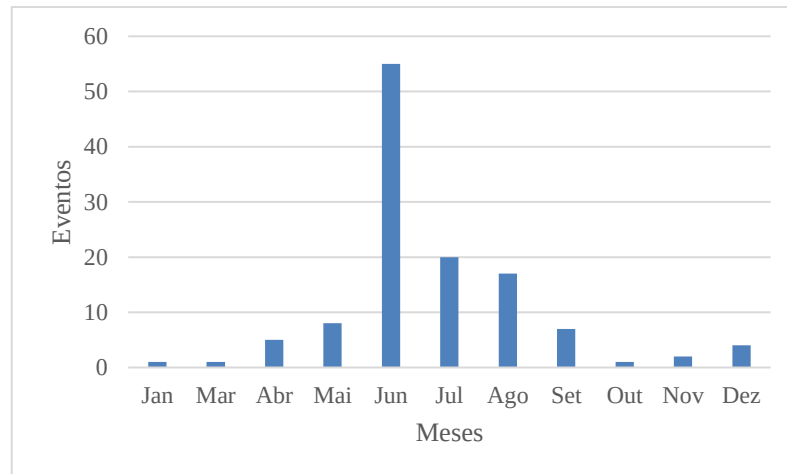
Figura 9 - Eventos de nevoeiro, por ano, entre 1991 e 2016.



Fonte: REDEMET (2017)

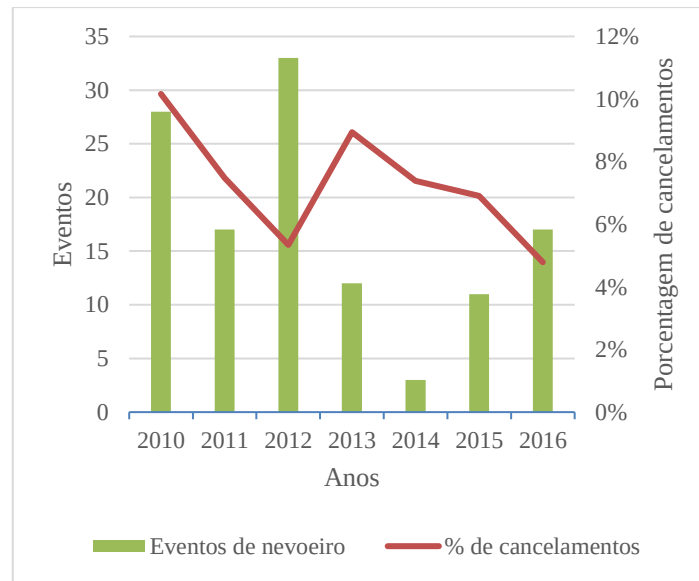
Como nos dados históricos anteriores de 2010 a 2016 elaborados pela REDEMET (2012) e expostos na figura 6, os meses com maiores números de ocorrências de nevoeiros foram os meses de inverno, conforme é possível notar na figura 10.

Figura 10 - Ocorrências de nevoeiro por mês entre 2010-2016 em Congonhas.



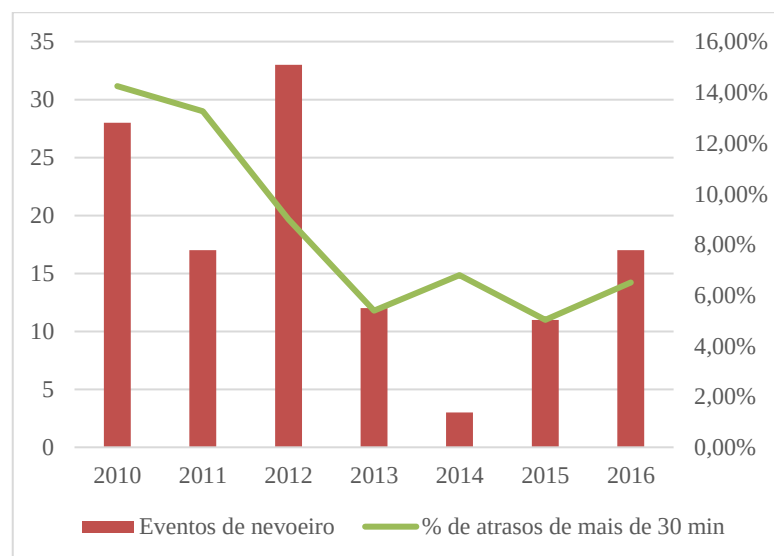
Fonte: REDEMET (2017)

