



INSTITUTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO

DIVISÃO DE ENSINO

ARTIGO CIENTÍFICO

**ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DO VENTO ASSOCIADO A
NEVOEIRO NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA.**

Título do Trabalho

HUMBERTO DE CAMPOS BUENO – 2ºTenQOEMet

NOME DO ALUNO

ANTÔNIO VICENTE PEREIRA NETO – CAP QOEMet

NOME DO ORIENTADOR

CLIMATOLOGIA

LINHA DE PESQUISA

MET 001/ 2016

Curso e Ano

ARTIGO CIENTÍFICO

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DO VENTO ASSOCIADO A NEVOEIRO NA ACADEMIA DA FORÇA AÉREA.

TÍTULO

CLIMATOLOGIA

LINHA DE PESQUISA

29/06/2016

DATA

MET 001/2016

CURSO

Este documento é o resultado dos trabalhos do aluno do Curso de Especialização em Meteorologia Aeronáutica do ICEA. Seu conteúdo reflete a opinião do autor, quando não for citada a fonte da matéria, não representando, necessariamente, a política ou prática da ICEA e do Comando da Aeronáutica.

RESUMO

Este trabalho verificou a relação entre a direção do vento observado com a ocorrência de nevoeiro no Aeroporto da Academia da Força Aérea - AFA. Foi feita uma análise estatística de 81 ocorrências de nevoeiro no ano de 2008, 116 no ano de 2009, 35 no ano de 2010, 61 no ano de 2011 e 76 no ano de 2012. Foi analisado também o período 2008-2012 como um único período a fim de verificar qual tipo de nevoeiro é o predominante, bem como as características do vento associado à ocorrência desse fenômeno. Chegou-se à conclusão de que predomina na região o nevoeiro de radiação, com predominância de vento calmo. Contudo, observou-se também que, de acordo com os dados dos dois últimos anos, coletados da nova estação meteorológica instalada, há uma significativa contribuição de vento fraco com componente de este (E) associado à formação de nevoeiro de advecção na área da AFA, fato que pode servir de objeto de pesquisas futuras.

Palavras-chave: Nevoeiro. Análise estatística. Direção do vento. Preditor.

ABSTRACT

This study investigated the relationship between the direction of the wind observed with the occurrence of fog in the Air Force Academy Airport - AFA. Was made a statistical analysis of 81 fog events in 2008, 116 in 2009, 35 in 2010, 61 in 2011 and 76 in 2012. It was also analyzed the 2008-2012 period as a single to find what kind of fog is prevalent, and the wind characteristics associated with the occurrence of this phenomenon. We came to the conclusion that predominates in the region, the radiation fog, especially in calm wind. However, it also observed that, according to the data of the last two years, collected the newly installed weather station, there is a significant contribution of weak wind with component of this (E) associated with advection fog formation in the area of AFA , which can serve as future research object.

Keywords: Fog. Statistical analysis. Wind direction. Predictor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	5
2.1 Visibilidade	6
2.2 Definição de nevoeiro	7
2.3 Tipos de nevoeiro.....	7
2.4 Ferramentas de previsão de nevoeiro	8
3 METODOLOGIA	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	11
4.1 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2008	11
4.2 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2009	12
4.3 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2010	13
4.4 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2011	14
4.5 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2012	15
4.6 Análise de ocorrências dos anos de 2008 a 2012 (Período Total)	16
5 CONCLUSÕES.....	17
REFERÊNCIAS.....	19
GLOSSÁRIO.....	21

1 INTRODUÇÃO

A meteorologia tem um papel importante no planejamento da aviação. Estudos mostram que as condições meteorológicas relacionadas com vento, teto e visibilidade são as que mais contribuem para os acidentes aeronáuticos. (Costa, 2008).

Na área da proteção ao voo, o nevoeiro ainda tem sido um óbice para as operações de pouso e decolagem de aeronaves, e sua previsão é importante para o planejamento de voo e para as operações diárias de qualquer serviço de proteção ao voo (Oliveira, 2002).

O nevoeiro é um fenômeno meteorológico difícil de ser previsto, e devido à carência de preditores, as características físicas da localidade e experiência do previsor são essenciais para uma previsão confiável.

A Academia da Força Aérea foi escolhida para estudo devido ser a localidade onde são formados os oficiais aviadores da Força Aérea Brasileira. Se há a ocorrência de nevoeiro, a instrução aérea pode ser atrasada ou até suspensa, comprometendo o calendário de instrução.

Em face à relevância do tema explicado acima, este trabalho traz o seguinte **problema de pesquisa**:

Qual o tipo de nevoeiro predominante e respectivo perfil de vento associado na área da AFA?

Pretende-se ainda investigar o problema citado através do seguinte objetivo geral (OG):

Determinar o tipo de nevoeiro predominante e respectivo perfil de vento associado na área da AFA.

