

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**

**ANÁLISE CLIMATOLÓGICA-PROBABILÍSTICA DOS CASOS
DE FECHAMENTOS OPERACIONAIS PARA POUSO E DECOLAGEM
NO AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES (MACEIÓ – AL)
NO PERÍODO DE 1959 A 2002.**

**Por
ANTÔNIO FERREIRA AZEVEDO**

Orientador
Prof. Phd. LUIZ CARLOS BALDICERO MOLION

Co-Orientador
Prof. Dr. MANOEL DA ROCHA TOLEDO FILHO

Maceió – AL
Dezembro– 2005

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE METEOROLOGIA
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**

**ANÁLISE CLIMATOLÓGICA-PROBABILÍSTICA DOS CASOS
DE FECHAMENTOS OPERACIONAIS PARA POUSO E DECOLAGEM
NO AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES (MACEIÓ – AL)
NO PERÍODO DE 1959 A 2002.**

ANTÔNIO FERREIRA AZEVEDO

Dissertação submetida ao colegiado do curso de Pós-graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas – UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Meteorologia.

Maceió – AL
Dezembro – 2005

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

<p>A994a Azevedo, Antônio Ferreira Análise climatológica-probabilística dos casos de fechamentos Operacionais para pouso e decolagem no aeroporto Zumbi dos Palmares (Maceió – AL) no período de 1959 a 2002 / Antônio Ferreira Azevedo. – 2005. 193 f.</p> <p>Orientador: Luiz Carlos Baldicero Molion. Coorientador: Manoel da Rocha Toledo Filho. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Alagoas. Programa de Pós-Graduação em Meteorologia. Centro de Ciências Exatas e Naturais. Maceió, 2005.</p> <p>Bibliografia: f. 166-174. Anexos: f. 175-193.</p> <p>1. Climatologia. 2. Meteorologia operacional. 3. Controle de tráfego Aéreo – Maceió (AL). 4. Aeroporto Zumbi dos Palmares (AL). I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 551.58(813.5)</p>

DEDICATÓRIA

Aos meus avós, *Clóvis Ferreira e Maria Nilda Azevedo* (*in memorium*) por terem ajudado na minha educação e ofertado a paciência e o amor;

Ao meu irmão *Francisco Roberto Ferreira Azevedo* (*in memorium*), por ter me ensinado o valor das ciências e ofertado grande amizade,

A minha mãe *Marcília Ferreira Azevedo*, a minha esposa *Francisca Serrão Cavalcante*, a minha *filha Carolina Cavalcante Azevedo*; a meu filho *Sávio Roberto Ferreira Ângelo* e a minha irmã *Ana Cristina Ferreira Azevedo*, pela amizade, amor e carinho a mim dedicados ao longo da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A “DEUS”, pela vida e pelo seu infinito amor;

Ao meu orientador Prof. PhD. Luiz Carlos Baldicero Molion pelo acolhimento, estímulo, paciência e orientação indispensável à realização deste trabalho;

Ao Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho que com sua amizade, paciência, incentivo e valiosas orientações nas horas difíceis na elaboração desse trabalho;

A Prof^a.Dr^a. Natália Fedorova pelos ensinamentos, amizade e orientações e dedicação que a mesma tem a seu trabalho, servindo a todos como exemplo;

A todos os professores do Departamento de Meteorologia da UFAL, pelos ensinamentos transmitidos no decorrer do curso;

Ao Prof. Msc. Maurício Castro que pela amizade fraternal formada, pela valiosa contribuição a esse trabalho com sugestões valiosas para a conclusão deste trabalho;

A todos os meus colegas de turma, pela união e pela amizade formada no decorrer do curso.

INTRANSITIVIDADE

*Todo homem sua,
Todo homem odeia,
Todo homem crê,
Todo homem duvida,
Todo homem anseia,
Todo homem espera,
Todos morrem morte igual,
Todo homem corre,
Todo homem ri,
Todo homem vive,
Todo homem sofre,
e a inevitável certeza dessa
intransitividade transitante
é a leve certeza da morte igual.*

Roberto “ALKHALIL”

*“Tudo o que existe, existe em Deus, e sem deus nada pode existir nem ser
concebido.”*

Espinosa

“A imaginação é mais importante que o conhecimento”

Albert Einstein

LISTA DE TABELAS

	Pag
<i>TABELA 01: Percentual de movimento na TMA (Pousos + Decolagens), no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....</i>	5
TABELA 02: Número de vôos que acionam o APP do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	7
TABELA 03- Histórico resumido da Estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	8
TABELA 04: Valores mínimos de visibilidade e teto em função das categorias das aeronaves em condição de vôo instrumentos (IFR) de precisão para o aeroporto Zumbi dos Palmares.....	12
TABELA 05. . Valores mínimos de visibilidade e teto em função das categorias das aeronaves em condição de vôo instrumentos (IFR) de não-precisão para o aeroporto Zumbi dos Palmares.....	13
TABELA 06. . Categorias do ILS.....	19
TABELA 07. Fenômenos significativos de tempo presente.....	35
<i>TABELA 08.. . Classificação da chuva em função da precipitação.....</i>	36
TABELA 09. Classificação do chuvisco em função da precipitação e a visibilidade .	36
<i>TABELA 10. Estações pluviométricas, sua localização , altitude e período pesquisado.....</i>	47
TABELA 11 .Classes de intervalos de visibilidades.....	48
TABELA 12. . Classes de intervalos de tetos.....	48
TABELA 13. . Movimento médio mensal de aeronaves no aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 2000 a 2005.....	50
TABELA 14. Composição de anos selecionados com ocorrências dos eventos El Niño e La Nina.....	51
TABELA 15. Estação meteorológicas utilizadas na classificação climática, com valores de temperatura média mensal e classificação climática da área em estudo.	55

	Pág
TABELA 16. Frequências do número de fechamento, percentual de fechamento, média mensal e desvio padrão do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	56
TABELA 17. Anos, e seus respectivos meses, de máximas e mínimas precipitações, na Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	57
TABELA 18. . Frequência dos meses de máximas pluviosidade e mínimas pluviosidade no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	58
TABELA 19. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos operacionais(1), frequências médias mensais de fechamentos operacionais(2) e equação para os valores intermediários(3) para as equações (1) e (2), Onde “X” é o número de ordem do mês, para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	59
TABELA 20. Valores de precipitação total mensal, horas de precipitação, temperatura média, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidades do vento, duração média de fechamento e frequência média de fechamento.....	60
TABELA 21. Variáveis meteorológicas e os respectivos coeficientes de correlação com os valores de duração média e frequência média de fechamentos operacionais...	61
TABELA 22. Classificação dos anos de ocorrências de eventos El Niño.....	62
TABELA 23. Classificação dos anos de El Nino com respectivos percentuais.....	64
TABELA 24. Classificação dos anos de La Nina com respectivos percentuais.....	66
TABELA 25. Percentual de ocorrência de anos classificados nas categorias: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, para composição de eventos La Niña no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	66
TABELA 26. . Intervalos dos índices de anomalias de fechamentos operacionais(IAF) e suas respectivas probabilidades para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	67
TABELA 27. Classificação quanto ao fechamento para os anos de El Nino.....	69
TABELA.28. Percentual de ocorrência de fechamento para os anos de El Nino.....	70
TABELA 29. Classificação quanto ao fechamento para os anos de La Nina.....	71
TABELA 30. Percentual de ocorrência de fechamento para os anos de La Nina.....	71
TABELA 31. Índices de correlações médios, indicando a influência negativa (El Nino) e positiva (La Niña) nos fechamentos.....	72

	Pág
TABELA 32. Valores médios de horas de fechamentos, desvios padrões e coeficientes de variações mensais no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	76
TABELA 33. Valores médios mensais de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação para o período chuvoso.....	77
TABELA 34. Valores médios mensais de precipitação, horas de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação para o período seco.....	78
TABELA 35. Participação percentual dos eventos de precipitação média de fechamentos.....	78
TABELA 36. Coeficientes de correlação entre os eventos de duração média de fechamentos e a precipitação média mensal dos períodos: anual, período chuvoso e período seco.....	78
TABELA 37. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos em função da precipitação média mensal para: o ano, período chuvoso e período seco, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio de precipitação.....	79
TABELA 38. Valores médios mensais das horas de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variações, para períodos mais longos de precipitações.....	86
TABELA 39. Valores médios mensais das horas de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variações, para o período mais curto de precipitações.....	87
TABELA 40. Percentual médio dos períodos mais curtos e mais longos de precipitação e horas de fechamentos.....	87
TABELA 41. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos em função das horas de precipitação média mensal para os períodos anual, chuvoso e seco, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio de horas de precipitação.....	88
TABELA 42. Valores médios mensais de intensidades de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação, no período das maiores intensidades de precipitação.....	95
TABELA 43. Valores médios mensais de intensidades de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação, no período das menores intensidades de precipitação.....	95
TABELA 44. Participação percentual média dos períodos de menores intensidades e de maiores intensidades de precipitação e horas médias de fechamentos.....	96

	Pág
TABELA 45. . Coeficientes de correlação entre os eventos de duração média de fechamentos e as intensidades médias de precipitação dos períodos anual, de maiores intensidades e de menores intensidades de precipitação	96
TABELA 46. . Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos em função das intensidades de precipitação média mensal para os períodos anual, chuvoso e seco, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio das intensidades de precipitação.....	97
TABELA 47. Percentuais de fechamentos semanais em relação ao ano, relacionados com os dias do ano, dias totais de ocorrências de fechamentos, dias totais semanais e com valores modais.....	104
TABELA 48. Valores médios anuais de horas mais prováveis, período diurno (nascer ao por do sol), período noturno (por ao nascer do sol), modais e suas respectivas probabilidades de ocorrências de mínimos operacionais.....	113
TABELA 49. Distribuição diária das taxas médias de frequência de fechamento.....	114
TABELA 50. Participação percentual mensal dos tipos de fechamento ocorridos.....	114
TABELA 51. Percentual mensal de direção de ventos nos quadrantes, setor de maior incidência e calmarias encontrados nos eventos de fechamento operacional.....	121
TABELA 52. Classe de velocidades conforme Escala Beaufort e respectivos percentuais nos eventos de fechamento operacional.....	122
TABELA 53. Percentuais médios anuais das classes de velocidades nos fechamentos operacionais.....	125
TABELA 54. Percentuais em classes de visibilidade nos eventos de fechamento operacional.....	126
TABELA 55. Percentuais médios anuais das classes de visibilidade nos eventos de fechamentos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	130
TABELA 56. Percentuais mensais de classes de tetos nos eventos de fechamento operacional.....	130
TABELA 57. Percentuais médios anuais das classes de teto nos eventos de fechamento operacional.....	134
TABELA 58. Classes de pressão atmosférica e seus percentuais nos eventos de fechamento operacional.....	134
TABELA 59. Percentuais médios anuais das classes de pressão nos eventos de fechamento operacional.....	137

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01: Tendência dos acionamentos de vôos em condições IFR e VFR para o aeroporto Zumbi dos Palmares (Maceió-Al), no período de 1981-2003.....	5
FIGURA 02: Tendência de acionamentos de vôos do APP para o Aeroporto Zumbi dos Palmares, no período de 1981-2003.....	6
FIGURA 03 – Planta da Pista e instalações do Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando as cabeceiras 12 /30.	7
FIGURA 04: - Espaço Aéreo sob jurisdição do Brasil, indicando as regiões de informações de vôos (FIR).....	9
FIGURA 05 – Estrutura do Espaço aéreo (ATS).....	10
FIGURA 06: : Aeronave bloqueando um NDB.....	14
FIGURA 07. : VOR.....	15
FIGURA 08. DME (Distance Measuring Equipment). A) Vista horizontal e B) Vista vertical.....	17
FIGURA 09. Rampa de Planeio criado pelo IL.....	18
FIGURA 10. Tipos de climas de alagoas.....	24
FIGURA 11. . Região de Tabuleiros Costeiros de Maceió.....	24
FIGURA 12: Avião voando nas proximidades de uma superfície frontal sobre o oceano: visibilidade reduzida à frente, turbulência indicada pelas formações cumuliformes.....	26
FIGURA 13. . Nevoeiro de superfície.....	28
FIGURA 14. Nevoeiro sobre o solo com má visibilidade perto da superfície, porém boa acima.....	29
FIGURA 15. Tela de radar do GCA. Mostra posição vertical e horizontal do avião, à medida que ele se aproxima da pista.....	30
FIGURA 16. A mensagem METAR.....	37
FIGURA 17: . Modelos de mensagem METAR.....	37
FIGURA 18. Processamento das informações meteorológicas.....	38
FIGURA 19. A mensagem TAF.....	40

	Pág
FIGURA 20. . Modelos de Mensagens TAF.....	41
FIGURA 21. : Localização da área de responsabilidade da estação do DTCEA-MO..	45
FIGURA 22. A área de responsabilidade da estação do aeroporto e localização das localidades usadas para a classificação climatológica: S. Luis do Quitunde, Murici, Rio Largo, Atalaia, Usina Utinga Leão, Satuba, Maceió e Maceió (Saúde) – sentido anti-horário. Fonte: Ministério da Aeronáutica, 2004.....	46
FIGURA23. Frequências de ocorrência e horas de fechamentos operacionais mensais no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	59
FIGURA 24. Diagrama de dispersão, coeficientes de correlação e reta de regressão entre as frequências médias de fechamentos e a duração média, em horas, de fechamentos operacionais.....	61
FIGURA 25. Histórico da precipitação anual no Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando os anos de El Niño e La Niña no período estudado.....	63
FIGURA 26. índice de anomalia da precipitação (IAP) para os anos com eventos El Nino.....	63
FIGURA 27. Índice de precipitação padronizada (IAP) para anos de eventos La Niña.....	65
FIGURA 28: Índice do número de tráfego mensal padronizado no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 2000 a 2005.....	67
FIGURA 29. .Média anual de fechamentos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando os anos de El Niño e La Niña	68
FIGURA 30. . Índice de horas de fechamento padronizado (IAF) para eventos El Niño.....	69
FIGURA 31. Índice de horas de fechamento padronizado (IAF) para eventos La Niña.....	70
FIGURA32. Curvas históricas de horas de fechamentos operacionais, médias mensais de horas de fechamentos operacionais e tendência de horas de fechamentos operacionais para o Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	74
FIGURA 33. Valores médios mensais de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação para o período chuvoso.....	77
FIGURA 34. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período anual, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	79

	Pág
FIGURA 35. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período chuvoso, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	80
FIGURA 36. . Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período seco, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	80
FIGURA 37. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais e reta de tendência no período de 1959 a 2002.....	81
FIGURA 38. Desvios de precipitações e horas de fechamentos para cada mês, com respectivos coeficientes de correlações no período de 1959 a 2002.....	81
FIGURA 39. Média mensal de horas de precipitação, desvios padrões e coeficientes de variação da precipitação.....	86
FIGURA 40 . Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitações médias mensais para o período anual, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	88
FIGURA 41. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitações médias mensais para o período mais longo de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	89
FIGURA 42. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitações médias mensais para o período menos longo de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	89
FIGURA 43. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais e equação de tendência no período de 1959 a 2002.....	90
FIGURA 44. Desvios de horas de precipitações e horas de fechamentos para cada mês com seus respectivos coeficientes de correlação no período de 1959 a 2002.....	90
FIGURA 45. Média mensal de intensidade de precipitação, com respectivos desvios padrões e coeficientes de variação.....	94
FIGURA 46. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias de precipitações médias mensais para o período anual, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	97
FIGURA 47. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias de precipitações médias mensais para o período de maiores intensidades de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	98

	Pág
FIGURA 48. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias de precipitações médias mensais para o período de menores intensidades de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.....	98
FIGURA 49. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais e equação de tendência no período de 1959 a 2002.....	99
FIGURA 50. . Desvios de intensidades de precipitações e horas de fechamentos para cada mês com seus respectivos coeficientes de correlação no período de 1959 a 2002.....	99
FIGURA 51. Histogramas e freqüências acumuladas dos dias nos fechamentos operacionais, indicando as medianas e as modas desses eventos, para cada mês do ano.....	105
FIGURA 52. Polígono (A) e histograma (B) de distribuição anual de freqüências para os dias de fechamento operacional.....	108
FIGURA 53. Freqüência anual acumulada das freqüências dos dias de fechamentos operacionais evidenciando os valores modais e medianos no mês de junho.....	109
FIGURA 54. Histograma e freqüências acumuladas das horas de fechamento operacional, indicando as medianas e as modas para cada mês do ano.....	110
FIGURA 55. Polígono de freqüência anual das horas de fechamento.....	113
FIGURA 56. Participação percentual média anual dos tipos de fechamento no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	115
FIGURA 57. Participação percentual média anual dos tipos de fenômenos nos fechamentos operacionais.....	116
FIGURA 58. Percentual mensal das direções do vento, em octantes, nos eventos de fechamento operacional.....	117
FIGURA 59. Percentual anual das direções dos ventos em octantes, nos eventos de fechamento operacional.....	122
FIGURA 60. Histogramas mensais de freqüências e freqüências acumuladas de velocidade do vento nos eventos de fechamento operacional.....	123
FIGURA 61. Freqüência relativa e freqüência acumulada anual das classes de velocidade nos eventos de fechamento operacional.....	125
FIGURA 62. Histogramas mensais e freqüências acumuladas das classes de visibilidades nos eventos de fechamentos.....	126

	Pág
FIGURA 63. Histogramas de frequências e frequências acumulada anuais de visibilidades nos eventos de fechamento operacional.....	129
FIGURA 64. Percentuais mensais de visibilidade nos eventos de fechamento operacional.....	129
FIGURA 65. . Histogramas de frequências e frequências acumuladas mensais das alturas da base das nuvens e associações de nuvens baixas.....	131
FIGURA 66. Variabilidade mensal das classes de alturas da base das nuvens durante o ano.....	133
FIGURA 67. Histogramas de frequências e frequências acumuladas das pressões mensais nos eventos de fechamento operacional.....	135
FIGURA 68. Histogramas de frequências e frequências acumuladas das pressões anuais nos eventos de fechamento operacional.....	137
FIGURA 69. Percentual mensal das nuvens e associações de nuvens baixa nos eventos de fechamento operacional.....	138
FIGURA 70. Percentual anual dos tipos de nuvens e associações nos eventos de fechamento operacional.....	140

LISTA DE QUADROS

	Pág
QUADRO 01. Valores mínimos para pousos e decolagens em condições de vôos visual e visual especial para qualquer aeródromo.....	10
QUADRO 02. Valores mínimos de teto e visibilidade para as operações de pouso e decolagem, em operação Instrumento (IFR) de precisão para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	11
QUADRO 03. Valores mínimos de teto e visibilidade para as operações de pouso e decolagem, em operação instrumento (IFR) de não- precisão para Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	12
QUADRO 04. Índices de animálias de tráfego e sua classificação entre 2000 e 2005 para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	66
QUADRO 05. Índices de fechamento padronizados para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	67
QUADRO 06. Distribuição mensal das classes de horas de fechamento (horas).....	72
QUADRO 07. Meses do ano, equação normalizada da tendência de horas de fechamento, meses e anos onde os fechamentos tendem à normalização no período de 1959 a 2002. “H” é o número de horas de fechamento operacional e “a” o número de ordem do ano.....	73
QUADRO 08. Meses, dias prováveis, probabilidades de ocorrência e dias modais das probabilidades de ocorrência dos valores abaixo dos mínimos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares	104
QUADRO 09. Meses, horas mais prováveis, período diurno (nascer ao pôr do sol), período noturno (por ao nascer do sol), horas modais e suas respectivas probabilidades de ocorrência de valores abaixo dos mínimos operacionais.....	110
QUADRO 10. Participação percentual mensal dos tipos de fenômenos”tempo presente” nos fechamentos operacionais.....	116

LISTA DE ANEXOS

	Pág
ANEXO 01. Definições e abreviaturas no serviço de tráfego aéreo e de meteorologia operacional Aeronáutica.....	156
ANEXO 02. Estatística do DAC (década de 90).....	163
ANEXO 03. Escala Beaufort.....	165
ANEXO 04. Nuvens baixas.....	166
ANEXO 05. Formulários da estação de superfície do DPV-MO.....	169
ANEXO 06. Cartas de visibilidades para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	172
ANEXO 07. Tabela de nascer e por do sol para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	174
ANEXO 08. Índices de anomalias de fechamentos operacionais(IAF) médio anual e classificação anual para a composição de anos com ocorrências de eventos El Nino e La Nina no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	175
ANEXO 09. Índices de anomalias da precipitação(IAP) médio anual e classificação anual média para a composição de anos com ocorrência de eventos El Nino e La Nina no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	176
ANEXO 10. Baricentros dos histogramas dos dias e das horas.....	177

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AC	- Altocumulus
ACC	- Centro de controle de área
ACFT	- Aeronave
AD	- Aeródromo
AFTN	- Rede de Telecomunicações fixas Aeronáuticas
AIREP	- Aeronotificação
AIP	- Publicações de Informações Aeronáuticas
AIS	- Serviço de informação aeronáutica
ALS	- Sistema de luzes de aproximação
ALT	- Altitude
ALTN	- Alternativa
ANV	- Aeronave
AP	- Aeroporto
APP	- Centro de controle de aproximação ou controle de aproximação ou serviço de controle de aproximação
AS	- Altostratus
ATC	- Controle de tráfego aéreo (em geral)
ATS	- Serviços de tráfego aéreo
ATZ	- Zona de tráfego de aeródromo
AVASIS	- Sistema visual abreviado da rampa de aproximação
BR	- Névoa úmida
CAVOK	- Visibilidade de 10km ou mais, nenhuma nuvem abaixo de 1500m ou abaixo do setor mais alto, qualquer que seja o maior, nenhum CB e nenhum fenômeno de tempo significativo para a aviação
CB	- Cumulonimbus
CC	- Cirrocumulus
CHV	- Chuva
CI	- Cirrus
CMA	- Centro meteorológico de aeródromo (podendo ser de classe 1, 2 ou 3)
CMM	- Centro meteorológico militar

COTRA	- Trilha de condensação
CS	- Cirrostratus
CTA	- Área de controle
CTR	- Zona de controle
CU	- Cumulus
DA	- Altitude de Decisão
DAC	- Departamento de aviação civil
DECEA	- Departamento de controle do espaço aéreo
DEPV	- Diretoria de Eletrônica e Proteção ao Vôo
DIR	- Direção
DME	- Equipamento radiotelemétrico
DS	- Tempestade de areia
DST	- Distância
DU	- Poeira
DZ	- Chuvisco
E	- Leste ou longitude leste
EM	- Estação meteorológica
EMA	- Estação meteorológica de altitude
EMS	- Estação meteorológica de superfície
ENC	- Encoberto
ENE	- Lês-nordeste
ERC	- Cartas de Rotas
FL	-Nível de vôo
FU	- Fumaça
FIR	-Região de informação de vôo.
FZ	- Congelante
GLD	- Gelo
GR	- Granizo
GS	- Granizo pequeno
H	- Regular
HPA	- Hectopascal
HZ	- Névoa seca
IAC	- Carta de aproximação por instrumentos
IEPV	- Impresso especial de proteção no vôo

IFR	- Regras de voo por instrumento
IMA	- Instrução do Ministério da Aeronáutica
L	- Local
MAP	- Mapa
MCA	- Manual do comando da aeronáutica
MMA	- Manual do Ministério da Aeronáutica
MET	- Meteorologia ou meteorológico
METAR	- Informe meteorológico aeronáutico regular
MDA	- Altitude Mínima de Descida
N	- Norte ou latitude norte
NDB	-Now Directional beacon
NE	- Nordeste
NEB	- Nordeste Brasileiro
NIL	- Nenhum fenômeno significativo
NM	- Norte magnético
NS	- Nimbostratus
NVE	- Neve
NVO	- Nevoeiro
NW	- Noroeste
OBC	- Obscurecido
PAR	- Radar para aproximação de precisão
PNC	- Pancada
PRP	- Precipitação
PST	- Pista
QFE	- Pressão atmosférica ao nível de elevação do aeródromo
QNE	- Pressão padrão ao nível do mar (1013,2 hPa)
REC	- Recente
RJD	- Rajada(s)
RPG	- Relâmpago
RVR	- Alcance visual da pista
S	- Sul
SALS	- Sistema de iluminação para aproximação (simples)
SC	- Stratocumulus
SCT	- Nuvens esparsas (3 ou 4 oitavos)

SE	- Sudeste
SH	- Pancadas
SIGWX	- Tempo significativo
SKC	- Céu claro
SPECI	- Informe meteorológico aeronáutico especial selecionado
ST	- Stratus
TCU	- Cumulus congestus (Towering cumulus)
TFC	- Tráfego
TMA	- Área de controle terminal
TPS	- Tempo passado
TRV	- Trovoada
TS	- Trovoada (Tabela 4578 do MCA 105-10)
UHF	- Freqüência ultra-alta
UTC	- Tempo universal coordenado
VA	- Cinzas vulcânicas (volcanic Ash)
VAC	- Carta de aproximação visual
VC	- Na vizinhança
VEL	- velocidade
VFR	- Regras de vôo visual
VHF	- Freqüência muito alta
VIS	- Visibilidade
VMC	- Condições meteorológicas de vôo visual
VND	- Variando
VNT	- Vento
VOLMET	- Informação meteorológica para aeronave em vôo
VRB	- Variável
W	- Oeste
WNW	- Oeste-noroeste
WS	- Cortante de vento (wind shear)
WSW	- Oeste-sudoeste

RESUMO

ANÁLISE CLIMATOLÓGICA-PROBABILÍSTICA DOS CASOS DE FECHAMENTOS OPERACIONAIS PARA POUSO E DECOLAGEM NO AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES (MACEIÓ – AL) NO PERÍODO DE 1959 A 2002.

Antônio Ferreira Azevedo, Orientador Prof. Phd. Luiz Carlos Baldicero Molion. Dissertação de Mestrado. Departamento de Meteorologia. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas, Brasil. (177p) – Dezembro, 2005.

Este trabalho tem como objetivo a análise temporal e espacial dos vários períodos em que o Aeroporto de Maceió (Zumbi dos Palmares) permaneceu funcionando abaixo dos mínimos meteorológicos operacionais e confeccionar um calendário anual mostrando tais períodos e valores. As análises foram feitas a partir dos dados confeccionados, diariamente e registrados em formulário, pela estação do DPV-MO (Destacamento de Proteção ao Vôo de Maceió), durante o período de 1959 à 2002. O processo de demonstração aqui usado foi o dedutivo que consiste do conceito geral para demonstrar o particular. Primeiramente, examinou-se a climatologia do NEB, de Alagoas, da região de tabuleiros e, finalmente se, estudou a climatologia do terminal de pouso e decolagens. Por fim, conhecidos todos os valores de: dias, horas, fenômenos, ventos (direção e velocidade), altura de nuvens, pressão, gêneros de nuvens e horas de fechamentos mensais e anuais para a área das atividades de pouso e decolagens. As teorias aqui usadas foram baseadas nas teorias de Tráfego Aéreo e Meteorologia Operacional, devido à quase inexistência de trabalhos nessa área.

Palavras-Chaves: Meteorologia Operacional, Tráfego aéreo, Aeroporto Zumbi dos Palmares.

ABSTRACT

PROBABILISTIC CLIMATOLOGICAL ANALISYS OF THE OPERACIONAL CLOSING CASES TO LAND AND TAKE-OFF IN THE ZUMBI DOS PALMARES AEROPORT (MACEIÓ-AL) IN THE 1959-2002 PERIOD

AZEVEDO, Antônio Ferreira. Adviser: Prof. Phd. Luiz Carlos Baldicero Molion. Dissertation (Master in Meteorology). Meteorological Departament. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, Alagoas, Brasil. (177p). 2005.

This work have principal objective temporal analysis and spatial period various in the Maceio airport (Zumbi dos Palmares) have been functioning below of the meteorological minimums operation and to make a annual calendar to showing the periods and measures. The analyses were made using to prepare data, daylily and registered in forms, at station of DVP-MO (Detachment of protection to flight of Maceio) come from 1959 to 2002. The demonstration process used is the deductive that consist of concept generality to demonstrate the particulars. Firstly, look into the climatic weather from NEB, of the Alagoas, of the area of the tray and at length to study the region of the land and take off. At last, known all values of the: days, hours, phenomenon, winds (direction and velocity), height of clouds, pressure, kinds of clouds and hours of months closed and annual for area of the land the hand and take off. The theories showed here are based in the theories of aerial traffic and operation meteorology's because inexistent works on that area study.

Key Word: Operational meteorological, aerial traffic, Zumbi dos Palmares Airport

SUMÁRIO

	<i>Pág</i>
<i>LISTA DE TABELAS</i>	viii
<i>LISTA DE FIGURAS</i>	xii
<i>LISTA DE QUADROS</i>	xvii
<i>LISTA DE ANEXOS</i>	xviii
<i>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS</i>	xix
RESUMO	xxiv
ABSTRACT	xxv
1. INTRODUÇÃO	1
2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS	3
2.1. Histórico do surgimento do Aeroporto de Maceió.....	3
2.2. Movimento do tráfego na TMA Espaço Inferior no Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	4
2.3. Procedimentos de Decolagem (Subida) e Aproximação (Pouso)	6
2.4. Histórico da Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares	8
2.5. Espaço aéreo sob jurisdição do Brasil e Estrutura do Espaço aéreo.....	9
2.6.Limitações para operações de vôo visual (VFR) e vôo instrumento (IFR) com respeito aos requisitos de condições meteorológicas.....	10
2.6.1. Condições para realização de pouso e decolagem em condições visuais (VFR).....	10
2.6.2. Condições para realização de pouso e decolagem em condições instrumentos (IFR).....	11
2.7. Auxílios à navegação aérea	13
2.7.1. NDB (Now Directional Beacon)	13
2.7.2. VOR (VHF OMMI – Directional Range)	14
2.7.3. DME (Distance Measuring Equipment)	16
2.7.4. ILS (Instrument Landing System)	17
2.10.5. Radares (Radio Detection and Range)	19

	Pág
2.8. Climatologia de Alagoas	21
2.10. A aviação e o tempo	25
2.11. Nevoeiro, visibilidade, base das nuvens.....	27
2.12. Mensagens que contêm informações meteorológicas.....	30
2.12.1. Mensagens Operacionais para as áreas de pouso e decolagens que se utilizam de valores críticos de visibilidade e teto	32
2.12.1.1. O METAR	33
2.12.1.2. O TAF	38
2.13.Principais fenômenos meteorológicos que interferem no pouso e decolagem.....	41
3. MATERIAIS E MÉTODOS	45
3.1. Descrição Da Área Em Estudo	45
3.1.1.Localização da Estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares	45
3.1.2. Localização da Área de responsabilidade da estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares	45
3.2. Dados Coletados.....	46
3.3.Metodologia.....	47
3.3.1. Aspectos metodológicos para caracterização climática do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	47
3.3.2. Aspectos metodológicos para caracterização climática da Área de responsabilidade da Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	47
3.3.3. Aspectos Metodológicos da pesquisa diária e horária para os casos de fechamentos operacionais para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	48
3.4. Aspectos Metodológicos para caracterização dos aspectos de horas de fechamentos operacionais mensais em relação a normal.....	49
3.5.Aspectos metodológicos para caracterização dos eventos El Niño e La Niña na região do Aeroporto Zumbi dos Palmares.....	50
3.6. Principais fórmulas utilizadas.....	52
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	55
4.1. Classificação climática da Área em estudo.....	55
4.2. Frequência de fechamentos operacionais e sua relação com os períodos mais e menos chuvosos.....	55

	Pág
4.3. Correlações existentes as variáveis meteorológicas e os valores médios de fechamentos operacionais.....	59
4.4. Influência dos eventos ENOS nos fechamentos operacionais.....	62
4.5. Análise estatística dos fechamentos operacionais no período de 1959 a 2002.....	72
4.6. Distribuição climatológica mensal de precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais para pousos e decolagens no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	76
4.7. Distribuição climatológica mensal de horas de precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	85
4.8. Distribuição climatológica mensal da intensidade de precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais, no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.....	94
4.9. Dias mais prováveis de ocorrência dos mínimos operacionais para pousos e decolagens.....	103
4.10. Horas do dia mais prováveis de operações abaixo dos mínimos operacionais....	109
4.11. Tipos mais prováveis de fechamento operacional.....	114
4.12. Fenômenos mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.....	115
4.13. Ventos mais prováveis nos eventos de fechamentos operacionais.....	117
4.13.1. Direção.....	117
4.14. Velocidades.....	122
4.15. Visibilidades mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.....	126
4.16. Tetos mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.....	130
4.17. Pressões mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.....	134
4.18. Nuvens mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.....	138
5. CONCLUSÕES	141
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	145
ANEXOS	155

1. INTRODUÇÃO

O clima interfere nas atividades humanas e no meio ambiente em todas as escalas local, regional e mundial. Uma das atividades que está intimamente ligada às variações meteorológicas é o transporte aéreo. Dentre essas atividades, o pouso e a decolagem de aeronaves constituem procedimentos delicados e que envolvem risco na realização dos mesmos.