Comparando os dados de eventos de nevoeiro com os dados de porcentagem de cancelamento de voos por ano, não é possível fazer alguma relação entre eles, o que pode ser notado na figura 11. Enquanto nos anos de 2010 e 2011 aparenta existir alguma relação, no ano de 2012, por exemplo, quando houve um pico de eventos de nevoeiro, a porcentagem de cancelamentos teve o segundo menor valor no período.

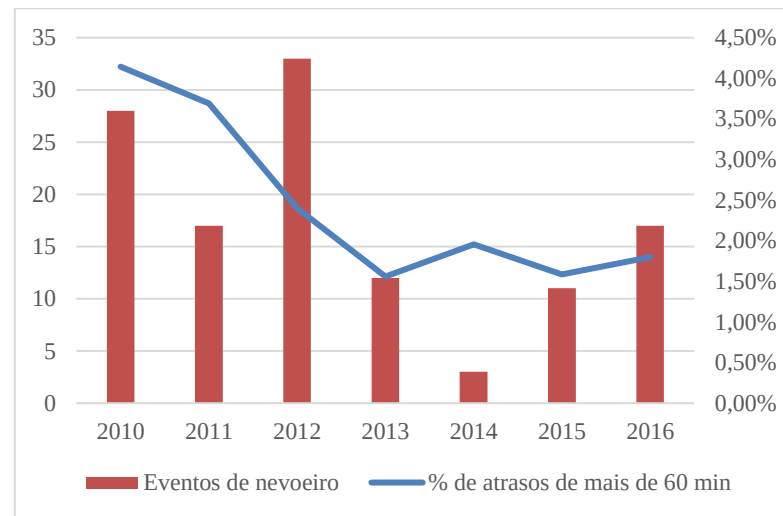
Figura 11 - Eventos de Nevoeiro x % de cancelamentos

Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Comparando os dados de eventos de nevoeiro com os dados de porcentagem de atrasos maiores que 30 minutos, na figura 12 e na figura 13 podemos notar que os eventos de nevoeiro possuem pouco impacto nas flutuações anuais de atrasos e cancelamentos de voo, embora no ano de 2013 não haja um pico de atrasos acompanhando o pico de cancelamentos naquele ano.

Figura 12 - Eventos de Nevoeiro x % de atrasos de mais de 30 minutos.

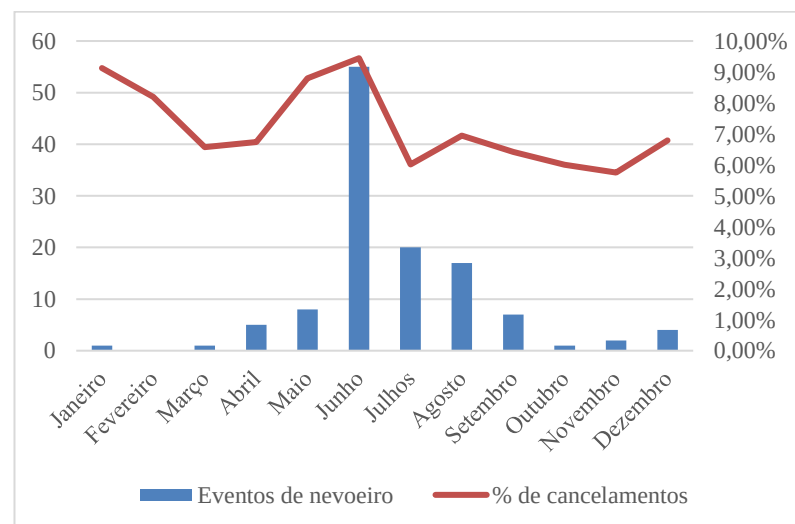
Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Figura 13 - Eventos de Nevoeiro x % de atrasos de mais de 60 minutos.