Para atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos (OE) serão investigados:

OE1) Analisar uma série histórica de arquivos de dados meteorológicos observados pela EMS do DTCEA-YS, nos meses de Maio a Setembro dos anos de 2008 a 2012, disponíveis no Banco de Dados Climatológicos do ICEA;

OE2) Comparar os dados coletados de direção do vento de superfície com os dados de ocorrência de nevoeiro;

OE3) Verificar qual a predominância da direção do vento de superfície com a maior frequência de ocorrências de nevoeiro, na localidade e no período estudado.

Então se pretende responder as seguintes questões norteadoras (QN):

QN1) Qual a variabilidade de ocorrência de nevoeiro e o perfil predominante de vento na área da AFA?

QN2) Qual a relação entre a ocorrência de nevoeiro e o respectivo perfil de vento associado?

QN3) Com base nas respostas das questões anteriores, qual o tipo de nevoeiro e perfil de vento associado predomina na AFA?

O resultado obtido poderá trazer benefícios ao planejamento da instrução de voo; pois através da determinação do perfil do vento em que ocorre nevoeiro na AFA, poder-se-á prognosticar o seu tipo e o comportamento da frequência de sua duração.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Nogueira (2015), o nevoeiro tem sido a causa direta de um grande número de atrasos de pousos e decolagens devido à restrição de visibilidade horizontal que acarreta (menor que 1000 metros), fazendo com que as operações dos aeroportos ocorram somente com auxílio de instrumentos de navegação (condição IFR). Além disso, deve-se considerar a sua participação em acidentes aéreos.

Costa (2008) fez um estudo para o aeroporto Internacional de São Paulo Governador André Franco Montoro - Guarulhos, que tem alta incidência de ventos fortes, rajadas e condições de teto e visibilidade restritos, que afetam as operações nesse aeródromo. Seu objetivo foi descrever como está organizado o serviço de meteorologia no Aeroporto de Guarulhos, bem como mostrar o comportamento climatológico das variáveis vento, visibilidade e teto, por meio de estudos estatísticos dos dados registrados na Estação Meteorológica de Superfície desse aeroporto. Chegou à conclusão que no aeroporto de Guarulhos, o tipo mais comum é o nevoeiro devido ao resfriamento do ar, chamado de nevoeiro de radiação.

Oliveira (2002) fez um estudo que teve como principal objetivo selecionar, estudar e definir um método estatístico auxiliar para prever a ameaça de nevoeiro de radiação, no Aeródromo de Guarulhos, entre o período de Maio a Agosto. O estudo baseou-se no emprego de Regressão Linear Múltipla correlacionando a visibilidade com outros parâmetros meteorológicos e o Índice de Estabilidade de Nevoeiro. Alcançou o objetivo geral do trabalho, que foi delinear um método estatístico baseado no emprego de equações de regressão linear múltipla, como auxílio à previsão de nevoeiro de radiação para o Aeródromo de Guarulhos.

Colabone (2011) estudou a distribuição de ocorrências de nevoeiro no aeródromo da Academia da Força Aérea-Pirassununga/SP ao longo de uma série temporal de 20 anos (1989-2008). Foram aplicados aos dados climatológicos diários de superfície métodos estatísticos para identificação de anos habituais e excepcionais em termos de ocorrência do fenômeno. Verificou o período de abril a julho como o de maior incidência do fenômeno. Por meio de técnicas de classificação escolheu um ano representativo da categoria excepcional de alta ocorrência para aplicação do método de análise rítmica no período em que o fenômeno mais ocorre. Evidenciou que de abril a julho do ano 2008, houve predominância da massa polar atlântica na gênese dos episódios de nevoeiros no aeródromo da AFA, sendo que alguns deles ocorreram, também, sob a atuação da frente polar reflexa.

Ainda assim, pouco foi estudado sobre nevoeiro no Brasil. Os poucos trabalhos realizados, concentram-se nos maiores aeroportos do país, talvez pelo fato de um maior número de equipamentos, ferramentas e métodos de previsão, ou até mesmo de observação de dados meteorológicos nessas localidades.

A seguir serão apresentados os aspectos que caracterizam um nevoeiro, sua classificação e particularidades, bem como alguns estudos e ferramentas existentes.

2.1 Visibilidade

Visibilidade, para fins aeronáuticos, é definida como a maior distância em que um objeto de dimensões apropriadas pode ser visto e identificado, quando observado de encontro a um fundo brilhante; ou a maior distância em que luzes na vizinhança podem ser vistas e identificadas, quando observadas de encontro a um fundo escurecido. A visibilidade horizontal, para fins aeronáuticos, medida ou estimada, deve ser informada em metros (m) ou quilômetros (KM). Nas EMS do SISCEAB, a visibilidade horizontal deve ser informada em metros (DECEA, 2015).

2.2 Definição de nevoeiro

Segundo Vianello *et all* (2001), por definição, nevoeiro é uma formação de grande quantidade de gotículas de água (excepcionalmente, cristais de gelo), em massa de ar estável, sobre a superfície, provocando redução de visibilidade.

Numa outra definição, nevoeiro é um fenômeno cuja constituição física assemelha-se a da nuvem, diferindo apenas no tocante a localização, uma vez que ele ocorre junto a superfície (Nogueira, 2005).

