



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Meteorologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DAVID CARVALHO DE SOUSA

**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE NEVOEIRO DURANTE O PERÍODO DE 2009 A
2013 NO AEROPORTO INTERNACIONAL EDUARDO GOMES EM MANAUS-AM**

Nº 335

BELÉM – PARÁ

ABRIL – 2014

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DAVID CARVALHO DE SOUSA

ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE NEVOEIRO DURANTE O PERÍODO DE 2009 A 2013 NO AEROPORTO INTERNACIONAL EDUARDO GOMES EM MANAUS-AM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Orientador: Prof. MSc. José Danilo Filho

BELÉM - PARÁ

2014

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

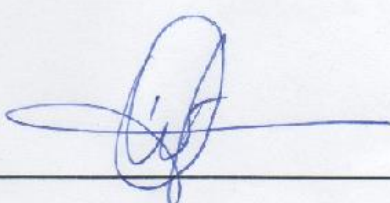
- S725a Sousa, David Carvalho de
 Análise da ocorrência de nevoeiro durante o período de 2009 a 2013 no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM. / David Carvalho de Sousa – 2014.
 32 f. : il.
 Orientador: José Danilo da Costa Filho
 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Belém, 2014.
1. Precipitação (Meteorologia). 2. Temperatura do ar. 3. Aeródromo. 4. Manaus- Amazonas. I. Título.
CDD 22. ed.: 551.57709811
-

DAVID CARVALHO DE SOUSA

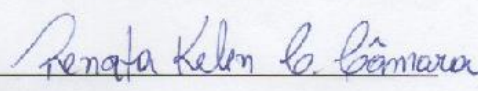
**ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE NEVOEIRO DURANTE O PERÍODO DE 2009 A
2013 NO AEROPORTO INTERNACIONAL EDUARDO GOMES EM MANAUS-AM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Meteorologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará - UFPA, em cumprimento às exigências para a obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

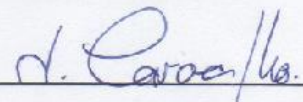
Data de aprovação: 29/04/2014
Conceito: BOM
Banca examinadora:



Prof. José Danilo Filho - Orientador
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará



Prof. Renata Kelen Cardoso Câmara
Mestre em Ciências Ambientais
Universidade Federal do Pará



Prof. – José Carvalho de Moraes
Mestre em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Dedico esta monografia primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia, socorro presente na hora da angustia, ao meu Pai Dornélio Nascimento e minha mãe Ana Carvalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

Agradeço aos meus amados pais, Ana e Dornélio, meus maiores exemplos. Obrigado por cada incentivo e orientação, pelas orações em meu favor, pela preocupação para estivesse sempre andando pelo caminho correto.

Sou grato a meu orientador professor Danilo Filho que teve paciência e que me ajudou bastante a concluir esta monografia, agradeço também aos meus professores da FAMET-UFPA que durante muito tempo me ensinaram e me mostraram a verdadeira importância do estudo.

À minha grande amiga e colega Nathalia Pacheco, pelo seu companheirismo nos momentos difíceis e complicados, mostrando-me o verdadeiro valor da amizade e da ajuda mútua. Aos meus colegas Maurício Moura e Rosaria Rodrigues, pela gentileza e disposição em auxiliar neste trabalho final de conclusão de curso.

RESUMO

Durante as ocorrências de nevoeiros, as operações de um aeródromo tais como pouso e decolagem são fortemente afetados. Em consequência disso, são frequentes os atrasos e cancelamentos de vôos, dificultando o gerenciamento da malha aérea. Tendo em vista o grande número de ocorrências deste fenômeno meteorológico no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes, em Manaus no Estado do Amazonas, e por se tratar de uma região que recebe grande movimento de passageiros, foi realizado este trabalho de pesquisa, que visa estudar as ocorrências de nevoeiros neste aeródromo e identificar variáveis meteorológicas de superfície que exerçam alguma influencia sobre a formação do fenômeno. Este trabalho utilizou dados de ocorrências de nevoeiros no aeródromo Eduardo Gomes, em Manaus-AM, durante o período de 2009 a 2013. Os dados foram obtidos por meio do código internacional METAR (Informação Meteorológica de Aeródromo) da rede meteorológica do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) do Comando da Aeronáutica. Os resultados mostram que durante o período estudado o mês de abril, apresentou o maior número de ocorrência de horas de nevoeiro. Outra observação relevante nesta pesquisa mostrou que a formação de nevoeiro ocorre de forma mais intensa durante o período chuvoso. Observou-se ainda que os horários mais propícios a haver formação de nevoeiros mantiveram-se entre 05:00 e 09:00 horas da manhã. Também foi constatado que a formação ocorreu em maior número com temperatura do ar em torno de 22 °C e 24 °C. Com isso, espera-se agregar conhecimento sobre o processo de formação de nevoeiros em aeródromos da região Norte do Brasil, uma região bastante carente no que tange estas informações, contribuindo desta forma para a segurança e o planejamento de voo nestes aeródromos.

Palavras-chave: Precipitação (Meteorologia). Temperatura do ar. Aeródromo. Manaus-Amazonas.

ABSTRACT

During the occurrence of fog, and airfield operations such as takeoff and landing are strongly affected. As a result, there are frequent delays and cancellations of flights, hampering the air network management. Given the large number of occurrences of this meteorological phenomenon in Eduardo Gomes International Airport in Manaus in Amazonas state , and because it is a region that receives great movement of passengers , this research was conducted , aimed at studying the occurrences fogs and identify this aerodrome meteorological surface variables that exercise some influence on the formation of the phenomenon . This study used data from occurrences of fog on aerodrome Eduardo Gomes, Manaus –AM, during the period 2009-2013. Data were obtained from the International Code METAR (Meteorological Aerodrome Information) of the meteorological network of the Department of Airspace Control (DECEA) at the Air Force Command. The results show that during the study period the month of April, had the highest occurrence number of hours of fog. Another relevant observation in this study showed that the formation of fog occurs more frequently during the rainy season. It was also observed that the most propitious time to be formation of fog remained between 6:00 and 9:00 am. It was also noted that training occurred more frequently with the air temperature around 22 ° C and 24 ° C. Thus, it is expected to add knowledge about the process of formation of mists in airfields of northern Brazil, a very poor regarding this information region, thereby contributing to the safety and flight planning these aerodromes.

Keyword: Precipitation (Meteorology). Air temperature. Aerodrome. Manaus, Amazonas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01- Vista do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM.....	17
Figura 02- Normal climatológica da precipitação mensal (mm) para a cidade de Manaus-AM.....	20
Figura 03- Acumulado médio mensal de precipitação para a cidade de Manaus-AMno período de 2009 a 2013.....	22
Figura 04- Número de casos de ocorrência de nevoeiros no Aeródromo Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM no período de 2009 a 2013.....	23
Figura 05-Frequência de Ocorrência de nevoeiro em função da hora de início no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus – AM.....	24
Figura 06- Duração mensal de nevoeiros em horas no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus-AM durante o Período de 2009 a 2013.....	26
Figura 07- Distribuição de Nevoeiros de acordo com a temperatura do ar no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus-AM durante o período de 2009 a 2013.....	27
Figura 08- Distribuição de Nevoeiros em função da pressão atmosférica na hora de início no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus-AM no período de 2009 a 2013.....	28
Figura 09- Total de nevoeiros e acumulado médio mensal de precipitação durante o período de 2009 a 2013 no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus-AM.....	29

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

AERÓDROMO- Expressão utilizada para identificar a área aeroportuária sob três aspectos: pista de pouso, pista de taxiamento, aeroporto (estação de passageiros) e áreas externas de aproximação.

DECEA- Departamento de Controle do Espaço Aéreo- Comando da Aeronáutica.