Os processos sinóticos de previsão são muito eficientes na previsão para uma área considerável, não sendo muito eficientes para áreas menores como terminais para pouso e decolagens em aeroportos.

A redução de visibilidade e o abaixamento do teto, baseado na altura da base das nuvens, são os principais motivos dos acidentes com aeronaves nos aeroportos. Segundo o DAC (Departamento de Aviação Civil), mais de cinquenta por cento dos acidentes aeronáuticos, que tem como fator principal o meteorológico, ocorrem durante o pouso e/ou a decolagem.

Um dos elementos importantes no entendimento desses eventos de fechamentos, para o Aeroporto de Maceió é a curva de precipitação, pois a mesma possui uma correlação muito grande com a curva de fechamentos operacionais no Aeroporto.

Analisaram-se dados da estação do DTCEA-MO, localizada no Aeroporto Zumbi dos Palmares (latitude 09°02'S, longitude 35°47'W e altitude 117,0m), no período que vai de 1950 a 2002, porém somente foram utilizados os dados de 1959 a 2002 a existência de grandes falhas nos dados do período inicial.

Também foram utilizados dados da SUDENE para as localidades de Atalaia (latitude 09°29'S, longitude 35°55'W e altitude 54m); Rio Largo (latitude 09°29'S, longitude 35°50'W e altitude 62m), Maceió (latitude 09°39'S, longitude 35°43'W e altitude 30m); Usina Utinga Leão (latitude 09°32'S, longitude 35°49'W e altitude 105m), São Luiz do Quitunde (latitude 09°20'S, longitude 35°33'W e altitude 4m), Satuba (latitude 09°35'S, longitude 35°49'W e altitude 10m), Maceió (Saúde) (latitude 09°32'S, longitude 35°38'W e altitude 10m) e Murici (latitude 09°19'S, longitude 35°55'W e altitude 82m) com a finalidade de confirmar, numericamente, se o regime climático da área estudada poderia ser considerado homogêneo.

Por meio da exibição de valores e a periodicidade dos fenômenos, procurou-se determinar períodos críticos, utilizando-se da estatística cencitária e frequêncista bem

como das teorias relacionadas às medidas de tendências centrais, de dispersões, de ajustamento e de correlações.

O objetivo deste trabalho é estudar e mostrar, através de uma análise climatológica-probabilística, os períodos críticos, ou seja, os dias e horas em que o Aeroporto Zumbi dos Palmares (Maceió) esteve operando abaixo dos valores mínimos operacionais para pousos e decolagens determinados pela variação dos valores de visibilidades, tetos, pressões, vento, nuvens e fenômenos operacionais durante o período que vai de 1959 a 2002.

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Histórico do surgimento do Aeroporto de Maceió

A história do Aeroporto em Alagoas começou por volta da 1ª década do século XX. O primeiro avião a sobrevoar o espaço aéreo alagoano foi o “BLERIOT”, pilotado pelo aviador francês “LUCIEN DENEAU”, chegando a Maceió a bordo do “ITAPUHY”, em 20 de junho de 1913. O piloto, após testar o motor, fez evoluções na praia de Jaraguá, atrás do local onde hoje se acha edificado Administração do Porto de Maceió, na tarde de 22 de junho.

A lagoa do norte de Maceió, foi o primeiro aeródromo lacustre da cidade. Aí pousaram os hidroaviões da Pan American Airways, da PANAIR DO BRASIL S.A. e do Sindicato Condor Ltda. No início da exploração da linha litoral, era um dos melhores planos d’água de nosso litoral, por sua extensão, condições naturais e meteorológicas.

Também, nessa lagoa, pousaram os hidroaviões que atravessaram o Atlântico, vindos da Europa, como o JAÚ, pilotado pelo brasileiro Ribeiro de Barros, o grande DOX alemão e o francês LIENTERRANTE DE VAISSEAU.

Em 1928, o tráfego aéreo, em Maceió ainda era restrito ao serviço postal nacional e internacional, com aeronaves da Empresa AIR FRANCE. Somente em 1930 foi inaugurado o transporte de passageiros, inicialmente feito em dias alternados, com pernoite, no sentido sul-norte para Salvador (BA) por hidroaviões das companhias PANAIR DO BRASIL, e o Sindicato CONDOR, essa última antecessora da CRUZEIRO DO BRASIL os quais pousavam na Lagoa Mundaú.

Depois, para atender às necessidades do avião DC3, então empregado pelas empresas nacionais, foi construído o primeiro aeródromo terrestre de Maceió na gestão de Pedro da Costa Rêgo.

O Decreto Estadual 1.209, de 30 de junho de 1927, concedeu uma área de cem hectares de terras devolutas, no Tabuleiro do Pinto à Societé Franco Sud Americaine de Travang Publics, para a construção de um campo de pouso para aeronaves, com a inauguração prevista para janeiro de 1929. Antes mesmo da conclusão de seu campo de pouso, a Compagnie Générale Aeropostale, sucessora da Latéssère, começou o serviço de Aeropostal Nacional e Internacional, esse último com o Uruguai e Argentina. A inauguração da AEROPOSTALE ocorreu na tarde do domingo de 14 de outubro desse

mesmo ano de 1928, com o nome de Aeroporto COSTA RÊGO, tendo capacidade para 6 aeronaves, estação de rádio, oficina mecânica, além de outras dependências.

No decorrer da Segunda Guerra Mundial, o Brasil, integrante das Forças Aliadas, cedeu diversas áreas às Forças Armadas dos Estados Unidos, para construção de bases e demais instalações militares, destinadas ao apoio de suas ações na guerra. Em setembro de 1943, o corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos, sediado em Recife, solicitou ao Governo Brasileiro a cessão de área em Maceió (Al), destinada à construção de uma base.

Atendendo a essa solicitação, foi selecionado um local, situado no Tabuleiro do Pinto, no Município de Rio Largo, distante 20Km do centro de Maceió, o qual foi desapropriado pelo Decreto n.º 15.968, de 03 de julho de 1944, do governo do Estado de Alagoas. Nesse local, foram construídas as instalações militares, adequadas ao bom desempenho da missão pela organização militar para lá deslocada. As instalações incluíam uma pista de pouso, com pavimentação asfáltica, de 1.346m x 46m, e um pátio de manobras de aeronaves.

Após o término da guerra, as instalações foram entregues ao Ministério da Aeronáutica, que instalou um destacamento na base.

O Aeroporto da Cidade de Maceió tem a denominação de Aeroporto Campo dos Palmares em homenagem ao fato histórico ocorrido próximo à região, quando os escravos se revoltaram e fugiram para a Serra da Barriga, em União dos Palmares, e fundaram o Quilombo dos Palmares liderados pelo escravo Zumbi.

Com o desenvolvimento do transporte aéreo, ocorridos no Brasil após a guerra, foram construídos o terminal de passageiros, pistas de táxi e pátio de estacionamento de aeronaves, recebendo o Aeroporto a denominação de Campo dos Palmares em substituição ao aeródromo COSTA RÊGO, que fora governador de Alagoas e que tudo fez para o estabelecimento de tal serviço no Estado (PDIR-INFRAERO, 1986).

2.2. Movimento do tráfego na terminal (TMA) espaço aéreo inferior no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

A Tabela 1 e a Figura 1 mostram os percentuais de movimentos de aeronaves em condições de vôos visuais e instrumentos na terminal do Aeroporto Zumbi dos Palmares de

1981 a 2003, bem como as tendências. Nelas, IFR significa vôo em condições instrumentais e VFR significa vôo em condições visuais.

TABELA 01: Percentual de movimento na TMA (Pousos + Decolagens) no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

ANO	CONDIÇÕES		ANO	CONDIÇÕES	
	IFR (%)	VFR (%)		IFR (%)	VFR (%)
1981	82,60	17,40	1993	80,69	19,31
1982	69,20	30,80	1994	80,86	19,14
1983	80,00	20,00	1995	81,03	18,97
1984	82,00	18,00	1996	82,84	17,16
1985	80,30	19,70	1997	77,40	22,60
1986	79,53	20,47	1998	77,53	22,47
1987	79,69	20,31	1999	81,29	18,71
1988	79,86	20,14	2000	84,66	15,34
1989	80,03	19,97	2001	85,55	14,45
1990	80,19	19,81	2002	82,71	17,29
1991	80,36	19,34	2003	80,76	19,24
1992	80,53	19,47			

FONTE: DAC

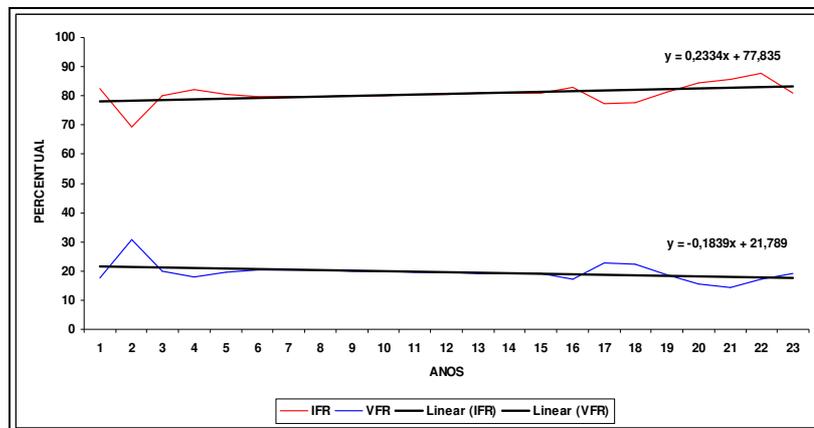


FIGURA 01: Tendência dos acionamentos de vôos em condições IFR e VFR para o Aeroporto Zumbi dos Palmares (Maceió-AI), no período de 1981-2003.

A Tabela 2 e Figura 2 mostram o histórico do número de vôos bem como a tendência do crescimento do número de vôos desde 1981 a 2003, ocorridos no Aeroporto Zumbi dos Palmares. Na Figura 2, APP significa Centro de Controle de Aproximação ou Serviço de Controle de Aproximação. Estima-se que se tenha uma quantidade de vôos em torno de 35000 vôos por ano em 2010.

TABELA 02: Número de vôos que acionam o APP, do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

ANO	NÚMERO DE VÔOS	ANO	NÚMERO DE VÔOS
1981	5.672	1993	18.918
1982	7.509	1994	19.785
1983	8.611	1995	20.652
1984	8.811	1996	17.888
1985	9.195	1997	21.314
1986	12.849	1998	23.003
1987	13.716	1999	25.725
1988	14.583	2000	29.847
1989	15.450	2001	29.108
1990	16.317	2002	26.754
1991	17.184	2003	21.235
1992	18.051		

FONTE: DAC

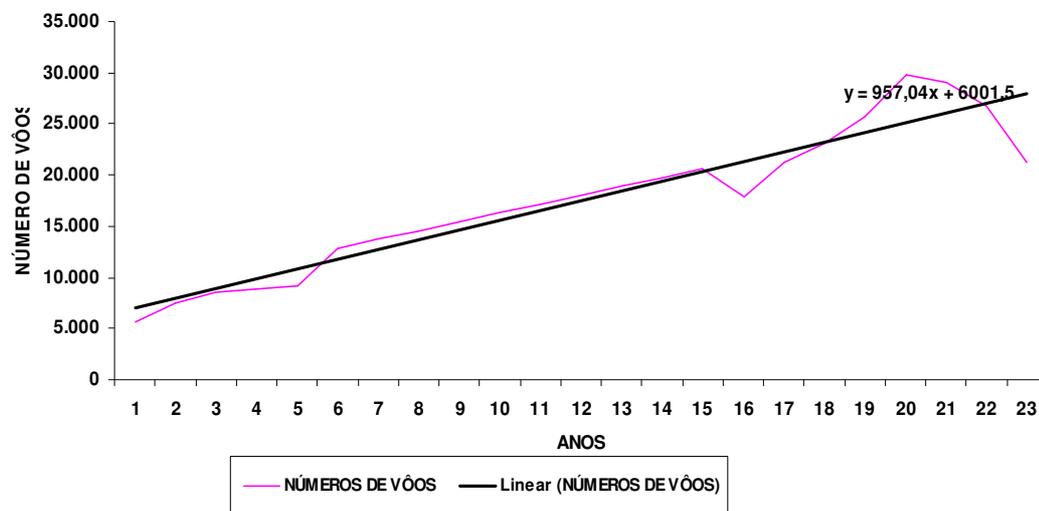


FIGURA 02: Tendência de acionamentos de vôos do APP para o Aeroporto Zumbi dos Palmares, no período de 1981-2003.

2.3. Procedimentos de decolagem/ subida e aproximação/ pouso

As decolagens e os pousos da aviação doméstica regular são realizados de forma que 91% dos movimentos ocorrem na cabeceira 12 e 9 % na cabeceira 30. (Figura 3). Cabe

aqui citar que tal percentual está ligado à direção predominante dos ventos, pois os pilotos procuram pousar ou decolar na direção oposta ao vento de superfície para dar mais sustentação a Aeronave.

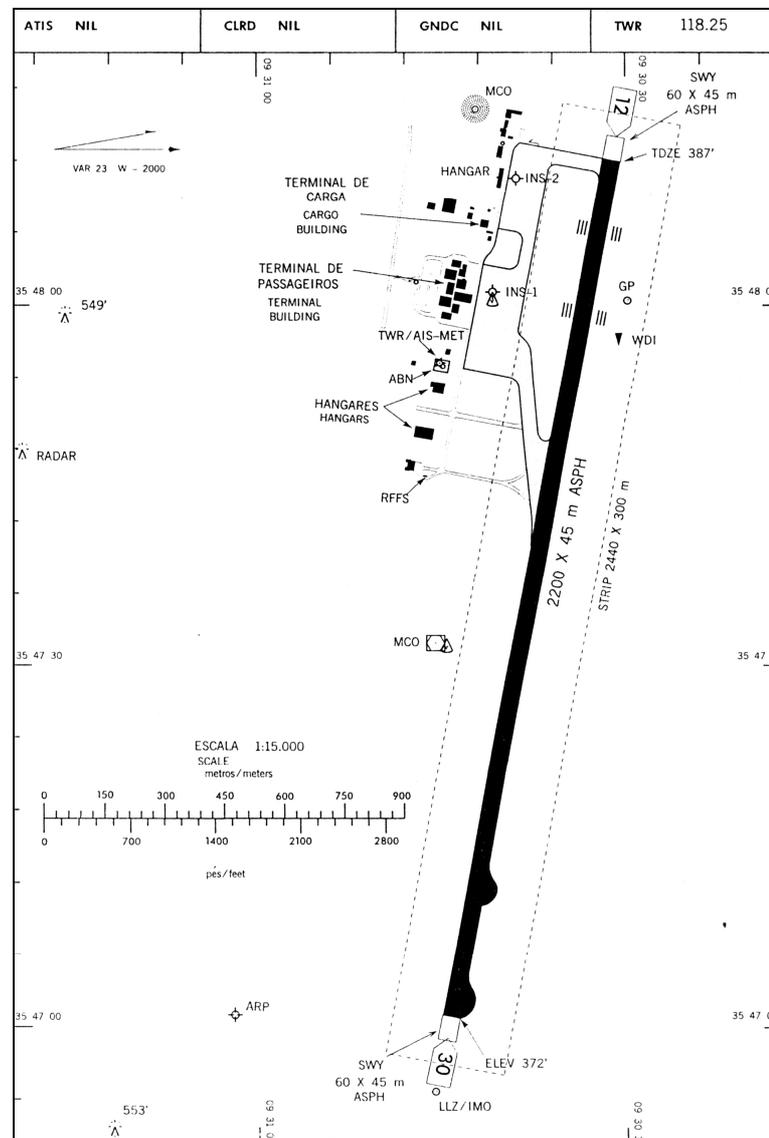


FIGURA 03 – Planta da Pista e instalações do Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando as cabeceiras 12 /30. FONTE: Rotaer (Ministério da Aeronáutica),2002.

2.4.. Histórico da estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares

A história da estação de meteorológica do Aeroporto de Maceió (Zumbi dos Palmares) começou em 1950, com o início do funcionamento em 1º de janeiro de 1950, oito anos após a instalação do Comando da Força Aérea Brasileira em Maceió, que se deu em 1942. O histórico resumido se encontra na Tabela 3.

O período de funcionamento da estação era de 24 horas entre 1950 a 1955, ou seja, 01:00h – 24:00h, registrando dados de temperatura do ar, ponto de orvalho e ajuste do altímetro. Em 1953, a estação só registrou dados até 30 de abril.

No ano de 1954, a estação não funcionou, não se sabendo o porquê. Supõe-se que seja decorrente da situação política da época, o último ano do Governo Vargas. Em 1955, há deficiência de registros. Faltam os meses de janeiro, fevereiro e março. De 1956 até 1958, a estação passou a funcionar do nascer ao pôr do sol, ou seja, das 0500h até às 1900h, com registros somente a partir de 21 de abril no ano de 1956. No ano de 1959 até os dias atuais, a estação passou a registrar todos os dados meteorológicos, ou seja, direção do vento, velocidade do vento, visibilidade, nebulosidade, tempo presente, pressão da estação, ajuste do altímetro, temperatura do ar, temperatura do ponto de orvalho, umidade, total e duração de precipitação. Somente os dados de 1959 até 2002 é que foram utilizados nesta pesquisa.

TABELA 03- Histórico resumido da Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

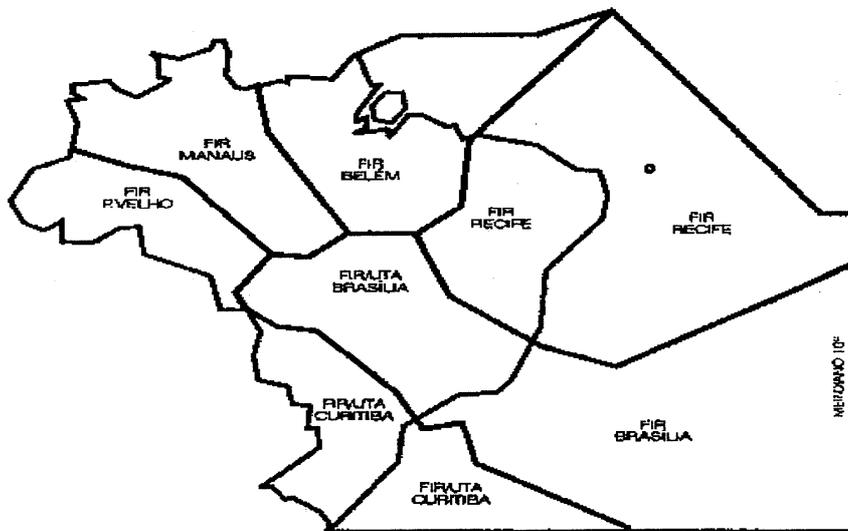
ANO	HORÁRIO DE FUNCIONAMENTO	OBSERVAÇÕES
1950	01:00 – 24:00	Início de funcionamento da estação em 1º de janeiro/ Registro de Temperatura, ponto de Orvalho e ajuste de altímetro
1951	01:00 – 24:00	Início de funcionamento da estação em 1º de janeiro/ Registro de Temperatura, ponto de Orvalho e ajuste de altímetro
1952	01:00 – 24:00	Início de funcionamento da estação em 1º de janeiro/ Registro de Temperatura, ponto de Orvalho e ajuste de altímetro
1953	01:00 – 24:00	Dados registrados até 30 de abril
1954	NÃO FUNCIONOU	Sem registros do ano de 1954
1955	01:00 – 24:00	Faltam os registros dos meses de Jan/ Fev/ Mar
1956	05:00 – 19:00	Registros a partir de 21 de abril
1957	05:00 – 19:00	Operando sem restrição
1958	05:00 – 19:00	Operando sem restrição
1959-2002	01:00 – 24:00	Operando sem restrição

FONTE: CINDACTA III

2.5. Espaço aéreo sob jurisdição do Brasil e estrutura do espaço aéreo

Os serviços de tráfego aéreo são prestados em todo o espaço aéreo que se superpõe ao território nacional, incluindo águas territoriais e jurisdicionais, bem como o espaço aéreo que se superpõe ao alto mar, o qual tiver sido objeto de acordos internacionais. O Brasil tem acordo internacional firmado, pelo qual se compromete a prestar os serviços de informação de vôo e alerta, no espaço aéreo que se superpõe à área do Atlântico Sul, compreendida entre seu território, o meridiano 010°W e o paralelo 34°S e os pontos de coordenadas 06° 22' S/ 010° W, 06° 22' S/ 016°W, 07°40' N/ 035° W, 05° N/ 040° W, 05° N/ 048° W e 04°30' N/ 051° W.

O espaço aéreo sob jurisdição do Brasil, divide-se em espaço aéreo superior e inferior, e é constituído de seis regiões de informação de vôo (FIR – Manaus, FIR – Belém, FIR – Recife, FIR – Brasília, FIR – Curitiba e FIR – Porto Velho), dispostos de modo que as FIR adjacentes sejam contíguas (Figura 04, MMA 100-31,1994).



Espaço aéreo sob jurisdição do Brasil

FIGURA 04- Espaço Aéreo sob jurisdição do Brasil, indicando as regiões de informações de vôos (FIR).

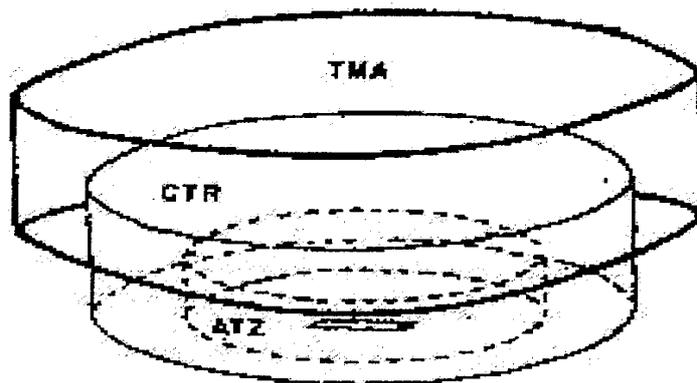


FIGURA 05 – Estrutura do Espaço aéreo (ATS)

2.6. Limitações para operações de voo visual (VFR) e voo instrumento (IFR) com respeito aos requisitos de condições meteorológicas.

2.6.1. Condições para realização de pouso e decolagem em condições visuais (VFR).

O voo visual é feito por completa relação a pontos de referências visíveis. A navegação, também, pode ser feita segundo pontos de referências geográficos. Os aeródromos de partida, de destino e de alternativa deverão estar registrados ou homologados para operação VFR, exceto quando autorizados pelos órgãos de tráfego, para atender a voo VFR especial, ou seja, o que é realizado dentro de um terminal, para os quais os valores de teto e de visibilidade são modificados, conforme quadro 1.

QUADRO 01. Valores mínimos para pousos e decolagens em condições de vôos visual e visual especial para qualquer aeródromo.

VALORES	TIPO DE VÔO	
	visual	visual especial
visibilidade	5000m	3000m
teto	450m(1500pés)	300m(1000pés)

FONTE – IMA 100-12,1999.Adaptado por Azevedo, 2005.

2.6.2- Condições para realização de pouso e decolagem em condições instrumentos (IFR).

O procedimento de aproximação ou decolagem por instrumentos (Instrument Approach and Landing) é aquele que têm por finalidade a realização de uma série de manobras predeterminadas que, em vôo por instrumentos (aquele realizado através de equipamentos de navegação aérea), permite a uma aeronave completar, ordenadamente, todas as fases de aproximação, até o pouso ou até um ponto, a partir do qual passa a prosseguir com referências visuais para o pouso ou, então iniciar um procedimento de aproximação perdida.

Os procedimentos de aproximação por instrumento podem ser de:

- a) *Precisão*: aproximação baseada em auxílio-rádio que possua indicação eletrônica de planeio (ILS, PAR); ou
- b) *Não-precisão*: aproximação baseada em auxílio-rádio que não possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (NDB, VOR, DME, LOCALIZER, PPI). (MMA 100-31,1994).

Os valores mínimos para aproximação ou decolagem por instrumento para o Aeroporto Zumbi dos Palmares em função dos equipamentos de auxílios a navegação aérea são os de precisão (Quadro 2) e de não precisão (Quadro 3).

QUADRO. 02 . Valores mínimos de teto e visibilidade para as operações de pouso e decolagem, em operação Instrumento (IFR) de precisão para o Aeroporto Zumbi dos Palmares

EQUIPAMENTO	PISTA	MÍNIMOS PARA DECOLAGEM E POUSO		
		TETO	VISIBILIDADE	CONDIÇÕES
ILS incompleto	12	500pés(150m)	1600m	dia
ILS incompleto	12	790pés(237m)	2400m	noite
ILS completo	12	200pés(60m)	1200m	dia
ILS completo	12	560pés(168m)	1600m	noite

FONTE: AIP- MAP (DECEA), 2004, adaptado por Azevedo, 2005.

QUADRO .03. Valores mínimos de teto e visibilidade para as operações de pouso e decolagem, em operação instrumento (IFR) de não- precisão para Aeroporto Zumbi dos Palmares.

EQUIPAMENTO	PISTA	MÍNIMOS PARA DECOLAGEM E POUSO		
		TETO	VISIBILIDADE	CONDIÇÕES
NDB	12	900pés(270m)	2000m	dia
NDB	12	1270pés(381m)	4800m	noite
NDB	30	600pés(180m)	1600m	dia
NDB	30	980pés(294m)	3600m	noite
VOR	30	600pés(180m)	1600m	dia
VOR	30	980pés(294m)	3600m	noite
VOR	12	900pés(270m)	2000m	dia
VOR	12	1270pés(381m)	4800m	noite
VOR/DME	12	500pés(150m)	1600m	dia
VOR/DME	12	850pés(255m)	2800m	noite

FONTE: AIP-MAP (DECEA), 2004, adaptado por Azevedo, 2005

Também se podem encontrar valores de tetos e visibilidades em condições de vôos IFR, em função das categorias das aeronaves, esses valores estão de acordo com os Quadros 02 e 03, tais valores podem ser encontrados em Piccinini (2003).

TABELA. 04. Valores mínimos de visibilidade e teto em função das categorias das aeronaves em condição de vôo instrumentos (IFR) de precisão para o aeroporto Zumbi dos Palmares.

CATEGORIA DAS AERONAVES	TIPO DE AVIÃO	VISIBILIDADE	TETO
A	aviões	1200m	200pés(60m)
B	pequenos		
C			
D	boeing		
E	concordes		

FONTE: Piccinini (2003), adaptado por Azevedo, 2005.

TABELA. 05. Valores mínimos de visibilidade e teto em função das categorias das aeronaves em condição de vôo instrumentos (IFR) de não-precisão para o aeroporto Zumbi dos Palmares.

CATEGORIA DAS AERONAVES	TIPO DE AVIÃO	VISIBILIDADE	TETO
A	aviões	1600m	500pés(150m)
B	pequenos		
C	boeing	2000m	
D			

FONTE: Piccinini (2003), adaptado por Azevedo, 2005.

2.7. Auxílios à navegação aérea

Para satisfazer as necessidades de orientação, as aeronaves empregam, atualmente, os mais variados e sofisticados equipamentos de auxílio à navegação, como decorrência natural do desenvolvimento tecnológico mundial, tais auxílios foram citados nos quadros do item 2.7.2, aqui segue a descrição e funcionamentos dos principais auxílios.

2.7.1. NBD (Non Directional Beacon)

Importante auxílio-rádio nos tempos primeiros da aviação mundial, o NDB é, ainda hoje, utilizado em muitos países de referências em áreas terminais proporcionando a execução de aproximações por instrumentos em aeroportos, ou fazendo parte de sistemas de aproximação tecnicamente sofisticados ou da orientação à navegação marítima costeira.

O NDB, ou rádio-farol, como é comumente conhecido, consiste basicamente de um transmissor no solo, emitindo ondas eletromagnéticas não direcionais que são captadas por informação de direção do sinal recebido, isto é, a marcação relativa (MR) da aeronave ou, quando esta dispuser de ADF (Automatic Direction Finder), equipamento que capta os sinais do NDB e os transforma em direção, determinando sua marcação magnética (QDM).

Os NDB operam na faixa de frequência compreendida entre 200 e 525 Khz e, no Brasil, também na faixa de 1648 a 1708Khz. Seu alcance, função principalmente da potência dos transmissores, fica em torno de 270km, quando se utiliza um transmissor com potência em torno de 1Kw.

Fixos de posição podem ser determinados com relativa precisão. Permite determinar a posição da aeronave pela interseção de duas linhas de posição, se o piloto dispuser de duas estações transmissoras suficientemente afastadas (Figura 6).

Voando uma aeronave em direção à estação transmissora, o piloto, ao sobrevoá-la, terá indicação de bloqueio, ocasionado pela entrada num cone de silêncio, caracterizado pela inexistência de sinal.

As marcações proporcionadas por NDB não são muito precisas, principalmente no período crepuscular (efeito noturno) ou quando a aeronave voa nas imediações de formações meteorológicas (em certos casos, o equipamento de bordo pode indicar, até o núcleo de um cumulonimbo, como se uma estação fosse); quando voando no sentido litoral/ continente, as aeronaves podem sofrer erros de marcação de até 30 graus, devidos ao efeito litoral (MMA 100-31,1994).

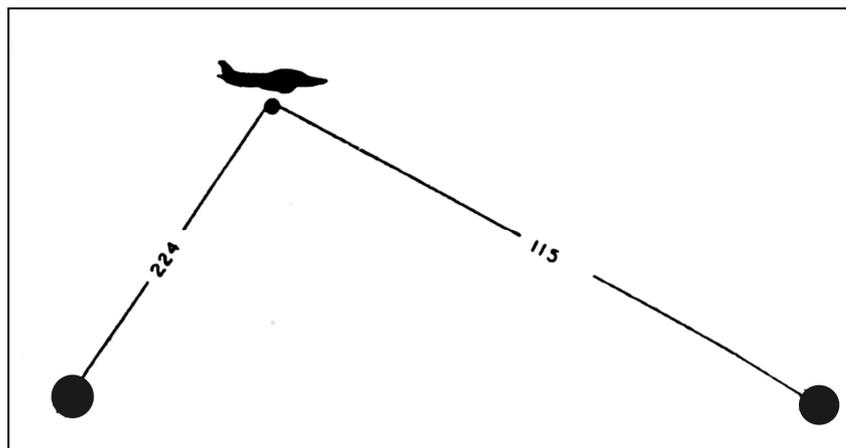


FIGURA 06: Aeronave bloqueando um NDB.

2.7.2. VOR (VHF OMNI Directional Range)

Auxílio-rádio à navegação, de curto alcance, o VOR tem sido um precioso auxiliar do piloto, na determinação de posição, na orientação em rota e na execução de procedimentos de aproximação. Figura 07.

Esse equipamento é composto, basicamente, de uma unidade transmissora, no solo, e uma unidade receptora, a bordo das aeronaves, cuja principal finalidade é medir a diferença entre um sinal de referência e um sinal variável, emitido pela estação

transmissora. Essa diferença de fase, convertida em medida angular a partir do norte magnético, onde está o sinal de referência, é denominada radial. Teoricamente, um VOR produz um número infinito de radiais, mas, na prática, são utilizadas 360°.

Os VOR são previstos para funcionar na gama de frequência de 112.0Mhz a 117.9Mhz, podendo fazê-lo na faixa de 108.0Mhz a 112.0Mhz, nos decimais pares. Através dessas frequências, muitos VOR possuem canal de voz, o que permite ao controlador, em caso de necessidade, estabelecer comunicação rádio com pilotos de aeronaves que estejam com seus equipamentos funcionando.

O VOR pode ser utilizado para se conseguir separação entre aeronaves, exigindo-se que elas voem para a estação ou dessa se afastem, numa determinada radial. É importante notar que uma aeronave voando para estação, numa radial qualquer, passa, imediatamente, a voar na radial oposta, após o bloqueio, desde que mantenha seu curso inalterado, visto que cada radial tem origem na estação.

Ao contrário do NDB, o VOR não sofre influência de perturbações atmosféricas, oferecendo, por isso mesmo, marcações seguras e precisas. Sua acurácia é muito boa, ficando a margem de erro em torno de um grau. Como transmissão VHF, os sinais unidirecionais desse equipamento seguem a linha desviada, isto é, propaga-se em linha reta, sem sofrerem a influência da curvatura da terra, tendo seu alcance aumentado proporcionalmente, com a altura do equipamento de recepção (em condições normais, seu alcance é de 20 NM (33km), a 20.000ft (7km) acima da estação transmissora) (MMA 100-31,1994).