Nevoeiro é uma suspensão de gotículas de água na camada atmosférica contígua à superfície terrestre, reduzindo a visibilidade horizontal a menos de 1 km.

Como vimos acima, por definição, a sua principal característica é de reduzir a visibilidade horizontal a menos de 1000 metros. Isto faz com que seja um dos fenômenos meteorológicos que mais interferem nas operações de superfície dos aeródromos.

Os nevoeiros sempre caracterizam uma condição de risco em relação ao transporte terrestre e à navegação marítima e aérea, exatamente por causarem redução de visibilidade (Varejão-Silva, 2006).

2.3 Tipos de nevoeiro

Quanto aos tipos de Nevoeiro, segundo Varejão-Silva (2006), podem ser classificados como: Radiação, Advecção e Orográfico. O Nevoeiro de Radiação, bem como o de Advecção, são nevoeiros que se formam pelo processo de resfriamento (Vianello *et all*, 2001).

Como surge o nevoeiro de radiação? Depois que o sol desaparece, a superfície inicia a liberação de calor em onda longa, ficando cada vez mais fria. A massa de ar sobrejacente se resfriará, isobaricamente, na troca de energia com o solo. A quantidade de vapor d'água que existia no início do processo, a razão de mistura, é a mesma durante o resfriamento, mas, à medida que ele prossegue, a parcela se aproxima da saturação. Quando a massa atinge o ponto de orvalho, tem início da formação do nevoeiro, pois sempre existirão núcleos de condensação na atmosfera. Esse nevoeiro, que só ocorre no continente, exige umidade relativamente elevada e um grande resfriamento da superfície, ar estável e pouco vento (Vianello *et all*, 2001).

O nevoeiro de advecção se forma numa massa de ar quente e úmida, que chega a uma região cuja superfície é mais fria e se resfria progressivamente, em contato com a superfície. O processo termodinâmico não difere do anterior, e a parcela, que possui uma determinada razão de mistura, ao atingir o ponto de orvalho, começará a produzir nevoeiro, usando os núcleos presentes na atmosfera. Nesse tipo de nevoeiro, embora seja necessária uma sensível diferença de temperatura entre o ar e a superfície, maior necessidade existirá de que o ar se desloque com velocidade moderada, não excessiva. Um vento forte não permite a formação do nevoeiro, pois dispersará as eventuais gotas d'água que se formarem (Vianello et al, 2001).

De acordo com outra definição, os nevoeiros de radiação e de advecção são formados pelo resfriamento da massa de ar, provocada pela condução de calor do ar para a superfície, tornando-se mais frio que a camada atmosférica imediatamente acima. O nevoeiro de radiação ocorre em noites de céu claro ou com a presença somente de nuvens altas, acima de 5000 metros e com vento de superfície predominantemente calmo e quando ele atua, a sua velocidade é inferior a 1 nó, isto é, aproximadamente de 2 Km/h de intensidade. O nevoeiro de advecção ocorre quando uma massa de ar quente e úmida se desloca sobre uma massa de ar mais fria (Oliveira, 2002).

2.4 Ferramentas de previsão de nevoeiro

Para França (2008), existem ferramentas que são utilizadas na previsão de nevoeiros, e destacam-se a estatística e a modelagem numérica. A estatística é muito utilizada para realizar previsões locais, como por exemplo, análise de sobrevivência e persistência de ocorrências de nevoeiros, os aspectos locais limitam a aplicação da mesma técnica para diferentes localidades, necessitando de novas pesquisas para cada local. O estudo estatístico para previsão de nevoeiro sob o ponto de vista dinâmico é muito dependente dos dados de radiossondagem, que por sua vez é bastante limitado devido à pouca cobertura de estações de altitude. A modelagem numérica do tempo pode ser usada para diferentes locais, permite analisar o evento nevoeiro sob o aspecto dinâmico, estudar a física envolvida nos processos de formação do nevoeiro e fornece previsões deste evento até vários dias com boa confiabilidade. Neste trabalho o método utilizado foi a estatística.

3 METODOLOGIA

A Academia da Força Aérea (AFA) opera aeronaves T-25 e T-27 (Figura 1); está localizada em Pirassununga-SP, e é onde são formados os pilotos militares brasileiros.

Figura 1 – Aeronaves “T-25” Universal (esquerda) e “T-27” Tucano (direita).



Fonte: Colabone, R.O. 2010.

Conforme vemos na Figura 2, a AFA localiza-se entre as coordenadas 21° 56' 04" a 22° 00' 29" de latitude Sul e 47° 17' 16" a 47° 22' 07" de longitude oeste. A área é limitada nas suas faces Leste e Norte pelo Rio Mogi Guaçu (Colabone, 2010).

Figura 2 – Vista aérea da área da AFA.



Fonte: Google maps acessado em 23/05/2016.

A instrução de voo fica comprometida sob condições de ocorrência de nevoeiro, pois os Esquadrões de Instrução Aérea, sobretudo o 2º EIA (T-25), necessitam de condições visuais, quando a visibilidade deve ter um valor acima de 5.000 metros; qualquer restrição de visibilidade abaixo desse valor é então impeditiva para a instrução.