HL- Hora Local

ICEA- Instituto de Controle do Espaço Aéreo- Comando da Aeronáutica

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia

METAR-METerologicalAerodrome Report. (Informação Meteorológica de Aeródromo). Realizadas de hora em hora.

mm- Milímetros

REDEMET- Rede Meteorológica do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)

SPECI- SPECIAL (Informação Meteorológica Espacial de Aeródromo). (Realizada entre as horas cheias, quando alguma variação Meteorológica interfira no Tráfego Aéreo).

T- Temperatura do ar

T_d- Temperatura do Ponto de Orvalho

SBEG- Indicador de Localidade da ICAO

QNH- Pressão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1. 1. Objetivo.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3. MATERIAS E MÉTODOS.....	17
3.1. Local de estudo.....	17
3.2. Dados.....	18
3.3. Metodologia.....	18
4. RESULTADOS.....	20
4.1. Variação horária dos nevoeiros.....	23
4.2. Horas de nevoeiro por mês.....	25
4.3. Distribuição de nevoeiros de acordo com a temperatura do ar.....	26
4.4. Distribuição dos nevoeiros de acordo com a pressão atmosférica.....	28
4.5. Distribuição mensal dos nevoeiros e precipitação.....	29
5. CONCLUSÃO.....	30
5.1. SUGESTÕES.....	30
REFERÊNCIAS.....	31

1. INTRODUÇÃO

A meteorologia aeronáutica é definida como sendo um dos ramos da meteorologia que é aplicada ao setor aéreo, tendo grande relevância, na medida em que, possibilita a investigação das condições meteorológicas que estão diretamente relacionadas às atividades de pouso e decolagem em aeródromos. Diversos fatores meteorológicos podem influenciar na aviação, no entanto alguns merecem um pouco mais de atenção em função dos perigos que podem oferecer as atividades aeronáuticas. Dentre eles podemos destacar, fenômenos que restringem a visibilidade horizontal como a ocorrência de nevoeiros.

O nevoeiro é definido como uma nuvem (stratus no caso) que tem sua base muito próxima da superfície e forma-se quando o vapor d' água que permanece no ar condensa-se próximo da superfície terrestre formando uma nuvem de microscópicas gotículas de água líquida (CONDE, 1999). Dentro do nevoeiro, as gotículas são suficientemente numerosas a ponto de impedir a passagem dos raios solares, reduzindo consideravelmente a visibilidade (PERELLA, 1998).

Segundo Oliveira (2002) a ocorrência de nevoeiros nas proximidades de aeroportos significa que voos podem ser cancelados ou atrasados. Resultando em perdas financeiras substanciais para a indústria da aviação, devido modificações nos planejamentos de voos das empresas aéreas, despesas extras com hotel e combustível, demasiada ocupação dos pátios dos aeroportos alternativos ocasionando a sobrecarga operacional nos sistemas destes aeroportos, entre outros, além de causar prejuízos aos passageiros.

Por se tratar de um fenômeno meteorológico que ocorre em condições atmosféricas dinamicamente estáveis e, tendo como coadjuvantes a proximidade a grandes reservatórios de água, a topografia, a circulação local, a vegetação, entre outros, pode apresentar uma frequência de ocorrência relativamente alta em determinadas regiões do Brasil. Assim, sua previsão, principalmente em áreas onde a formação deste fenômeno é favorecida, é de grande importância para o bom funcionamento da malha aérea (DAMASCENO, 2008).

A busca pela segurança e conforto na aviação passa pela necessidade de se fazer estudos mais frequentes das ocorrências de nevoeiros, correlacionando seus registros com outros parâmetros meteorológicos de superfície. Atualmente são escassos os estudos e inventários específicos que avaliem quantitativamente e qualitativamente os impactos

causados pela ocorrência de nevoeiros nos aeroportos da região Norte do Brasil. Desta forma, vários fatores justificam o estudo dos eventos de nevoeiros, objetivando a análise de sua ocorrência e frequência, de modo a identificar suas principais características.

1.1. OBJETIVO

Portanto, o objetivo deste estudo é fazer o levantamento da ocorrência de nevoeiros no período de 2009 a 2013 na Amazônia Central com a finalidade de verificar a frequência anual, mensal e horária, além de indicar as principais características ambientais associadas à ocorrência deste fenômeno.

2. REVISÃO DE LITERATURA

O nevoeiro é geralmente considerado um perigo atmosférico, pois é um evento que pode ser considerado como um dos principais precursores de acidentes graves e até mesmo fatais nas vias de transporte. Em transportes rodoviários, por exemplo, são bastante prejudicados por nevoeiros fortes. Neste caso, a má visibilidade dificulta a identificação de veículos próximos podendo causar sérios acidentes (CONDE, 1999).

No caso específico de aeroportos, o nevoeiro apresenta um caráter singular, tendo em vista restringir sobremaneira as operações de pouso e decolagem e afetar a segurança das aeronaves e de seus passageiros. Cabe lembrar, por exemplo, do acidente ocorrido com o Boeing 737 da Vasp (Prefixo-SME) no Aeroporto de Guarulhos (São Paulo) em 28 de janeiro de 1986, que teve como causa direta a ocorrência desse fenômeno (CABRAL, 1998). Segundo Cabral e Romão (2006) o mais grave acidente ocorreu na manhã do dia 27 de março de 1977 nas ilhas Canárias, após o choque de dois aviões na pista de decolagem, devido a ocorrência de nevoeiro, vitimando 583 pessoas.

De acordo com a visão internacional, nevoeiro consiste de uma grande quantidade de gotículas de água em suspensão ou cristais de gelo perto da superfície da terra e que leva a uma redução da visibilidade horizontal abaixo de 1 km (NOAA, 1995). A presença de gotículas suspensas e/ ou cristais de gelo gera condições de baixa visibilidade, podendo deixar indistinguível um objeto para um observador distante (COLABONE, 2013).

Para Ferreira (2013) os nevoeiros são pequenas partículas de água em suspensão em uma camada próxima a superfície, que ocorrem devido a processos físicos que resultam na saturação do ar, e se formam quando a temperatura do ar (T) e a temperatura do ponto de orvalho (T_d) se igualam. Essas temperaturas iguais podem ocorrer sob três aspectos, mantendo-se a quantidade de umidade do ar e diminuindo a temperatura, mantendo-se a temperatura e aumentando a umidade do ar, ou diminuindo a temperatura do ar e aumentando a umidade do ar.

Nevoeiro é também definido como uma nuvem estratiforme, branca e lisa, formada ao nível do solo, através de um processo que, é muito semelhante ao das nuvens. Embora haja regiões em que é comum haver nevoeiros, a formação e extinção do nevoeiro na superfície terrestre não são fáceis de prever com exatidão, já que o nevoeiro resulta de uma

conjugação específica de fatores como resfriamento, movimentos de ar, umidade e disponibilidade de núcleos de condensação (SMITHSON et al apud LEITE, 2011).

Segundo Machado (1993) as circulações locais que se estabelecem sobre uma região exercem influencia direta na formação de nevoeiros. Ambientes que apresentam rarefação de umidade apresentarão baixíssimos índices de ocorrência de nevoeiros. Por outro lado, áreas próximas a grandes reservatórios de água, lagos e rios, sobretudo mares e oceanos, estão preferencialmente sujeitas a presença nevoeiros, haja vista a possibilidade do estabelecimento de circulações locais termicamente induzidas entre superfícies líquida e terrestres. Desta forma, circulações locais tais como brisa marítima, lacustre ou fluvial, advectam parcelas de ar úmido para o interior de áreas continentais. Também, a topografia de uma região, com seus vales, vertentes, serras e planaltos é um fator muito importante para a evolução destas circulações.

A dissipação de um nevoeiro pode ser causada por diversos fatores, sendo os principais deles o aumento da velocidade do vento e o aquecimento solar. Entretanto, o aquecimento solar só é capaz de dissipar um nevoeiro formado sobre superfície que não seja líquida, pois, sobre a água, a ação do calor solar aumenta a evaporação intensificando o nevoeiro (DAMASCENO, 2008).