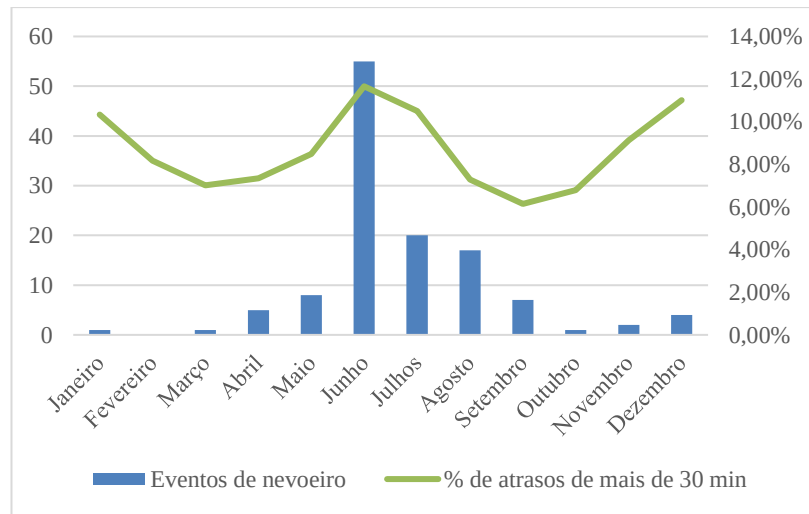
Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Considerando que em 2014, não há dados nos meses de junho e julho, devido à Copa do Mundo, em que a ANAC foi liberada de emitir o relatório (ANAC, 2014), ou seja, os dados desse ano a refletir menos os dados reais de cancelamento.

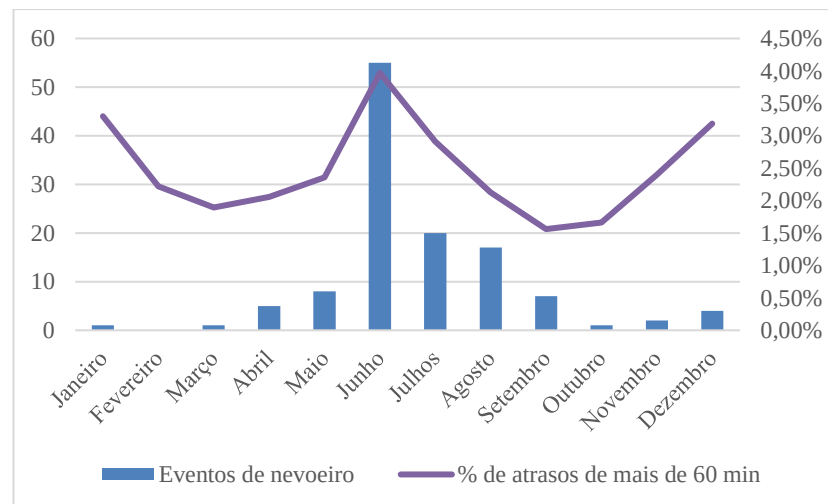
Já olhando pro panorama mensal, é possível notar um padrão, como é possível observar nas figuras 14, 15 e 16.

Figura 14 - Eventos de nevoeiro x cancelamentos entre 2010-2016 por mês.

Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

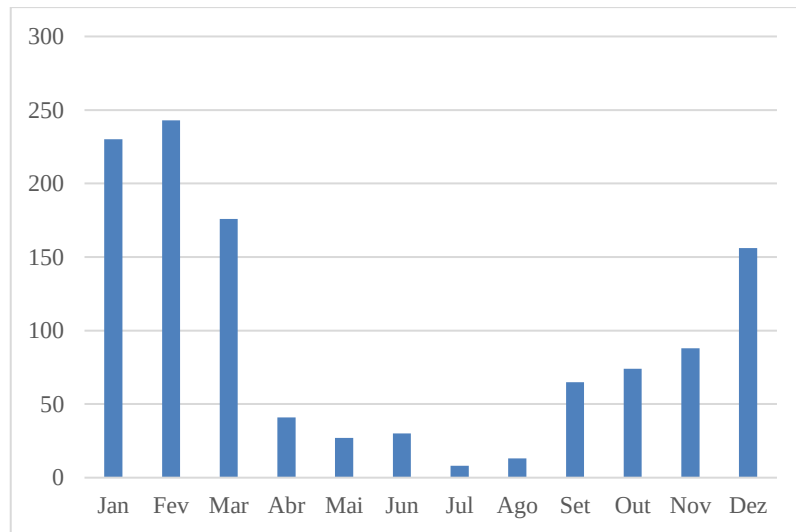
Figura 15 - Eventos de nevoeiro x atrasos entre 2010-2016 por mês.

Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Figura 16 - Eventos de nevoeiro x atrasos entre 2010-2016 por mês.

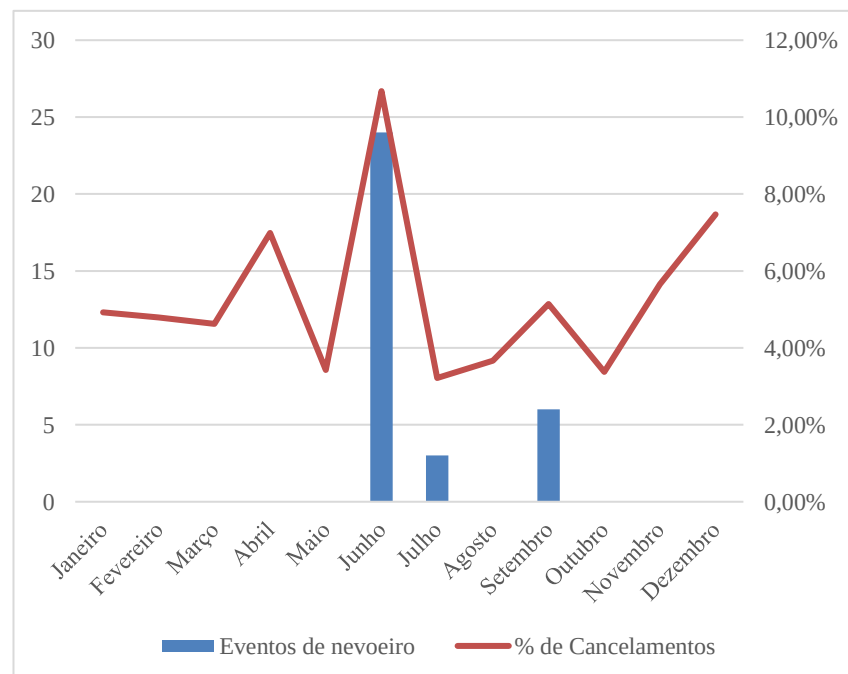
Fonte: ANAC, REDEMET (2017)

Observando as figuras, é possível notar um considerável aumento de cancelamentos e atrasos principalmente nos mês de Junho, quando inicia-se o inverno, e também nos meses de dezembro e janeiro, onde o fenômeno das chuvas de “verão” são mais intensos, como é possível observar na figura 17 em que são os meses em que mais ocorrem eventos de trovoada (quando são ouvidos ou relatados trovões, relâmpagos ou raios num raio de 8 km do aeródromo), que são associados a eventos de tempestade. Na tabela 1 apresentada anteriormente também se nota que os meses de janeiro a março são os com maiores índices de pluviosidade, o que denota também a interferência desses eventos nos dados de cancelamento e atrasos.

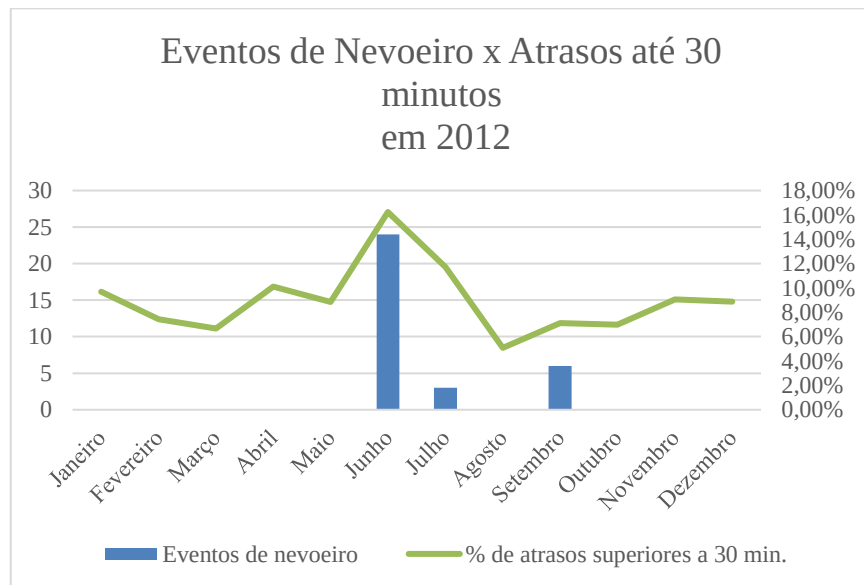
Figura 17 - Eventos de trovoadas por mês entre 2010 e 2016