Quando da sua ocorrência, o nevoeiro restringe a visibilidade a valores abaixo de 1.000 metros (Figura 3). As operações de instrução dos esquadrões ficam comprometidas por várias horas, sobretudo no período da manhã. Dessa forma, a previsão da ocorrência desse fenômeno é de vital importância para a instrução da Academia.

Figura 3 – Fotos ilustrativas da redução de visibilidade por ocorrência de nevoeiro aeródromo da Academia da Força Aérea – Pirassununga/SP



Fonte: Colabone, R.O. 2010.

Neste trabalho foi feito um estudo estatístico do fenômeno nevoeiro, sendo utilizados para análise dados meteorológicos observados pela Estação Meteorológica de Superfície (EMS) do DTCEA-YS (Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Pirassununga), no período de maio a setembro no período compreendido entre os anos de 2008 a 2012. Foram disponibilizados dados armazenados no banco de dados climatológicos (BDC) do ICEA (Instituto de Controle do Espaço Aéreo), em São José dos Campos-SP.

As análises das ocorrências anuais de nevoeiro foram divididas em termos das direções do vento associado à sua observação; vento calmo é aquele com de direção suposta 0º e intensidade 0 KT.

Cabe aqui ressaltar que, dentro do período estudado, houve a troca da Estação de Meteorológica Automática instalada na área da AFA, sendo instalados e homologados pelo DECEA, em 18/AGO/2011, equipamentos computacionais (Hardware/Software), bem como seus sensores meteorológicos (inclusive, os de

vento), com uma quantidade e capacidade de sensibilidade/registro bem mais precisos e confiáveis que os anteriores, devido à estação anterior já estar atingindo o limiar do seu tempo de operação, robustez e confiabilidade.

Salienta-se também que os instrumentos meteorológicos instalados na AFA, atualmente, são de ponta, comparados aos maiores aeroportos do Brasil, bem como os profissionais que trabalham para o serviço de meteorologia do aeródromo de Pirassununga realizam um serviço com qualidade talvez idêntica ao dos aeroportos de maior número de voos e movimento do Brasil. A perda na qualidade da previsão do fenômeno na AFA talvez esteja no fato de serem feitas observações de dados meteorológicos e expedidas mensagens meteorológicas aeronáuticas somente no horário previsto de operação do aeródromo, que é o das 06:00P às 23:00P, ou das 06:00HBV às 23:00HBV, quando em Horário Brasileiro de Verão.

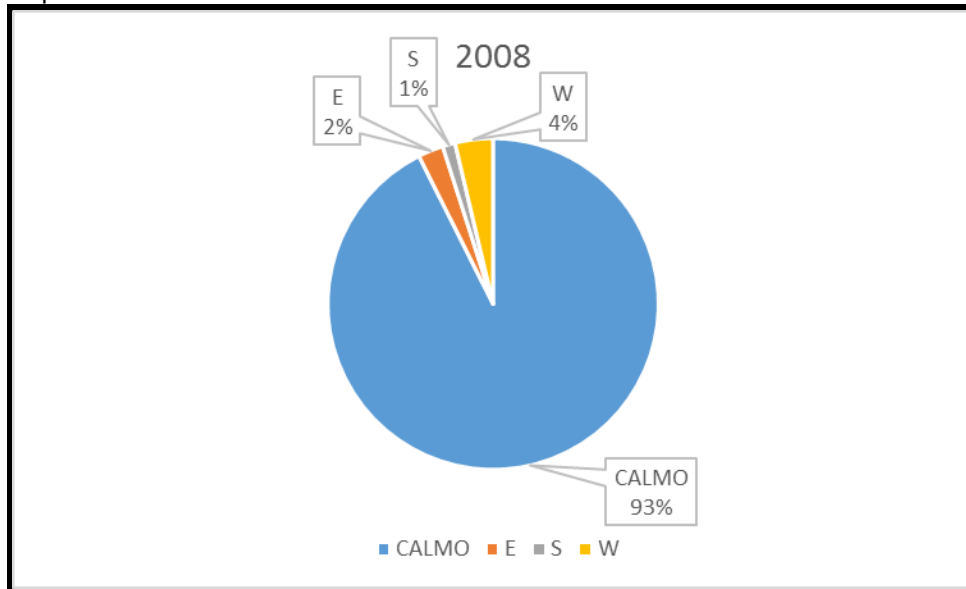
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção são apresentados os resultados da pesquisa, a fim de cumprir os objetivos específicos.

4.1 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2008.

Após análise estatística dos dados meteorológicos fornecidos pelo ICEA, verificou-se que, no ano de 2008, em termos de porcentagem, cerca de 93% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 4% a vento de oeste (W), 1% de sul (S), e 2% de componente de este (E); não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N); podemos concluir que, no ano de 2008, quando não houve nevoeiro associado a vento calmo, houve um ligeiro predomínio nevoeiro associado a ventos fracos predominantes de oeste, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI de 2008 a SET de 2008.