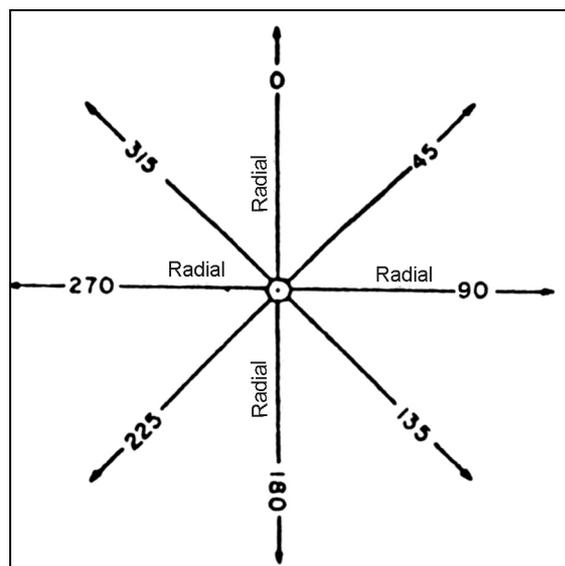


FIGURA 07: VOR

2.7.3. DME (Distance Measuring Equipment)

O DME é o PAR, por excelência, do VOR. Instalados juntos, eles se completam, como auxílio-rádio à navegação. Ao lado da informação de azimute proporcionado pelo VOR, o DME fornece, com relativa precisão, as indicações de distância entre a aeronave e a estação ao piloto. Figura 08.

O DME é composto de um interrogador/ processador a bordo da aeronave e de uma estação respondedora no solo. Sua operação consiste, basicamente, da emissão de pares de pulsos eletrônicos à razão de 30 por segundo (30Hz) da aeronave para a estação e da resposta dessa, 50 microssegundos depois, transmitindo pares de pulsos iguais aos recebidos, mas numa frequência diferente. O equipamento de bordo mede, então, o tempo gasto pelo sinal para ir até a estação e voltar à aeronave, subtraindo os 50 microssegundos necessários para a estação “preparar” a resposta e transformando o tempo resultante em distância (milhas náuticas) da aeronave até à estação.

Cada estação DME responde, simultaneamente, a até 100 aeronaves. Variações mínimas, da ordem de 1 microssegundo na posição do pulso, “personalizam” as interrogações, permitindo a cada aeronave encontrar, ao meio de até uma centena de respostas, aquela que lhe diz respeito sem possibilidade de erro.

Os órgãos de controle de tráfego aéreo podem utilizar o DME para manter separação entre aeronaves devidamente equipadas, através de informações de distância relativa a uma estação. O DME pode ser utilizado, também, na execução de arco DME, onde o piloto indicado no seu equipamento se mantenha constante. Ao determinar a execução de um arco DME, o órgão de controle especifica o comprimento do raio (em milhas náuticas, NM) e, quando necessário, delimita o arco, pela determinação das suas radiais.

Operando dentro o princípio de linha visada, o DME que funciona em VHF, na faixa de frequência compreendida entre 962Mhz e 121,3Mhz, propicia informações de distância para aeronaves que se encontram num raio de até 200 milhas náuticas, ou mais, do auxílio, dependendo da altura da aeronave em relação à estação. Sua acurácia é boa, ficando o erro em torno de 0,5 NM ou 3% da distância, considerado o que for maior.

O DME fornece a distância real entre a aeronave e a estação no solo (Slant Range), razão pela qual, duas aeronaves sobre um mesmo ponto projetado no solo, mas em

altitudes diferentes, terão indicações diferente de distância fornecida pelo DME (MMA 100-31,1994).

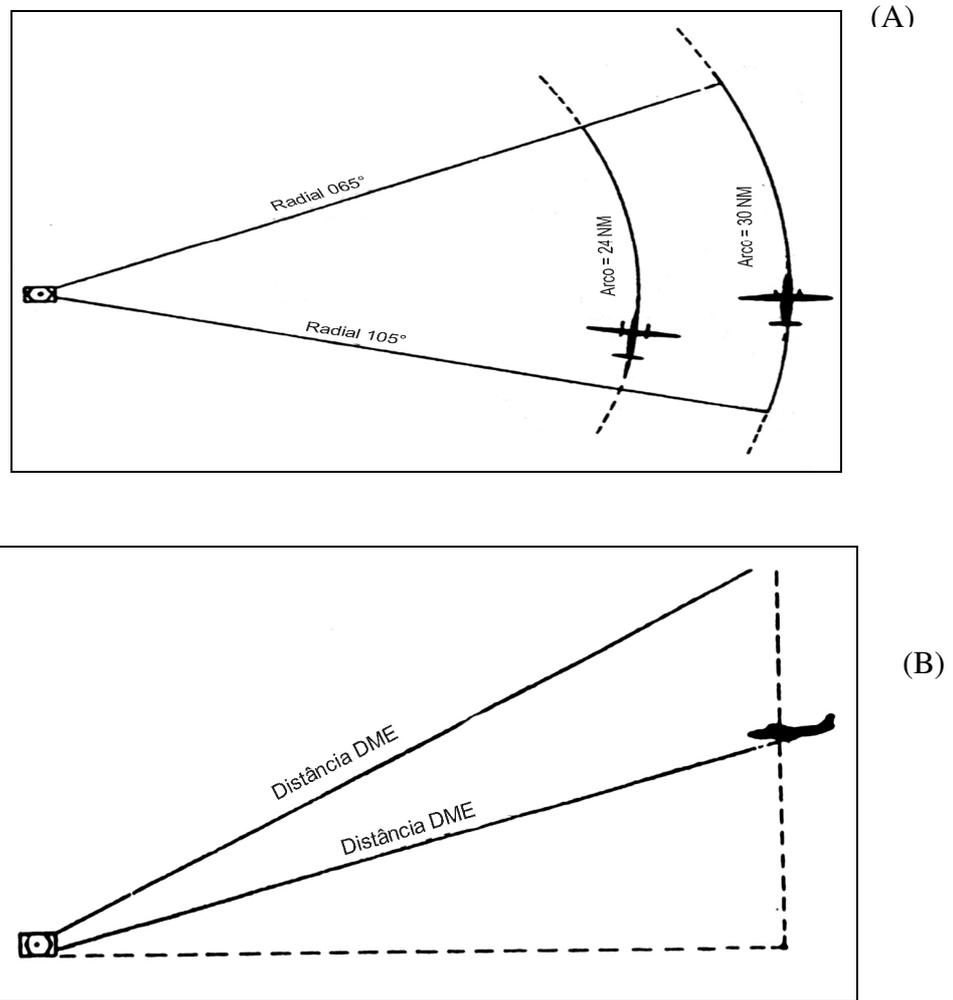


FIGURA 8. DME (Distance Measuring Equipment). A) Vista horizontal e B) Vista vertical

2.7.4. ILS (Instrument Landing System)

Sistema de aproximação de precisão muito utilizado nos aeroportos de todo o mundo, o ILS proporciona, à aeronave equipada com correspondente instrumento de bordo, orientação segura de alinhamento, em ângulo de descida, quando da aproximação final para pouso. (Figura 9).

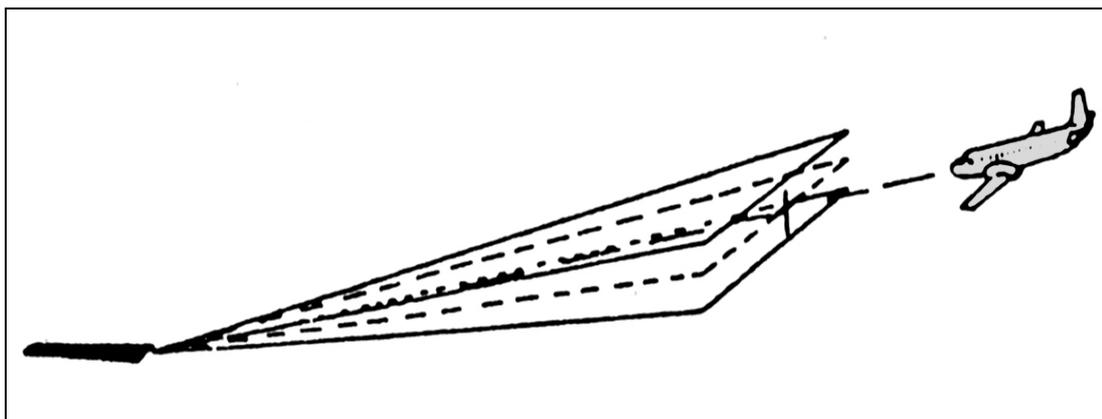


FIGURA. 9. Rampa de Planeio criado pelo ILS

O sistema ILS é constituído de dois transmissores direcionais, o “Localizer” (Localizador) e o “Glide Slope”(Rampa de Planeio ou Plannagem), e de dois ou três marcadores rádios-faróis, os “Marker-beacon”, localizados ao longo da aproximação:

- a) Localizer: o transmissor de localização , também é chamado de “Glide Path”, indicador de trajetória de planeio, fica localizado num ponto de, aproximadamente, 300m da cabeceira e 150m de sinais-rádio de 1,4 graus de altura angular, formando ângulo de 3 graus com a horizontal para uma trajetória ideal de descida, o que permite ao piloto manter sua aeronave numa trajetória de descida adequada;
- b) Marker-beacons: são transmissores de baixa potência (em torno de 3 watts), com a função de balizar a aproximação final, fornecendo ao piloto noções de distância, com relação à cabeceira da pista. No ILS categoria I, existe, normalmente, dois “maker-beacons” compondo o sistema: o “outer-marker” (marcador de fora) e o “middle-maker” (marcador do meio); nas demais categorias, é empregado um terceiro, o “iner-maker” (marcador de dentro) situado entre o “middle-maker” e a cabeceira da pista;
- c) Compass locator: também chamado de localizador de direção, o NDB conjugado é um rádio-farol de baixa potência e de média ou baixa frequência, instalado ao “outer-maker” ou “middle maker”. Embora não faça parte do ILS, serve como balizador dos anteriores, com a desvantagem de ao fornecer os sinais auditivos e luminosos indicadores de bloqueio, propiciados pelos “marker-beacons” (MMA 100-31,1994).

Em função do grau de precisão dos componentes do ILS, de certas exigências e de certos requisitos adicionais, a operação ILS é classificada em cinco categorias que vão desde a categoria I (CAT I), onde o piloto deve completar a aproximação e o pouso visualmente, executando um procedimento a partir de 800 metros antes da cabeceira da pista, até a categoria III (CAT III C), onde a aproximação e o pouso seriam completados até com o teto e visibilidade zero.

Os valores mínimos de teto e visibilidade recomendáveis pela OACI para operação das diversas categorias são os seguintes:

TABELA 06. Categorias do ILS.

CATEGORIA	VISIBILIDADE	TETO
CAT I	800m	60m
CAT II	400m	30m
CAT III A	200m	Zero
CAT III B	50m	Zero
CAT III C	Zero	Zero

FONTE: MMA 100-31, 1994.

Atualmente, no Brasil, somente são realizadas as operações ILS CAT I e ILS CAT II. (MMA 100-31,1994).

2.7.5. Radares (Radio Detection and Range)

O radar, quando aplicado ao serviço de tráfego aéreo, é um valioso equipamento de auxílio às atividades do controlador, sendo essencial nas áreas de grande densidade de tráfego, em virtude da maior segurança e velocidade do fluxo que advém do seu emprego. Em função do seu princípio de funcionamento, o radar é classificado como primário, de aproximação e secundário (MMA 100-31,1994).

O radar primário tem seu funcionamento baseado no princípio da reflexão de ondas eletromagnéticas. Essas ondas são transmitidas com a velocidade da luz em todas as direções sob a forma de pulsos de rádio que são refletidos ao encontrarem um objeto na sua trajetória, sendo recebidos pela estação transmissora. À distância e a direção, com relação ao Norte, desse objeto são determinadas quando os pulsos forem recebidos pela antena. O

resultado dessas medições é apresentado ao operador na tela do radar, sob a forma de “plots”, pontos luminosos, definidos em termos de azimute e distância da antena.

Sendo os plots formados em função dos sinais de radio refletidos pelo objeto num determinado instante, o tamanho do plot na tela radar é diretamente proporcional à área da superfície refletora. Assim, uma aeronave leve ou um esguio jato de caça são mais difíceis de ser vistos na tela do radar de que um grande jato comercial ou um bombardeiro militar. Os radares primários são empregados para vigilância de aeroporto e vigilância de rotas (MMA 100-31,1994).

O PAR (Precision Approach Radar) é um radar projetado para ser usado mais exatamente como auxílio ao pouso do que para proporcionar sequenciamento e separação de aeronaves. Seu raio de ação é limitado a um alcance de 10 NM. O azimute é limitado a 20 graus, 10 graus para cada lado de prolongamento do eixo da pista e sua elevação são de 7 graus, cobrindo, portanto, somente a área da aproximação final. Através dele, são proporcionadas, às aeronaves executando uma aproximação PAR, as indicações de alinhamento com o eixo da pista, distância do ponto de toque e trajetória de planeio (aqui também denominado “glide path”). Na representação PAR, a tela do radar é dividida em duas partes. A parte superior apresenta as informações de altitude e a inferior, azimute e distância. Como o perfil e a planta de aproximação são apresentados na tela, ao controlador cabe a tarefa de, através de informações precisas ao piloto, fazer os plots percorrerem as trajetórias previstas (MMA 100-31,1994).

Paradoxalmente, o radar secundário não se utiliza do princípio da reflexão de ondas eletromagnéticas. Seu funcionamento depende da existência de um equipamento a bordo das aeronaves – o “transponder” – para que possa apresentar resultados. Contudo, seu emprego tem-se generalizado, em virtude das grandes vantagens que apresenta sobre o radar primário, principalmente no que se refere à rápida identificação das aeronaves, ao seu melhor alcance e sua invulnerabilidade a obstáculos intermediários e formações meteorológicas, além de permitir informação contínua da altitude indicada no altímetro de bordo da aeronave. Embora possa funcionar de maneira autônoma, normalmente é associado ao radar primário, visando melhorar e completar as informações. Utiliza-se da mesma tela do radar primário. Além da tela de radar, o radar secundário consiste, basicamente, de dois componentes:

- a) Interrogador: transmissor receptor de solo que, através de uma antena mecanicamente solidária à do radar primário, emite sinais de rádio, na forma

de grupos de pulsos, denominados “modos”, tal que todo transponder nele sintonizado é solicitado a emitir uma resposta;

- b) Transponder: pequeno transmissor receptor a bordo da aeronave que, quando selecionado num modo coincidente com o do equipamento de terra, recebe as interrogações daquele e, automaticamente, responde com um específico grupo de pulsos, referentes ao código selecionado pelo piloto, por indicação do órgão de controle (MMA 100-31,1994).

2.8. Climatologia de Alagoas

O Estado de Alagoas está localizado na região centro – oriental do Nordeste Brasileiro, fazendo limite ao norte com o Estado de Pernambuco, ao sul com Sergipe, a oeste com Pernambuco e Bahia e a leste limita-se com o Oceano Atlântico, ocupa uma área de 27.793km², divididos em 102 municípios, localizados entre os meridianos de 35°09’W e 38°13’W e os paralelos de 08°48’S e 10°29’S (GOMES, 1997). Possuindo uma faixa de grande complexidade e dinamismo.(SOUZA et al, 2000).

Os tipos de vegetação vão da caatinga, que constitui a maior parte do seu território, diversificando-se na planície litorânea com o surgimento de mangues e da floresta tropical na região da Zona da Mata. São três as regiões do relevo alagoano: a região de planalto ao norte, região de depressão ao centro e a planície litorânea, tendo como ponto mais alto do relevo a Serra de Santa Cruz, que apresenta altitude máxima de 844 metros.

O clima do Estado de Alagoas resulta das seguintes características biofisiogeográficas :

- a) O alto fluxo de radiação solar, que o atinge durante o ano devido a sua posição geográfica próxima ao equador, entre 8°48’12” S e 10°29’12” S;
- b) A distribuição das terras do Estado em relação ao mar, por onde nos chegam ventos que mudam a direção de sudeste para leste e o interior;
- c) A altitude ou as formas elevadas do relevo: com referência à distribuição das nossas áreas mais elevadas, na parte centro-norte-oriental e no ocidente alagoano. Deve-se lembrar que as massas de ar úmidas quando atingem a frente da escarpa oriental são barradas em formas de nuvens e acumulam-se, produzindo as chamadas chuvas orográficas;
- d) A direção das grandes estruturas rochosas: que servem de orientação para as massas de ar, ventos e chuvas que nos atingem, com o relevo disposto

- nas direções de SO/ NE, na frente oriental, e SE/ NO, na escarpa voltada para sertão alagoano, e vales dos principais rios orientais, lembrando os conjuntos elevados de Mata Grande, Água Branca e Santana do Ipanema;
- e) As zonas oscilantes de alta e baixa pressão: pelas massas de ar que atuam sobre Alagoas, como a frente Inter-Tropical, a frente Polar Atlântica e a Equatorial Continental, causando, em face da distribuição do relevo e posição geográfica, as áreas ora mais quentes, ora mais frias;
- f) A direção da linha da costa e as correntes marítimas: o nosso litoral tem a direção de SO/ NE e, acompanhando grosseiramente a frente oriental da escarpa, orienta as massas de ar frio da frente polar atlântica e a massa de ar típico (TK) que vem do sudeste e no encontro destas, em nosso litoral, provoca as “chuvas frontais” de inverno. Além disto, uma parte destas massas entra para o sertão alagoano.

A classificação do clima de Alagoas segundo a sistematização de Köppen, que se baseia nas temperaturas e precipitações atmosféricas. O clima de Alagoas é tropical; no entanto, por causa de alguns fatores, tem as seguintes divisões:

- a) Clima tropical chuvoso, quente e úmido: com uma estação seca no verão e chuvas de outono/ inverno, do tipo AS', abrangendo a faixa do litoral, zonas da mata, agreste e baixo São Francisco, e os “oásis de altitude” de Mata Grande e Água Branca;
- b) Clima tropical chuvoso, quente e úmido: com uma estação seca pouco pronunciada, do tipo Ams'. Limita-se a um meio-círculo no extremo nordeste do estado, no litoral e na zona da mata, penetrando em Pernambuco um pouco mais do que em Alagoas; com chuvas ocasionais no auge do verão desde o litoral ao sertão;
- c) Clima semi-árido, quente e seco: com grande evaporação e precipitação anual de chuvas regulares, mal distribuídas no período outono/ inverno, embora inferior à do litoral, do tipo BShs'w', com as chuvas esparsas do verão/outono. Registram-se, também trovoadas. Ocorre nas áreas das caatingas do sertão alagoano;
- d) Clima semi-árido, quente e seco: com chuvas fracas e trovoadas no verão; chuvas fracas de outono/ inverno do tipo BShw.

Registra-se, a partir de Pão de Açúcar, numa faixa acompanhando o rio São Francisco até as imediações da Cachoeira de Paulo Afonso (Lima , 1965).

Dos resultados do clima observa-se que as estações no Estado de Alagoas são duas: verão e inverno. Para melhor caracterização, deve-se lembrar o outono, uma vez que suas condições atmosféricas se apresentam com o aspecto de uma estação intermediária. Mesmo assim, lembrando-se que a primavera, quando se começa a sair da quadra invernososa e os dias se tornam mais ensolarados no mês de setembro por diante; e temos em dezembro o ponto elevado da estação de veraneio como sinônimo de “banho de mar” – o verão. Depois retornamos ao outono com as primeiras chuvas de março.

Na zona sertaneja, sempre dezembro e janeiro marcam a época das chuvas e trovoadas; estas atingem o agreste, a mata e fracamente o litoral.

Os períodos chuvosos são mais curtos e ocorre com vários dias de estio, na parte oriental do estado, de março, abril, maio, junho, julho até agosto; isto porque frente Inter-Tropical, que desce do Equador, traz chuvas esparsas e de convecção, OLIVEIRA (1985), observou que o trimestre mais chuvoso para o nordeste brasileiro foi registrado nos meses de maio, junho e julho, e que o trimestre mais seco para a região do sertão do São Francisco se fizeram em setembro, outubro e novembro, e para a região do Agreste, Litoral e Zona da Mata foram nos meses de outubro, novembro e dezembro. JUNIOR (2001), tais resultados estão de acordo com esse trabalho nos resultados e discussões.

As chuvas têm seus períodos determinados e distintos, mas é na parte centro-norte-oriental do estado, onde seus índices são mais elevados, diminuem para a região central-meridional e se tornam escassas para o ocidente alagoano, com exceção das serras de Mata Grande e Água Branca.

As zonas da mata e do litoral são úmidas; a do agreste, moderadamente, com a do baixo São Francisco; a do sertão é a mais seca de todos os quadrantes do estado. Os índices pluviométricos anuais são de 1600 a 800mm para as áreas sertanejas.

Existe, entre o agreste e o sertão, uma faixa de transição climática, caracterizada ora, por invasões de semi-aridez, ora pelos ventos úmidos Figura 10. (Lima ,1965).

As temperaturas médias definem o clima tropical alagoano. A média das máximas não excede os 26°C, e as médias das mínimas não baixas dos 20°C, isto vem comprovar que nas baixas latitudes, como é o caso de Alagoas, a diferença entre as mais altas e mais baixas temperaturas é pequena. Esta diferença denomina-se amplitude térmica.

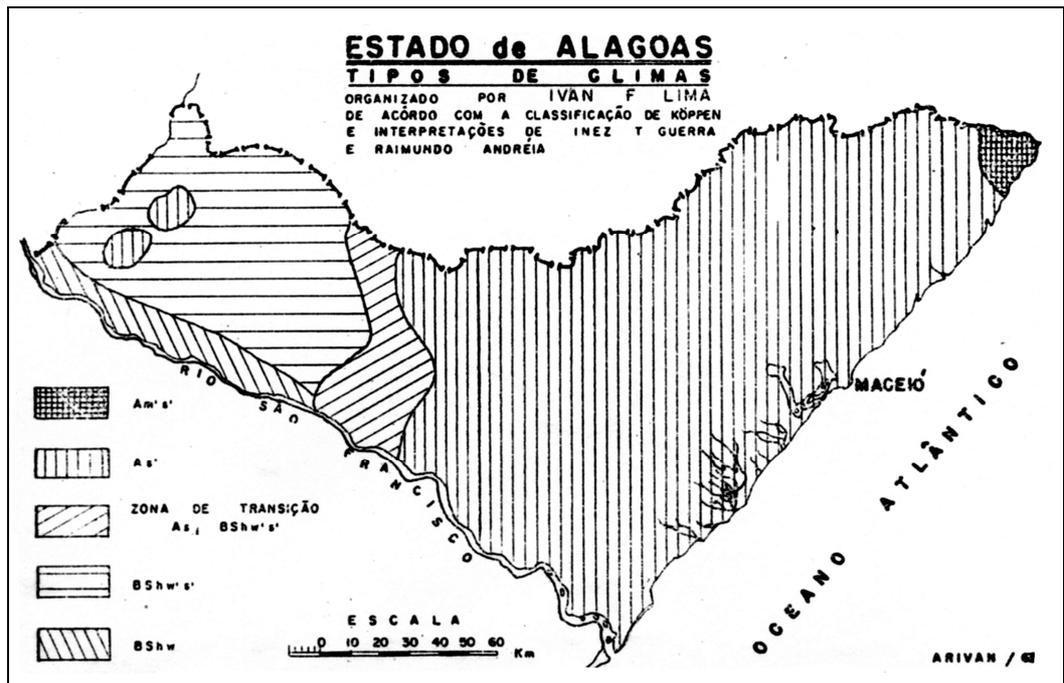


FIGURA 10. Tipos de climas de alagoas. FONTE: Lima, 1965.

A região do Aeroporto Zumbi dos Palmares fica localizada na região de Tabuleiros Costeiros a uma altitude média de 100m. Sua climatologia foi descrita por Azevedo (2004) que é parte dos resultados deste trabalho, como consequência da análise das séries temporais do período 1959 a 2002, num total de 44 anos de dados. Na Figura 11 temos a região de Tabuleiros Costeiros próximos de Maceió.

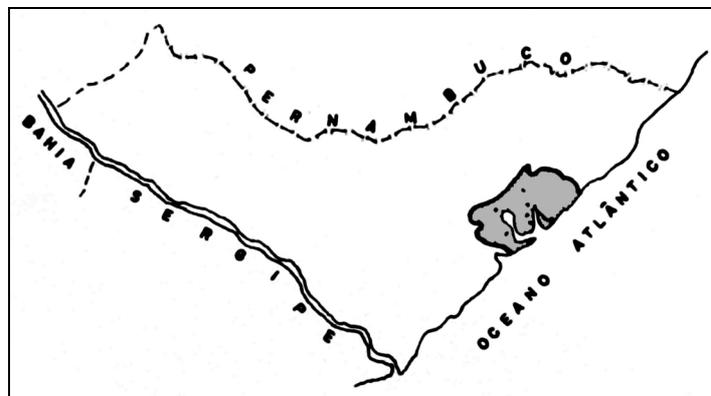


FIGURA 11. Região de Tabuleiros Costeiros de Maceió. FONTE: SALGEMA, 1977.

2.10. A aviação e o tempo

No uso do ar um meio para o deslocamento de naves pesando toneladas, torna-se necessário o conhecimento das propriedades e do comportamento desse ar. A operação e a segurança das aeronaves não são independentes das condições atmosféricas, apesar do fato de que os modernos métodos, instrumentos e facilidades de vôo, vieram reduzir bastante os perigos que antes caracterizavam o vôo em si. (Figura 12)

Com o desenvolvimento da aviação veio também a emprego mais intensivo das informações meteorológicas. O serviço de meteorologia no Brasil desenvolveu, paralelamente às principais aerovias do país, um serviço através do quais os funcionários de Aeroportos e os pilotos em vôo, são mantidos constantemente informados sobre as condições meteorológicas reinantes ao longo das rotas aéreas, bem como recebem previsões específicas das futuras condições a serem esperadas nas próximas horas.

As observações meteorológicas são feitas e registradas a cada hora em centenas de estações meteorológicas de aerovias, localizadas em Aeroportos espalhados por todo o país e também em estações situadas a grandes distâncias das aerovias. Na maioria das estações esse tipo de trabalho se processa nas 24 horas do dia. Além disso, são feitas observações especiais onde quer que haja variações definidas nas condições de tempo. Todas essas observações são transmitidas, via computador, para centros regionais e se tornam utilizáveis por todas as estações intermediárias, e equipadas de seqüências ou seqüências horárias. As condições meteorológicas reinantes ao longo das aerovias, registradas nas seqüências, são transmitidas dos centros regionais a intervalos freqüentes, para informação geral, principalmente para as aeronaves em vôo. Desse modo, funcionários e pilotos nos Aeroportos e no ar poderão manter-se informados sobre o tempo. As transmissões poderão ser recebidas por todos os aviões equipados adequadamente com radio. Uma rede de estações meteorológicas, portanto, é coisa indispensável na operação regular de aerovias.

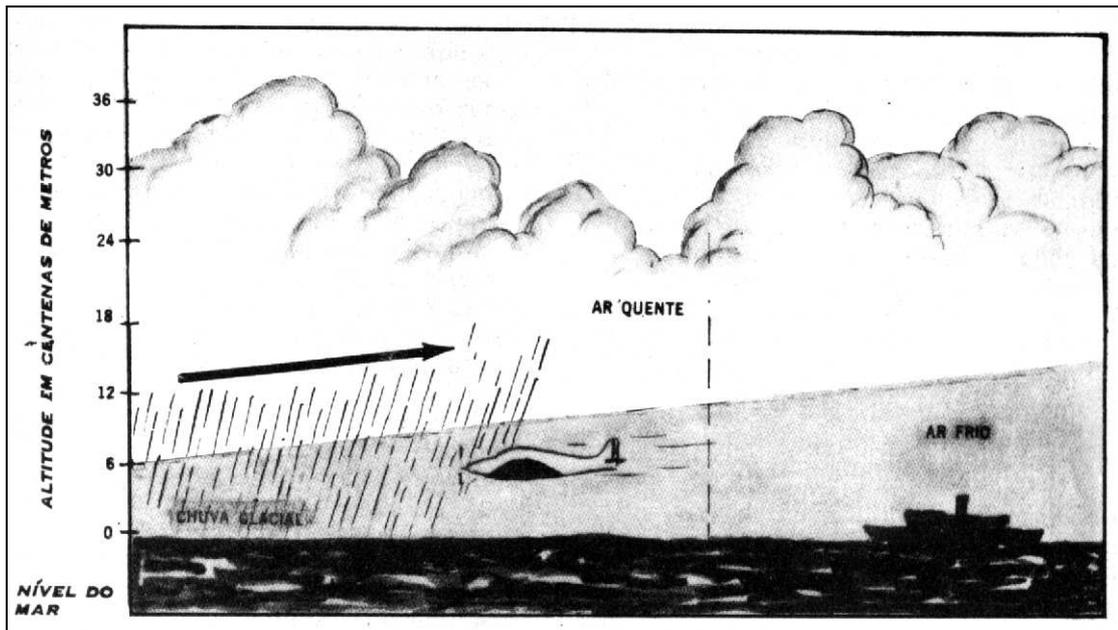


FIGURA 12. Avião voando nas proximidades de uma superfície frontal sobre o oceano: visibilidade reduzida à frente, turbulência indicada pelas formações cumuliformes.

Os elementos das seqüências horárias são:

- (1) Identificação da estação: letras identificadoras de código de cada estação;
- (2) Tipo de observação: este grupo é omitido, exceto no caso de uma observação especial que venha indicar variações importantes no tempo;
- (3) Teto ou base das nuvens: teto e altura das nuvens (base das nuvens) são dados em centenas de pés;
- (4) Condições do céu: A condição do céu é dada como sendo claro parcialmente nublado, nublado e encoberto. Poderá, também, ser dado como obscurecido por nevoeiro, poeira, névoa ou fumaça.
- (5) Visibilidade: A visibilidade é dada em decâmetros e frações;
- (6) Tempo: São utilizados abreviaturas na indicação das condições meteorológicas observadas e das obstruções à visibilidade;
- (7) Pressão ao nível do mar: Quatro algarismos indicam a pressão em hectopascal;
- (8) Temperatura: A temperatura é dada em graus centígrados;
- (9) Temperatura do ponto de orvalho: O ponto de orvalho é registrado da mesma forma que a temperatura e tem sua importância especial nos casos de nevoeiro e de condições de gelo;

- (10) Direção e velocidade do vento: O vento é dado em graus para a direção seguida pela velocidade pela velocidade em nós;
- (11) Ajuste do altímetro: Quatro algarismos indicam a pressão em hectopascal.
- (12) Observações: Usadas em linguagem clara por abreviaturas, no registro dos fenômenos meteorológicos significativos não incluídos no corpo da seqüência.

As previsões contêm informações sobre nebulosidade, bases das nuvens, visibilidade, nevoeiros, névoas, fumaças, ventos, condições de gelo, turbulência e outros elementos meteorológicos de interesse para a aviação.

As previsões aeronáuticas são de quatro tipos: (1) previsões de áreas que cobrem grandes áreas geográficas; (2) previsões terminais que são previsões individuais para os terminais aéreas; (3) previsões de rotas destinadas a cobrir vôos individuais; e (4) avisos para os controladores de tráfego. Além disso, são fornecidas previsões internacionais especiais aos aviões que voam além das fronteiras do Brasil.

As principais linhas aéreas de transporte empregam seus próprios meteorologistas que cooperam com os funcionários do governo e suplementam as previsões oficiais, por meio de avisos feitos aos seus próprios pilotos, no início de cada vôo. A autorização para o vôo deve ser dada ao piloto pelo meteorologista da linha aérea e só é dada, quando esse piloto estiver a par das condições meteorológicas, no destino e nos Aeroportos intermediários e de alternativa.

2.11. Nevoeiro, visibilidade, base das nuvens

Um dos problemas sério para o vôo, é o nevoeiro, em sua relação com a visibilidade e a base das nuvens (teto). O nevoeiro e os stratus baixos, são as causas mais freqüentes de acidentes aeronáuticos. As condições de vôo se tornam reduzidas, quando a visibilidade horizontal é de um quilômetro ou menos e a base das nuvens (teto) estiver a 100 metros ou menos. As condições se tornam razoáveis quando a visibilidade se situa entre um e cinco quilômetros e o teto, entre 100 e 300 metros. O nevoeiro de radiação pode tornar-se forte perto do solo, porém são poucos espessos. Na maioria dos casos, apresentam maior expansão vertical e visibilidade mais reduzida pela manhã (Figura 13). Segundo MCA 105-2 (2001) Manual de estações meteorológicas de superfície, a visibilidade é definida como sendo a maior distância na qual um objeto de dimensões

convenientes pode ser visto e reconhecido contra o horizonte, ou no caso de observação noturna, pode ser visto e reconhecida se a iluminação geral fosse aumentada até que alcançasse a intensidade normal da luz do dia.