Fonte: REDEMET (2017)

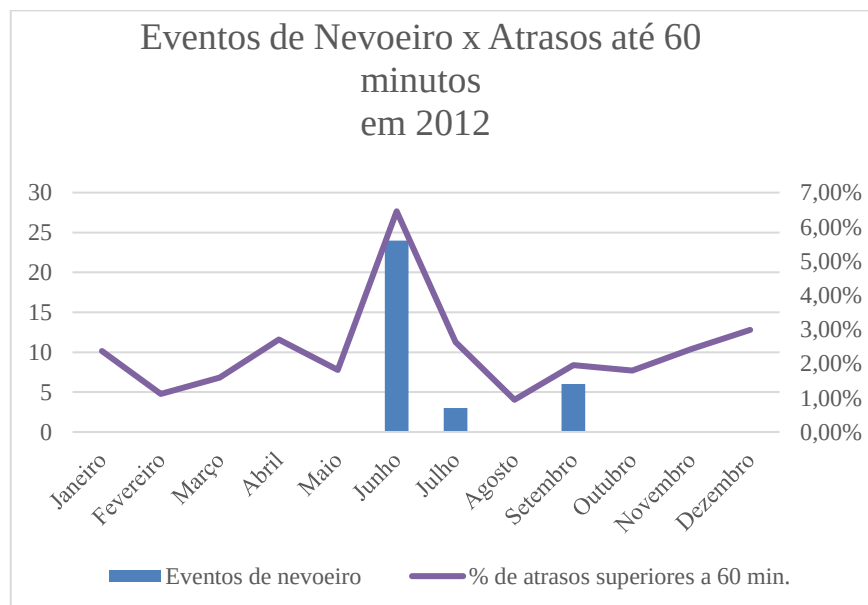
Restringindo a análise ao ano com maior número de eventos de nevoeiro, no caso 2012, nas figuras 18, 19 e 20, é possível observar o pico de eventos de nevoeiro e de cancelamentos no mês de junho.

Figura 18 - Eventos de Nevoeiro x Cancelamentos em 2012.

Fonte: ANAC, REDEMET (2017)

Figura 19 - Eventos de Nevoeiro x Atrasos até 30 minutos.

Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Figura 20 - Eventos de Nevoeiro x Atrasos até 60 minutos.

Fonte: REDEMET, ANAC (2017)

Ainda no ano de 2012, no dia 12 de junho, foi observado um dos eventos mais intensos daquele ano. É possível notar no METAR emitido às 4 horas da manhã, que a visibilidade chegou a apenas 150 metros e a visibilidade vertical em apenas 100 pés (aproximadamente 33 metros).

METAR SBSP 120700Z 11002KT 0150 R35/0600 R17/0700 FG VV001 15/13 Q1021=

Ainda nesse dia é possível analisar a imagem capturada pelo satélite GOES 12 limitada a identificação de nevoeiros onde é possível notar grande parte do sul e sudoeste de São Paulo imerso sob o nevoeiro, como é possível observar na figura 21.

Figura 21 - Imagem do satélite GOES 12 para detecção de nevoeiros no dia 12/06/2016, às 8h30 da manhã



Fonte: DSA-CPTEC/INPE (2018)

Na análise das figuras 10 a 16, a influência dos nevoeiros na quantidade de voos cancelados e atrasados no aeroporto parece ser bem clara. Os dados acompanham as observações feitas por Cabral (2005) e Cabral (1990). Porém, estendendo as informações para os anos de 2010 a 2016, é possível notar uma certa estabilização da quantidade de eventos de nevoeiro, provavelmente causada pela estabilização da urbanização na região.