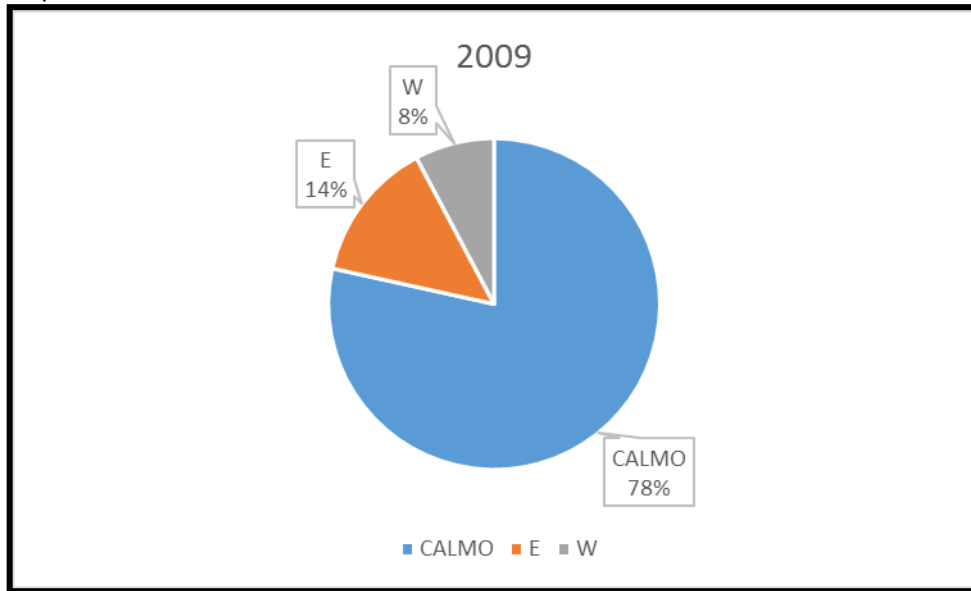
Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

Como houve um enorme predomínio de observações de nevoeiro associado a vento calmo, conclui-se que ocorreu, na sua grande maioria, nevoeiro de radiação, no ano de 2008, na AFA.

4.2 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2009.

A Figura 5 mostra que, no ano de 2009, em termos de porcentagem, cerca de 78% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 8% a vento de oeste (W), 14% de componente de este (E); não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N) ou de sul (S); podemos concluir que, no ano de 2009, quando não houve nevoeiro associado a vento calmo, houve um ligeiro predomínio nevoeiro associado a ventos fracos predominantes de este (E), com uma porcentagem consideravelmente maior quando comparado a 2008.

Figura 5 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI de 2009 a SET de 2009.



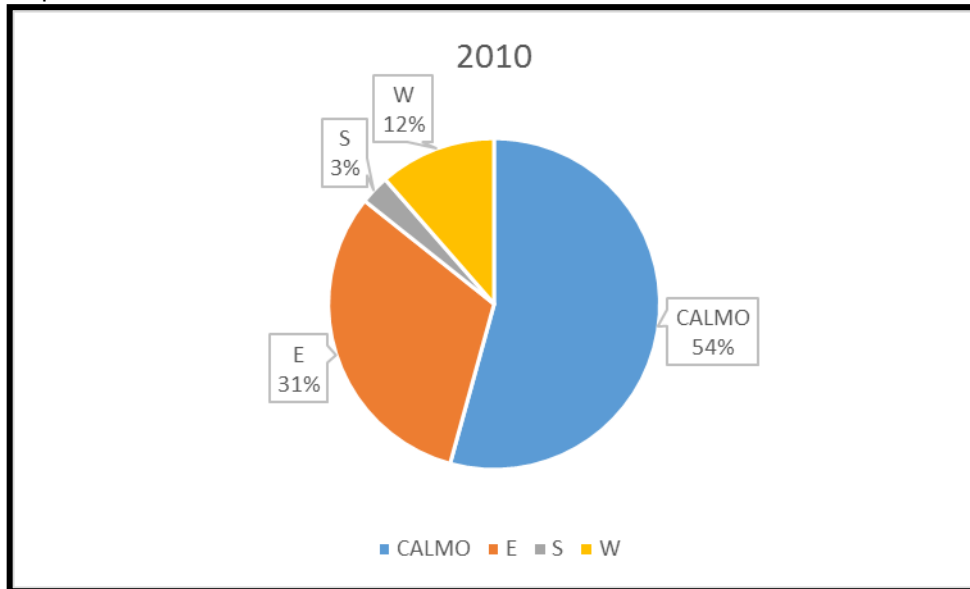
Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

Como ocorreu no ano de 2008, em 2009 houve também um predomínio de observações de nevoeiro associado a vento calmo, numa porcentagem menor; ainda assim, conclui-se que ocorreu, na maior parte das ocorrências, nevoeiro de radiação, no ano de 2009, na AFA.

4.3 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2010.

A Figura 6 mostra que, no ano de 2010, em termos de porcentagem, cerca de 54% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 12% a vento de oeste (W), 31% de componente de este (E); 3% associado ao vento de sul (S); não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N); podemos concluir que, no ano de 2010, quando não houve nevoeiro associado a vento calmo, houve um ligeiro predomínio nevoeiro associado a ventos fracos predominantes de este (E), com uma porcentagem consideravelmente maior quando comparado aos anos de 2008 e 2009 (houve um aumento gradativo).