Apesar da importância da previsão da ocorrência de nevoeiros, no Brasil ainda são poucos os estudos sobre o assunto (ALMEIDA, 2008). Cabral (1998) realizou um estudo climatológico dos nevoeiros no aeroporto internacional de São Paulo/Guarulhos, tomando por base o período de quase três décadas (1969- 1997). Este autor chegou à conclusão de que os nevoeiros de Guarulhos tem sua origem ligada a fatores locais, de localização de seu sítio e conjugado aos sistemas meteorológico atuantes na região, o mesmo podendo se inferir com relação ao fenômeno para o aeroporto de Congonhas. Ainda de acordo com o autor o fator urbanização tem contribuído sensivelmente nas alterações climáticas verificadas nos aeroportos de Guarulhos e Congonhas.

Piva e Fedorova (1999) realizaram um estudo sobre a formação de nevoeiros de radiação em Porto Alegre, no período de janeiro de 1995 a abril de 1996. Onde analisaram as condições atmosféricas antes, durante e depois dos períodos de nevoeiro de radiação, associando sua formação a um anticiclone com intensidade moderada (1020 a 1030 hpa) e que se intensificou ou permaneceu com a mesma intensidade no decorrer dos dias. Estes

autores constataram também que o anticiclone estudado apresentou duas trajetórias típicas (zonal e sudoeste- nordeste) quando das ocorrências de dois ou de três dias consecutivos de nevoeiros de radiação. Ainda segundo os autores os valores de duração do nevoeiro foram grandes (12h em média). Foi observado também que o nevoeiro de radiação dissipa-se entre 1e 4h após o nascer do sol.

Perella (1998) em seu trabalho realizou um estudo de casos de nevoeiros em São José dos campos- SP para o período de 1974 a 1992, onde constatou que os meses de maior incidência de nevoeiros em São José dos Campos, deram-se durante os meses de maio, junho e julho, sendo o mês de junho o mês de máxima ocorrência. Ainda de acordo com a autora o período de maior ocorrência de nevoeiro se deu entre as 5 e 9 horas devido a baixa temperatura, alta umidade relativa e ventos fracos.

Segundo Machado (1993) as circulações locais associadas a formação de nevoeiros na grande São Paulo não tem apresentado alterações consideráveis no comportamento sazonal do fenômeno entre os períodos analisados (1933-37; 1981-90), com os meses de maio, junho, julho e agosto apresentando os maiores índices de ocorrência de nevoeiro, indicando que o fenômeno é mais propício a desenvolver-se no final do outono e durante o inverno. Apesar de que o fenômeno é bastante comum nos meses de verão, porém, com menor frequência.

Lima (1983) caracterizou as condições meteorológicas necessárias à ocorrência de nevoeiros de radiação em Porto Alegre, onde tal fenômeno ocorre devido a condições de estagnação atmosférica, semelhantes às que ocorrem em episódios de alta concentração de poluentes. Estes nevoeiros são mais frequentes no inverno, quando há maior ocorrência de inversão de temperatura por perda radioativa à noite, com ventos calmos próximos a superfície, umidade suficiente para permitir condensação.

Barreto (2013), fazendo um levantamento entre os anos de 2007 a 2011 no aeroporto Internacional Eduardo Gomes em Manaus no Estado do Amazonas, identificou que a maior ocorrência de nevoeiros ocorreu no período chuvoso e que os horários mais frequentes de formação de nevoeiros, oscilam entre 01: 00 e 06: 00 hora local. Outra conclusão encontrada por esta autora foi que houve uma redução do numero de casos de

nevoeiro no Aeródromo Eduardo Gomes, possivelmente em função da urbanização em torno, hoje com pouca vegetação quando comparada ao passado.

Entre os principais tipos de nevoeiros, Varejão-Silva (2006) destaca:

a) Os nevoeiros de radiação, os mais comuns, são assim chamados porque sua gênese é devida ao arrefecimento noturno do solo por emissão de energia radiante. O ar, em contato com ar arrefecido, perde calor por condução, tornando-se mais frio que a camada atmosférica imediatamente acima. Próximo à superfície, portanto a temperatura do ar aumenta com a distância ao solo, estabelecendo-se uma inversão térmica a certa altura. Abaixo do nível de inversão a camada atmosférica é, por conseguinte, estável. O resfriamento, se suficiente para ultrapassar a temperatura do ponto de orvalho, provocará condensação do vapor. Nevoeiros deste tipo se formam em noites sem nuvens, ou poucas nuvens altas, condição necessária ao arrefecimento do solo por irradiação. A presença de nuvens inibe o arrefecimento noturno, face ao efeito estufa. Além disso, é requerida a presença de vento, não muito forte, ampliando a espessura da camada resfriada, e, portanto, aumentando a espessura do nevoeiro.

b) Nevoeiro de Advecção surge quando o ar úmido escoar sob uma superfície fria (solo ou água). O ar, perdendo calor por condução para a superfície, se resfria de baixo para cima, o que propicia a formação de uma camada atmosférica estável, justaposta à superfície. Se há vento fraco a diferença entre a temperatura do ar e da superfície tende a diminuir e o resfriamento atinge apenas a uma camada atmosférica bastante delgada. Havendo um vento um pouco mais forte, a mistura turbulenta do ar inibe o equilíbrio térmico, mas aumenta a espessura da camada resfriada.

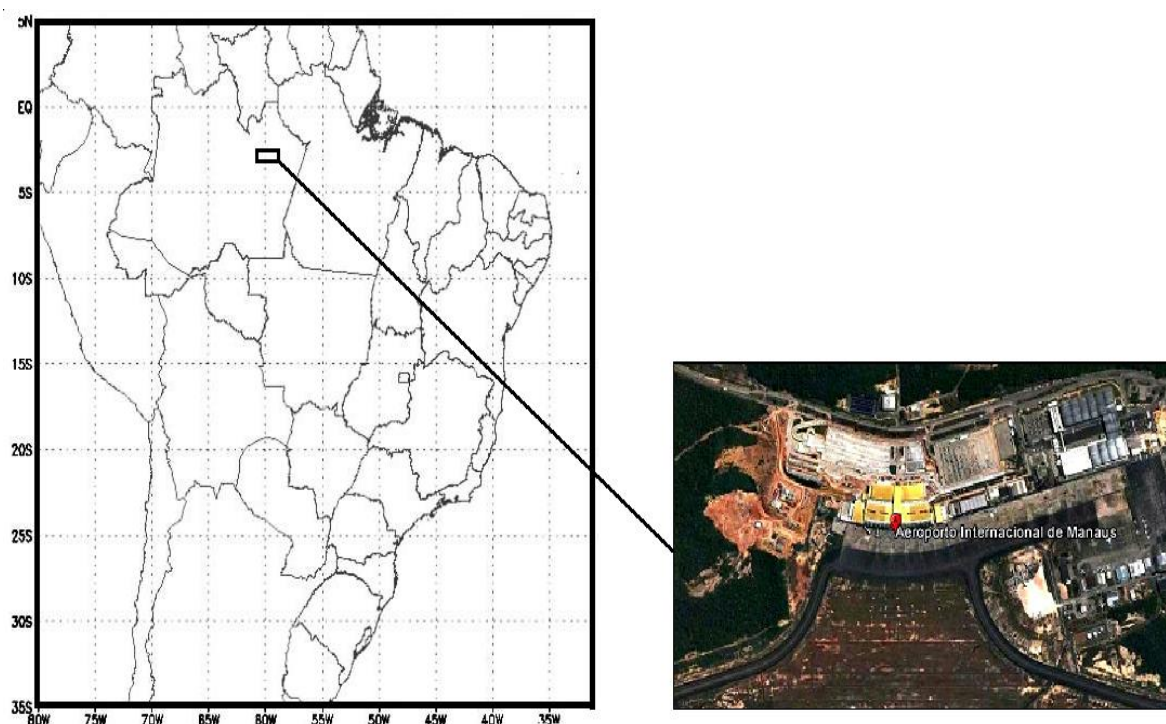
c) Nevoeiro orográfico, um nevoeiro pode surgir quando ar úmido e estável se eleva ao longo de uma encosta, expandindo-se (e, por conseguinte, se resfriando) adiabaticamente. Se o aclave for suficientemente extenso, o ar ascendente se tornará saturado a certa altura. A partir desse nível, até o todo da elevação haverá um nevoeiro.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Local de estudo

O Aeroporto Internacional de Manaus-AM (Figura 1), situa-se na latitude $03^{\circ}02'28''$ S e na longitude $060^{\circ} 03'02''$ W, a uma altitude média de 85 m. Sua inauguração ocorreu no dia 26 de março de 1976. A região no entorno do aeroporto era formada por uma área de floresta nativa, que fora aos poucos sendo substituída, em função do processo de ocupação desordenado dos últimos anos.