No trabalho de Cabral (1998) ele cita a urbanização como o principal meio de influência tanto no aeroporto de Congonhas quanto no de Guarulhos, sendo principal meio das mudanças climatológicas nesses locais. Essas alterações provocaram mudanças nos regimes de nevoeiros e atuaram a favor das operações dos mesmos.

Ainda segundo Cabral (1998), além dos nevoeiros advindos da advecção, a influência da brisa marítima no Aeroporto de Congonhas é bastante elevada na formação de nevoeiros, já

que o vento vindo do mar traz consigo elevada umidade e partículas como sal marinho, que ao se encontrar com a superfície aquecida do Planalto Paulista, se condensa rapidamente formando nevoeiros. Porém, Congonhas possui ventos menos intensos que outros aeroportos, segundo Cabral et al (2000), devido sua localização entre serras (do Mar e Cantareira), fator que provavelmente dificulta a dispersão dos nevoeiros.

Para mitigar os efeitos dos nevoeiros nos últimos anos, algumas companhias aéreas, como a Azul, criaram um departamento próprio de meteorologia. A Azul criou um CCO (Centro de Controle Operacional), localizado num prédio comercial em Alphaville, onde o departamento de despacho de voos recebe dados meteorológicos e planeja a quantidade de combustível presente na aeronave para evitar que em casos de eventos meteorológicos, o avião fique sem combustível e tenha que pousar em aeroporto diferente do qual era seu destino. Segundo o diretor do setor, com isso, a Azul reduziu em 39% a quantidade de voos alternados para aeroportos diferentes de seu destino (CASAGRANDE, 2018).

A instalação de tecnologias de auxílio ao pouso (ILS – Instrumentos Landing System) reduzem a quantidade de voos prejudicados por eventos de nevoeiro, embora o sistema presente em Congonhas ainda não seja o mais avançado. O aeroporto conta também com a recente instalação do sistema BARO VNAV (Procedimento de Aproximação com Guia Vertical Baroaltimétrico) para pousos, que permite o pouso de forma mais segura utilizando sistemas GPS e o altímetro. Porém, sua pista curta e ausência de um sistema mais moderno, faz com que muitos pilotos se recusem a pousar em Congonhas em dias de nevoeiro (ESTADÃO, 2018).

Figura 22 - Aviões estacionados em dia de nevoeiro.



Fonte: Fernanda Cruz – Agência Brasil

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora nos últimos 40 anos seja possível notar uma diminuição, principalmente dos anos de 1960 até 1990, não é possível identificar, ao longo dos 7 anos de dados estudados, se o número de ocorrências de nevoeiro tem se reduzido. Houve um pico de eventos em 2012, seguido de um 2014 quase sem eventos de nevoeiro. É importante lembrar que em 2014 houve um dos períodos de maior seca em São Paulo (MARENGO, 2015), e embora períodos secos não influenciem em nevoeiros, é preciso investigar mais se há relação entre eles. Nos anos seguintes, a quantidade de nevoeiros voltou a aumentar e impactar no funcionamento do aeroporto.

As porcentagens de cancelamentos e atrasos de voo acompanham os dados de nevoeiros. Nos meses de inverno, sempre em que houve um pico de eventos de nevoeiro, houve também um pico de eventos de cancelamento de voos e de atrasos.

É possível notar também, analisando os dados históricos de atrasos e cancelamentos, que eventos de trovoadas acabam tendo um efeito semelhante no aeroporto, porém seus efeitos possuem menor duração do que os de nevoeiros que chegam a durar 6 horas, impactando de forma muito mais intensa a operação do aeroporto.

Infelizmente, a ANAC não fornece os dados de para onde os voos são alternados em caso de eventos de mau tempo, então não é possível identificar o impacto em outras cidades dos problemas relacionados a nevoeiros em Congonhas. A ANAC possui uma extensa quantidade de dados, mas elaborados de forma que se torna difícil conseguir reuni-los e elaborar alguma conclusão. Além disso, em 2014, devido à Copa do Mundo, os dados do período de junho e julho, justamente os meses com maiores índices de ocorrência de nevoeiros, não foram emitidos completamente. Por um acaso, o ano de 2014 foi um dos com menor número de eventos de nevoeiro em Congonhas.