Figura 6 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI de 2010 a SET de 2010.



Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

Como ocorreu nos anos de 2008 e 2009, predominaram observações de nevoeiro associado a vento calmo, contudo numa porcentagem ainda menor, corroborando a tendência de queda evidenciada anteriormente; ainda assim, conclui-se que ocorreu, em pouco mais da metade das ocorrências, nevoeiro de radiação, no ano de 2010, na AFA.

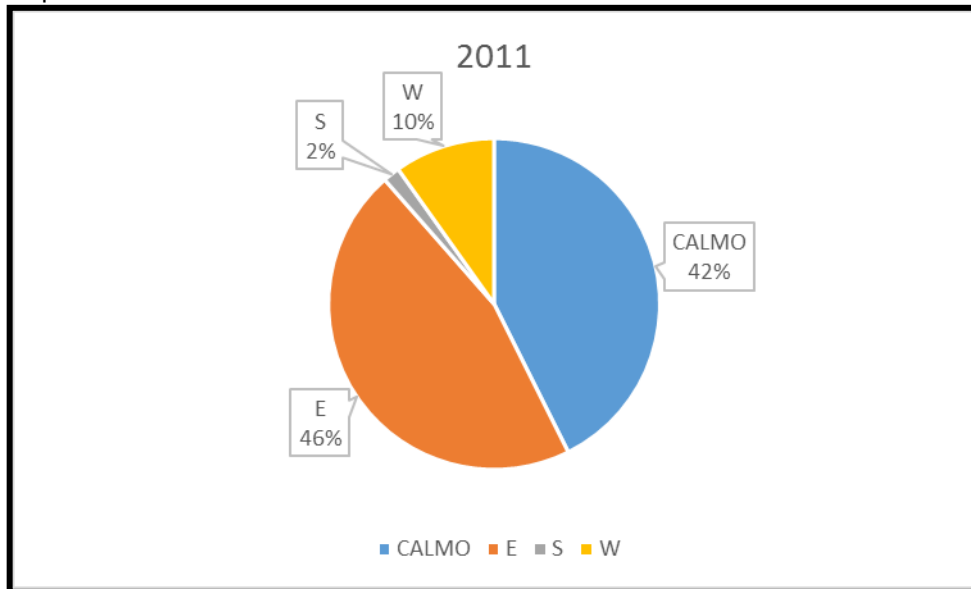
4.4 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2011.

A Figura 7 mostra que, no ano de 2011, em termos de porcentagem, cerca de 42% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 10% a vento de oeste (W), 46% de ventos fracos com componente de este (E); 2% associado ao vento de sul (S); não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N); podemos concluir que, no ano de 2011, houve um ligeiro predomínio nevoeiro associado a ventos fracos predominantes de este (E), com uma porcentagem ainda maior quando comparado aos anos anteriores (continuou o aumento gradativo).

Pela primeira vez em nossa pesquisa, o nevoeiro associado a vento “calmo” foi ultrapassado pela quantidade de observações de nevoeiro associados a vento fraco. Cabe lembrar que foi homologada pelo DECEA, em 18/AGO/2011, a nova

estação meteorológica. Dentro do conjunto de observações de nevoeiro associado a vento fraco, houve uma maior quantidade de observações associadas a ventos com componentes de este (E). Então para o ano de 2011, diferentemente ao que vinha ocorrendo, houve a predominância de nevoeiro de advecção com componente de este (E).

Figura 7 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI de 2011 a SET de 2011.