Figura 1- Vista do Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM.



Fonte: GOOGLE EARTH (2013).

3.2. Dados

Para alcançar os objetivos deste estudo, foram utilizados dados horários de ocorrências de nevoeiros coletados no período de 2009 a 2013 no Aeroporto Internacional de Manaus- AM (SBGE), obtidos a partir de observações meteorológicas codificadas em mensagens METAR e SPECI, disponibilizadas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DEAC), no site: (WWW.redemet.aer.mil.br), de responsabilidade do Comando da Aeronáutica. O código METAR é uma mensagem codificada que informa as condições de tempo em um aeródromo numa resolução temporal de uma hora. Ao serem observadas alterações significativas nas condições de tempo no aeródromo, temos uma mensagem especial para aquele momento, essa mensagem é denominada de SPECI. A mensagem SPECI é idêntica ao METAR, porém estabelecida instantaneamente ao invés de regularmente.

Com o objetivo de definir o período chuvoso e o período seco na cidade de Manaus, foi necessário utilizar a distribuição da precipitação na cidade, através da análise da normal climatológica da precipitação mensal disponibilizada pelo banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foi definido para este estudo, que os meses de fevereiro a abril são os meses que mais chovem na região, representam o Período Chuvoso, e os meses de julho a setembro são os meses menos chuvosos e, portanto, representam o Período Seco.

3.3. Metodologia

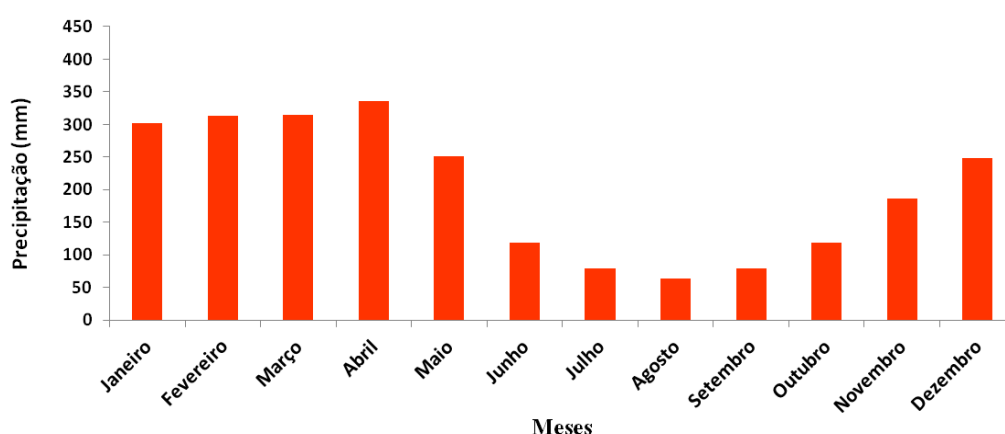
Após a obtenção e verificação dos dados de nevoeiros obtidos durante o período de estudo (2009 a 2013), esses dados foram sistematizados de modo a se obter o total de horas de nevoeiros que foi obtido através da soma das horas de duração do fenômeno anualmente e mensalmente. Ressalta-se que cada ocorrência de nevoeiro foi definida de acordo com o que foi reportado na ocorrência do fenômeno na mensagem METAR e SPECI. As variáveis: temperatura do ar e pressão atmosférica ao nível médio do mar foram relacionadas em percentagem em função das ocorrências de nevoeiros durante os cinco

anos de estudo, com a finalidade de se obter uma visão dos principais, valores das referidas variáveis nas horas de início de formação dos nevoeiros.

4. RESULTADOS

A figura 2 representa a normal climatológica da precipitação para a cidade de Manaus-AM no período de janeiro de 1983 a dezembro de 2013, onde se observa que o período de fevereiro a abril possui acumulados superiores a 300 mm, sendo que abril foi o mês que apresentou o maior acumulado pluviométrico com média de 335,43 mm. Ainda de acordo a média mensal, o período seco compreende os meses de julho a setembro, sendo que o mês de agosto apresenta o menor acumulado de precipitação com média de 64,48 mm.

Figura 2- Normal Climatológica da precipitação mensal para a cidade de Manaus-AM para o período de 1983 a 2013.



Fonte: Do autor.

Os resultados obtidos por este estudo mostram-se em conformidade com estudos anteriores realizados por pesquisadores, como Barreto (2013) e Mascarenhas (2009). Mascarenhas (2009) concluiu que a precipitação na região central da Amazônia (Manaus) possui dois períodos bem definidos. A cheia, que vai de dezembro a maio, com precipitação mensal acima de 200 mm e a seca, com precipitação menor que 200 mm mensais, que é verificada entre os meses de junho a novembro. Para Barreto (2013) a cidade de Manaus-AM apresenta apenas duas estações do ano: a mais chuvosa e a menos chuvosa. Os meses regionalmente chamado de inverno compreendem os meses de

dezembro a maio, e o período seco, regionalmente chamado de verão, compreende os meses de junho a novembro.

Os mecanismos dinâmicos que produzem chuvas na Amazônia foram descritos por Molion (1987). O principal deles é a Alta da Bolívia (AB) que possui a característica muito particular de apresentar o desenvolvimento de um anticiclone em altos níveis, durante os meses de verão, associado com a forte convecção da região Amazônica. A AB é responsável pelos grandes totais pluviométricos (estação chuvosa) que ocorrem em toda região Amazônica (MOLION, 2000). Segundo Rocha (2001) o regime de precipitação da Amazônia é determinado por três principais sistemas convectivos de grande escala e escala sinótica: A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) bem definida nos oceanos Atlântico e Pacífico, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZACS) e a Alta da Bolívia (AB) que favorece o cavado do nordeste.

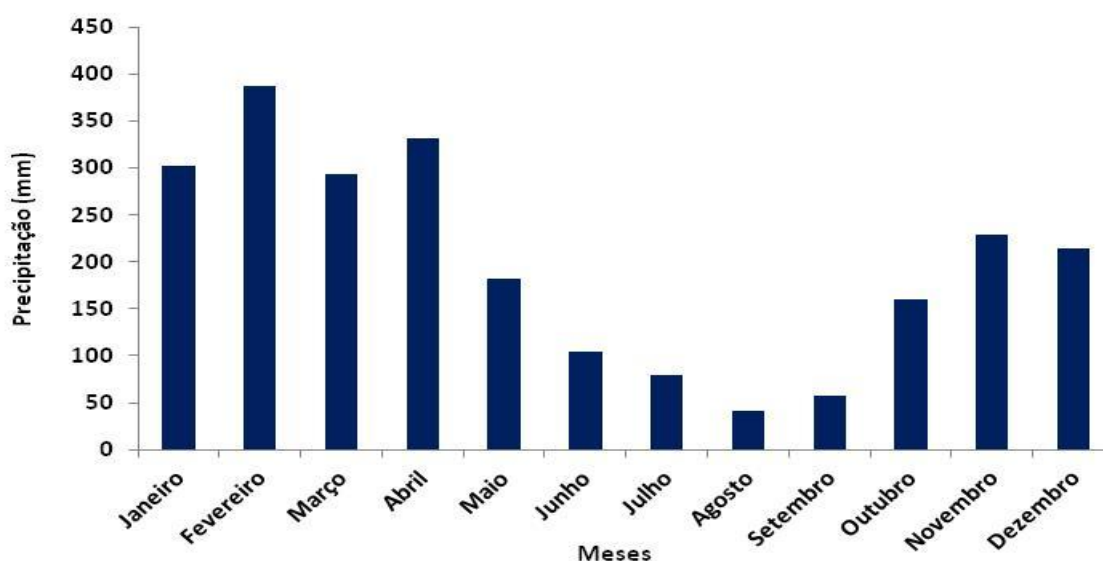
Estudos realizados por Sousa (2004) na região da Amazônia oriental, incluindo os estados do Amapá, Pará e Maranhão, constataram a existência de vários sistemas de grande escala atuando na região dependendo da época do ano. A ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) na época chuvosa (Dez-Mai), regionalmente chamada de Inverno, de sistemas frontais dos dois hemisférios, na estação de Inverno dos Hemisférios e das Ondas de Este, principalmente nos meses de junho a agosto.