As companhias aéreas também não divulgam o impacto financeiro de restrições em aeroportos, assim não é possível estimar um prejuízo econômico causado pelos nevoeiros relacionando-os aos atrasos e cancelamentos de voos.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Geomorfologia do Sítio Urbano da Cidade de São Paulo**. Cotia: Ateliê Editorial, 2007.

AISWEB. Disponível em: <<https://www.aisweb.aer.mil.br/?i=aerodromos&codigo=SBSP> >
Acesso em: 18/07/2018

ALMEIDA, Luiz Alexandre Fragozo de. **Análise de Frequência da Ocorrência de Nevoeiro no Aeroporto Internacional Salgado Filho - Porto Alegre/RS**. 2008. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Meteorologia Aeronáutica, Divisão de Ensino, Instituto de Controle do Espaço Aéreo, Porto Alegre, 2008. Disponível em: <https://www.redemet.aer.mil.br/uploads/2015/03/ocorr_nev_sbpa.pdf> . Acesso em: 26 set. 2018.

ANAC. **Anuário do Transporte Aéreo**. 2016. 2016.

ANAC. **Condições meteorológicas adversas para o voo: Nevoeiro**. 2017. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/setor-regulado/profissionais-da-aviacao-civil/meteorologia-aeronautica/condicoes-meteorologicas-adversas-para-o-voo/nevoeiro>>. Acesso em: 28 set. 2018.

ANAC. Dispõe sobre o Regime Especial da Copa do Mundo FIFA 2014 e dá outras providências. Resolução nº 316 de 09/05/2014, DOU 13/05/2014, Seção 1, Pág. 6.

ANAC. Estabelecer procedimentos para divulgação de percentuais de atrasos e cancelamentos de voos do transporte aéreo público regular de passageiros. Resolução nº 218 de 28/02/2011, DOU 06/03/2012, Seção 1, p.35,

ANAC. Percentuais de atrasos e cancelamentos. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/dados-e-estatisticas/percentuais-de-atrasos-e-cancelamentos>>. Acesso em 18/07/2018.

BNDES. **Aspectos de Competitividade do Setor Aéreo (Modal Aéreo IV)**. Rio de Janeiro: Informe Infraestrutura, n. 50, nov., 2002.

BRIDGES, V. **História de Las Comunicaciones - Transportes Aereos**. San Sebastian: Salvat, 1969. 156 p.

BRUIJNZEEL, L. S.; BURKARD R.; EUGSTER, W.; **Fog as a Hydrologic Input**; Encyclopedia of Hydrological Sciences; 2005; John Wiley & Sons, Ltd.

CABRAL, E.. **Aspectos climatológicos da ocorrência de nevoeiro na área do Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos**. In: VI Congresso Brasileiro de Meteorologia e 8o Encontro Nacional de Geógrafos, 1990, Salvador/BA, 1990.

CABRAL, E. . **Climatologia dos nevoeiros no Aeroporto de Guarulhos**. SIPAER, São Paulo, n.57, p. 262-268, 1998

CABRAL, E. A Climatologia Voltada às Atividades Aeronáuticas. **Revista Brasileira de Climatologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.113-120, dez. 2005.

CABRAL, E. et al. Comparação dos Elementos Climáticos Observados nas Estações dos Aeroportos de Guarulhos, Congonhas, Campinas e São José dos Campos. In: CONGRESSO BRASILEIROS DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. Anais... . Rio de Janeiro: Cbmet, 2000. p. 805 - 811. Disponível em: <<http://www.cbmet.org.br/cbm-files/12-bbc89e6265163d65289942e00988a0c7.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2018.

CASAGRANDE, V.; Manutenção e clima causam até 40 trocas de aviões por dia. 2018 Disponível em: <<https://todosabordo.blogosfera.uol.com.br/2018/08/01/manutencao-clima-troca-de-avioes-centro-de-controle-operacional/>> Acesso em: 18/08/2018

CGNA. Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo 2016. 2016.

COSTA, M. M. G.; **A Meteorologia Aeronáutica no Aeroporto de Guarulhos**; Sitraer 7; p. 539-550 – Tr. 500; 2008.