Os nevoeiros de solo são de formação local, formando-se, muitas vezes, em terrenos baixos e vales, quando não se formam sobre áreas mais elevadas das proximidades. Um Aeroporto poderá ficar fechado por nevoeiro de solo, enquanto que outro Aeroporto próximo poderá permanecer aberto. Conseqüentemente, um piloto, ao voar à noite ou pela manhã, deve ficar de sobreaviso sobre a ocorrência de nevoeiro na sua terminal, mesmo que não haja ocorrência, nos demais Aeroportos da rota seguida. A razão de queda da temperatura, durante a noite, pode fornecer um meio de se estimar o período provável em que a temperatura do ar e o ponto de orvalho deverão igualar-se, para formar nevoeiro. Os nevoeiros de advecção são mais espessos, cobrem maiores áreas e são mais persistentes que os nevoeiros de solo, razão por que não são facilmente evitados. (Figura 14)

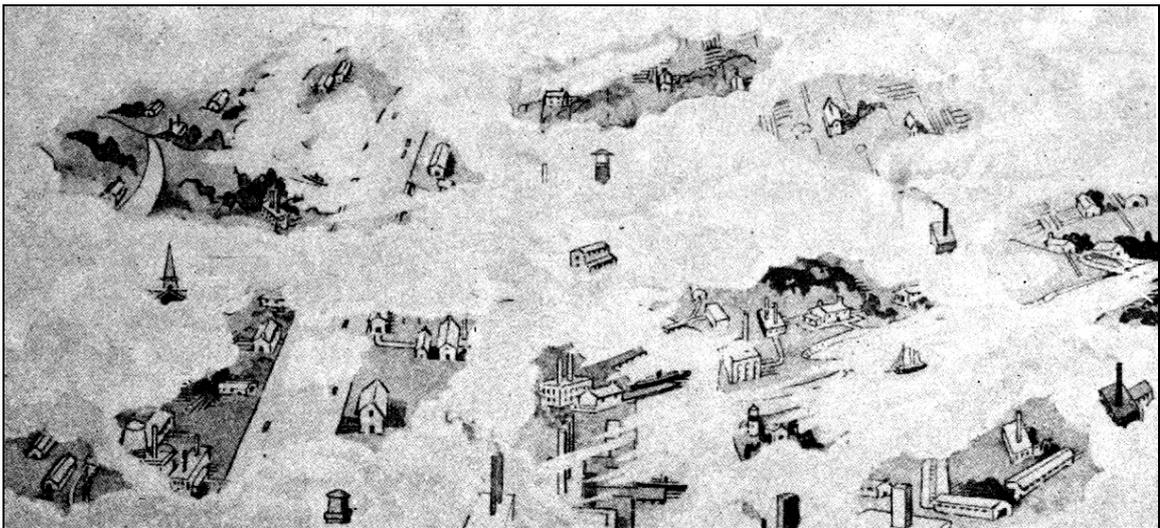


FIGURA 13. Nevoeiro de superfície.

Podem persistir durante todo o dia. A visibilidade pode, também reduzir-se a zero ou quase zero, devido à névoa, poeira, fumaça, chuva ou neve.



FIGURA 14. Nevoeiro sobre o solo com má visibilidade perto da superfície, porém boa acima.

Tetos baixos por nuvens stratus baixas, são de frequência comum. O piloto perde contato visual com o solo e passa a voar por instrumentos. Se estiver voando baixo há o perigo de choque com o terreno. A altura da base da camada é de importância fundamental para o piloto. Os outros tipos de nuvens baixas (stratocumulus e nimbostratus) também apresentam bases perto do solo e os tetos das nuvens de desenvolvimento vertical (cumulus e cumulonimbus) chegam, muitas vezes, a menos de 500 metros (1500 pés).

Em situação de emergência, os aviões poderão pousar com segurança, quando a visibilidade e o teto estiverem quase a zero. O piloto deve, entretanto, ter boa experiência de vôo por instrumentos e, também, dispor, a bordo, dos instrumentos necessários. Poderá escolher o ILS (Instrument Landing System), se o seu avião estiver equipado com piloto automático capaz de trazê-lo até a faixa sintonizada. Um sistema de pouso mais utilizado, comercial e militarmente é o GCA (Ground Controlled Approach). Seu sucesso depende exclusivamente da perícia do controlador do GCA em observar o progresso do avião na tela do radar e orientar o piloto pelo rádio, para um pouso seguro Figura 15.

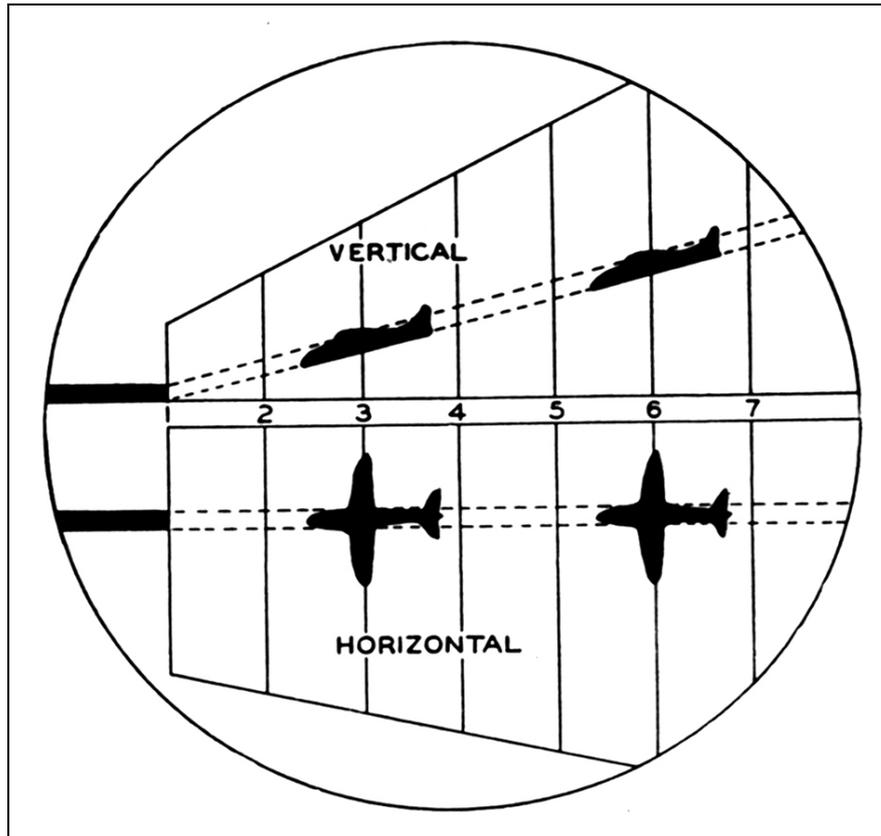


FIGURA 15: Tela de radar do GCA. Mostra posição vertical e horizontal do avião, à medida que ele se aproxima da pista.

Um pouso pelo GCA requer, apenas, que o avião esteja equipado com rádio; mesmo os pequenos aviões particulares já têm pouso por este sistema. Todos os auxílios à navegação e às operações de pouso, conseguiram reduzir bastante as conseqüências que o nevoeiro, a fumaça, as nuvens colantes e outras obstruções à visibilidade, representavam para a aviação.

2.12.. Mensagens que contêm informações meteorológicas

As mensagens transmitidas para as aeronaves que chegam ou saem conterão as seguintes informações meteorológicas:

- a) Direção e velocidade do vento médio na superfície e suas variações significativas;
- b) Visibilidade, incluindo variações significativas ou caso disponível, o alcance visual na pista;
- c) Condições meteorológicas presentes;

- d) Quantidade e altura da base das nuvens mais baixas;
- e) Temperatura do ar;
- f) Ponto de orvalho, quando solicitado pela aeronave;
- g) Outras informações significativas, se houver; e
- h) Quando proceder, informações referentes a mudanças significativas previstas.

Quando a visibilidade for de 10km ou mais, a base das nuvens mais baixas se encontrarem a 5000 pés (1500m) ou mais e não existir precipitação, os dados indicados em b, c, e d, será substituído pela expressão “CAVOK”.

Características das informações, contidas em 2.16.2, transmitidas para aeronaves chegando e saindo:

- a) Direção e velocidade do vento médio da superfície e suas variações significativas:
 - A direção será proporcionada em graus magnéticos e a velocidade em norte verdadeiro. Dar-se-á a variação direcional, quando a variação total for de 60 graus ou mais, com velocidade média superior a 5 nós e indicar-se-ão as direções extremas entre as quais o vento varia. As variações de velocidade só serão proporcionadas, quando ultrapassarem 10 nós e serão expressas pelos valores máximos e mínimos;
- b) Visibilidade, incluindo variações significativas:
 - Quando a visibilidade for de 5000m ou menos, será dada em metros, com intervalos de 100 metros. Quando for superior a 5000m, mas inferior a 10km, dar-se-á em quilômetros. Quando for 10km ou mais, somente, dar-se-á visibilidade maior que 10km. Quando existirem variações significativas de visibilidade, serão dados valores adicionais com indicações da direção observada; e
 - Os valores de alcance visual na pista até 800m serão dados em intervalos de 30 a 60m, de conformidade com as observações disponíveis; valores superiores a 800 metros são dados em intervalos de 100m. Os valores de alcance visual na pista que não se ajustarem à escala da notificação utilizada serão arredondados para o valor imediatamente inferior a escala (IMA 100-12, 1999).
- c) Condições meteorológicas presentes:
 - a. As condições meteorológicas presentes serão dados em termos de chuvisco, nevoeiro, granizo, neve ou chuva e etc;

- d) Quantidade e altura das nuvens mais baixas:
 - a. Os valores da quantidade de nuvens serão proporcionados em oitavos, o tipo (somente se forme cúmulosnimbos ou TCU) e a altura da base em pés. Caso a base da nuvem mais baixa seja difusa, fragmentada ou flutue rapidamente, a altura mínima do véu ou dos fragmentos das nuvens será dada juntamente com uma descrição apropriada se suas características;
- e) Temperatura do ar e ponto de orvalho:
 - a. A temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho serão dadas e em inteiros e
- f) Outras informações significativas:
 - a. Estas devem incluir toda a informação disponível sobre as condições meteorológicas nas áreas de aproximação, de aproximação perdida ou de subida inicial, com referência à localização dos cumulonimbos, turbulência moderada ou forte, corte vertical de vento, granizo, chuva ou pancada (IMA 100-12, 1999).

2.12.1. Mensagens operacionais para as áreas de pouso e decolagens que se utilizam de valores de visibilidade e teto

As informações meteorológicas são os resultados do estudo dos fenômenos que ocorrem na atmosfera de interesse das atividades aéreas, realizado pela meteorologia aeronáutica. Seu emprego, traduzido pelo apoio prestado pelos órgãos de meteorologia, tem-se mostrado de importância civil quer na militar, concorrendo não só para a economia de meios, mas, principalmente, para o aumento da segurança das operações, constituindo-se, por isso mesmo, numa das colunas mestras em que se sustenta a navegação aérea.

A meteorologia aeronáutica está intrinsecamente ligada aos serviços de tráfego aéreo. Em qualquer situação, as condições de tempo são elementos essenciais na escolha dos procedimentos a serem adotados pelo serviço de tráfego aéreo, num determinado período de operação. Em função do tempo, as operações do aeródromo são suspensas, aeronaves são desviadas de suas rotas originais e, mesmo nas mais favoráveis condições meteorológicas, nenhuma aeronave pouso ou decola de um aeródromo onde exista órgão dos mesmos serviços de tráfego aéreo, sem que pelo menos, a direção e velocidade do vento lhes sejam fornecidas.

As observações meteorológicas compreendem três fases distintas: a observação, a análise e previsão e a distribuição.

Utilizando-se instrumental adequado ou valendo-se somente da vista, uma observação meteorológica consiste na determinação de todos os elementos que, em seu conjunto, representam as condições meteorológicas, num dado momento e num determinado lugar. Uma observação pode ser feita em um ponto localizado na superfície ou, se feita no ar, através de radiossondagem, observação em vôo ou satélites meteorológicos. (MMA 100-31, 1994).

2.12.1.1. O METAR (Observação)

O código METAR é uma mensagem meteorológica de observação de rotina, tomada a cada hora e contendo normalmente, todos os elementos observados pela estação meteorológica de superfície.

O METAR é apresentado em forma codificada, e seus elementos dispostos na seguinte seqüência:

- a) grupo de identificação;
- b) vento a superfície;
- c) visibilidade;
- d) alcance visual na pista, se disponível;
- e) tempo presente (iguais condições de tempo);
- f) nebulosidade ou visibilidade vertical, conforme o caso;
- g) pressão para ajuste de altímetro (QNH);
- h) informações suplementares.

Observação: Os itens visibilidade, tempo presente e nebulosidade serão substituídos no METAR pela expressão CAVOK (Ceilling and Visibility Ok), quando ocorrem, no momento da observação, simultaneamente, as seguintes condições:

- a) visibilidade de 10km ou mais;
- b) ausência de precipitação;
- c) ausência de nuvens abaixo de 5000pés; e
- d) ausência de cumulonimbus.

Descrevendo cada item teremos mais detalhadamente o seguinte:

A Hora: é a unidade de tempo coordenado (UTC) em que foi feita a observação.

O Vento: é observado em termos de direção, velocidade e variações significativas, considerando-se que:

- a direção do vento é aquela de onde ele sopra, tomada de dez em dez graus, com relação ao norte verdadeiro;
- a velocidade do vento é a velocidade média num período de tempo (geralmente, dois minutos), fornecida em nós.

A nebulosidade ou visibilidade vertical, conforme o caso: o propósito da informação de nebulosidade ou cobertura é dar ao usuário uma idéia, tão próxima quanto possível, das nuvens ou fenômenos meteorológicos que obscureça o céu. Todas as camadas de nuvens visíveis do solo são consideradas para a informação de cobertura que é dada em termos de:

- a) céu claro (SKC) – menos de 1/8 de cobertura do céu;
- b) poucas nuvens (FEW) – de 1/8 a 2/8 de cobertura do céu;
- c) esparsas (SCT) de 3/8 a 4/8 de cobertura do céu;
- d) nublado (BKN) – de 5/8 a 7/8 de cobertura do céu;
- e) encoberto (OVC) – com 8/8 de cobertura do céu.

O Teto: operacionalmente, o teto é o mais importante componente de uma observação meteorológica: ele indica ao piloto a maior altura, a partir da qual pode ser previsto manter referências visuais com o solo. Por definição, teto é a altura da mais baixa camada de nuvens que cubra mais da metade do céu. O teto é fornecido em pés e pode ser:

- a) teto medido – quando determinado por instrumentos, como o tetômetro, etc;
- b) teto reportado – quando for reportado por piloto de uma aeronave;
- c) teto estimado – quando determinado por observação visual, no solo.

A Visibilidade (no solo): é a maior distância horizontal em que podem ser vistos e identificados objetos proeminentes durante o dia, e proeminentes luminosos, durante a noite. A visibilidade é dada:

- menor que 50m é zero;
- até 800m arredondando para o menor valor mais próximo de 50m;

- entre 800m e 5000m, arredondando para o menor valor mais próximo de 100m;
- entre 5000m e 10000m, arredondando para o menor valor mais próximo de 1000m;
- 9999m indicando 10km ou mais.

Nos informes para as decolagens, as observações da visibilidade devem ser representativas da área de decolagem e subida inicial; nos informes para pouso, as observações devem ser representativas da área de aproximação e pouso.

Alcance visual na pista (RVR): é o valor determinado por instrumentos, que representa a maior distância horizontal, a partir da qual o piloto poderá ver a pista ou suas luzes, no final da aproximação.

Os valores de alcance visual na pista, até 800m, aos dados em incrementos de 25 a 60m; e os valores superiores a 800m são dados em incrementos de 100m. Quando os valores registrados não coincidirem com os previstos na escala de notificação, são arredondadas para o valor da escala imediatamente inferior.

Condições meteorológicas presentes: referem-se à existência de fenômenos meteorológicos de dois grupos por Tabela 7:

- a) elementos que restringem a visibilidade, em virtude das partículas que se mantêm em suspensão na atmosfera ou que são levantadas pela ação do vento, tais como poeira, fumaça, tempestade de areia, nevoeiro, etc;

Estes fenômenos só são reportados quando restringem a visibilidade para menos de 1000m.

TABELA 07. Fenômenos significativos de tempo presente.

TEMPO SIGNIFICATIVO PRESENTE				
QUALIFICADOR		FENÔMENO DE TEMPO		
INTENSIDADE OU PROXIMIDADE	DESCRITOR	PRECIPITAÇÃO	OBSCURECEDOR	OUTROS
- LEVE MODERADA + FORTE VC – NAS VIZINHANÇAS	MI baixo BC banco DR flutuante BL soprado SH pancada FZ congelante PR parcial TS trovoada	DZ chuveiro RA chuva SN neve SG grãos de neve IC cristais de gelo PE pelotas de gelo GR granizo GS granizo pequeno e/ ou grãos de neve	BR névoa úmida FG nevoeiro FU fumaça VA cinzas vulcânicas DU poeira extensa SA areia HZ névoa seca	PO poeira/ areia em redemoinhos bem desenvolvidos SO tempestade FC nuvens funil (tornado ou tromba d'água SS tempestade de areia DS tempestade de

				poeira
--	--	--	--	--------

b) trovoadas, furacões e toda forma de precipitação tal como chuva, neve, granizo etc.

Estes fenômenos são reportados, sempre que observados, independentemente de sua extensão ou de quanto restringirem a visibilidade.

A precipitação é classificada, segundo sua intensidade, em leve, moderada ou forte, e quanto ao caráter, em contínua, intermitente e em pancadas (Tabela 8).

TABELA 08. Classificação da chuva em função da precipitação

INTENSIDADE	ACÚMULO
LEVE	Quando acumulada até 5mm por hora ou 0,8mm em 10 minutos.
MODERADA	Quando acumulada de 5,1mm a 25mm por hora de 0,9mm a 4mm em 10 minutos.
FORTE	Quando acumulada de 25,1mm a 50mm por hora ou 4,1 a 8mm em 10 minutos.
MUITO FORTE	Quando apresenta o acúmulo acima de 50mm por hora ou acima de 8mm em 10 minutos.

FONTE: MCA 105-2, 2001.

Intensidade do chuvisco definida pelo acúmulo no pluviômetro ou pela visibilidade Tabela 9. As figuras 16 e 17 mostram a codificação do Metar.

TABELA 09. Classificação do chuvisco em função da precipitação e a visibilidade.

INTENSIDADE	ACÚMULO	VISIBILIDADE
LEVE	Quando o acúmulo de água no pluviômetro é da ordem de traços (<i>t</i>) a 0,25mm por hora	A visibilidade é maior que 1000m.
MODERADO	Quando o acúmulo de água no pluviômetro é da ordem de 0,26 a 0,5mm por hora	A visibilidade é observada entre 500 e 1000m inclusive.
FORTE	Quando o acúmulo de água no pluviômetro é maior que 0,5mm por hora	A visibilidade é menor que 500m

FONTE: MCA 105-2, 2001.

A temperatura do ar e do ponto de orvalho: a temperatura do ar refere-se à temperatura sobre a pista de pouso; a do ponto de orvalho dá idéia da quantidade de vapor d'água existente no ar. As temperaturas do ar e do ponto de orvalho são, ambas, fornecidas

em graus Celsius inteiros. Pressão para ajuste de altímetro: pressão barométrica do aeródromo, reduzida ao nível médio do mar, expressão em hectopascal ou polegadas de mercúrio, se assim for solicitado. A pressão para ajuste de altímetro, quando introduzida no altímetro de bordo, fará com que este indique a altitude do aeródromo, quando a aeronave ali estiver pousada (FCA 105-3,2002).

- FM 15-X Ext. METAR** - Informe meteorológico de rotina para aviação (com ou sem prognóstico de tendência)
- FM 16-X Ext. SPECI** - Informe meteorológico especial selecionado para aviação (com ou sem prognóstico de tendência)

... IBÓLICA:

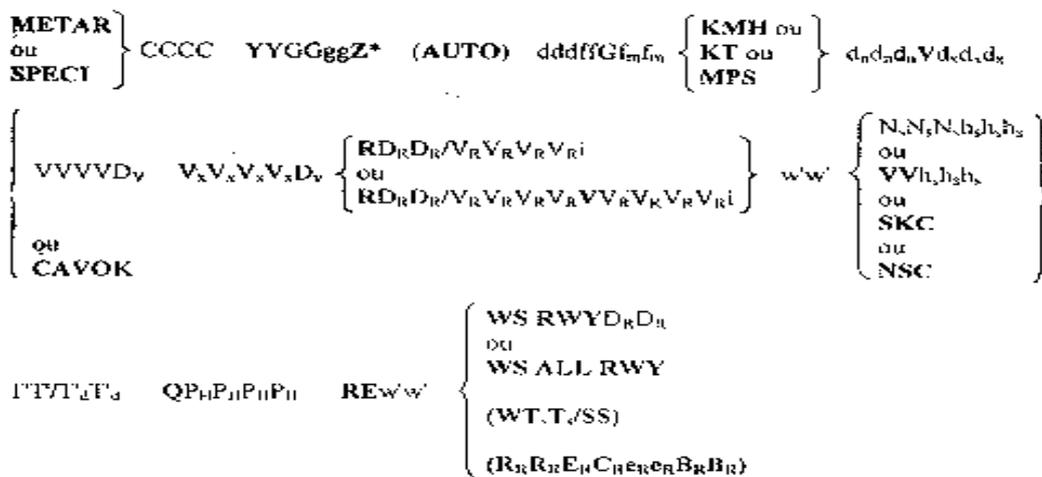


FIGURA 16. A mensagem METAR

Resultado da Consulta de Mensagens Meteorológicas - Página 1 de 0, hora da cons

Localidade	Data - Hora	Conteúdo
Mensagens do dia: 11/02/2004 as 20 Hora(s).		
SBNT	111900	17014KT 9999 FEW020 BKN100 31/23 Q1011=
SBFZ	112000	10012KT 9999 FEW020 SCT100 31/21 Q1010=
SBJP	112000	15011KT 9999 FEW025 SCT100 28/22 Q1011=
SBMO	112000	14011KT 9999 SCT020 29/23 Q1012=
SBSV	112000	15006KT 9999 SCT020 30/25 Q1013=
SBAR	112000	14006KT 9999 FEW017 30/24 Q1012=
SBSP	112000	17013KT 9999 BKN030 22/17 Q1017=
SBRJ	112000	18009KT 9999 BKN018 OVC090 26/21 Q1016=

FIGURA 17. Modelos de mensagem METAR

2.12.1.2. O TAF (Previsão)

O código TAF é uma descrição completa das condições meteorológicas previstas ocorrerem em um aeródromo durante todo o período de previsão, incluindo qualquer mudança considerada significativa para as operações aéreas. Contém informações específicas apresentadas numa ordem fixa.

A *análise e previsão*: as observações meteorológicas efetuadas em horas determinadas, sobre pontos específicos, e as observações fornecidas por aeronaves em voo são plotadas em cartas apropriadas em seguida, procedidas as análises dos dados: a partir destas, são feitas as previsões.

A distribuição dos dados é, em última análise, o fornecimento das informações meteorológicas ao usuário. Na distribuição dos dados. Os órgãos do serviço de meteorologia se utilizam de vários meios, entre os quais têm papel de destaque os órgãos dos serviços de tráfego aéreo. A estes, os órgãos MET prestam, de acordo com os subitens a seguir, informações atualizadas sobre as condições meteorológicas existentes ou previstas, necessárias ao desempenho da atividade a Figura 18 mostra o processamento dessas informações.

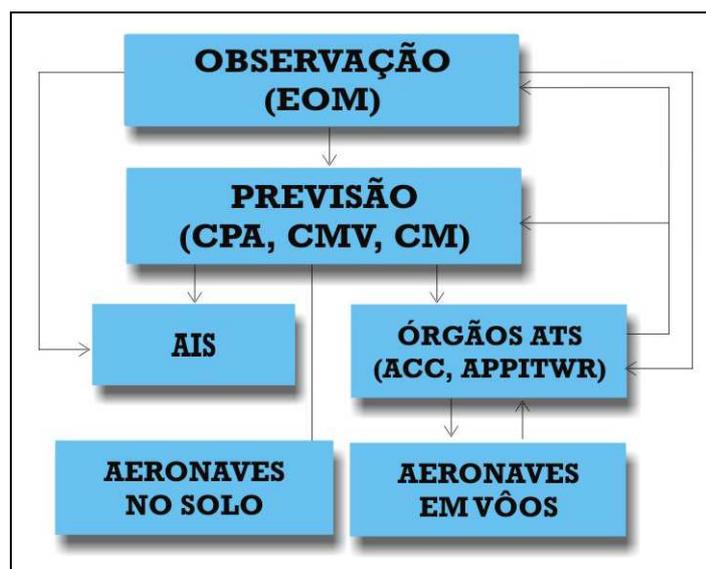


FIGURA 18: Processamento das informações meteorológicas.

O código TAF contém as seguintes informações na seqüência:

- a) grupos de identificação;
- b) ventos a superfície;
- c) visibilidade;
- d) tempo significativo previsto;
- e) nuvens (ou visibilidade vertical, se for o caso);
- f) mudanças significativas esperadas e;
- g) temperatura prevista.

O termo CAVOK substituirá as informações sobre visibilidade, tempo significativo previsto e nuvens de acordo com as normas em vigor.

O período de validade do TAF pode ser dividido em duas ou mais partes independentes, pelo uso do grupo indicador FMGGgg, onde FM = fron (a partir de) e GGgg = hora e minutos (UTC).

Uma completa descrição das condições prevalecentes será dada no início da previsão ou nas partes independentes designada por FMGGgg.

Os períodos de validez do TAF deverão iniciar-se às 0000, 0600, 1200 e 1800 UTC, tendo duração de 12 e 24 horas, para atender ao planejamento operacional dos vôos para aeródromos nacionais e internacionais, respectivamente. O TAF será renovado a cada 6 horas.

Quando o TAF necessitar de emendas, a correção será indicada pela colocação da abreviatura AMD após a sigla TAF e esta nova mensagem cobrirá o período restante de validade do TAF original.

Os itens *a*, *b*, *c*, *d* e *e* do TAF são idênticas aos grupos do METAR já citados anteriormente.

Os grupos de mudanças significativas - quando um conjunto de condições de tempo prevalecente foi esperado mudar significativamente para um outro conjunto de condições, o grupo FMGGgg (FM = fron (a partir de)) e GGgg = hora e minutos de ocorrência, será usado para indicar o início de uma parte independente da previsão. Todas as condições dadas antes do grupo FMGGgg serão substituídos pelas novas condições previstas.

Os grupos BECMG e GGeGe indicam uma mudança regular ou irregular para as condições previstas num momento qualquer dentro do período de GG e GeGe. Este período normalmente não excederá de duas horas.

Este grupo será seguido por grupos que descreverão somente os elementos que são previstos mudar significativamente. Entretanto, no caso da nebulosidade, todos os grupos deverão se informados.

A não ser que outros grupos sejam usados, as condições dadas após BECMG GGGeGe deverão prevalecer a partir de GeGe até o fim do período.

Os grupos Tempo GGGeGe indicaram flutuações temporárias nas condições que podem ocorrer a qualquer momento durante o período GGGeGe.

As condições seguintes a estes grupos são esperadas durarem menos que uma hora em cada situação e, somadas, menos que a metade do período indicado por GGGeGe.

Quando a confiança nos valores alternativos da previsão não for suficiente, mas o elemento previsto for considerado significativo para as operações, os grupos PROBC2C2 GGGeGe serão usados. C2C2 indicará a porcentagem da probabilidade de ocorrência e somente poderá ser de 30% ou 40%.

O grupo PROB será sempre seguido pelo grupo horário GGGeGe ou por um grupo de mudança TTTT GGGeGe.

Temperaturas previstas – este grupo será utilizado para dentro do período de validade do TAF, informar as temperaturas máximas (TX) e mínimas (TN) previstas, com as respectivas horas de ocorrência, a Figura 19 mostra a forma simbólica do TAF e a Figura 20 algumas mensagens (FCA 105-2,2002).

FORMA SIMBÓLICA

FM 51-X Ext. TAF – Previsão de Aeródromo

FORMA SIMBÓLICA:

TAF CCCC YYGGggZ Y₁Y₁G₁G₁G₂G₂ dddffGf_mf_m { KMH ou
KT ou
MPS

{ VVVV { w'w'
ou
NSW { N_sN_sN_sh_sh_sh_s
ou
VVh_sh_sh_s
ou
SKC ou NSC
ou
CAVOK

PROBC₂C₂ GGGeGe { TTTT GGGeGe
ou
TTGGgg } (TXT_FT_F/G_FG_FZ TNT_FT_F/G_FG_FZ)

FIGURA 19. A mensagem TAF

**SBMO 160600-170600 12007KT 9999 SCT017 PROB30 0610 6000 SHRA
BKN015 TN22/08Z TX27/16Z=**

SBMO 161200-171200 12007KT 9999 SCT018 TX27/16Z TN22/08Z=

SBMO 161800-171800 14009KT 9999 SCT020 TN21/07Z TX27/15Z=

FIGURA 20. Modelos de Mensagens TAF.

2.13. Principais fenômenos meteorológicos que interferem no pouso e decolagem

Os principais fenômenos meteorológicos que interferem diretamente na navegação aérea são os que restringem a visibilidade, a turbulência e a trovoada. Em aviação, há três tipos de visibilidade: a visibilidade horizontal na superfície, visibilidade ar-ar ou visibilidade em vôo e visibilidade ar-solo ou visibilidade oblíqua. Conquanto, para estas duas últimas, não existam métodos práticos de determinação, sendo os reportes de pilotos a única fonte de informação, a visibilidade horizontal na superfície é reportada, normalmente, nas observações meteorológicas de superfície.

O tipo e a intensidade da restrição à visibilidade próxima ao solo dependem, fundamentalmente, da transparência do ar: o ar estável, por não favorecer o desenvolvimento de correntes verticais, não dispersa os elementos que restringem a visibilidade ao contrário, o ar instável produz correntes verticais que dissipam nevoeiro e dispersam névoa e fumaça, tanto vertical quanto horizontalmente. Desta forma, ar estável

favorece a má visibilidade, ar instável, a boa visibilidade. Além disso, na ocorrência de precipitação em ar instável, ela é, normalmente, rápida e imediata.

Como a terra e as baixas camadas de ar são aquecidas, durante o dia, o ar que se encontra estável, nas primeiras horas da manhã, torna-se instável. Por esta razão, a visibilidade, normalmente, melhora com o aumento da temperatura, durante o dia. Se a camada de nuvem obstrui a chegada de raios solares, até o solo, a melhora da visibilidade é mais lenta.

Nuvens, bem como névoa e poeira, em alturas elevadas, prejudicam a visibilidade em vôo. O efeito de camadas de nuvens pouco consistentes não é tão restritivo quanto as múltiplas camadas compactas de nuvens ou os cumulus de grande extensão vertical. Enquanto uma aeronave está voando dentro de nuvem, a visibilidade do piloto é similar àquela experimentada por um observador no solo, dentro de um nevoeiro, e pode variar de zero até um quilômetro ou mais.

A visibilidade oblíqua (ar-solo) pode ser restringida por nuvens ou névoa, em alturas elevadas bem como por fenômenos de superfície, como nevoeiros e tempestades de areia. A visibilidade oblíqua pode ser maior ou menor que a visibilidade horizontal na superfície, dependendo somente da intensidade dos fenômenos de superfície. A visibilidade oblíqua é importante na aproximação para o pouso e no vôo VFR em rota, quando o nevoeiro, a poeira e a névoa se elevam a vários milhares de pés de altura.

A visibilidade horizontal no solo é mais importante, durante as operações de pouso e decolagem. Quando um fenômeno meteorológico que restrinja a visibilidade do piloto é observado ou previsto, o controlador deve ser alertado para o impacto que isto pode causar às operações VFR e IFR. Os elementos que mais comumente causam restrição à visibilidade são: nevoeiro; nuvens stratus; névoa, fumaça, tempestade de areia, de poeira e de neve; e precipitação.

O nevoeiro é um dos fenômenos meteorológicos mais comuns e perigosos para a aviação. As condições favoráveis à ocorrência de nevoeiro são ventos fracos e pequenas diferenças entre os valores das temperaturas do ar e do ponto de orvalho. O nevoeiro ocorre com mais frequência em regiões costeiras em virtude da maior quantidade de vapor d'água presente no ar. Próximo a áreas industriais, onde a fumaça pode ser combinada com nevoeiro, é muito comum, persistir a má visibilidade, sendo consideravelmente mais provável a ocorrência de nevoeiro denso nessas áreas que nas áreas rurais.