A distribuição média mensal da precipitação para o período estudado (2009 a 2013) para a cidade de Manaus-AM é apresentada na Figura 3. Observa-se que esta região apresenta apenas duas estações do ano: a mais chuvosa e a menos chuvosa. O gráfico mostra que, o período chuvoso, compreende os meses de janeiro a abril, e o período seco, compreende os meses de julho a setembro. Ainda de acordo com o gráfico observa-se uma distribuição temporal semelhante a normal climatológica apresentada anteriormente (Figura 2), variando apenas em dois períodos em que a precipitação mensal acumulada esteve abaixo ou acima da média histórica mensal esperada para a região. O primeiro período compreende o mês de fevereiro com precipitação acumulada de 386,9 mm (23,6% acima da normal). O segundo período compreende o mês de agosto, com precipitação acumulada de 40,8 mm (1,2% abaixo da normal).

Diversos estudos baseados na climatologia da precipitação da Amazônia realizados por autores como (FIGUEROA; NOBRE, 1990; ROCHA, 2001; ROLIM, 2006)

confirmaram os resultados anteriores obtidos por este estudo, ou seja, grande parte da Amazônia apresenta dois períodos bem distintos: o de estiagem com precipitações médias mensais inferiores a 100 mm e: o chuvoso, com precipitações médias acima de 200 mm/mês.

Figura 3: Acumulado médio mensal de precipitação, no período de 2009 a 2013 para a cidade de Manaus- AM.



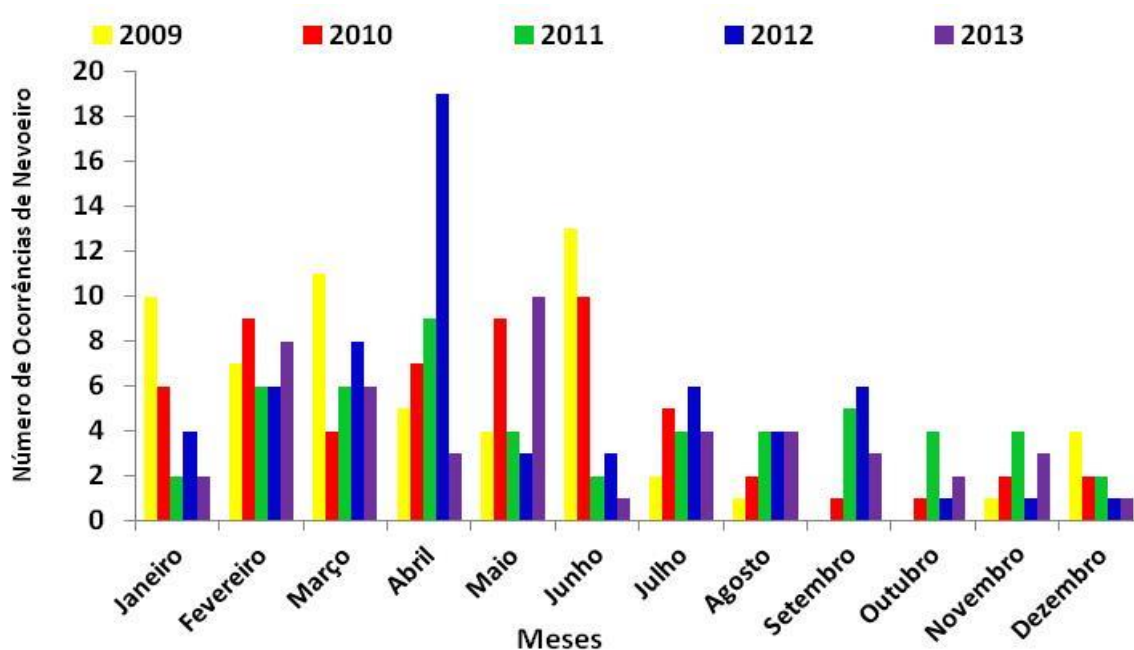
Fonte: Do autor.

A Figura 4 apresenta a distribuição mensal do número de casos de ocorrências de nevoeiros na região do Aeródromo Eduardo Gomes, pode-se constatar que os meses de maior incidência de nevoeiros no período estudado ocorreram durante os meses janeiro a junho. Um resultado interessante é que o mês de abril de 2012 foi superior a todos os meses da série estudada em termos de ocorrências com 19 casos registrados.

Como pode ser observado nesta análise o intervalo que concentra as maiores quantidades de registros de casos de nevoeiro correspondem ao período de máximos valores de precipitação acumulada na região de Manaus-AM, sugerindo uma possível correlação entre a precipitação e o aumento do número de ocorrências de nevoeiros na região do aeródromo Eduardo Gomes. Barreto (2013) realizou um estudo sobre a

ocorrência de nevoeiro na região do aeródromo Eduardo Gomes, baseado em uma série de cinco anos, de janeiro de 2007 a dezembro de 2011. De acordo com a autora o mês de maior incidência de nevoeiro na região do referido aeródromo ocorreu durante a época considerada mais chuvosa na região, quando as temperaturas são um pouco mais baixas e a umidade relativa do ar é mais alta.

Figura 4: Número de casos de ocorrência de nevoeiro no período de 2009 a 2013 no aeródromo Eduardo Gomes em Manaus – AM.



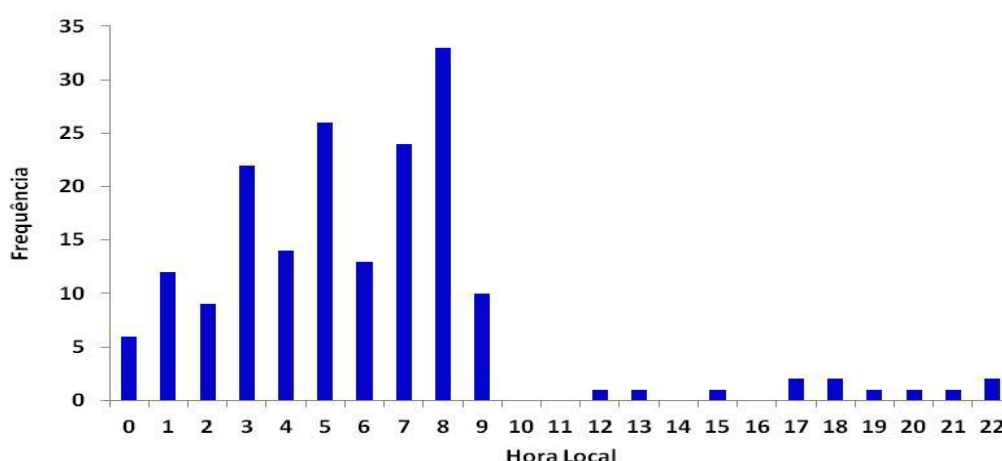
Fonte: Do autor

4.1. Variação horária dos nevoeiros

A Figura 5 mostra a variação horária do nevoeiro no aeródromo de Manaus, durante o período de estudo, pode-se observar que neste aeródromo os nevoeiros geralmente se formam durante na madrugada, no horário entre 05: 00 hl e 09: 00 hl há maiores condições para que o fenômeno se forme neste aeródromo. Esta constatação sugere que o aumento da umidade relativa do ar juntamente com o decréscimo da temperatura do ar ao longo do período noturno causados pelo resfriamento da superfície terrestre exerça influencia

significativa na formação de nevoeiros nestes horários. Para Barreto (2013) a maior parte dos eventos de nevoeiros que ocorrem no aeródromo Eduardo Gomes em Manaus- AM estão vinculados a processos de perda radiativa noturna, influenciada pela circulação atmosférica local. Nevoeiros de radiação podem tornar-se fortes perto do solo, porém são pouco espessos. Na maioria dos casos apresentam maior expansão vertical e visibilidade mais reduzida pela manhã, pois a inversão térmica noturna mantém até no máximo 4 horas após o amanhecer as camadas atmosféricas adjacentes à superfície estaticamente estáveis, mantendo a resistência ao desenvolvimento convectivo (GODOWITCH et.al., apud SANTOS, 2002).