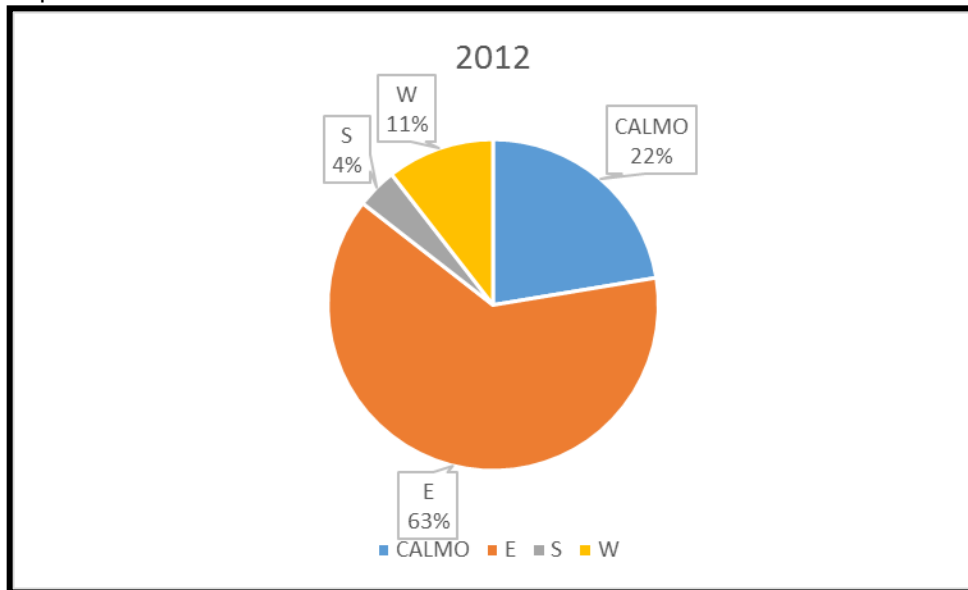


Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

4.5 Análise de ocorrências de maio a setembro de 2012.

A Figura 8 mostra que, no ano de 2012, em termos de porcentagem, cerca de 22% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 11% a vento de oeste (W), 63% de ventos fracos com componente de este (E); 4% associado ao vento de sul (S); mais uma vez não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N); podemos concluir que, no ano de 2012, houve um predomínio ainda maior de nevoeiro associado a ventos fracos predominantes de este (E), com total predominância de nevoeiro associado a vento fraco (88% das observações). Também observou-se que a maior associação (63%) ocorreu a ventos com predominantes de este (E). Então, para o ano de 2012, houve uma confirmação da predominância de nevoeiro de advecção com componente de este (E) na AFA. Tal conclusão remete a um período completo de melhores observações e registros de vento proporcionados pela nova estação automática, instalada no ano anterior.

Figura 8 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI de 2012 a SET de 2012.

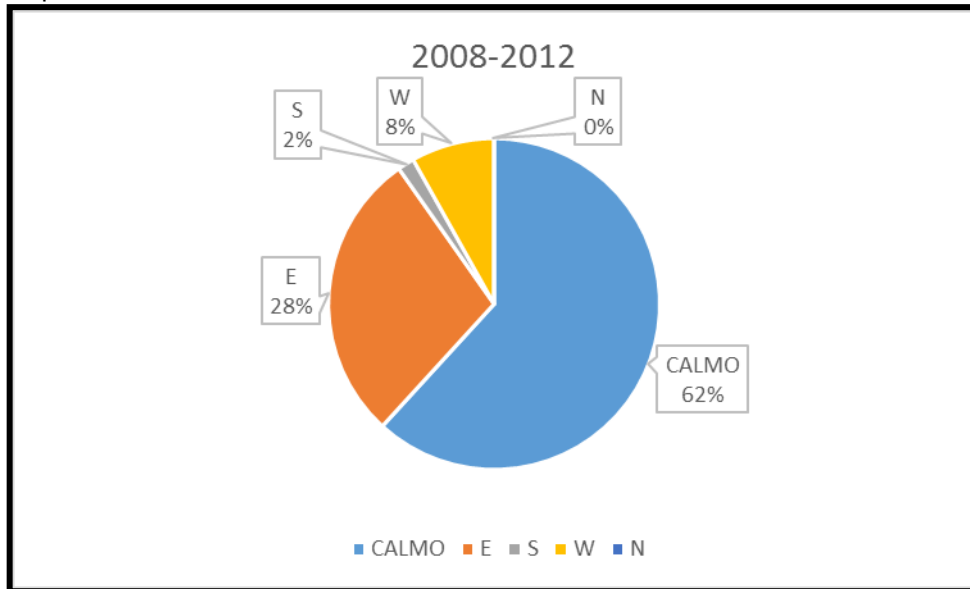


Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

4.6 Análise de ocorrências dos anos de 2008 a 2012 (Período Total).

A Figura 9 mostra que, no período de 2008 a 2012, em termos de porcentagem, cerca de 62% das observações em que foi observado nevoeiro estavam associadas a vento calmo, 8% a vento de oeste (W), 28% de ventos fracos com componente de este (E); 2% associado ao vento de sul (S); não houve ocorrência de nevoeiro associado a vento observado de norte (N); podemos concluir que, no período de 2008 a 2012, totalidade do período estudado, houve um predomínio de nevoeiro associado a vento calmo, seguido de nevoeiros associados a ventos fracos predominantes de este (E). Então predominou na AFA, entre 2008 e 2012, nevoeiro de radiação, seguido por nevoeiro de advecção com componente de este (E).

Figura 9 – Porcentagem de frequência de nevoeiro observado na área da AFA, associada à direção do vento, no período de MAI a SET, nos anos de 2008 a 2012.



Fonte: Dados retirados do BDC do ICEA.

Se considerarmos somente os anos de 2011 e 2012, poderíamos inferir que houve um predomínio de nevoeiro de advecção na área da AFA, em que a massa de ar úmida depositada sobre a superfície do Rio Mogi-Guaçu tenha sido deslocada por ventos com componentes de este (E) para cima da área das pistas do aeródromo da AFA, que ao encontrar uma superfície mais fria e condições propícias (núcleos higroscópicos abundantes, sobretudo) formam intenso nevoeiro. Contudo, se levarmos em conta o período total do trabalho, não foi a regra.

5 CONCLUSÕES

Nesse trabalho foram traçados três objetivos específicos e três questões norteadoras.