Uma característica que faz o nevoeiro tornar-se muito perigoso para a aviação é a rapidez que ele pode se formar. Por isso, não é raro a visibilidade de 5 ou 6 quilômetros cair para menos de 1000 metros, em poucos minutos.

O nevoeiro se forma com mais frequência à noite ou de manhã cedo, quando o céu está claro e o vento quase calmo. Quando o ponto de orvalho está, no máximo seis graus defasados da temperatura e outros fatores são favoráveis, é provável a ocorrência de nevoeiro, durante a noite ou perto do amanhecer. Da mesma forma, quando é pequena a diferença entre as temperaturas do ar e do ponto de orvalho e há chuvisco ou chuva leve e contínua, há muita possibilidade de ocorrer nevoeiro. Ainda, o decréscimo na diferença entre as temperaturas do ar e do ponto de orvalho, na superfície, indica aumento na probabilidade de ocorrer nevoeiro, sendo provável de ocorrer, se a diferença continuar diminuindo, até chegar em torno de dois graus.

O nevoeiro tênue geralmente, desaparece umas poucas horas, após o nascer do sol, se não houver nuvens acima o nevoeiro espesso ou nevoeiro com pesadas camadas de nuvens acima, entretanto, dissipa-se vagorosamente, no decorrer do dia. (MMA 100-31, 1994).

Nuvens stratus – algumas vezes, quando as condições são favoráveis à formação de nevoeiro, forma-se uma camada de nuvens stratus tão baixa que é confundida com nevoeiro. Isto ocorre, especialmente sobre terrenos planos, quando o vento é de pouco mais de 15 nós. Essas nuvens formadas em ar estável, geralmente, coexistem com o nevoeiro. Neste caso, não há uma real distinção entre o nevoeiro e a nuvem stratus, porquanto um penetra gradualmente no outro. (MMA 100-31, 1994).

Névoa, fumaça e poeira – névoa é o resultado da concentração de partículas sólidas, dentro de uma camada estável da atmosfera, e, ocasionalmente, pode estender-se desde a superfície até 15000 pés de altura.

As camadas de névoa, muitas vezes, apresentam topos definidos, acima dos quais a visibilidade ar-solo, observada a partir do topo da camada, é ruim, especialmente numa tomada oblíqua. Dentro da névoa, a visibilidade varia muito, dependendo se o piloto está ou não de frente para o sol, se existe névoa, é muito perigoso fazer pousar uma aeronave, com frente voltada para o sol.

Fortes ventos na superfície e correntes verticais em ar instável colocam em suspensão substâncias desprendidas da superfície, como pó, areia ou neve. Isto pode reduzir a quase zero a visibilidade, em extensas áreas. Sob condições favoráveis, a poeira pode ser elevada até 15000 pés e reduzir a visibilidade tanto no solo como no ar; ao

contrário, areia e neve, raramente, vão além de poucas centenas de pés de altura. (MMA 100-31, 1994).

Precipitação – chuvisco, chuva e neve são as mais comuns formas de precipitação que causam restrição à visibilidade, destas, a neve é a que geralmente mais reduz a visibilidade, podendo fazê-la chegar à quase zero. Ao contrario, a chuva, raramente reduz a visibilidade na superfície para menos de 1500 metros, e, além disso, tem a propriedade de trazer para o solo, consigo, partículas sólidas que se encontram no ar, limpando-o, por conseguinte, o chuvisco coexiste, freqüentemente, com nevoeiro, névoa e fumaça, resultando em restrições à visibilidade maiores que a da chuva. Por outro lado, a água escorrendo pelo pára-brisa ou o embasamento interior pode fazer com que o piloto fique com a visibilidade seriamente prejudicada ou mesmo sem visibilidade à frente, quando a precipitação se congela no pára brisas. (MMA 100-31, 1994).

A temperatura do ar em vôo constitui um dos elementos mais importantes para a estimativa da performance de uma aeronave. É lida a bordo de aeronaves por meio de termômetros especiais protegidos contra a radiação solar. A leitura feita a bordo de aeronave em vôo, fornecendo um valor de temperatura indicada (T_i). A velocidade de deslocamento da aeronave (V_a), por sua vez acarreta um certo efeito de fricção com o ar, que produz uma certa quantidade de calor. Este calor é absorvido pela aeronave e pela área de contato do termômetro de bordo, causando aumento na sua indicação. É o motivo porque a temperatura indicada em vôo é sempre mais elevada que a temperatura verdadeira (T_t) do ambiente. A diferença será tanto maior quanto maior for a V_a . Para valores de V_a inferiores a 160Kt (296,3Km/h), considera-se a diferença desprezível, ou seja: a temperatura indicada é igual a temperatura verdadeira. Já a velocidade de deslocamento da aeronave de 200Kt (370,4Km/h) acarreta um aquecimento médio de 4°C e a 300Kt (555,6Km/h) acarreta aquecimento médio de 9,5°C. Para uma aeronave de 500Kt (926Km/h) este valor atinge a marca apreciável de 27°C. Tais implicações de temperatura, em função das velocidades das aeronaves, no momento do pouso ou da decolagem, devem ser levadas em consideração para ajustes de balanceamentos das mesmas. (CHEDE, 1984).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Descrição da Área em estudo.

3.1.1. Localização da Estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

A estação do DTCEA-MO está localizada a latitude $09^{\circ}31'S$, longitude $35^{\circ}47'W$ e altitude 117,0m na região do Tabuleiro do Martins e cercada praticamente por plantações de cana-de-açúcar durante parte do ano. Uma parte da instrumentação está montada próxima à pista de pouso de decolagem. É constituída de uma estação automática, EMS-2A, de fabricação da HOBECO, com sensores de vento, força e direção, a 10m de altura. Há também, instrumentação convencional composta de abrigo meteorológico, com termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, localizado próximo à pista; barômetro aneróide e barômetro de cuba de mercúrio, localizados próximos ao abrigo meteorológico.

3.1.2. Localização da área de responsabilidade da estação meteorológica do aeroporto Zumbi dos Palmares.

A área que esta sob a responsabilidade da EMS-2, corresponde a um círculo, cujo centro é a estação, de raio de 20km (10,75 NM). Limitado aproximadamente com as coordenadas: ao norte ($09^{\circ}21'S$, $35^{\circ}47'W$), leste ($09^{\circ}31'S$, $35^{\circ}36'W$), sul ($09^{\circ}42'S$, $35^{\circ}47'W$) e oeste ($09^{\circ}31'S$, $35^{\circ}57'W$) (Figura 21 e 22).

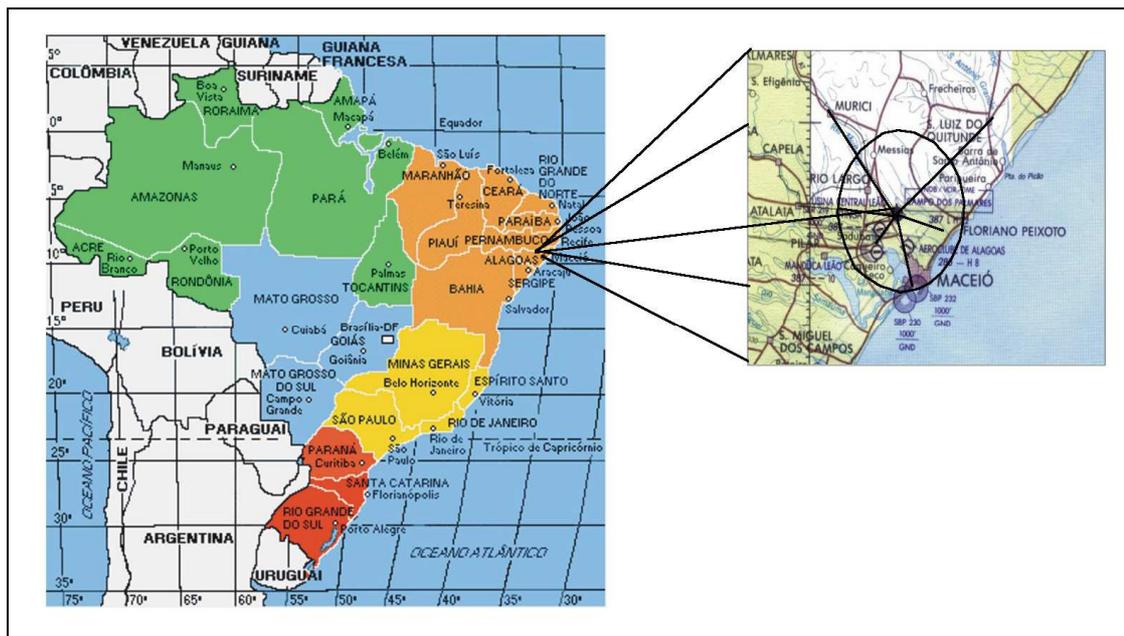


FIGURA 21: Localização da área de responsabilidade da estação do DTCEA-MO.



FIGURA22: A área de responsabilidade da estação do aeroporto e localização das localidades usadas para a classificação climatológica: S. Luis do Quitunde, Murici, Rio Largo, Atalaia, Usina Utinga Leão, Satuba, Maceió e Maceió (Saúde) – sentido anti-horário. Fonte: Ministério da Aeronáutica, 2004.

3.2. Dados coletados

Neste trabalho foram utilizados, para climatologia do Aeroporto Zumbi dos Palmares, dados que vão desde 1959 a 2002 de registros dos sumários climatológicos usados pela meteorologia Aeronáutica: relatório climatológico e estatístico mensal (IEMA – CINDACTA 3 105-05) e sumário climatológico mensal 01 e 02.(anexo 05).

Os dados utilizados para climatologia da área de responsabilidade da estação do Aeroporto foram os registrados em oito estações da Sudene: Murici, Satuba, Maceió (Saúde), São Luis do Quitunde, Atalaia, Rio Largo , Maceió e a estação da Usina Utinga Leão. As estações pluviométricas foram escolhidas de maneira que as suas localizações, ou seja suas distribuição espacial melhor representasse a região em estudo. A Tabela 10 apresenta as estações, suas localizações, altitudes e período pesquisado.

TABELA 10. Estações pluviométricas, sua localização , altitude e período pesquisado.

ESTAÇÃO	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	PERÍODO
MURICI	09°19`S	35°56`W	82M	1963-1985
SATUBA	09°35`S	35°49`W	10M	1963-1985
MACEIÓ (SAÚDE)	09°32`S	35°38`W	10M	1963-1985
S.LUIS DO QUITUNDE	09°20`S	35°33`W	4M	1937-1985
ATALAIA	09°02`S	35°55`W	54M	1912-1950
RIO LARGO	09°29`S	35°50`W	62M	1963-1986
MACEIÓ	09°39`S	35°43`W	30M	1913-1986
USINA UTINGA LEÃO	09°32`S	35°52`W	110M	1911-1992

FORNTE:SUDENE (1990).

Neste trabalho foram utilizados dados para pesquisa dos casos de fechamentos operacionais para pousos e decolagens que vão desde 1959 a 2002, perfazendo um total de 44 anos de registros dos formulários de dados meteorológicos tais como: IEPV – 105-78 e os antigos DEPV – 105-25 e IEMA – DR – 105-025 (Anexo 05).

3.3 . METODOLOGIA

3.3.1. Aspectos metodológicos para caracterização climática da área do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

Conforme trabalho citado na bibliografia (Azevedo, 2004) para o levantamento climatológico da região em estudo, foi feito um tratamento estatístico, tais como cálculos de médias aritméticas, desvios padrões, medianas, modas, gráficos e tabelas para

temperaturas, pluviosidades, vento (direção e velocidade), horas de pluviosidades, umidade do ar e pressão atmosférica.

3.3.2. Aspectos metodológicos para caracterização climática da área de responsabilidade da Estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

Para o cálculo das temperaturas médias climatológicas para as localidades de estudo, foram utilizadas os valores de normais climatológicas publicadas pelo Instituto Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura para as localidades de: Recife, Própria, Garanhuns e Maceió e em seguida calculado um gradiente horizontal de temperaturas médias climatológicas para as localidades citadas anteriormente e a estação do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

3.3.3. Aspectos metodológicos da pesquisa diária e horária para os casos de fechamentos operacionais do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

Para caracterização de fechamentos operacionais, utilizou-se dos valores de visibilidade e teto, pesquisados diretamente nos formulários diários, confeccionados pela estação meteorológica do Aeroporto, no período que vai de 1959 a 2002 e depois associando os demais elementos relacionados a esses valores tais como: tempo presente, nuvens, vento e etc.

A Tabela 11 e 12 apresenta os intervalos de visibilidades e tetos dentro dos valores prescritos em nos padrões de tráfego aéreo e da Meteorologia Aeronáutica.

TABELA 11. Classes de intervalos de visibilidades.

VALORES	INTERVALOS(m)				
visibilidades	0m - 1000m	1000m - 1500m	1500m - 3000m	3000m - 5000m	> 5000m

TABELA 12. Classes de intervalos de tetos.

VALORES	INTERVALOS(m)					
tetos	0m - 30m	30m - 60m	60m - 150m	150m - 300m	300m - 450m	.> 450m

Para caracterização do vento associado a esses eventos a direção foi dividida em octantes tendo o Norte verdadeiro como o início e no tocante a velocidade utilizou-se uma parte da escala “Beaufort” que vai vento calmo até ventania (Anexo 3). Os intervalos de pressão são dividido de um em um Hectopascal (hPa) do menor valor até o maior valor pesquisado.

O tratamento dado aos valores pesquisados foi o da distribuição em frequência das ocorrências bem como a distribuição em ogiva percentual. O método de pesquisa foi o censitário e frequencista, pois foi feita em cima de toda a população e um tratamento probabilístico. “Considera-se uma experiência aleatória com espaço de resultados Ω . Seja A um acontecimento;

se for efetuado N provas e o acontecimento A se realiza Sn(A) vezes, a experiência ensina que à medida que N aumenta a frequência relativa $F_n(A) = S_n(A)/N$, tende a estabilizar-se” (Murteira, 1980). Foram feitos os histogramas, as distribuições de frequências e as linhas de tendências.

3.4. Aspectos metodológicos para caracterização dos aspectos de horas de fechamentos operacionais mensais em relação a normal.

Os índices normalizados, para caracterização dos índices de anomalia de fechamentos (IAF) são obtidos através dos procedimentos descritos na curva normal ou função de Gauss – Laplace (1812), citado por Murteira (1980), ou seja: as normalizações são feitas subtraindo-se do fechamento observado da média, tendo como resultado os desvios e dividindo-se essa diferença ou desvios, pelo desvio padrão. Tanto as médias como os desvios padrões se referem a um período longo e são pertinentes à própria estação e a cada período. Assim o índice de fechamentos pode ser representado pela expressão:

$$IAF = \frac{(X - X_m)}{\rho} \quad (01)$$

onde :

IAF = índice de anomalia de fechamentos

X = horas de fechamentos operacionais observada

Xm=hora média de fechamentos operacionais observada

ρ = desvio padrão

Tais índices foram associados aos valores de tráfego aéreo do mês de maior movimento em termos de tráfego, e aos índices de anomalia de precipitação (IAP), que são obtidos através dos procedimentos descritos por Nery et al. (1996). Tais resultados estão de acordo com Souza (2005) e considerações feita por Ropelewski e Halpert (1989).

A Tabela 13 mostra os valores médios mensais de tráfego no período de 2000 a 2005 mostrando que o mês de janeiro o de maior tráfego.

TABELA 13. Movimento médio mensal de aeronaves no aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 2000 a 2005.

MESES	MÉDIA	DESVIO
janeiro	1996,50	228,24
fevereiro	1655,75	180,43
março	1564,33	59,11
abril	1615,25	202,40
maio	1685,33	128,73
junho	1636,00	114,97
julho	1860,67	337,38
agosto	1912,00	269,41
setembro	1822,67	110,65
outubro	1822,33	88,08
novembro	1631,67	34,89
dezembro	1798,67	83,69
média	1750,10	153,17

Fonte : IEPV-100-35 (CINDACTA – 3), 2005.

3.5. Aspectos metodológicos para caracterização dos eventos El Niño e La Niña na região do aeroporto Zumbi dos Palmares.

Segundo trabalho de Bernardo (1999) e Figueiredo (2002) para as regiões de Maceió e Nordeste, respectivamente, em suas definições de El Niño e La Niña e suas conseqüências para a região Nordeste, O El Niño é o aquecimento acima do normal das águas do Pacífico Leste. O fenômeno é repetitivo, apresentando-se em intervalos de três a sete anos, e caracteriza-se pelas temperaturas média do mar mais altas que as normais. Em sua evolução típica, o fenômeno se inicia em torno de abril-maio, atinge sua máxima intensidade durante dezembro do mesmo ano e janeiro do ano seguinte, enfraquecendo-se nos meses subseqüentes. Suas conseqüências para o Nordeste são: El Niños fortes intensificam as secas Nordestinas, com sua influência maior nos meses de fevereiro a maio quando se têm a estação chuvosa do semi-árido do Norte do Nordeste.

O La Niña (a fase fria), é caracterizado pelo resfriamento anormal das águas no Pacífico centro-leste. Em anos de La Niña, os ventos Alísios são mais intensos sobre o Pacífico Equatorial. A temperatura da superfície do mar torna-se aproximadamente 1,0°C a 3,0°C mais alta no Pacífico Oeste, em relação à temperatura média (28,5°C) e Enquanto as TSMs do Pacífico Leste apresentam anomalias negativas de 2,0°C a 3,0°C. A atividade convectiva e o movimento de ar ascendente se intensificam sobre a região da Indonésia/Norte da Austrália, com grande formação de nuvens e chuvas intensas, enquanto os ventos de ar superior, deslocam-se para Oeste, descem (subsidiência) sobre todo o Pacífico Central e Leste, próxima à costa da América do Sul. O ar subsidente intensifica a alta da Subtropical que, por sua vez, torna os Alísios mais fortes, provocando uma ressurgência acima da normal. A costa Oeste da América do Sul sofre, então, um período mais seco que o normal. O La Niña intensifica a circulação de Walker sobre a Indonésia/Norte da Austrália e sobre a Amazônia e, de maneira geral, provoca excesso de chuvas sobre os continentes tropicais e secas nas regiões temperadas. No setor do Atlântico, Hastenrath e Heller (1997) e Markham e Mclain (1997) sugeriram que a Alta Subtropical do Atlântico Norte fica mais forte do que o normal e, associada ao enfraquecimento da Alta Subtropical do Atlântico Sul, força o deslocamento anômalo da ZCIT mais para o Sul do Equador, favorecendo a ocorrência de precipitações acima do normal no NEB, no Brasil, os principais efeitos atribuídos ao fenômeno La Niña são: na região Nordeste, as frentes frias penetram nas latitudes baixas frequentemente,

principalmente no litoral da Bahia, Sergipe e Alagoas, e chuvas têm a tendência de serem acima da média sobre a região semi-árida. Essas chuvas abundantes só ocorrem no Norte do Nordeste se, simultaneamente, a Alta da Bolívia estiver deslocada para sobre o leste da Amazônia e o dipolo do Atlântico for favorável, isto é, se as TSM estiverem acima da média no oceano Atlântico Tropical Sul e abaixo da média no Atlântico Tropical Norte. A Tabela 14 mostra os anos de El Nino e La Nina pesquisados.

TABELA 14. Composição de anos selecionados com ocorrências dos eventos El Niño e La Nina.

EVENTOS	COMPOSIÇÃO
EL NIÑO	,1958,1963,1965,1969,1970,1971,1972,1976,1979,1980,1982,1983 1986,1987,1991,1992,1993,1994,1997,1998
LA NIÑA	,1964,1973,1974,1975,1984,1985,1988,1989,1995,1996,1999,2000

Fonte: Figueredo (2002). Adaptado por Azevedo (2005).

3.6. Principais fórmulas utilizadas

- Média aritmética simples:

A média aritmética, ou média, de um conjunto de N números $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ é representada por \bar{X} (leia-se “X barra”) e definida por:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{N} = \frac{\sum x}{N} \quad (02)$$

Se os números $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ ocorrerem $f_1, f_2, f_3, \dots, f_k$ vezes respectivamente (i, e , ocorrerem com as frequências $f_1, f_2, f_3, \dots, f_k$), a média aritmética será:

$$\bar{X} = \frac{f_1 \cdot x_1 + f_2 \cdot x_2 + f_3 \cdot x_3 + \dots + f_n \cdot x_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_k} = \frac{\sum_{j=1}^N f_j \cdot x_j}{\sum f} = \frac{\sum f x}{\sum f} = \frac{\sum f x}{N} \quad (03)$$

Onde $N = \sum f$ é a frequência total, *i.e.*, o total do número de casos (Spiegel, 1985).

- Desvio padrão

O desvio padrão de um conjunto de N números x_1, x_2, \dots, x_n é representado por S é definido por:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (x_j - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}} \quad (04)$$

Se x_1, x_2, \dots, x_k ocorrerem com as frequências f_1, f_2, \dots, f_k , respectivamente, o desvio padrão pode ser definido por:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^K f_i (x_j - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\sum f (x - \bar{x})^2}{N}} \quad (05)$$

(Spiegel, 1985).

- **Assimetria**

Assimetria é o grau de desvio, ou afastamento da simetria, de uma distribuição

$$\text{Assimetria} = \frac{\text{média} - \text{mod } a}{\text{Desvio Padrão}} = \frac{\bar{x} - \text{mod } a}{S} = \frac{3(\bar{x} - \text{mediana})}{S} = \frac{3(\text{mediana} - \text{mod } a)}{2.S} \quad (06)$$

(Spiegel, 1985).

- **A linha reta**

O tipo mais simples de curva de ajustamento é também usada para regressão linear.

$$Y = a_0 + a_1 \cdot x \quad (07)$$

Dados dois pontos quaisquer (x_1, y_1) e (x_2, y_2) dessa reta, as constantes a_0 e a_1 podem ser determinadas.

$$a_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \text{ e } a_0 \text{ é o valor de } y \text{ quando } x=0 \quad (08)$$

(Spiegel, 1985).

- **Coefficiente de correlação**

$$r = \frac{\sum x.y}{\sqrt{(\sum x^2).(\sum y^2)}}, \text{ onde } x = x - \bar{x} \text{ e } y = y - \bar{y} \quad (09)$$

(Spiegel, 1985).

Aqui mede o grau de associabilidade entre as várias variáveis meteorológicas coletadas na estação do Aeroporto Zumbi do Palmares no período considerado já citado anteriormente.

- **Probabilidade**

Suponha-se que um evento E possa acontecer de h maneiras diferentes, em um total de n modos possíveis, igualmente prováveis. Então, a probabilidade de ocorrência do evento (denominando sucesso) é definida por:

$$P = \Pr\{E\} = \frac{h}{n} \quad (10)$$

A probabilidade de não ocorrência do evento (denominado insucesso) é definido por :

$$Q = 1 - \Pr\{E\} = 1 - \frac{h}{n} \quad (11)$$

(Spiegel, 1985).

- **A Mediana**

A mediana de um conjunto de números, ordenados em ordem de grandeza, é o valor médio ou a média aritmética dos dois valores centrais (Spiegel, 1985).

- **A Moda**

A moda de um conjunto de números é o valor que ocorre com maior frequência, ou seja, é o valor mais comum. A moda pode não existir e, mesmo que exista, pode não ser única (Spiegel, 1985).

4.0- RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Classificação Climática da área em estudo.

A região é quente, com média térmica anual de 24,72 °C e variando entre 23,79°C a 25,10°C e amplitude térmica média anual variando de 0,03°C a 1,31°C, precipitação média de 1726,51 mm/ano, com chuvas de inverno e outono, e variando de 1413,06 a 2250,30mm/ano. Na Tabela 15 mostra-se a classificação climática dos diversos municípios que compuseram a área estudada. Nota-se que a região, como um todo, apresenta um clima homogêneo.

TABELA 15. Estações meteorológicas utilizadas na classificação climática, com valores de temperatura média anual, precipitação média mensal e classificação climática da área em estudo.

ESTAÇÃO	TEMPERATURA MÉDIA ANUAL (°C)	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MÉDIA MENSAL (mm)	CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA SEGUNDO "KOPPEN"
Atalaia	23,79	1413,06	As
Murici	23,94	1427,70	As
Usina Utinga Leão	25,00	1803,10	As
Rio Largo	24,66	1697,50	As
Satuba	24,99	2250,30	As
Maceió (Saúde)	25,00	1765,70	As
S. Luis do Quitunde	25,03	1777,80	As
Maceió	25,10	1560,45	As
Era. Zumbi dos Palmares	24,95	1842,95	As
Média	24,72	1726,51	As

4.2 . Freqüência de fechamentos operacionais e sua relação com os períodos mais e menos chuvosos

Na Tabela 16 apresenta-se o número de vezes em que o Aeroporto Zumbi dos Palmares esteve abaixo dos valores mínimos operacionais de visibilidade e teto, tendo a seguinte distribuição percentual: janeiro (2,44%), fevereiro (3,23%), março (5,51%), abril (10,32%), maio (15,07%), junho (22,31%), julho (17,06%), agosto (13,12%), setembro (4,99%), outubro (2,99%), novembro (1,17%) e dezembro (1,79%).

Os meses de janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro representam (22,12%) e os meses de abril, maio, junho, julho e agosto (77,88%) do total de fechamentos. Os primeiros representam o período menos chuvoso e, os segundos, o período mais chuvoso na região da terminal do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

TABELA 16. Frequências do número de fechamento, percentual de fechamento, média mensal e desvio padrão do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

MÊS	FREQUÊNCIA	PERCENTUAL DE FECHAMENTO		
		MÉDIA MENSAL	DESVIO PADRÃO	
JANEIRO	342	2,44	7,22	3,50
FEVEREIRO	452	3,24	10,27	8,37
MARÇO	770	5,51	17,50	8,17
ABRIL	1443	10,32	32,79	17,41
MAIO	2108	15,07	47,91	13,65
JUNHO	3120	22,31	70,91	18,92
JULHO	2386	17,06	54,23	17,73
AGOSTO	1835	13,12	41,70	20,42
SETEMBRO	698	4,99	15,86	8,22
OUTUBRO	418	2,99	9,50	3,74
NOVEMBRO	163	1,17	3,70	1,83
DEZEMBRO	250	1,79	5,68	2,88
TOTAL	13985		317,77	124,84
MÉDIA ANUAL	1165,42		26,48	10,40
MÉDIA HISTÓRICA	26,48		26,48	–

Na Tabela 17, exibiram-se os anos, e os respectivos meses, de máxima e mínima precipitação. Os maiores valores de chuvas ocorreram entre março e julho e os menores valores de chuvas entre setembro e fevereiro. Confirmaram-se os resultados obtidos por Molion e Bernardo (2000), para os meses de totais pluviométricos máximos, que foram de abril a julho.

TABELA 17. Anos, e seus respectivos meses, de máximas e mínimas precipitações, na Estação Meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares.

ANOS	MÊS DE MÁXIMA PLUVIOSIDADE	MÊS DE MÍNIMA PLUVIOSIDADE	ANOS	MÊS DE MÁXIMA PLUVIOSIDADE	MÊS DE MÍNIMA PLUVIOSIDADE
1959	JUNHO	DEZEMBRO	1981	MARÇO	OUTUBRO
1960	MAIO	SETEMBRO	1982	ABRIL	OUTUBRO
1961	MAIO	NOVEMBRO	1983	MARÇO	DEZEMBRO
1962	JUNHO	JANEIRO	1984	MAIO	DEZEMBRO
1963	JUNHO	OUTUBRO	1985	JULHO	OUTUBRO
1964	JUNHO	DEZEMBRO	1986	MAIO	JANEIRO
1965	JUNHO	FEVEREIRO	1987	JUNHO	NOVEMBRO
1966	MAIO	DEZEMBRO	1988	JULHO	JANEIRO
1967	ABRIL	NOVEMBRO	1989	JULHO	FEVEREIRO
1968	MAIO	OUTUBRO	1990	ABRIL	FEVEREIRO
1969	MAIO	DEZEMBRO	1991	MAIO	DEZEMBRO
1970	MARÇO	NOVEMBRO	1992	JUNHO	DEZEMBRO
1971	JULHO	DEZEMBRO	1993	JULHO	FEVEREIRO
1972	MAIO	DEZEMBRO	1994	JUNHO	DEZEMBRO
1973	ABRIL	DEZEMBRO	1995	JUNHO	DEZEMBRO
1974	JUNHO	OUTUBRO	1996	ABRIL	FEVEREIRO
1975	MAIO	NOVEMBRO	1997	MAIO	NOVEMBRO
1976	MARÇO	JANEIRO	1998	JULHO	DEZEMBRO
1977	JUNHO	NOVEMBRO	1999	JULHO	JANEIRO
1978	JUNHO	JANEIRO	2000	JULHO	NOVEMBRO
1979	MAIO	DEZEMBRO	2001	JUNHO	FEVEREIRO
1980	JUNHO	ABRIL	2002	JUNHO	DEZEMBRO

Na Tabela 18 mostrou-se, probabilisticamente, que 100% das chuvas máximas ocorreram entre março e julho e 97,72% das mínimas ocorreram entre setembro e fevereiro que coincidiram, respectivamente, com os períodos de máximos e mínimos fechamentos operacionais.

Na Figura 23, mostrou-se a semelhança existente entre a frequência do número de fechamentos e o número de horas de fechamentos no decorrer do ano durante o período de 1959 a 2002. Ambas as curvas têm seus mínimos no início do ano (janeiro) e final do ano (novembro/dezembro) e máximos no meio do ano (junho). Para modelagem das equações da Tabela 19, fez-se uma ordenação mensal dos meses do ano, de maneira que o ponto do gráfico representativo do mês coincidissem com a metade de cada mês. O mês de janeiro é o de ordem 1ª e, assim, sucessivamente.

TABELA 18. Frequência dos meses de máximas e mínimas precipitações no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002..

MESES	Frequência dos meses de máxima precipitação	Frequência dos meses de mínima precipitação
-------	---	---

janeiro	0	6
fevereiro	0	6
março	4	0
abril	5	1
maio	12	0
junho	15	0
julho	8	0
agosto	0	0
setembro	0	1
outubro	0	6
novembro	0	8
dezembro	0	16
total	44	44

Na Figura 23, mostrou-se o gráfico de frequências e horas de fechamentos operacionais para pouso e decolagem na terminal do Aeroporto Zumbi dos Palmares no período que está compreendido entre 1959 a 2002. A semelhança entre ambas as curvas poligonais é aparente na Figura.

As equações da Tabela 19 foram criadas para gerar as estimativas de frequências médias mensais de fechamentos operacionais (Equação 1), horas médias mensais de fechamentos operacionais (Equação 2) e os valores intermediários entre as equações anteriores (Equação 3) em função do mês. Nessas Equações, “x” é o número de ordem de um determinado mês, tendo sido dado o número de ordem igual a 1 para o mês de janeiro de 1959, e assim sucessivamente, considerando o valor da contagem no dia quinze de cada mês para o ajuste das equações citadas acima.

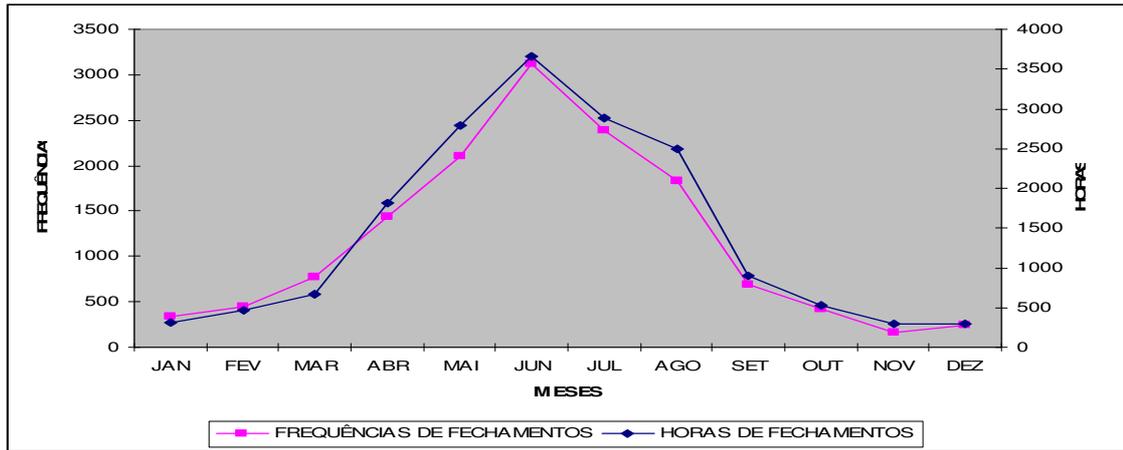


FIGURA 23. Frequências de ocorrência e horas de fechamentos operacionais mensais no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

As equações da Tabela 19 estimam os valores de horas e frequências de fechamentos ao nível de significância de 0,10 (10%), ou seja, é de se esperar 90% de acerto dos valores de fechamentos. O teste de Qui Quadrado foi usado para prova de aderência.