Figura 5: Frequência de ocorrência de nevoeiro em função das horas de início, no período de 2009 a 2013 no Aeródromo Eduardo Gomes em Manaus- AM.



Fonte: Do autor.

Estudos anteriores realizados por Barreto (2013) na região deste mesmo aeródromo no período de 2007 a 2011 encontraram resultados diferentes quanto aos horários de formação do fenômeno. Segundo esta autora o nevoeiro ocorre preferencialmente entre 01:00 e 06:00 horas local, com frequência às 05:00 horas local, restringindo a visibilidade durante as ações de pouso e decolagem. Ferreira (2013) estudando a ocorrência de nevoeiros na região do aeródromo de Porto Velho- RO no período de 2008 a 2012 constatou que os horários mais propícios pra haver formação de nevoeiros na região do

referido aeródromo ocorreram entre as 06: 00 hl e 07: 00 hl. Durante os cinco anos de estudo desta autora houve apenas um caso em que a formação do fenômeno se deu no horário de 11: 00 hl.

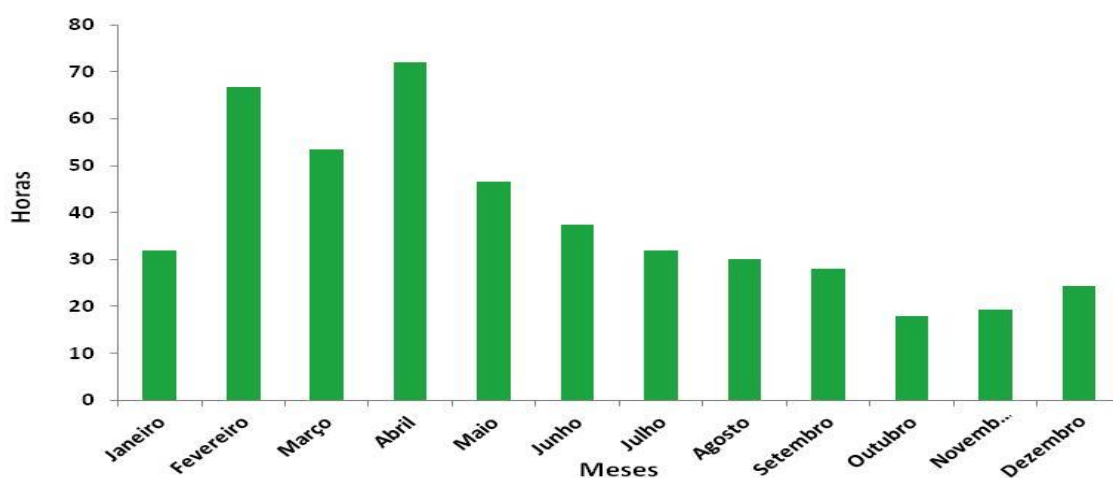
4.2. Horas de Nevoeiro por mês

A Figura 6 representa a duração dos nevoeiros em horas mensais durante o período de janeiro de 2009 a dezembro de 2013 no Aeródromo Internacional Eduardo Gomes, onde é possível perceber que o maior número de horas de nevoeiro ocorreu durante o mês de abril totalizando 72 horas, e grande parte destas horas ocorreram no ano de 2012, ano este que teve a maior incidência de nevoeiros na região do referido aeródromo. Os meses de fevereiro a maio chamam atenção por apresentarem número de horas de nevoeiros superior a 40 horas mensais. Colabone (2012) estudou a ocorrência de nevoeiros no aeródromo da academia da força aérea em Pirassununga-SP, no período de (1989 a 2008), onde pode constatar que os meses de maior ocorrência de horas de nevoeiros são abril, maio, junho e julho. De acordo com a autora os meses de menor ocorrência de horas de nevoeiros são outubro, novembro, dezembro e janeiro. Barreto (2013) estudando a ocorrência de nevoeiros na região do aeródromo Eduardo Gomes, no período de 2007 a 2011, obteve resultados diferentes dos encontrados por este estudo, quanto ao número de horas de duração do fenômeno. Segundo a autora as maiores durações do fenômeno ocorreram em junho de 2007 e junho de 2008.

Ferreira (2013) estudou a ocorrência de nevoeiros no aeroporto de Porto Velho-RO no período de 2008 a 2012, onde concluiu que a maior quantidade de horas de nevoeiros se deu no mês de novembro contabilizando 45 horas, ano este em que teve maior incidência de nevoeiros na região do referido aeródromo. Ainda segundo esta autora os meses de agosto e setembro não tiveram nenhum registro de ocorrência de nevoeiro, pois, durante esses meses atmosfera não apresentou as condições necessárias para formação do nevoeiro, pois, as massas de ar que chegam a Porto Velho são muito secas, desta forma não há condições para que o fenômeno se forme.

É importante observar que durante os meses em que o Aeroporto Internacional de Manaus-AM esteve sobre a ocorrência de nevoeiros, a malha viária foi bastante prejudicada, uma vez que, houve um aumento no número de atrasos e cancelamentos dos voos devido à restrição da visibilidade.

Figura 6: Duração mensal de nevoeiros em horas, no período de 2009 a 2013 no aeródromo Eduardo Gomes em Manaus-AM.



Fonte: Do autor.

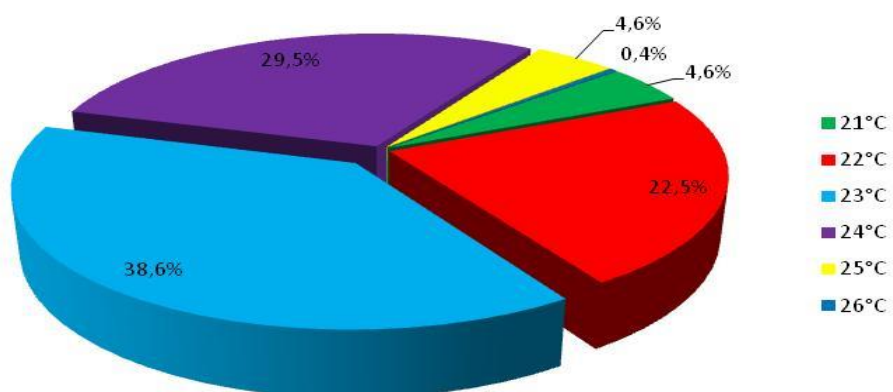
4.3. Distribuição de nevoeiros de acordo com a temperatura do ar

A Figura 7 ilustra a distribuição percentual de ocorrência de nevoeiros de acordo com as temperaturas do ar que predominaram no Aeródromo Eduardo Gomes, no período de 2009 a 2013 durante o início da formação dos nevoeiros. Conforme este gráfico pode-se observar que 90,6% dos casos de nevoeiros ocorrem com temperatura do ar entre 22°C e 24°C, ressaltando-se ainda que 5,0% dos casos notificados de nevoeiros se formaram com temperaturas do ar entre 25°C e 26°C. Também se observou que 4,6% dos nevoeiros registrados ocorreram com a temperatura do ar de 21°C indicando uma possível associação dos nevoeiros com fenômenos meteorológicos de escala sinótica, como os sistemas frontais. Embora a região Amazônica situe-se geograficamente próxima ao Equador, a

parte meridional sofre, eventualmente, a ação de sistemas frontais, provocando o fenômeno localmente denominado de friagem (FISH, 1996).