Após o cumprimento dos três objetivos específicos propostos (OE1, OE2, OE3), quando foram analisados dados climatológicos do aeródromo da AFA, nos meses de Maio a Setembro, entre os anos de 2008 a 2012, períodos de maior incidência de nevoeiro na Academia da Força Aérea, posteriormente comparar os dados de “ocorrência de nevoeiro” versus “direção do vento observado” e finalmente verificar qual a predominância da direção do vento de superfície com a maior frequência de ocorrências de nevoeiro, conseguimos chegar a uma resposta para o problema proposto na pesquisa.

Em resposta à primeira questão norteadora (QN1), que era identificar a variabilidade de ocorrência de nevoeiro e o perfil predominante de vento na área da AFA, verificou-se por meio de estudo estatístico e consulta ao BDC do ICEA que os períodos de maior ocorrência de nevoeiro na AFA estão associados, em sua grande maioria, a uma observação de vento calmo e nevoeiro de radiação.

A segunda questão norteadora (QN2) buscava verificar a relação entre a ocorrência de nevoeiro e o respectivo perfil de vento associado. Para tanto, cruzou-se os dados de ocorrência desse fenômeno com os da direção do vento reportado, ambos do BDC do ICEA. Considerando-se o período completo da pesquisa, constatou-se que em 62% dos casos de nevoeiro estavam relacionados a um perfil de vento calmo.

Para responder a terceira questão norteadora (QN3), conclui-se, com base nas respostas das questões anteriores, predomínio de nevoeiro de radiação e vento calmo na AFA.

Assim, em resposta ao problema da pesquisa, constata-se que houve predomínio, no período de 2008 a 2012, de perfis de vento calmo e ocorrência de nevoeiro de radiação na área da AFA, embora, a análise dos dados dos últimos dois anos de pesquisa apontasse uma tendência de ocorrência de nevoeiro de radiação com vento fraco de este (E) na região.

Cabe aqui enfatizar que, devido à recente troca da estação meteorológica automática, já citada anteriormente, pode-se inferir que num horizonte de período bem maior de dados a serem analisados (coletados após o ano de 2011), talvez a conclusão de um outro perfil de vento e tipo de nevoeiro sejam alcançados, conforme mostrou a tendência dos últimos anos observados (2011 e 2012), coletados com o novo equipamento.

Baseado nas tendências observadas dos 2 últimos anos desse trabalho, estudos futuros mais detalhados e representativos talvez possam ser elaborados, apoiados em um horizonte maior, mais recente e representativo de dados observados pela nova estação.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Editora Difel, 2007. 12^a ed. 332p.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **FCA 105-3**: folheto sobre códigos meteorológicos METAR/SPECI. Rio de Janeiro, RJ, 2014.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. **MCA 105-2**: Manual de estações Meteorológicas de Superfície. Rio de Janeiro, RJ, 2015.
- BRASIL. Comando da Aeronáutica. Rede de Meteorologia do Comando da Aeronáutica – **REDEMET** – Disponível em: <www.redemet.aer.mil.br>. Acesso em: 05 abr. 2016.
- COLABONE, R. O.; **Nevoeiro e Dinâmica Atmosférica: Uma Contribuição ao Estudo Sobre Ocorrências de Nevoeiro no Aeródromo da Academia da Força Aérea-Pirassununga/SP**. Universidade de São Paulo. 2011.
- COSTA, M. M. G.; **A Meteorologia Aeronáutica no Aeroporto de Guarulhos**. INFRAERO. 2008.
- NOGUEIRA, J. H. A.; **Meteorologia Geral**. Escola de Especialistas de Aeronáutica. 2005.
- NOGUEIRA, J. H. A.; **Previsão de nevoeiro para o Aeroporto Internacional de Guarulhos utilizando o modelo WRF: estudo de casos**. Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais da Aeronáutica. 2015.
- OLIVEIRA, G. A.; **Método Estatístico no Auxílio à Previsão de Nevoeiro para o Aeródromo de Guarulhos**. Universidade Federal de Santa Catarina. 2002.
- OLIVEIRA, I. I.; VIANELLO, R. L.; FERREIRA, N. J.; **Meteorologia Fundamental**. Erechim: Ed.: EDIFAPES, 2001, 432 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A.; **Meteorologia e climatologia-** Versão Digital 2.
RecifePE.2006.449p.

VIANELLO, R.L. & ALVES. A.R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa,
Universidade Federal de Viçosa, 2006 (4ª Reimpressão), 449p.

GLOSSÁRIO

AFA: Academia da Força Aérea (Pirassununga-SP)

BDC: Banco de Dados Climatológicos

DECEA: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

DTCEA-YS: Destacamento de Controle do Espaço Aéreo de Pirassununga

E: Leste

EIA: Esquadrão de Instrução Aérea

EMS: Estação Meteorológica de Superfície

HBV: Horário Brasileiro de Verão

ICEA: Instituto de Controle do espaço Aéreo (São José dos Campos-SP)

KM: Kilômetros

KT: Nó

m: Metros

N: Norte

NE: Nordeste

P: Horário relativo ao fuso horário "P"

S: Sul

SE: Sudeste

SISCEAB: Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro

W: Oeste