TABELA 19. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos operacionais, frequências médias mensais de fechamentos operacionais e equação para os valores intermediários para as Equações (1) e (2), onde “X” é o número de ordem do mês.

NÚMERO	EQUAÇÃO	EVENTO ASSOCIADO
1	$F(X) = 83,14 * e^{-\left(\frac{X-6}{2,74}\right)^2}$	Horas média mensal de fechamentos
2	$F(X) = 70,91 * e^{-\left(\frac{X-6}{2,66}\right)^2}$	Frequência média mensal de fechamentos
3	$F(X) = 77,03 * e^{-\left(\frac{X-6}{2,70}\right)^2}$	Valores intermediários entre eq-1 e eq-2

4.3. Correlações existentes entre as variáveis meteorológicas e os valores médios de fechamentos operacionais .

Na Tabela 20, apresentaram-se os valores médios mensais das variáveis meteorológicas registradas na Estação do Aeroporto Zumbi dos Palmares, bem como os valores médios das durações de fechamentos e frequência de fechamentos, calculados para o período 1959 a 2002.

TABELA 20. Valores de precipitação total mensal, horas de precipitação, temperatura média, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, velocidades do vento, duração média de fechamento e frequência média de fechamento.

MESES	VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS						VALORES DE FECHAMENTOS	
	Precipitação Pluviométrica Total Mensal	Horas de Precipitação Média	Temperatura Média	Pressão Atmosférica Média	Umidade relativa do Ar	Velocidade Média do Vento	Duração Média	Frequência Média
	(mm)	(h)	(°C)	(mb)	(%)	(km/h)	(h)	(%)
janeiro	55,45	11,58	26,18	998,84	79,46	6,95	7,1	7,72
fevereiro	79,1	14,28	26,31	998,89	80,05	6,39	10,51	10,27
março	139,95	22,7	26,27	998,38	82,19	6,11	15,22	17,5
abril	237,55	35,1	25,71	998,29	85,22	5,5	41,08	32,79
maio	296,09	47,15	24,78	999,84	87,39	5,34	63,45	47,91
junho	312,31	57,46	23,79	1002,32	87,76	5,55	83,14	70,91
julho	279,67	62,6	23,09	1003,16	87,71	5,8	65,41	54,23
agosto	168,42	38,48	23,12	1003,22	86,29	5,76	56,73	41,7
setembro	118,62	25,14	23,77	1002,21	84,36	6,16	20,35	15,86
outubro	70,12	13,25	24,84	1000,4	81,6	6,81	12,01	9,5
novembro	44,26	8,42	25,58	998,61	79,71	7,27	6,67	3,7
dezembro	41,62	8,85	25,98	998,44	79,78	7,02	6,68	5,68

Na Tabela 21, têm-se coeficientes de correlação (CC) entre as variáveis meteorológicas e os valores de fechamento operacional, mostrando que a correlação com os totais pluviométricos apresentaram CC mais elevados, reiterando o que se afirmou anteriormente.

Observou-se, também, que o máximo de concordância se deu entre a duração média mensal da precipitação e a duração média dos fechamentos, com um valor de, aproximadamente, 96,90%.

TABELA 21. Variáveis meteorológicas e os respectivos coeficientes de correlação com os valores de duração média e frequência média de fechamentos operacionais .

VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS CORRELACIONADAS	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO			DIFERENÇA
	DURAÇÃO MÉDIA DE FECHAMENTOS	FREQUÊNCIA MÉDIA DE FECHAMENTOS	MÉDIA	
pluviosidade média mensal	0,940	0,947	0,944	0,007
dur média mensal da pluviosidade	0,969	0,967	0,968	0,002
temperatura média mensal	-0,721	-0,685	-0,703	0,036
pressão média mensal	0,665	0,646	0,656	0,019
umidade média mensal	0,948	0,933	0,941	0,015
velocidade média mensal	-0,846	-0,843	-0,845	0,003

Os coeficientes de correlação entre as variáveis meteorológicas e os valores de frequência média e os de duração média (horas) dos fechamentos operacionais foi cerca de 0,993, sugerindo que a frequência e duração dos fechamentos estão altamente correlacionadas entre si e podem ser utilizadas alternadamente. Na Figura 24, mostrou-se o gráfico de dispersão dos pontos e a equação de regressão entre essas duas variáveis, em que fica demonstrado que horas e frequência de fechamentos são variáveis com mesmo comportamento no ciclo anual para o Aeroporto em estudo. Outros aeroportos podem apresentar resultados diferentes.

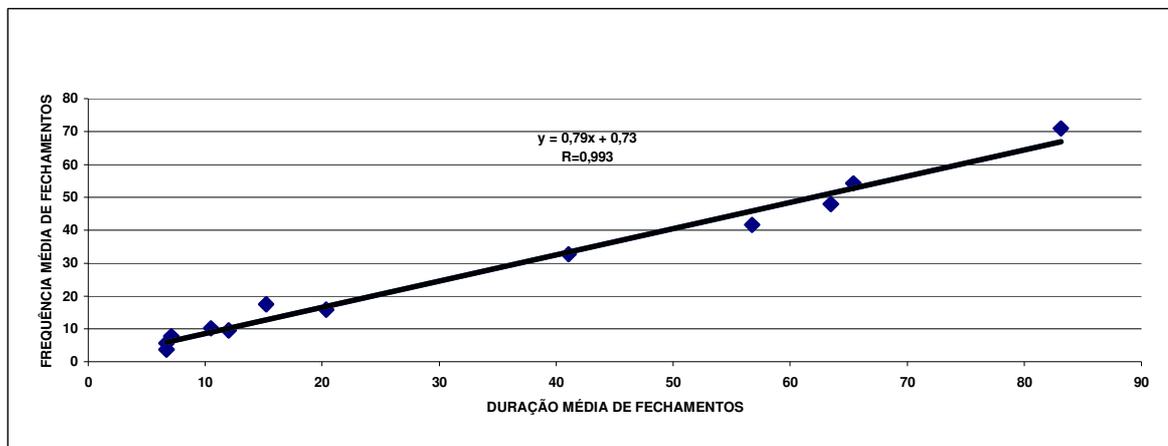


FIGURA 24. Diagrama de dispersão, coeficientes de correlação e reta de regressão entre as frequências médias de fechamentos e a duração média, em horas, de fechamentos operacionais.

4.4. Influência dos eventos ENOS nos fechamentos operacionais.

Estudar os efeitos de eventos El Niño e La Niña nos fechamentos operacionais é, em princípio, estudar os efeitos desses fenômenos sobre a precipitação local. Na Tabela 22, mostraram-se os anos de ocorrências de El Niño e La Niña de 1958 a 2000.

Na Figura 25, apresentou-se a história anual da precipitação local no período estudado e os anos de El Niño e La Niña. A curva não evidencia, claramente, a influência desses fenômenos na precipitação. Somente os eventos de 1964, 1988, 1989 e 2000 (La Niña) estão relacionados aos valores acima da média histórica e eventos de 1963, 1965, 1970, 1985, 1987, 1991, 1993 e 1998 (El Niño) abaixo da mesma.

TABELA 22. Classificação dos anos de ocorrências de eventos El Niño

CLASSE	ANOS DE EVENTOS EL NIÑO
muito seco	1958,1962,1970,1983,1987,1993,1998
seco	1997
normal	1965,1969,1971,1979,1980,1991
chuvoso	1976,1982,1992
muito chuvoso	1972,1986,1994

As precipitações na região Nordeste do Brasil são sensíveis às variações de temperatura de superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial, associadas ao ENOS (El Niño Oscilação Sul), assim como às anomalias de TSM do Atlântico, associadas ao dipolo de TSM (Moura e Shukla 1981).

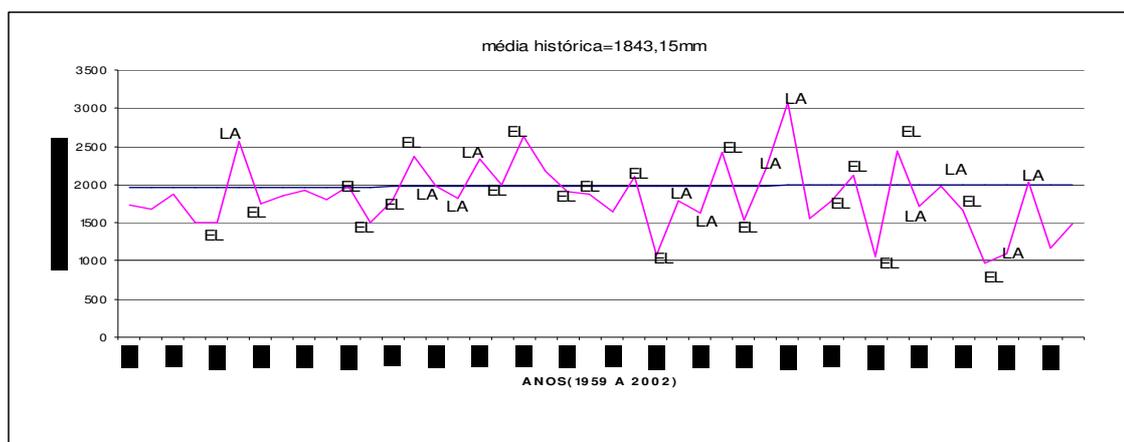


FIGURA 25. Histórico da precipitação anual do Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando os anos de El Niño e La Niña no período estudado.

O total de ocorrências de eventos El Niño foi 19 (Tabela 23). Na Figura 26, apresentou-se a série temporal dos índices de anomalias de precipitação padronizadas (IAP - índice regional), definidos em Figueredo (2002)..

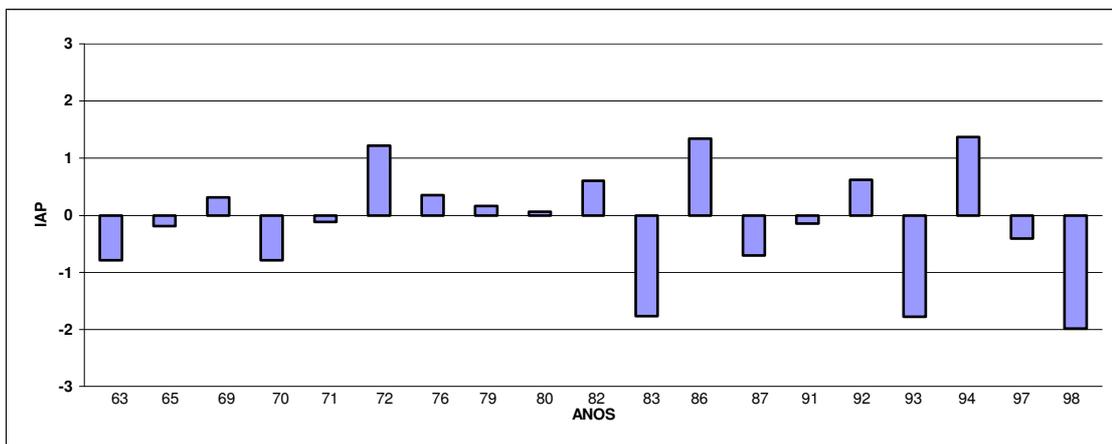


FIGURA 26. Índice de anomalia da precipitação (IAP) para os anos com eventos El Niño.

A maior parte dos anos de ocorrências de eventos El Niño (52,63%) apresentou com valores negativos em seus IAP's, ou seja, 10 anos do total de 19 anos dessa composição. A redução média na precipitação para esses anos foi de 15,91% em relação à normal, com intervalo entre 0,47% e 42,16%. Os índices positivos apresentaram 9 anos, isto é, em 47,37% dos anos de ocorrência de evento El Niño. O valor percentual médio de acréscimo de precipitação para esses anos não deve ser desprezado, visto que atingiu 15,87% com intervalo entre 1,32% e 32,49%. Então, nota-se que a influência desse evento nos totais pluviométricos do Aeroporto é marcante, tanto em sua frequência como na magnitude do total pluviométrico.

Observa-se, na Tabela 23, que há um predomínio de ocorrências de eventos El Niño classificados muito seco, seco e normal, ou seja, dos 19 anos com IAP negativos, 31,58% apresentaram-se como muito seco e os anos restantes classificados de normal (21,05%) a seco (5,26%). Quando foram analisados os anos com IAP positivo para essa composição, observou-se que 10,53% dos anos foram classificados como normal, 15,79% como chuvosos e 15,79% como muito chuvosos. Na Tabela 23 apresentaram-se os valores

percentuais dos anos, em relação ao total da composição, classificados em cada uma das categorias. De modo geral, nota-se o predomínio para ocorrência de anos classificados como seco e muito seco (36,84%) sobre os classificados como normal (31,58%) e de chuvosos a muito chuvosos (31,58%). Pode-se dizer que há influência do El Niño sobre a precipitação no Aeroporto Zumbi dos Palmares. Convém ressaltar que um ano é classificado como ano de El Niño quando as anomalias de TSM estão positivas já em janeiro. Muitas vezes, porém, ocorre um resfriamento do Pacífico, e as anomalias de TSM se tornam negativas logo em seguida, a partir dos meses de março e abril transformando-se em um La Niña. O ano continua classificado como ano de El Niño, mas o impacto sobre a precipitação da costa leste do NEB é contrário, ou seja, o total daquele ano pode ser superior à média já que sua estação chuvosa ocorre posteriormente à mudança de TSM, ou seja, no período abril-julho. É o caso, por exemplo, do El Niño de 1972/1973.

TABELA 23. Classificação dos anos de El Niño com respectivos percentuais.

TOTAL DE EVENTOS	CLASSE	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIAS
19	muito seco	31,58%
	seco	5,26%
	normal	31,58%
	chuvoso	15,79%
	muito chuvoso	15,79%

Foram identificados 12 anos de ocorrência de evento La Niña no período estudado. Na Figura 27, mostrou-se a série de IAP relativa aos eventos La Niña. Nota-se que a maior parte de seus valores (58,33%) foi positiva, ou seja, 7 do total de 12 anos, a precipitação apresentou um acréscimo percentual médio de cerca de 25,20% em relação à normal, com intervalo entre 6,98% e 67,21%.

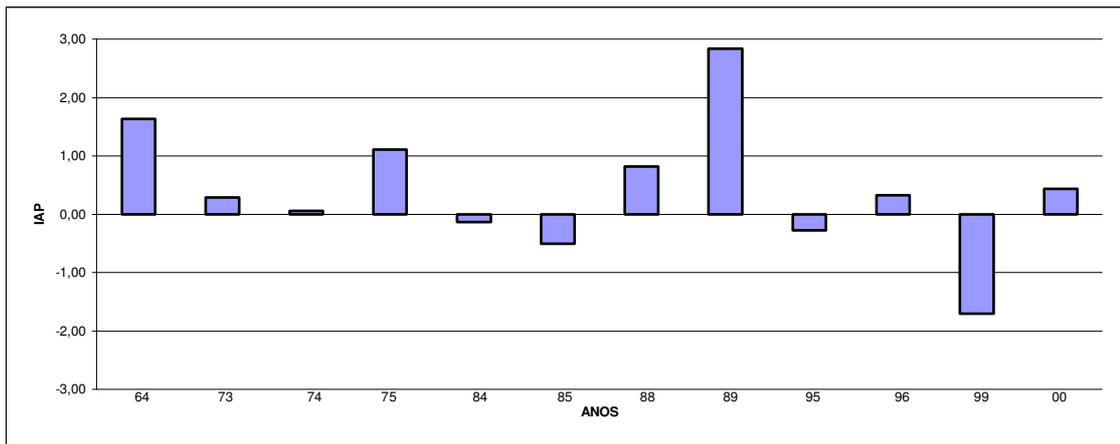


FIGURA 27. Índice de precipitação padronizada (IAP) para anos de eventos La Niña.

Em 5 dos anos, os IAP foram negativos, equivalentes a 41,67% dos anos de ocorrência de evento La Niña. O valor percentual médio da redução da precipitação foi 12,67% em relação à normal, variando entre 1,46% e 40,27%. Concluiu-se que eventos La Niña, em geral, produzem anos com totais pluviométricos superiores à média, isto é, anos chuvosos

Na Tabela 24 e 25, mostra-se sua classificação para cinco categorias de IAP. Do total de 12 anos, 8 (66,67%) apresentaram IAP positivos e 50% desses foram muito chuvosos. Os anos classificados como normais somaram 41,67%. Dos 5 anos (41,67%) com índices negativos, apenas 1 ano, 1999, apresentou um índice superior, em módulo, a um desvio-padrão, considerado muito seco. Cabe aqui o mesmo comentário quanto à classificação de anos de El Niño. O ano de 1999 foi classificado como de La Niña, mas ocorreu imediatamente após o forte evento El Niño de 1997/1998. É possível, pois, que a circulação atmosférica global ainda não tivesse se ajustado às condições típicas de La Niña. Já, no ano seguinte (2000), a precipitação foi acima da normal. Concluiu-se que, de maneira geral, o impacto evento La Niña é de aumentar a precipitação

TABELA 24. Clãssificação dos anos de La Niña com respectivos percentuais

CLASSE	ANOS DE LA NIÑA
muito seco	1999
seco	1985
normal	1973,1974,1984,1995,1996
chuvoso	2000
muito chuvoso	1964,1975,1988,1989

TABELA 25. Percentual de ocorrência de anos classificados nas categorias: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, para composição de eventos La Niña no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

TOTAL DE EVENTOS	CLASSE	PERCENTUAL DE OCORRÊNCIAS
12	muito seco	8,33%
	seco	8,33%
	normal	41,67%
	chuvoso	8,33%
	muito chuvoso	33,33%

Similarmente ao índice de anomalia de fechamentos (IAF), definiu-se o índice de tráfego de aeronaves mensal padronizado (IATA). Na Figura 28 foram apresentados os IATA ente 2000 e 2005 com sua classificação dada no Quadro 04. Os meses de janeiro e agosto apresentaram índices superiores a um desvio-padrão e o menor índice ocorreu em março, superior, em módulo, a um desvio-padrão.

QUADRO 4. Índices de anomalias de tráfego e sua classificação entre 2000 e 2005 para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.

CATEGORIAS	IATA
EXCESSO DE TRÁFEGO (ET)	$\geq 2,0$
MUITO TRÁFEGO (MT)	$1,0 \leq \text{IATA} < 2,0$
TRÁFEGO NORMAL (NT)	$-1,0 < \text{IATA} < 1,0$
POUCO TRÁFEGO (PT)	$-1,0 \geq \text{IATA} > -2,0$
MUITO POUCO TRÁFEGO (MPT)	$\leq -2,0$

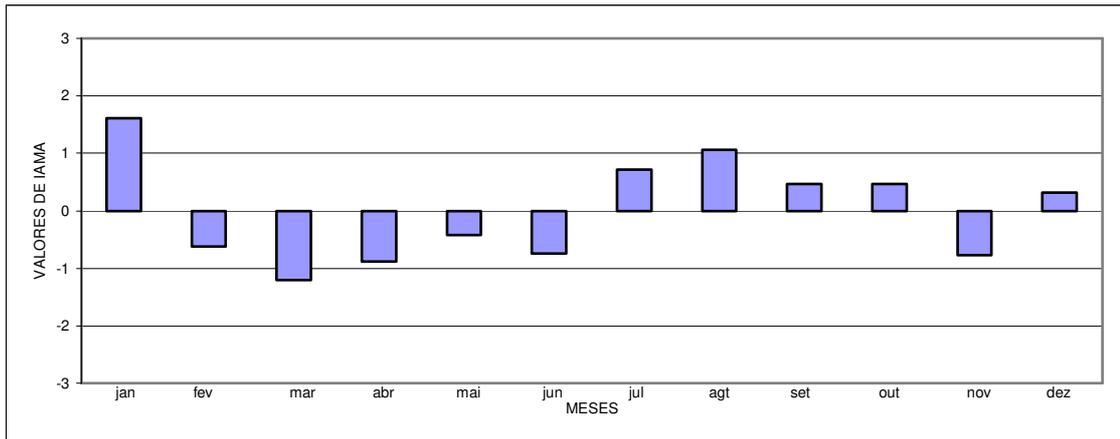


FIGURA 28. Índice do número de tráfego mensal padronizado no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 2000 a 2005.

Os valores acima serviram de parâmetros para definir e caracterizar os casos de fechamentos operacionais padronizados (IAF) conforme classificação no Quadro 5.

QUADRO 5. Índices de fechamento padronizados para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.

CATEGORIAS	IAF
EXCESSO DE FECHAMENTO (EF)	$\geq 2,0$
MUITO FECHAMENTO (MF)	$1,0 \leq \text{IAF} < 2,0$
FECHAMENTO NORMAL (NF)	$-1,0 < \text{IAF} < 1,0$
POUCO FECHAMENTO (PF)	$-1,0 \geq \text{IAF} > -2,0$
MUITO POUCO FECHAMENTO (MPF),	$\leq -2,0$

Na Tabela 26 mostraram-se os intervalos de IAF e seus respectivos valores de probabilidade de ocorrência, considerando a distribuição normal.

TABELA 26. Intervalos dos índices de fechamentos operacionais padronizados (IAF) e suas respectivas probabilidades para o Aeroporto Zumbi dos Palmares.

INTERVALOS DE IAF	INTERVALOS DE PROBABILIDADES (%)
$\text{IAF} \geq 2,0$	$\text{PROB} \geq 97,72\%$
$1,5 \leq \text{IAF} < 2,0$	$84,13\% \leq \text{PROB} < 97,72\%$
$-1,0 < \text{IAF} < 1,0$	$15,87\% < \text{PROB} < 84,13\%$
$-1,0 \geq \text{IAF} > -2,0$	$15,87\% \geq \text{PROB} > 2,28\%$
$\text{IAF} \leq -2,0$	$\text{PROB} \leq 2,28\%$

Na Figura 29 mostrou-se a evolução da média de horas de fechamentos operacionais anual no Aeroporto de 1959 a 2002, indicando os anos de eventos El Niño

(EL) e La Niña (LA). O gráfico, similarmente ao da precipitação, não expressa muito bem a influência desses eventos. Somente o evento de 1964, valor acima do valor médio histórico (La Niña) e 1970, 1971, 1972, 1976, 1977, 1979, 1980, 1982, 1983, 1985 e 1986 valores abaixo do valor médio histórico (El Niño) é que podem indicar influência nos fechamentos.

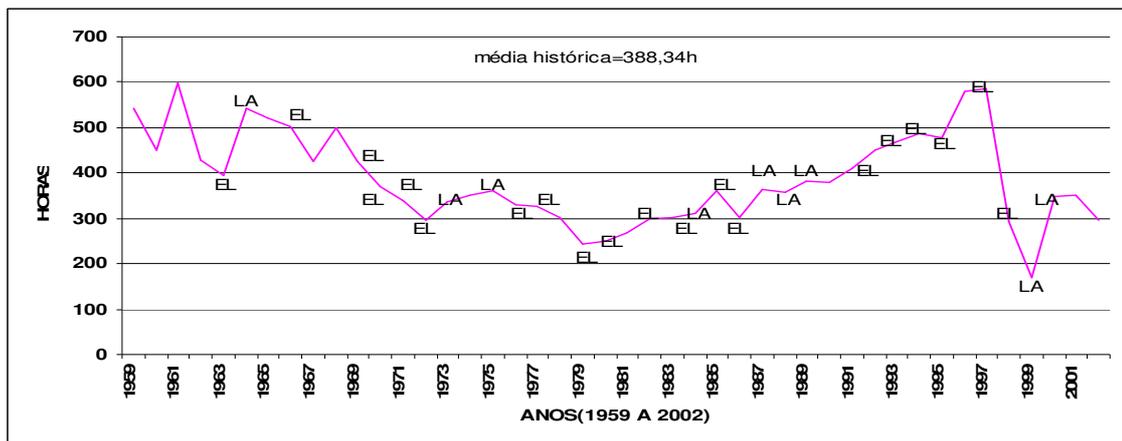


FIGURA 29 Média anual de horas de fechamentos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares, mostrando os anos de El Niño e La Niña.

Fez-se análise para o IAF semelhante à análise feita para os IAP. A maior parte dos anos de ocorrência de eventos El Niño (57,89%) apresentou-se com valores negativos em seus IAF, ou seja, 11 (onze) anos do total de 19 (dezenove). A redução média nas horas de fechamentos para esses anos foi de 20,70% em relação à normal, entre os limites 4,89% e 36,92%. Os índices positivos representaram 8 (oito) anos, ou 42,11% dos anos de ocorrências de eventos El Niño. O valor percentual médio de acréscimo nos fechamentos para esses anos foi de 20,61%, entre os limites 1,80% e 51,22%. Então, nota-se que houve um certo equilíbrio, tanto na frequência como na magnitude dos fechamentos operacionais para pousos e decolagens de aeronaves no Aeroporto Zumbi dos Palmares, Figura 30.

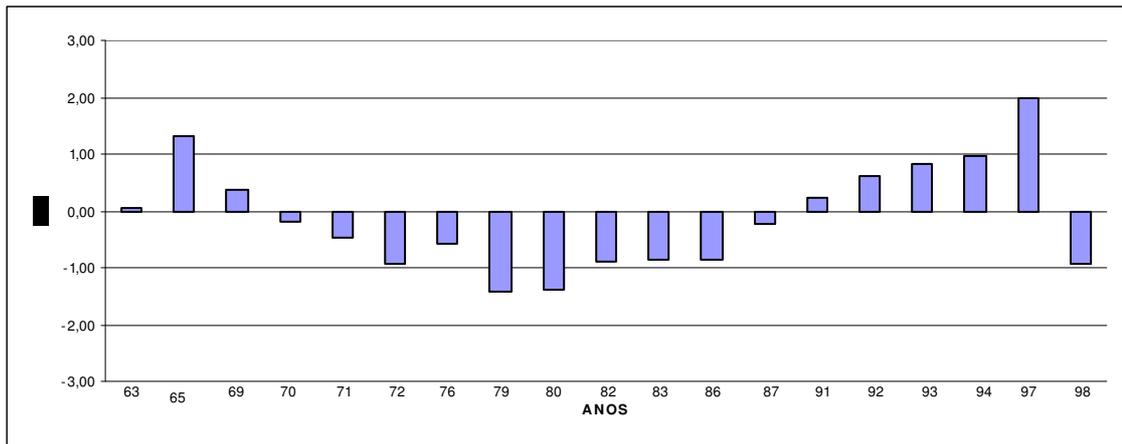


FIGURA 30 .Índice de horas de fechamento padronizado (IAF) para eventos El Niño.

Observa-se, na Tabela 27 e 28, que houve um predomínio de eventos de fechamentos normais, ou seja, IAF negativos com muito pouco fechamento (0%), pouco fechamento (10,53%) e normal (47,37%) para os 19 anos de El Niño. Quando foram analisados anos com IAF positivos para anos de El Niño, observou-se que, dos 8(oito) anos, 31,58% foram classificados como normal, 10,53% como muito fechamento e 0% como excesso de fechamento. Na Tabela 30 apresentaram-se os valores percentuais dos anos, em relação ao total, classificados em cada uma das categorias. De modo geral, notou-se o predomínio para ocorrência de anos classificados como normal (78,95%) sobre os classificados como muito pouco fechamento (0%) e excesso de fechamento (0%). Podemos dizer que houve uma indicação de uma média influência nos eventos de fechamentos operacionais.

TABELA 27. Classificação quanto ao fechamento para os anos de El Niño.

CLASSE	ANOS DE EVENTOS EL NIÑO
muito pouco fechamento	não houve
pouco fechamento	1979,1980
fechamento normal	1963,1969,1970,1971,1972,1976,1982,1983,1986,1987,1991,1992,1993,1994,1998
muito fechamento	1965,1997
excesso de fechamento	não houve

TABELA 28. Percentual de ocorrência de fechamento para os anos de El Niño.

TOTAL DE EVENTOS	CLASSE	PERCENTUAL DE EVENTOS(%)
19	muito pouco fechamento	0%
	pouco fechamento	10,53%
	fechamento normal	78,95%
	muito fechamento	10,53%

Do total de 12 eventos La Niña no período estudado, 9 anos (75,00%) apresentaram-se com IAF negativos. A redução média nas horas de fechamentos para esses anos foi de 14,82% em relação a normal, entre os limites 1,76% e 56,35%. Índices positivos ocorreram em 3 anos ou 25,00% dos anos de eventos La Niña. O valor percentual médio de acréscimo nos fechamentos para esses anos foi de 37,44% no intervalo de 23,48% e 49,34%. Notou-se que houve uma significativa influência nos fechamentos para alguns eventos La Niña., Figura 31.

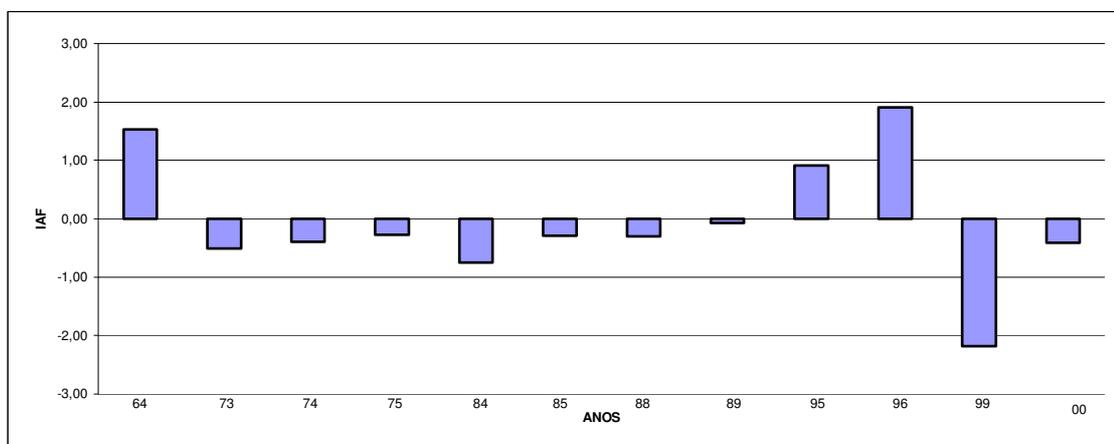


FIGURA 31. Índice de horas de fechamento padronizado (IAF) para eventos La Niña.

Observa-se, na Tabela 29 e 30, que há um predomínio de eventos de fechamentos normais, ou seja, dos 12 anos da composição com fechamento médio anual apresentando IAF negativos, 8,33% apresentam-se como muito pouco fechamento, 0% pouco fechamento e 66,67% normal. Quando são analisados os anos com IAF positivos, observou-se que dos 12 que apresentam esses índices, 8,33% dos anos foram classificados como normal, 16,67% dos anos como muito fechamento e 0% como excesso de fechamento. Na Tabela 31 apresentaram-se os valores percentuais dos anos, em relação ao total da

composição, classificados em cada uma das categorias. De modo geral, notou-se o predomínio para ocorrência de anos classificados como normal (75,00%) sobre os classificados como muito pouco fechamento (8,33%), pouco fechamento (0%), muito fechamento(16,67%) e excesso de fechamento(0%). Pode-se afirmar que houve uma indicação de influência média nos fechamentos operacionais no Aeroporto.

TABELA 29. . Classificação quanto ao fechamento para os anos de La Niña.

CLASSE	ANOS DE EVENTOS LA NIÑA
muito pouco fechamento	1999
pouco fechamento	não houve
fechamento normal	1973,1974,1975,1984,1985,1988,1989,1995,2000
muito fechamento	1964,1996
excesso de fechamento	não houve

TABELA 30. Percentual de ocorrência de fechamento para os anos de La Niña. .

TOTAL DE EVENTOS	CLASSE	PERCENTUAL DE EVENTOS(%)
12	muito pouco fechamento	8,33%
	pouco fechamento	0,00%
	fechamento normal	75,00%
	muito fechamento	16,67%
	excesso de fechamento	0%

Concluiu-se que, em geral, a influência dos eventos El Niño e La Niña não foi tão aparente, mas ocorreram em ambos os eventos. Os eventos El Niño:de 1970, 1971, 1983, 1987, 1997 e 1998 (31,58% dos eventos) e os La Niñas de 1964, 1995 e 1996 (25,00% dos eventos) influenciaram na diminuição dos fechamentos. Na Tabela 31, mostraram-se as correlações médias entre os IAP e IAF para os anos de El Niño e La Niña, confirmando a influência de ambos nos eventos de fechamentos. Para os eventos El Niño, era de se esperar um valor negativo, já que o mesmo influencia na diminuição dos fechamentos e, para os La Niña, um valor positivo já que o mesmo aumenta os fechamentos. Esses resultados estão de acordo com os de Figueredo (2002), que denominou Leste Alagoano a região que inclui o Aeroporto Zumbi dos Palmares.