Souza (2004) fez um estudo de caso sobre a influencia de um sistema frontal na Amazônia Oriental no período de 09 a 11 de abril de 2002, onde pode concluir que na Amazônia Oriental, englobando os estados do Amapá, Pará e Maranhão, ocorreu a penetração de um sistema frontal do Hemisfério Sul. Segundo este autor o deslocamento dos sistemas meteorológicos foi de Oeste para Leste, passando por Santarém, Macapá, Belém e São Luis, constatou-se também houve influência da ZCIT e de sistemas locais.

Figura 7 – Distribuição dos nevoeiros de acordo com a temperatura do ar em (°C) na hora de início no período de 2009 a 2013.



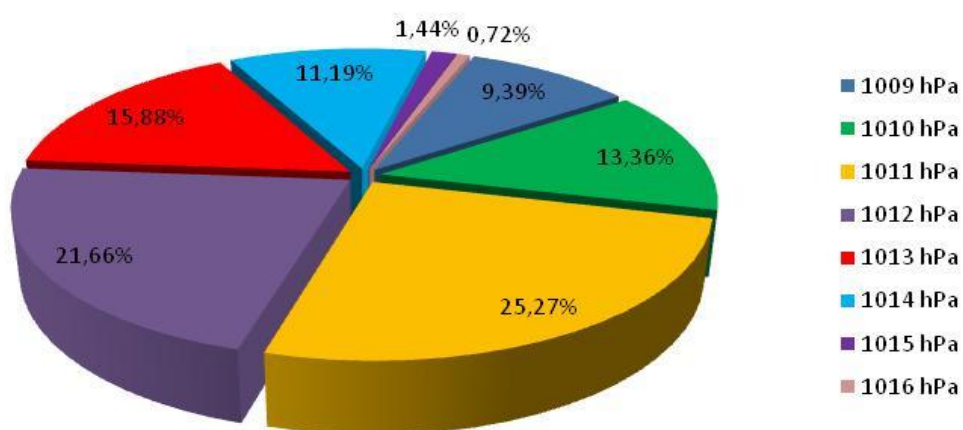
Fonte: Do autor.

Brinkman e Ribeiro (1972) citam que, no caso da Amazônia Central (Manaus), ocorre de 2 a 3 Friagens por ano, durante os meses de seca (junho a outubro). Rodrigues (2013) analisando a ocorrência de nevoeiros na região do aeroporto de Porto Velho-RO no período de 2008 a 2012 constatou que cerca de 3,8% dos casos de nevoeiros analisados se formaram com temperatura do ar de 21°C, durante um evento de friagem que ocorreu na cidade de Porto Velho no dia 01/07/2009.

4.4. Distribuição de nevoeiros de acordo com a pressão atmosférica

A distribuição dos nevoeiros em função da pressão atmosférica na hora de início é apresentada na Figura 8. A pressão atmosférica nesta análise é representada pela pressão em relação ao nível médio do mar (QNH) em SBEG, variável bastante utilizada na aviação durante os procedimentos de pouso e decolagem. Conforme pode ser visto no gráfico 62,9% das ocorrências de nevoeiros foram registradas com a pressão atmosférica na hora de início entre 1011 hpa e 1013 hpa. Os resultados obtidos por este estudo mostram-se de acordo com Lima (1982) que identificou as condições meteorológicas necessárias à ocorrência de nevoeiro de radiação na região de Porto Alegre- RS. De acordo com este autor dentre as condições meteorológicas que se mostram favorecer a formação de nevoeiros estão a pressão atmosférica em 1013 hPa, umidade relativa alta na camada abaixo de 850 hPa e o ar seco por cima.

Figura 8: Distribuição dos nevoeiros de acordo com a pressão Atmosférica na hora de início da formação do fenômeno, durante o período de 2009 a 2013.

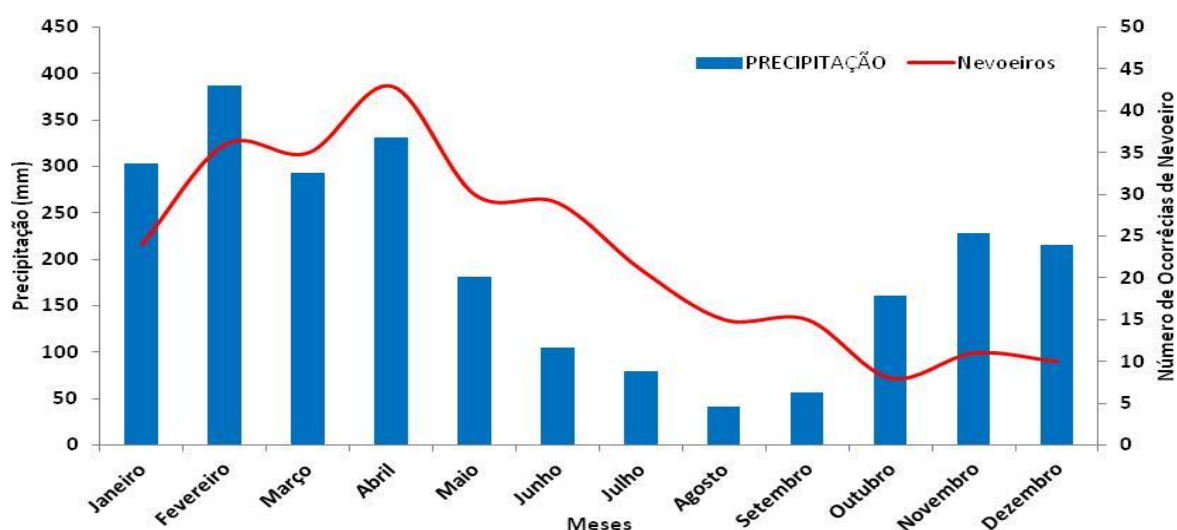


Fonte: Do autor.

4.5. Distribuição mensal de Nevoeiros e Precipitação

A Figura 9 representa a relação entre o total de ocorrências mensais de nevoeiros e o acumulado médio mensal de precipitação na região do Aeródromo Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM durante o período de 2009 a 2013. Nota-se uma relação direta entre essas duas variáveis, pois, durante o período de estudo na maioria dos meses essas duas variáveis apresentaram um desenvolvimento bastante simétrico, observa-se ainda que durante os meses de janeiro, fevereiro e abril há um aumento considerável no acumulado mensal de precipitação, juntamente com um aumento no número de casos de ocorrências de nevoeiros. Em relação ao número de ocorrências de nevoeiros durante o período de estudo foram contabilizados 277 casos de nevoeiros. Como pode ser observado nesta análise, o mês de abril apresentou a maior quantidade de casos, com um total de 43 ocorrências de nevoeiros. Ferreira (2013) estudou a ocorrência de nevoeiros na região do aeródromo de Porto velho-RO, onde obteve resultados semelhantes aos encontrados por este estudo, ou seja, a formação de nevoeiros encontra-se vinculada ao regime de precipitação local. Ainda segundo a autora durante os anos em que a precipitação teve certo aumento, o número horas de nevoeiro também aumentou, principalmente nos meses de novembro e abril.

Figura 9- Total de ocorrências mensais de nevoeiros e Acumulado médio mensal de precipitação para a o aeroporto Eduardo Gomes e para cidade de Manaus-AM respectivamente, durante o período de 2009 a 2013.



Fonte: Do autor.

5. CONCLUSÃO

Através dos resultados obtidos, pode-se inferir que existe uma relação entre a ocorrência de nevoeiros e o regime de precipitação local, na medida em que, durante os meses em que a precipitação teve certo aumento, como nos meses janeiro a abril, o número de ocorrências de nevoeiro também aumentou. E para os meses com baixa precipitação houve redução no número de ocorrências do referido fenômeno.