DECEA. ICA 105-1: **Divulgação de Informações Meteorológicas**. 2016.

DECEA. ICA 105-2: **Classificação de Órgãos de Meteorologia**. 2007.

DECEA. ICA 105-6: **Códigos Meteorológicos**. 2017.

DECEA. Congonhas terá sistema de pouso por instrumentos mais moderno. 2010. Disponível em: <https://www.decea.gov.br/?i=midia-e-informacao&p=pg_noticia&materia=congonhas-tera-sistema-de-pouso-por-instrumento-mais-moderno> Acesso em: 18/07/2018

EBC. Nevoeiro provoca fechamento do aeroporto de Congonhas em São Paulo, 2015 <<http://ultimosegundo.ig.com.br/brasil/sp/2015-07-28/nevoeiro-provoca-fechamento-do-aeroporto-de-congonhas-em-sao-paulo.html>> Acesso em: 18/07/2018

ESTADÃO. Comandantes recusam pouso em Congonhas e 36 voos atrasam, 2017. Disponível em: <<https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,comandantes-recusam-pouso-em-congonhas-e-36-dos-voos-atrasam,23010>> Acesso em 17/07/2018

G1. Aeroporto de Congonhas reabre após forte nevoeiro em São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2012/09/aeroporto-de-congonhas-reabre-apos-forte-nevoeiro-em-sao-paulo.html>> Acesso em: 21/11/2012

G1. Problema em aeroporto no Rio afeta voos em Congonhas, 2014. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2014/10/problema-em-aeroporto-no-rio-afeta-voos-em-congonhas.html>> Acesso em: 18/07/2018

G1. Nevoeiro fecha Congonhas, 2016. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2016/06/nevoeiro-fecha-congonhas-fica-fechado-por-mais-de-3-horas.html>> Acesso em: 18/07/2018

INFRAERO. Anuário Estatístico Operacional de 2016. 2016.

Justo, J.E.; **Fog structure**. In Clouds, Their Formation, Optical Properties, and Effects; Hobbs, P.V., Deepak, A., Eds.; Academic Press: New York, NY, USA, 1981; pp. 187–239

MARENGO, J.; NOBRE, C. A.; SELUCHI, M.; CUARTAS, A.; ALVES, L.; MENDIONDO, E.; OBREGÓN, G.; SAMPAIO, G. **A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo**. Revista USP, n. 106, p. 31-44, 2 set. 2015.

MITCHELL M. D.; SUCKLING P. W.; **Winter fog and air transportation in Sacramento, California**. Climatological Bulletin, 21, 16–22. 1987.

MCKINSEY; Company; **Estudo do Setor de Transporte Aéreo do Brasil: Relatório Consolidado**. Rio de Janeiro: 2010.

MELLO, Letícia Bandeira de. **Aeroporto de Congonhas - Terminal de Passageiros: Histórias da Construção**. São Paulo: Prêmio Editorial, 2006. 124 p.

MONTEIRO, C. A. F.; **Teoria e Clima Urbano**. Tese apresentada ao concurso de livre docência. São Paulo: USP/FFLCH/DG. 1976.

PEEL, M. C. ; FINLAYSON, L.; MCMAHON, T. A.; 2007. **Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification**. Hydrol. Earth Syst. Sci.. 11: 1633–1644.

REDEMET. Consulta de Mensagens: 01/2010 a 12/2016. Disponível em: <http://www.redemet.aer.mil.br/consulta_msg/consulta_de_mensagem_resultado.php> . Acesso em: 22 de novembro de 2017.

REDEMET. Restrições Operacionais Meteorológicas. Disponível em: < <https://www.redemet.aer.mil.br/produtos/produtos-climatologicos/sbsp/cgna.htm>> Acesso em: 12/03/2012.

ROBINSON P. J.; **The influence of weather on flight operations at the Atlanta Hartsfield International Airport**. Weather and Forecasting, 4, 461–468, 1989.

WEINSTEIN A. I.; **Projected utilization of warm fog dispersal systems at several major airports**. Journal of Applied Meteorology, 13, 788–795; 1974.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; **Meteorologia e Climatologia**. Versão Digital 2, Recife, 2006.

Disponível em

<http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf> . Acesso em: 26 de setembro de 2018.