TABELA 31. Índices de correlações médios, indicando a influência negativa (El Niño) e positiva (La Niña.) nos fechamentos

ÍNDICES	CORRELAÇÕES	
	EL NIÑO	LA NIÑA
IAF X IAP	-0,02	0,44

4.5 Análise estatística dos fechamentos operacionais no período de 1959 a 2002.

Definiram-se os intervalos para as classes de fechamentos adotadas, conforme o Quadro 6. As classes adotadas foram : muito pouco fechamento ($F \leq 2,28\%$), pouco fechamento ($2,28\% < F \leq 15,9\%$), normal ($15,9\% < F < 84,1\%$), muito fechamento ($84,1\% \leq F < 97,7\%$) e excesso de fechamento ($F \geq 97,7\%$), onde “F” corresponde a horas de fechamentos. Por exemplo, para o mês de fevereiro, “Fechamento Normal” corresponde ao período de 3,5 a 17,5 horas de fechamento ($3,5 \leq F \leq 17,5$). O modelo usado é baseado em uma distribuição de uma curva normal ou distribuição de Gauss. Cabe aqui salientar que os maiores valores de fechamentos ocorreram entre maio a agosto, que não coincidem com o maior frequência de tráfego de aeronaves atualmente.

QUADRO 06. Distribuição mensal das classes de horas de fechamentos (horas).

MÊS	MUITO POUCO FECHAMENTO	POUCO FECHAMENTO	FECHAMENTO NORMAL	MUITO FECHAMENTO	EXCESSO DE FECHAMENTO
janeiro	0	$0 < F \leq 3,2$	$3,2 < F < 11$	$11 \leq F < 15,1$	$F \geq 15,1$
fevereiro	0	$0 < F \leq 3,5$	$3,5 < F < 17,5$	$17,5 \leq F < 24,5$	$F \geq 24,5$
março	$F \leq 0,2$	$0,2 < F \leq 7,7$	$7,7 < F < 22,7$	$22,7 \leq F < 30,2$	$F \geq 30,2$
abril	$F \leq 21,5$	$21,5 < F \leq 31,3$	$31,3 < F < 50,9$	$50,9 \leq F < 60,7$	$F \geq 60,7$
maio	$F \leq 23,8$	$23,8 < F \leq 43,6$	$43,6 < F < 83,3$	$83,3 \leq F < 103,1$	$F \geq 103,1$
junho	$F \leq 54,5$	$54,5 < F \leq 68,8$	$68,8 < F < 97,5$	$97,5 \leq F < 111,8$	$F \geq 111,8$
julho	$F \leq 40,1$	$40,1 < F \leq 52,7$	$52,7 < F < 78,1$	$78,1 \leq F < 90,8$	$F \geq 90,8$
agosto	$F \leq 29,2$	$27,2 < F \leq 29,2$	$29,2 < F < 84,2$	$84,2 \leq F < 86,2$	$F \geq 86,2$
setembro	$F \leq 7,4$	$7,4 < F \leq 13,9$	$13,9 < F < 26,8$	$26,8 \leq F < 33,3$	$F \geq 33,3$
outubro	0	$0 < F \leq 5,9$	$5,9 < F < 18,1$	$18,1 \leq F < 24,2$	$F \geq 24,2$
novembro	$F \leq 0,2$	$0,2 < F \leq 3,5$	$3,5 < F < 9,9$	$9,9 \leq F < 13,1$	$F \geq 13,1$
dezembro	$F \leq 0,1$	$0,1 < F \leq 3,4$	$3,4 < F < 10,0$	$10,0 \leq F < 13,3$	$F \geq 13,3$

No Quadro 07, mostraram-se as equações de tendência linear das horas de fechamento mensal com as épocas em que tais eventos tendem a se normalizar pela sua média histórica. Observa-se que essas normalizações encontraram-se em um evento El Niño entre início de 1979 a início de 1981. Nas equações de tendências, “H” corresponde às horas de duração do fechamento operacional e “A” ao número de ordem do ano no período

estudado, sendo atribuído o número de ordem $A=1$ para 1959, ano de início do estudo, e, assim, sucessivamente. As equações mostraram um crescimento dos eventos de fechamento para os meses de fevereiro, agosto, outubro e novembro e um decréscimo para os meses de janeiro, março, abril, maio, junho, julho, setembro e dezembro como pode-se ser visualizado na Figura 35.

QUADRO 07 Meses do ano, equação normalizada da tendência de horas de fechamento, meses e anos onde os fechamentos tendem à normalização no período de 1959 a 2002. “H” é o número de horas de fechamento operacional e “A” o número de ordem do ano.

MÊS	EQUAÇÃO DE TENDÊNCIA	MÊS E ANO DE NORMALIZAÇÃO
janeiro	$H = -0,18.A + 11,22$	outubro de 1980
fevereiro	$H = 0,09.A + 8,45$	outubro de 1980
março	$H = -0,17.A + 19,14$	janeiro de 1981
abril	$H = -0,08.A + 42,89$	julho de 1980
maio	$H = -0,90.A + 82,94$	julho de 1979
junho	$H = -1,04.A + 106,51$	maio de 1980
julho	$H = -0,14.A + 68,51$	janeiro de 1980
agosto	$H = 0,17.A + 52,96$	fevereiro de 1980
setembro	$H = -0,04.A + 21,19$	janeiro de 1979
outubro	$H = 0,17.A + 8,10$	janeiro de 1981
novembro	$H = 0,014.A + 6,35$	novembro de 1980
dezembro	$H = -0,06.A + 8,04$	agosto de 1980

Na Figura 32, mostraram-se as curvas das horas de fechamento, os valores médios e as tendências mensais para os valores de horas de fechamentos operacionais na terminal do Aeroporto, mostrando claramente os valores crescentes das tendências dos meses de fevereiro, agosto, outubro e novembro e decrescentes para os meses de janeiro, março, abril, maio, junho, julho, setembro e dezembro para o período estudado.

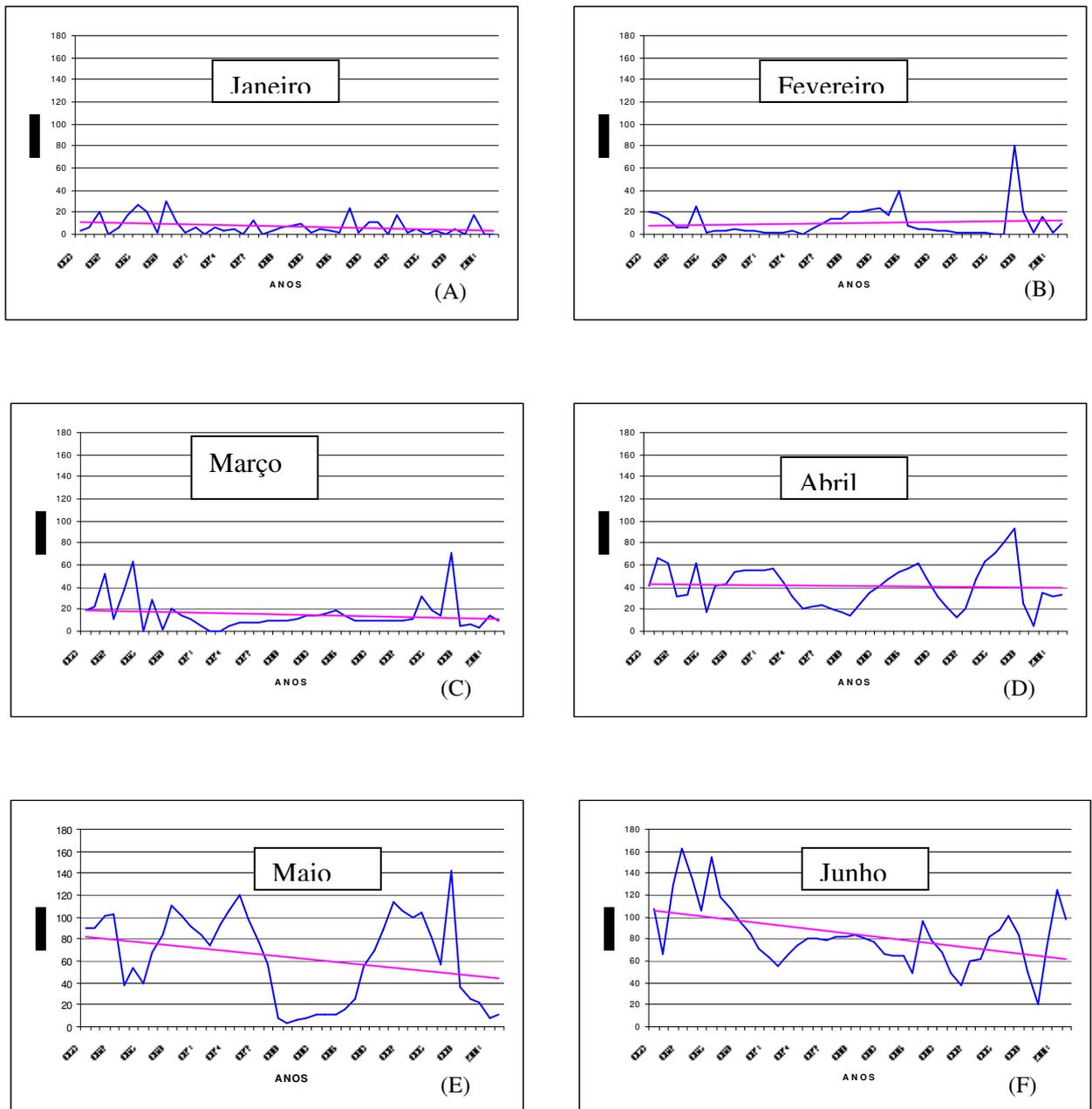
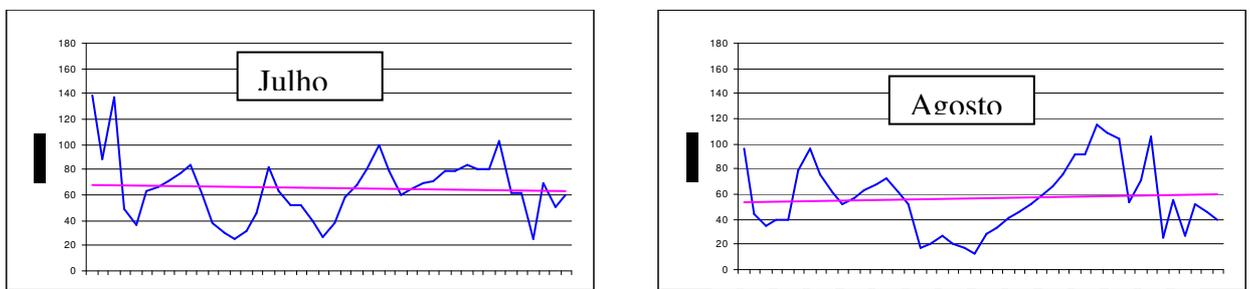
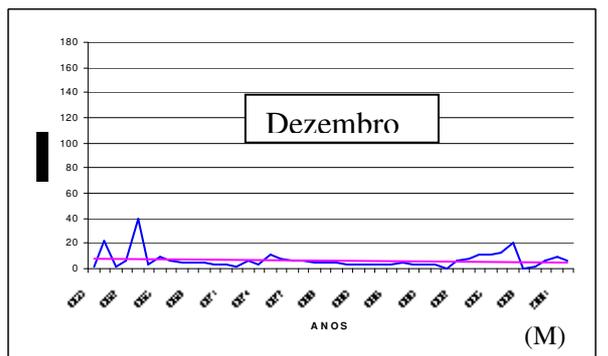
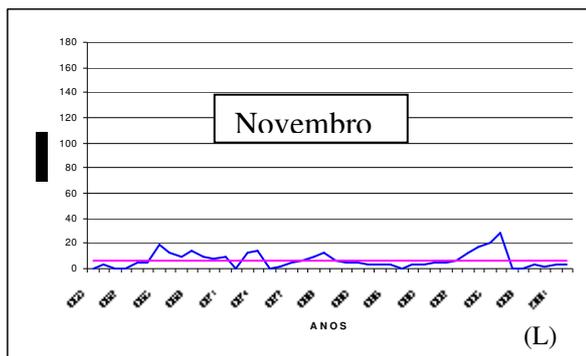
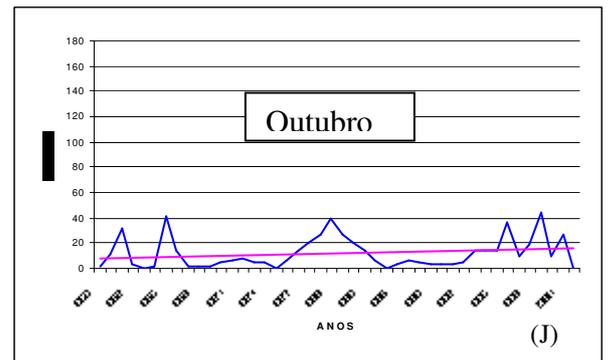
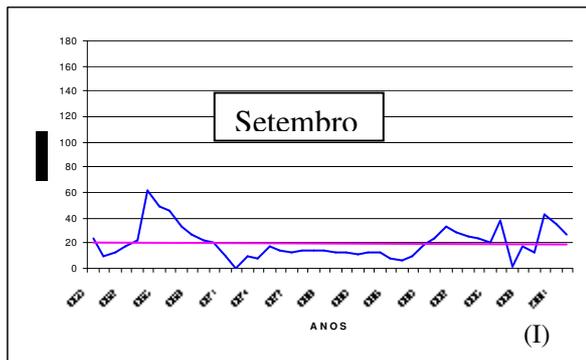


FIGURA 32. Curvas históricas de horas de fechamentos operacionais, médias mensais de horas de fechamentos operacionais e tendência de horas de fechamentos operacionais para o Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.

Continuação da Figura 32





Na Tabela 32, mostraram-se as distribuições médias mensais de horas, desvios e coeficientes de variações de “Pearson” dos fechamentos operacionais intranual, com um valor médio anual de 32,36h para as horas de fechamentos e 78,12% para o coeficiente de variação. Para os meses mais chuvosos, abril, maio, junho, julho e agosto, os valores foram 61,96h e 46,41% e, para os meses menos chuvosos, janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro foram 11,22h e 100,78%, mostrando que, nos meses mais chuvosos, os valores de horas de fechamentos foram, em média, cinco vezes maiores que nos menos chuvosos.

Essa Tabela dá uma idéia geral do número de horas mensais médio, ao longo do ano, em que as operações de pousos e decolagens ficam comprometidas devido à condições

meteorológicas adversas. O período com maior frequência localizou-se entre maio e agosto, com máximo em junho, e o de menor frequência, entre setembro a abril, com o mínimo em dezembro. A quantificação, tanto do número de horas como do número de fechamentos, foi proposta nas equações da Tabela 19, usando a equação da curva normal como modelo.

TABELA 32. Valores médios de horas de fechamentos, desvios padrões e coeficientes de variações mensais no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.

MESES	MÉDIA MENSAL DE HORAS DE FECHAMENTO (H)	DESVIO PADRÃO(H)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO(%)
janeiro	7,10	7,99	112,53
fevereiro	10,51	13,98	133,02
março	15,22	14,99	98,49
abril	41,08	19,62	47,76
maio	63,45	39,69	62,55
junho	83,14	28,66	34,47
julho	65,41	25,36	38,77
agosto	56,73	27,50	48,48
setembro	20,35	12,93	63,54
outubro	12,01	12,22	101,75
novembro	6,67	6,43	96,40
dezembro	6,68	6,66	99,70

4.6. Distribuição climatológica mensal de precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais para pousos e decolagens no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.

Na Figura 33, mostraram-se os valores climatológicos médios mensais de precipitações, desvios padrões e coeficientes de variação (Azevedo, 2004), com valor médio mensal de 153,59mm e coeficiente de variação de 72,06%. Comparando-se com as horas de fechamentos operacionais, esses valores apresentaram, em média, 4,74mm/hora de fechamento anual e 0,92 para o coeficiente de variação das horas de fechamentos. Observou-se, também, uma variação maior nos meses secos (janeiro, fevereiro, março, setembro, outubro, novembro e dezembro).

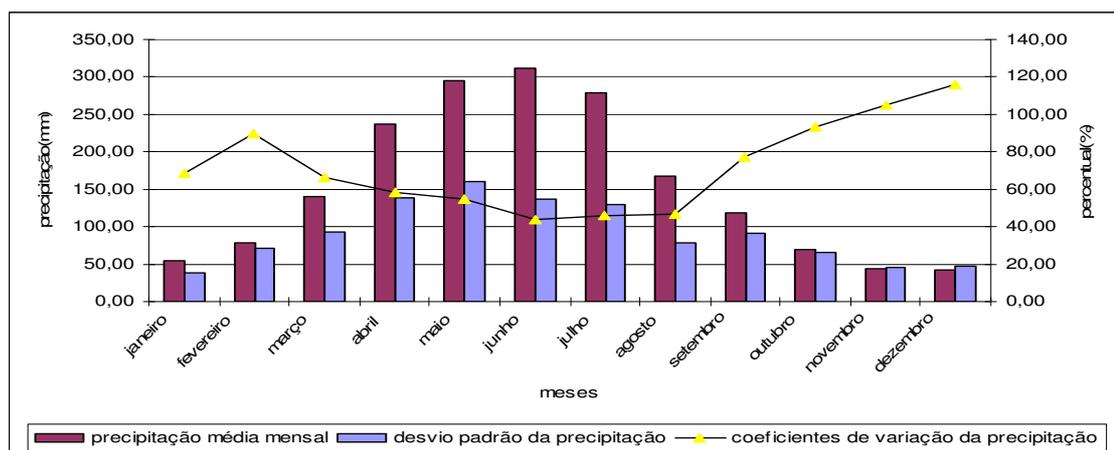


FIGURA 33. Precipitação média mensal, desvios padrões e coeficientes de variação mensais.

Da mesma maneira como foi comparado os valores anuais de precipitação e horas de fechamentos, comparou-se o período chuvoso (abril, maio, junho, julho e agosto) com o período seco (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março), convém salientar que os primeiros estão acima do valor médio histórico considerado e os segundos abaixo do valor referido. Nas Tabelas 33 e 34, mostraram-se, para os períodos chuvoso e seco, os valores de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação percentual, com indicação de relações médias entre precipitação e horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação percentual da seguinte maneira: período chuvoso (4,18mm/hora de fechamento anual e 1,07 do valor de variação das horas de fechamentos) e para o período seco (6,99mm/hora de fechamento anual e 0,87 do valor de variação das horas de fechamentos). Esses valores confirmam que o período chuvoso apresentou menor variabilidade que o período seco.

TABELA 33. Valores médios mensais de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação para o período chuvoso

MESES	PREC. MÉDIA MENSAL(MM)	COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)	HORA MÉDIA MENSAL DE FECHAMENTOS(H)	COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)
abril	237,55	58,40	41,08	47,76
maio	296,09	54,42	63,45	62,55
junho	312,30	43,50	83,14	34,47
julho	279,67	46,21	65,41	38,77
agosto	168,42	46,86	56,73	48,48
média	258,81	49,88	61,96	46,41

TABELA 34. Valores médios mensais de precipitação, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação para o período seco.

MESES	PREC. MÉDIA MENSAL(MM)	COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)	HORA MÉDIA MENSAL DE FECHAMENTOS(H)	COEFICIENTE DE VARIÇÃO(%)
-------	------------------------	---------------------------	-------------------------------------	---------------------------

janeiro	55,45	68,24	7,10	112,53
fevereiro	79,10	89,34	10,51	133,02
março	139,95	66,12	15,22	98,49
setembro	118,62	77,59	20,35	63,54
outubro	70,12	93,23	12,01	101,75
novembro	44,26	104,93	6,67	96,40
dezembro	41,62	115,88	6,68	99,70
média	78,45	87,90	11,22	100,78

Na Tabela 35, mostrou-se que a precipitação foi responsável por 25,01% dos fechamentos do período seco e por 74,99% no período chuvoso.

TABELA .35. Participação percentual dos eventos de precipitação média de fechamentos.

EVENTOS	PERÍODO SECO(%)	PERÍODO CHUVOSO(%)
precipitação média mensal	29,79	70,21
Horas média mensais De fechamentos	20,22	79,78
média	25,01	74,99

Correlacionaram-se esses períodos, através de equações de regressão linear ou não linear e em função de coeficientes de correlação, para os três períodos (Tabela 36) e ao nível de significância em torno de 0,10 (10%) (Tabela 37). Sua visualização está nas Figuras 34, 35 e 36, onde a curva em azul representa o nível de significância 15% e a vermelha o de 10%, respectivamente.

TABELA 36. Coeficientes de correlação entre os eventos de duração média de fechamentos e a precipitação média mensal dos períodos: anual, período chuvoso e período seco.

EVENTO CORRELACIONADO	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO		
	PERÍODO ANUAL	PERÍODO CHUVOSO	PERÍODO SECO
DURAÇÃO MÉDIA DE FECHAMENTOS	0,940	0,620	0,879

TABELA 37. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos em função da precipitação média mensal para: o ano, período chuvoso e período seco, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio de precipitação.

EQUAÇÃO	eventos associados	nível de confiança
$y = -3E-11x^6 + 3E-08x^5 - 1E-05x^4 + 0,0027x^3 - 0,2766x^2 + 13,638x - 241,31$	precipitação média mensal (anual) e horas de fechamentos médio	90%
$y = 7E-10x^5 - 5E-07x^4 + 1E-04x^3 - 0,0065x^2 + 0,1194x + 7,9082$	mensal anual.	85%
$y = -6E-05x^3 + 0,0477x^2 - 11,686x + 974,52$	precipitação média mensal para o período chuvoso e horas de	85%
$y = -4E-06x^4 + 0,0041x^3 - 1,4861x^2 + 236,28x - 13743$	fechamento médio mensal	90%
$y = -2E-07x^5 + 8E-05x^4 - 0,0137x^3 + 1,0788x^2 - 40,331x + 580,83$	precipitação média mensal para o período seco e horas de	85%
$y = -9E-07x^4 + 0,0003x^3 - 0,0276x^2 + 1,2729x - 15,86$	fechamento médio mensal	90%

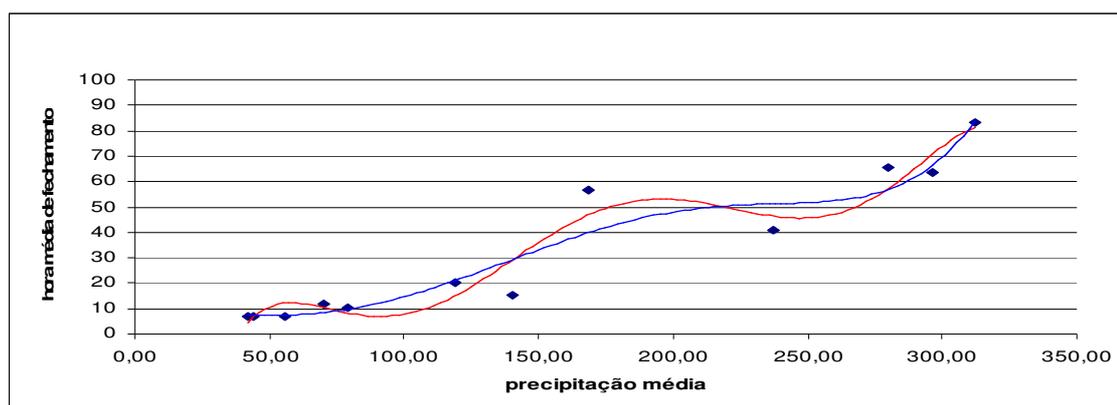


FIGURA 34. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período anual, com as curvas de regressão polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

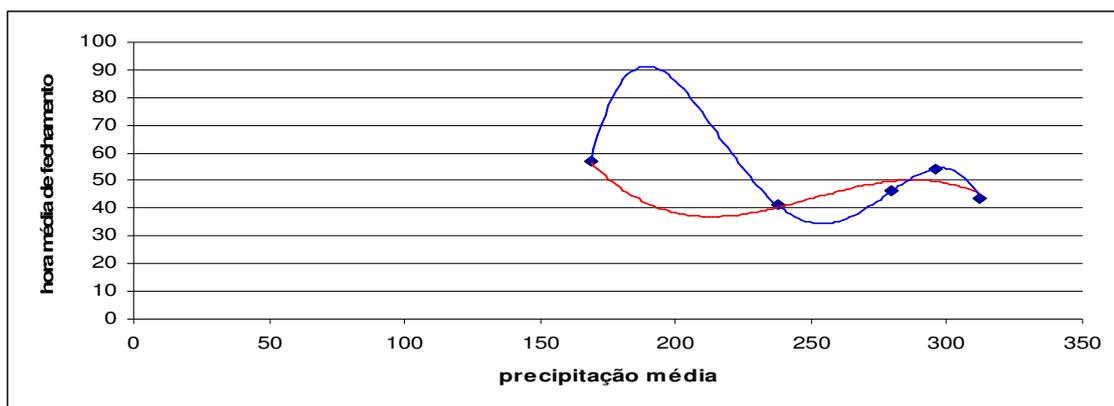


FIGURA 35. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período chuvoso, com as curvas de regressão polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

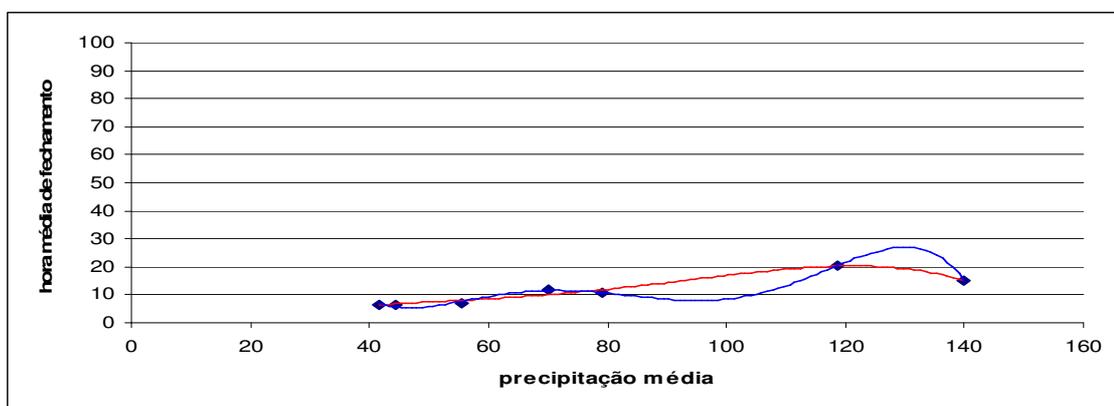


FIGURA 36. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e precipitações médias mensais para o período seco, com as curvas de regressão polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

Na Figura 37, mostrou-se a variação dos coeficientes de correlação entre os valores dos desvios de precipitação e de horas de fechamento durante o período de estudo. Em geral, houve tendência negativa, ou seja, decréscimo. Tais variações, em termos de desvios, podem ser visualizadas na Figura 38, em que se mostraram os desvios médios mensais de precipitações e de horas de fechamentos.

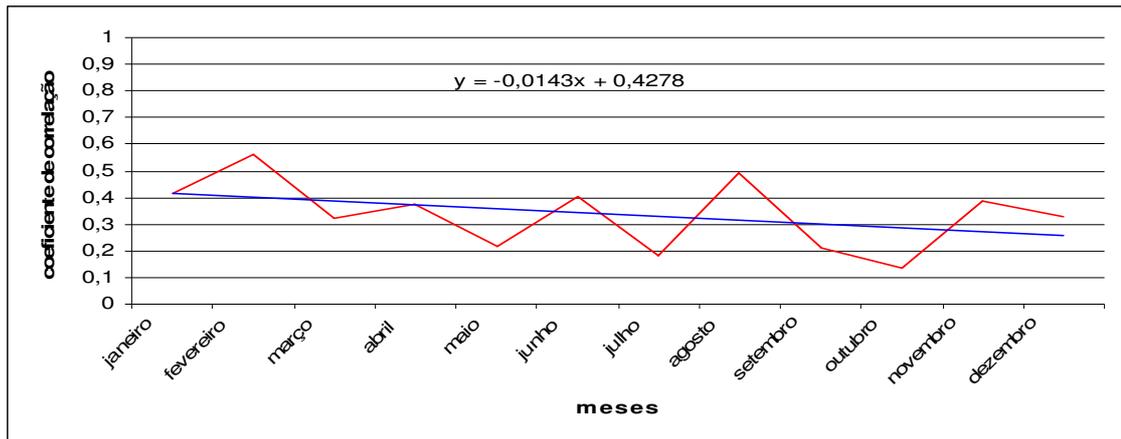


FIGURA 37. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais e reta de tendência no período 1959 a 2002.