Constatou-se ainda, que durante o período de estudo a maioria dos nevoeiros se formaram durante a madrugada, no entanto os horários de 06: 00 HL e 09: 00 HL, são os mais propícios a ter formação do fenômeno no aeródromo de Manaus-AM.

Também foi possível verificar que grandes partes dos nevoeiros se formaram quando a temperatura do ar na hora de início estava entre 22 °C e 24 °C.

Outra constatação feita por esta pesquisa está vinculada pressão atmosférica na hora de início da formação dos nevoeiros. Observou-se que 62,9% dos nevoeiros se formaram com a pressão atmosférica entre 1011 e 1013 hpa.

5.1. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Com o desenvolvimento desta pesquisa foi possível obter conclusões importantes acerca das ocorrências de nevoeiros no Aeroporto Internacional Eduardo Gomes em Manaus-AM, entretanto é necessário realizar outras pesquisas posteriores de modo a detalhar as informações expostas neste estudo. Portanto, sugere-se pesquisar os seguintes tópicos:

- Distribuição da frequência de nevoeiros em função da temperatura do ar, velocidade e direção do vento na hora de início da formação do fenômeno.
- A influencia da circulação local na formação do fenômeno, principalmente nos meses de julho a setembro.
- Condições sinóticas durante a ocorrência de nevoeiros, de modo a definir os possíveis sistemas meteorológicos de escala sinótica que favoreçam a formação do fenômeno na Amazônia.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. A. F. **Análise de frequência da ocorrência de nevoeiro no Aeroporto Internacional Salgado Filho – Porto Alegre-RS**. 2008. 39f. Monografia (Especialização em Meteorologia Aeronáutica) – ICEA, São José dos Campos -SP, 2008.

BARRETO, E.C.A. Estudo sobre a ocorrência de nevoeiro no aeródromo de Eduardo Gomes em Manaus-AM – Implicações no Tráfego Aéreo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 17., 2012, Gramado. **Anais...** Gramado-RS: SBMET, 2012. p. 172-176.

BRINKMAN, W.L.F.; RIBEIRO, M.N.G. Air temperatures in Central Amazônia. III Vertical temperature distribution on a clearcut area and in a secondary forest near Manaus (cold front conditions July 10th 1969). **Acta Amazônica**, v.2, n.3, p. 25 – 29. 1972.

CABRAL, E. Climatologia dos nevoeiros no aeroporto de Guarulhos (1969-1997). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10, **Anais...** 1998, Brasília, DF: SBMET, 1998. 1 CD-ROM.

CABRAL, E.; ROMÃO, M. Estação dos nevoeiros. **Aero Magazine**, n. 146, p. 32-32. 2006.

COLABONE, R. de; OLIVEIRA, F. A. da S. V.; FERRARI, A. L. Incidência de nevoeiro no aeródromo da academia da Força Aérea-Pirassununga / SP - Análise das ocorrências. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 10, n. 1. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/revistaabclima/article/view/30587/19775>>. Acesso em: 20 dez. 2013.

PERRELA, A. C. F.; SAKURAGI, J. Estudo de nevoeiro em São José dos Campos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília,DF. **Anais...** Brasília, DF: SBMET, 1998. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/13-66286b7f04af9dc89a6ca544803dfe80.pdf>>. Acesso em 05 abr. de 2014.

CORREA, C.S. **Estudo micrometeorológico da camada limite planetária estável**. 1997. 154 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

DAMACENO, M. A. **Análise de frequência da ocorrência de nevoeiro no Aeroporto Internacional Afonso Pena em Curitiba-PR**. 2008. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Meteorologia Aeronáutica) – ICEA, São José dos Campos, 2008.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO (DECEA). **METAR'S e SPECI'S do Aeródromo Internacional de Manaus-AM, no período de 2009 a 2013**. Disponível em: <<http://www.redemet.aer.mil.br>>. Acessado em 04 dez. 2013.

FEDEROVA, N.; LEVIT, V.; FEDOROV, D. Fog and stratus formation on the coast of Brazil. **Atmospheric Research**, v.87, n.3 p. 268-278. 2008.

FERREIRA, R. R. **Estudo sobre ocorrência de nevoeiro no Aeródromo Internacional Governador Jorge Teixeira de Oliveira de Porto Velho-Rondônia**. 2014. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Meteorologia) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

FISH, G. **Camada Limite Amazônica**: aspectos observacionais e de modelagem. 1996. 171 f. Tese (Doutorado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São José dos Campos, 1996.

GOOGLE EARTH. **Figura do aeródromo Eduardo Gomes**.

Disponível: <<http://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 05 jan. 2014.

GODOWITCH, J. M.; CHING, J. K. S.; CLARKE, J. F. Evolution of the nocturnal inversion layer at an urban and no urban location. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, v. 24, n. 8, p. 791-804, ago. 1985.

INSITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Dados mensais de precipitação de Porto Velho-RO, no período de 2009 a 2013**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em: 08 jan. 2014.

LEITE, L. et al. As nuvens e o nevoeiro: concepções de estudantes do Minho e da Galiza. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 14., 2011, Braga. **Educação em Ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania**. Braga: Universidade do Minho, 2011. p. 933-949.

LIMA, J. S. Previsão de ocorrência e duração de nevoeiro em Porto Alegre – método objetivo. In: SEMINÁRIOS DO DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA, São José dos Campos, 1983. (Palestra apresentada no INPE).

MACHADO, A. J. **As circulações locais associadas à formação de nevoeiro na grande São Paulo**. 1993. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Atmosféricas do Instituto Astronômico e Geofísico, São Paulo, 1993.

MASCARENHAS JÚNIOR, T. A.; SARAIVA, J. M. B.; AGUIAR, F. E. O. Comparação entre a normal climatológica de 1961-1990 e o período de 1991-2007 para a precipitação na cidade de Manaus – AM. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 5. p. 165-175, 2009.

NATIONAL OCEANINC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Surface weather observations and reports. **Federal Meteorological Handbook**, v.1, n. 94. 1995. Disponível em: <<http://www.ofcm.gov/fmh-1/pdf/FMH1.pdf>>. Acesso em: 12 jan.2014.

OLIVEIRA, G. A. **Método estatístico no auxílio à previsão de nevoeiro para o aeródromo de Guarulhos**. 2002. 35 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA DIAS, L. Aspectos observacionais da brisa marítima em São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 2. , 1982, Pelotas. **Anais...** Pelotas: SBMET, 1982. p. 129-161.

PIVA, E.; FEDOROVA, N. Um estudo sobre a formação de nevoeiro de radiação em Porto Alegre. **Rev. Bras. Met.**, v.14, n.2, p. 47 – 62, 1999.

ROCHA, E. J. P. **Balanço de umidade e influências de condições de contorno superficiais sobre a precipitação da Amazônia**. 2001. 210 f. Tese (Doutorado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, São Paulo, 2001.

SANTOS, C. B. dos. Características da formação de nevoeiros para Curitiba–Fase II. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBM, 2004. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/22-af22d586844af1b0315452869b29becf.DOC>>. Acesso em: 19 dez. 2013.

SOUZA, A. S. de; NECHET, D. Influência de sistema frontal na Amazônia Oriental: estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13, 2004, Fortaleza-CE. **Anais...** Fortaleza: SBM, 2004. Disponível em: http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:hZrUGQb4SJUJ:scholar.google.com/+Influ%C3%Aancia+de+sistema+frontal+na+Amaz%C3%B4nia+Oriental:+estudo+de+caso&hl=pt-BR&as_sdt=0,5>. Acesso em: 18 dez. 2013.

SMITHSON, P.; ADDISON, K.; ATKINSON, K. **Fundamentals of physical environment**. Londres: Routledge, 2002.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. 2. ed. Brasília, DF: INMET, 2001. 532 p.