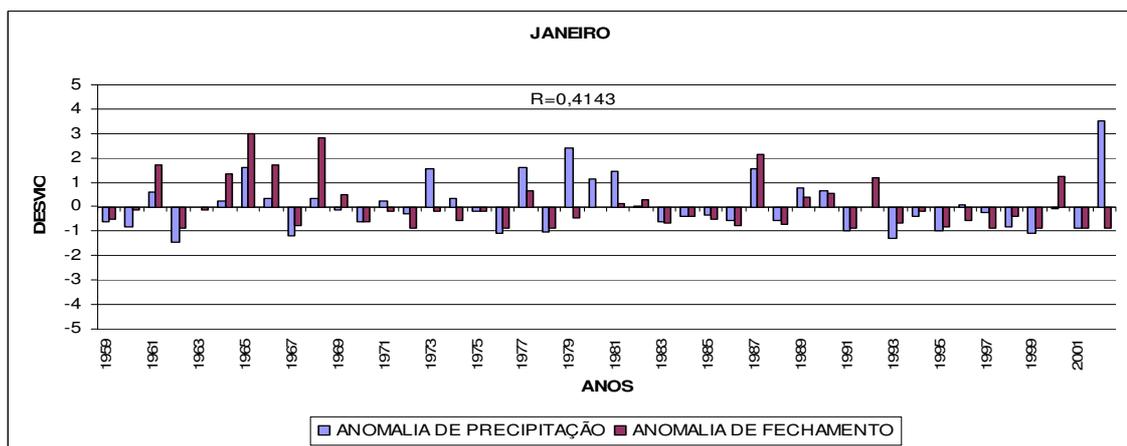
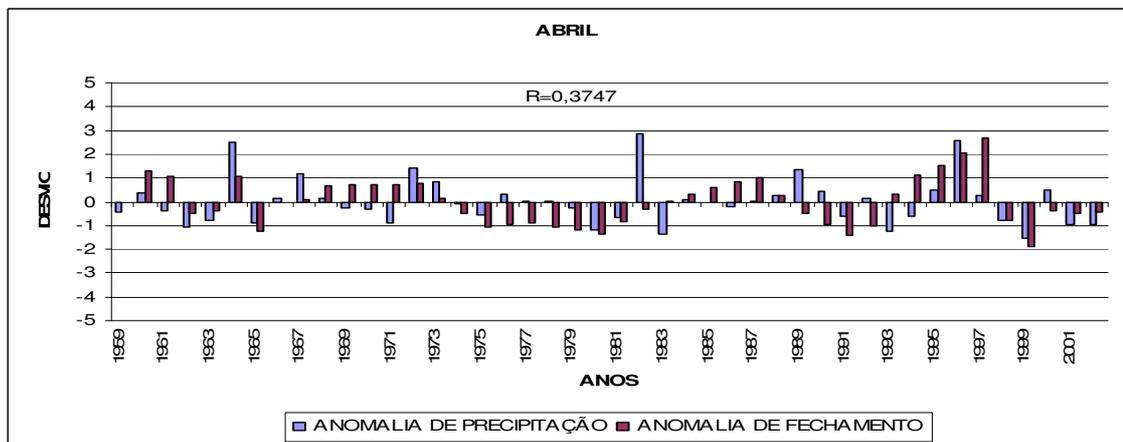
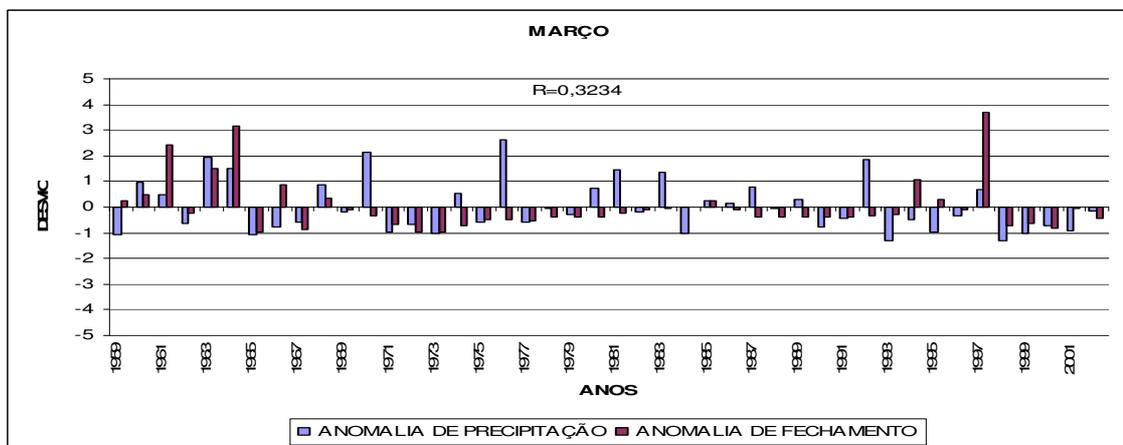
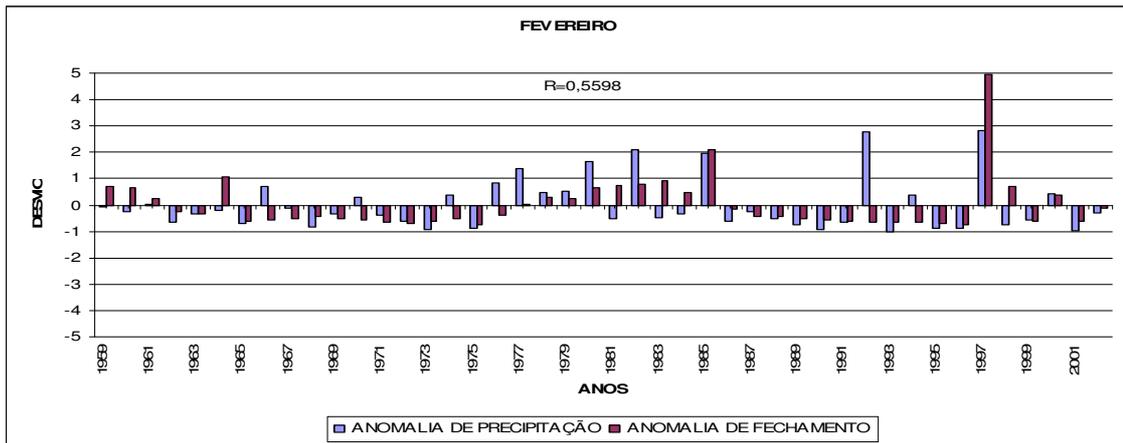
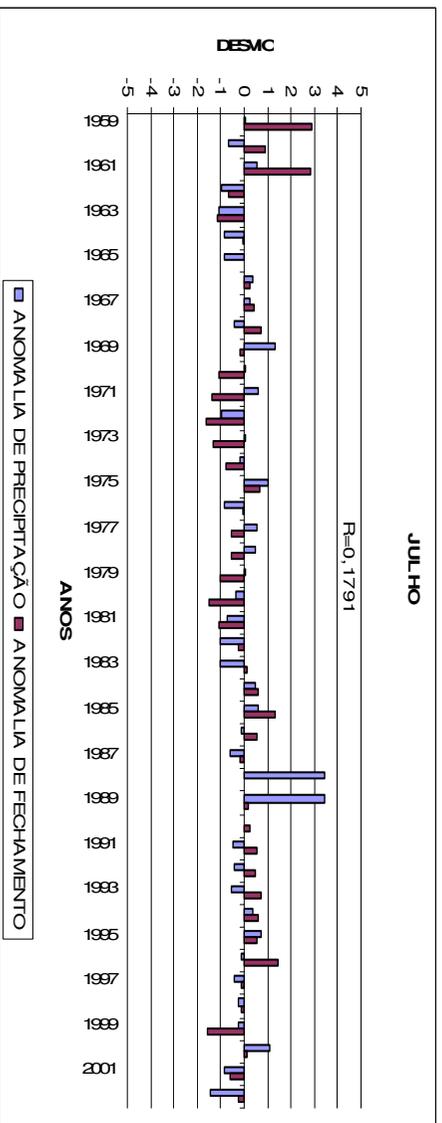
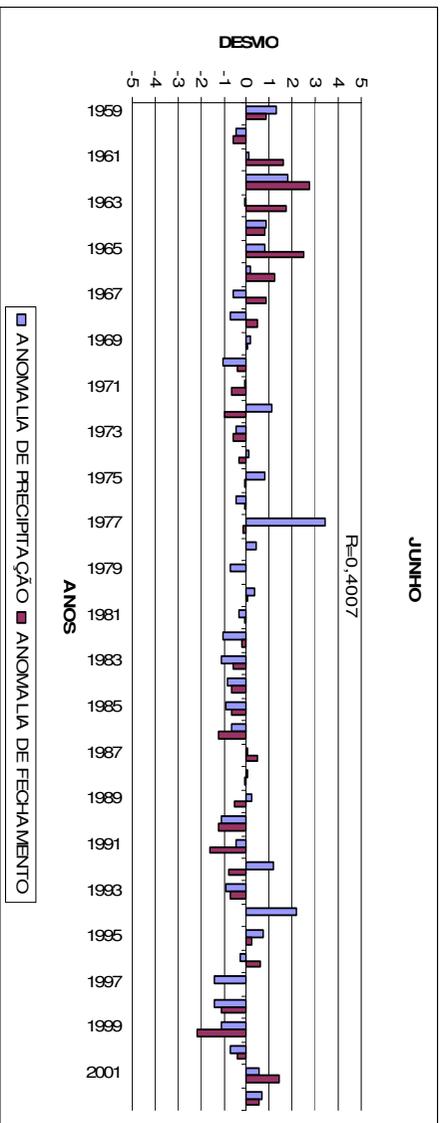
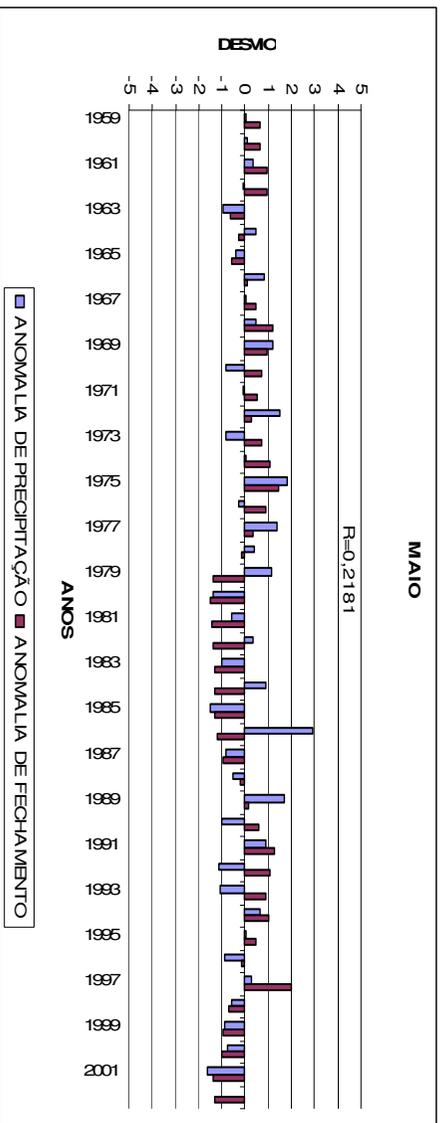


FIGURA 38. Desvios de precipitações e horas de fechamentos para cada mês, com respectivos coeficientes de correlações no período de 1959 a 2002.

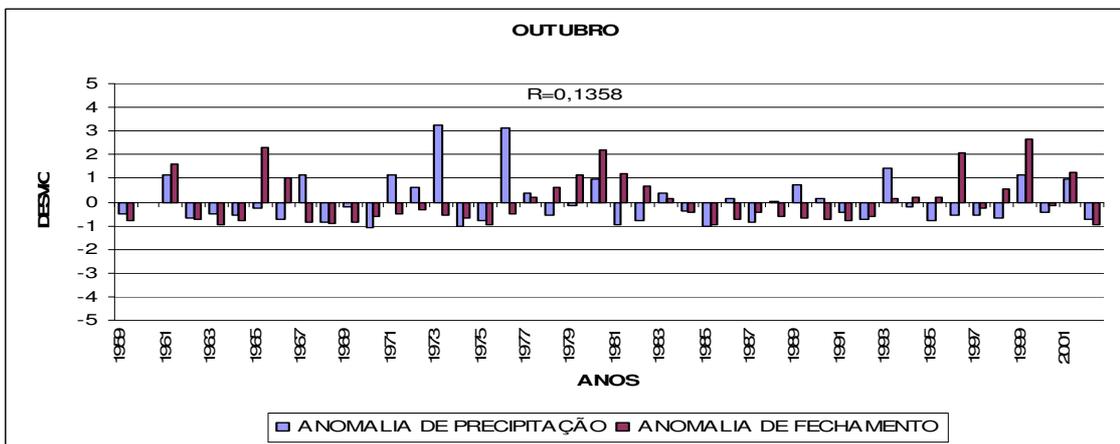
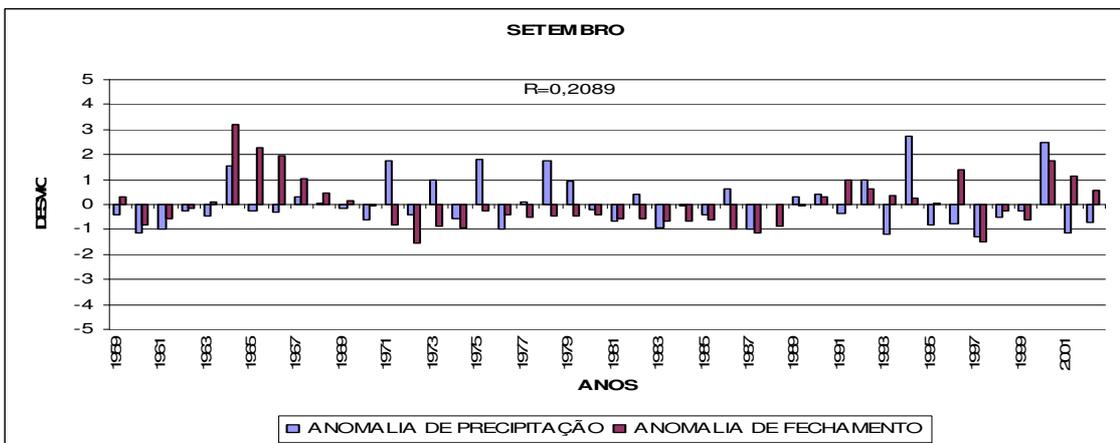
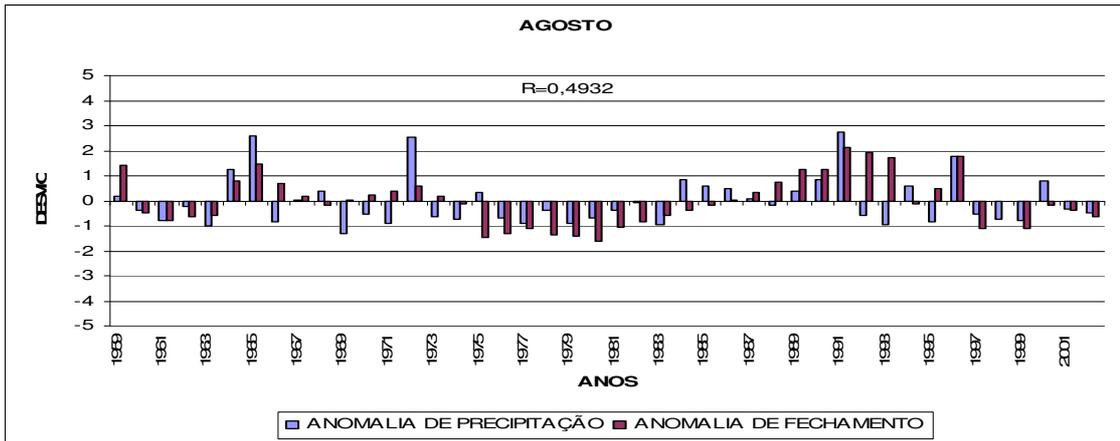
Continuação da Figura 38.



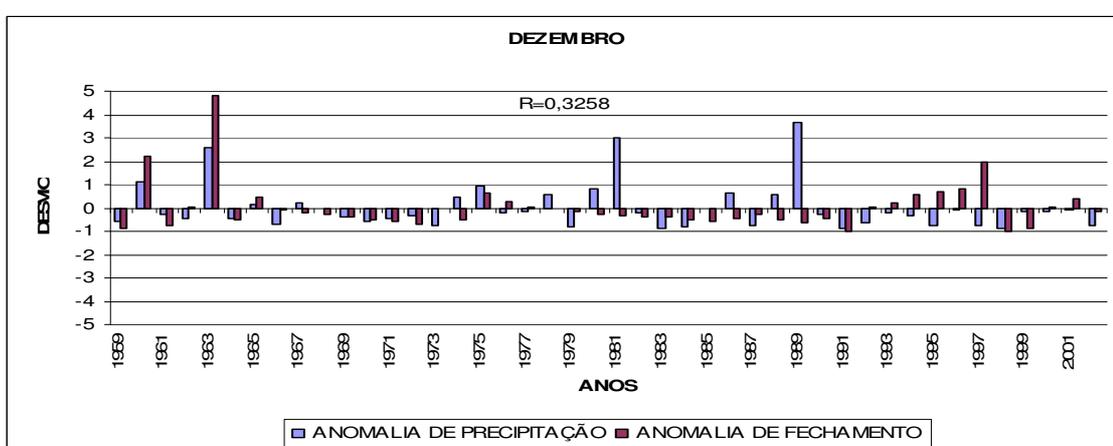
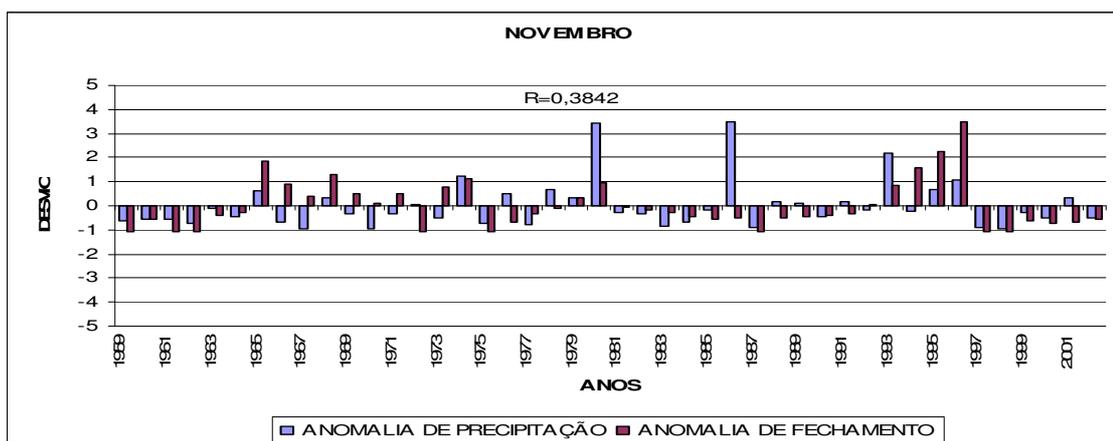
Continuação da Figura 38.



Continuação da Figura 38.



Continuação da Figura 38.



4.7 . Distribuição climatológica mensal de horas de precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais no período de 1959 a 2002.

Na Figura 39, mostraram-se os valores climatológicos médios mensais de horas de precipitações, desvios padrões e coeficientes de variações, para os meses do ano, indicando uma média geral anual de 28,75h e de 68,43% para o coeficiente de variação. Esses valores apresentaram uma relação média de 0,89 horas de precipitação/horas de fechamentos anual e 0,88 do valor do coeficiente de variação das horas de fechamentos. De maneira similar ao item 4.6, a maior variação ocorre no período seco (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março).

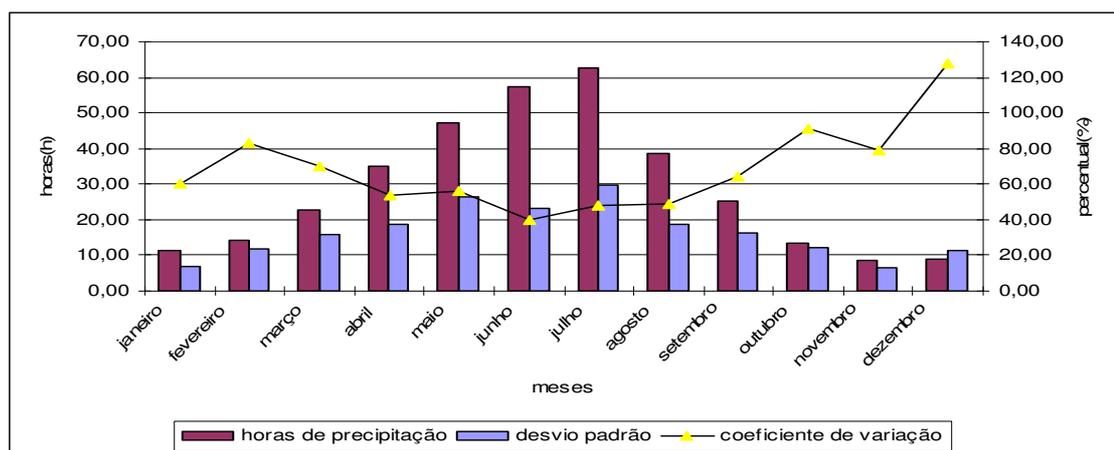


FIGURA 39. Média mensal de horas de precipitação, desvios padrões e coeficientes de variação da precipitação.

De maneira semelhante ao item anterior, as horas de precipitações foram comparadas entre seus períodos mais demorados de precipitações (abril, maio, junho, julho e agosto) e o menos demorado de precipitações (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março). Os meses do primeiro período têm seus valores médios acima da média histórica e os do segundo período valores abaixo da média histórica. Nas tabelas 38 e 39, mostraram-se os valores de horas de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação percentual para os períodos mais longos e mais curtos. O período mais longo de precipitação apresentou 0,78 horas de precipitações/ horas de fechamento anual e 1,06 para o coeficiente de variação das horas de fechamentos, enquanto o período mais curto de precipitações apresentou 1,41 horas de precipitações/ horas de fechamentos anual e 0,82 para o coeficiente de variação das horas de fechamentos, confirmando uma menor variabilidade no período de maior duração das precipitações.

TABELA 38. Valores médios mensais das horas de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variações, para períodos mais longos de precipitação.

MESES	HORA. MÉDIA DE PREC MENSAL(H)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO(%)	HORA MÉDIA MENSAL DE FECHAMENTOS(H)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO(%)
abril	35,10	53,85	41,08	47,76
maio	47,15	55,78	63,45	62,55
junho	57,46	40,20	83,14	34,47
julho	62,60	47,76	65,41	38,77
agosto	38,48	48,60	56,73	48,48
média	48,16	49,24	61,96	46,41

TABELA 39. Valores médios mensais das horas de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variações, para períodos mais curtos de precipitação.

MESES	HORA MÉDIA DE PRECIP MENSAL(H)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO(%)	HORA MÉDIA MENSAL DE FECHAMENTOS(H)	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO(%)
janeiro	11,58	60,62	7,10	112,53
fevereiro	14,28	82,70	10,51	133,02
março	22,70	69,60	15,22	98,49
setembro	25,14	64,44	20,35	63,54
outubro	13,25	91,32	12,01	101,75
novembro	8,42	78,62	6,67	96,40
dezembro	8,85	127,68	6,68	99,70
média	15,85	82,14	11,22	100,78

Eventos mais curtos e mais longos de precipitação corresponderam a 25,22% e 74,78%, respectivamente, semelhante ao valores da precipitação com as horas de fechamentos (Tabela 40).

TABELA 40. Percentual médio dos períodos mais curtos e mais longos de precipitação e horas de fechamentos.

EVENTOS	PERÍODO MENOS DEMORADO DE PRECIPITAÇÃO(%)	PERÍODO MAIS DEMORADO DE PRECIPITAÇÃO(%)
hora média de precipitação mensal	30,22	69,78
horas média mensais de fechamentos	20,22	79,78
média	25,22	74,78

Na Tabela 41, mostraram-se as equações que relacionaram os valores médios de fechamento e de horas de precipitação, com os respectivos coeficiente de correlação e nível de significância. Sua visualização foi mostrada nas Figuras 40, 41 e 42 onde a curva em azul representa o nível de significância 15% e a vermelha o de 10%, respectivamente.

TABELA 41. Equações de estimativas para horas médias mensais de fechamentos em função das horas de precipitação média mensal para os períodos anual, chuvoso e seco para, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio de horas de precipitação.

EQUAÇÃO	eventos associados	nível de confiança
---------	--------------------	--------------------

$y = -3E-07x^6 + 6E-05x^5 - 0,0046x^4 + 0,1826x^3 - 3,7067x^2 + 36,208x - 124,78$	hora de precipitação	90%
	média mensal (anual)	
$y = -0,0017x^3 + 0,1715x^2 - 3,4553x + 26,906$	e horas de fechamentos médio	85%
	mensual anual.	
$y = -0,0012x^4 + 0,2363x^3 - 16,838x^2 + 529,21x - 6138$	hora de precipitação média	90%
	mensual para o período mais	
$y = -0,0059x^3 + 0,7803x^2 - 31,899x + 459,25$	demorado de precipitação e horas de	85%
	fechamento médio mensal	
$y = 0,008x^2 + 0,4826x + 1,9658$	hora de precipitação média mensal	85%
	para o período seco e horas de	
$y = 0,0071x^3 - 0,3292x^2 + 5,4265x - 20,406$	fechamento médio mensal	90%

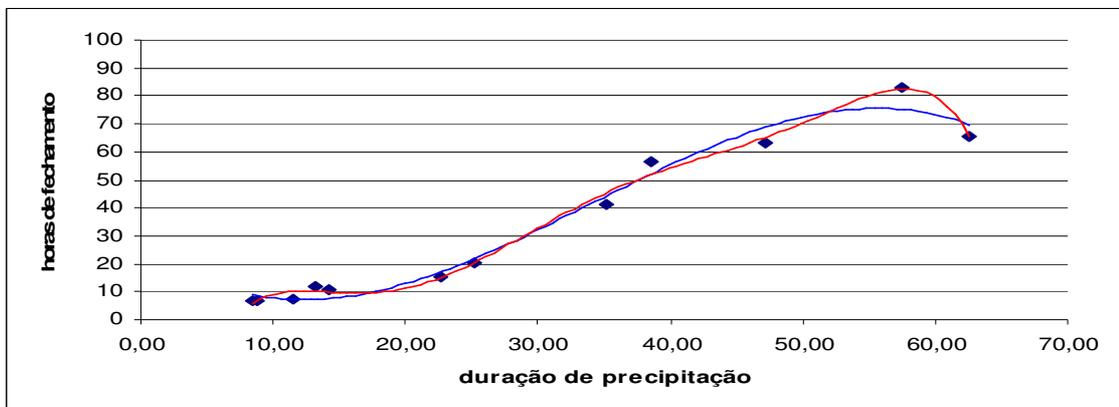


FIGURA 40. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitação médias mensais para o período anual, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90% , respectivamente.

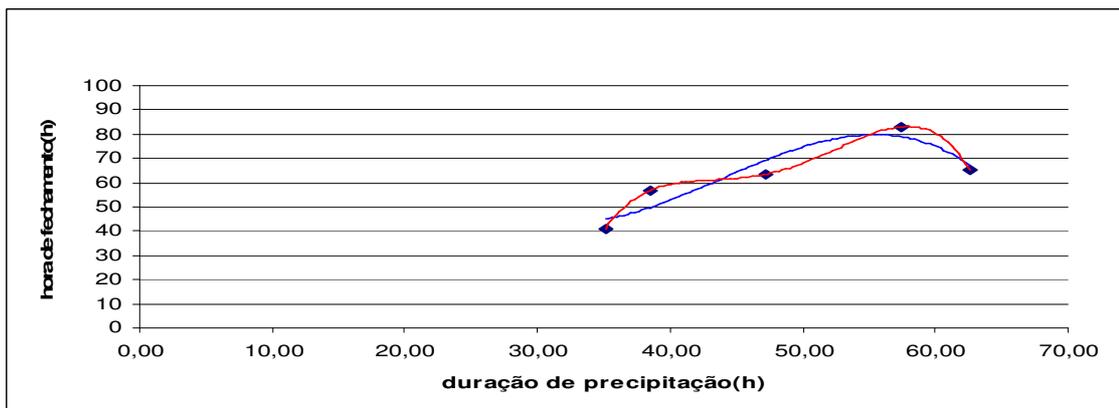


FIGURA 41. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitações médias mensais para o período mais longo de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.

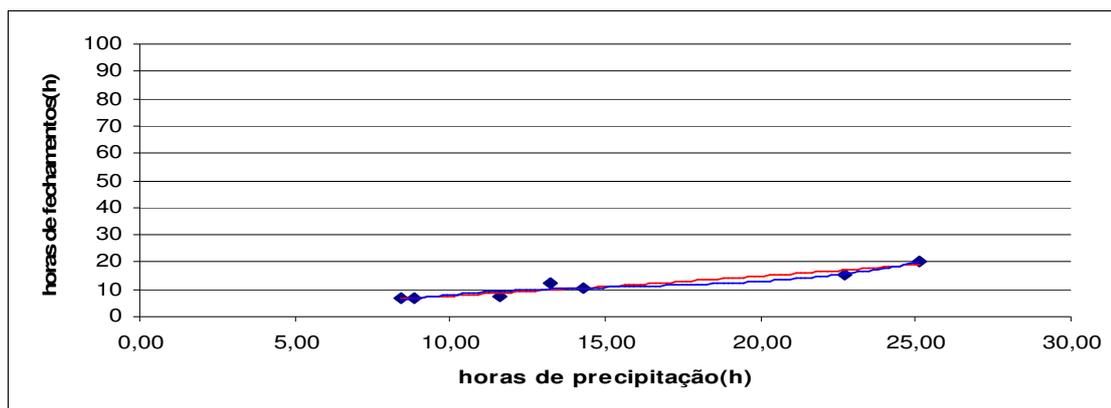


FIGURA 42. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e horas de precipitações médias mensais para o período de precipitação, com as curvas de regressão polinomiais ao nível de confiança de 85% e 90%.

Na Figura 43, mostrou-se a variação dos coeficientes de correlação entre os desvios de horas de precipitação e de horas de fechamento de cada mês no período 1959 a 2002. Em geral, a tendência foi negativa, ou seja, decrescente. Tais variações podem ser visualizadas na Figura 44, em que se mostraram desvios de médios de horas de precipitações e de horas de fechamentos.

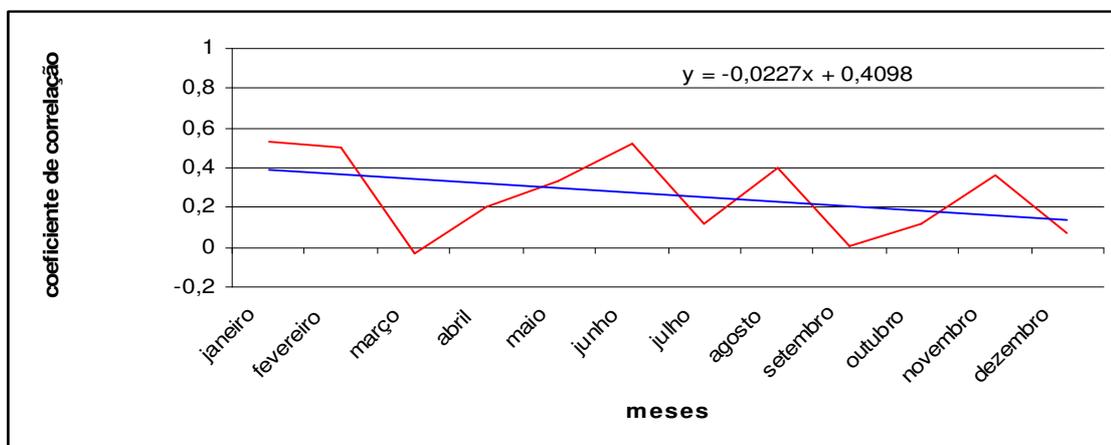


FIGURA 43. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais e equação de tendência no período 1959 a 2002.

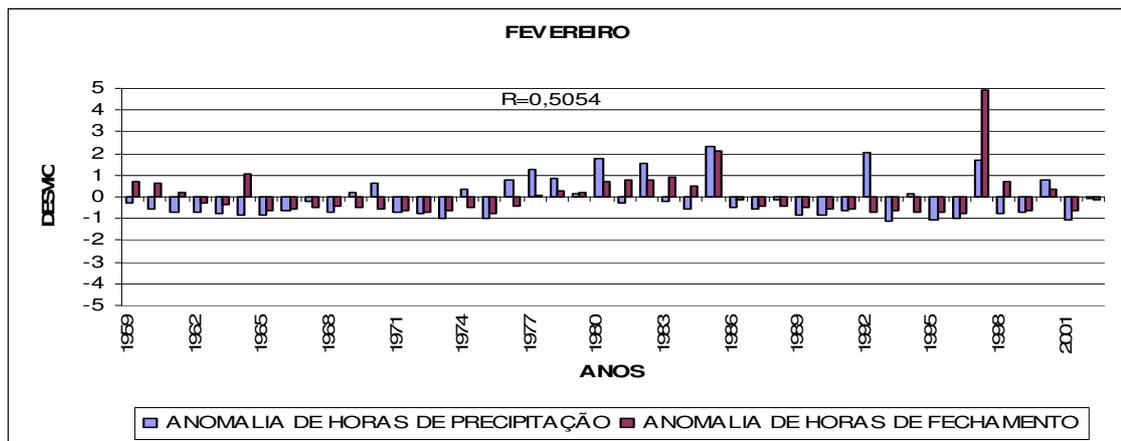
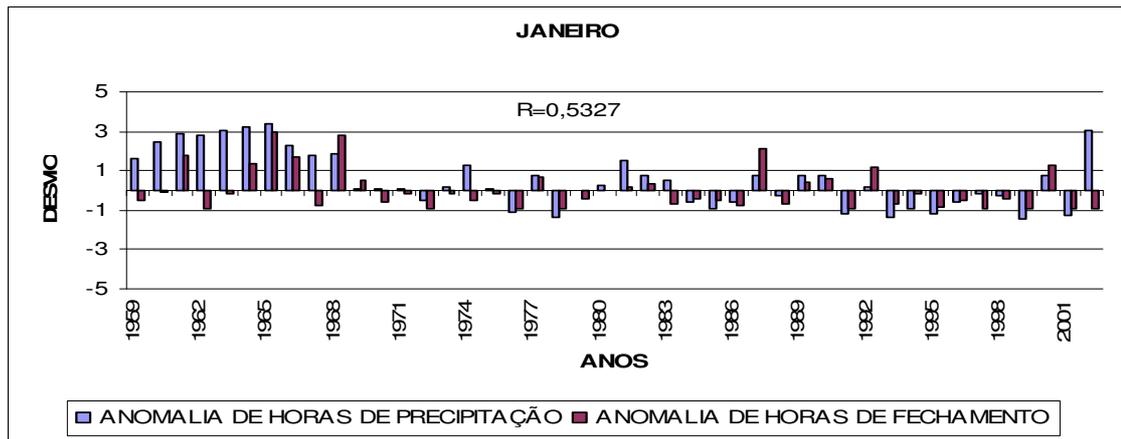
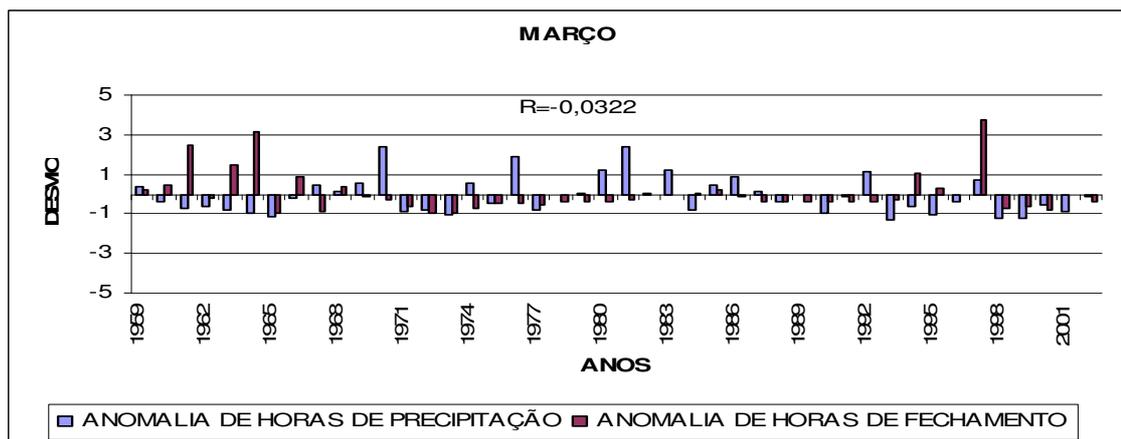
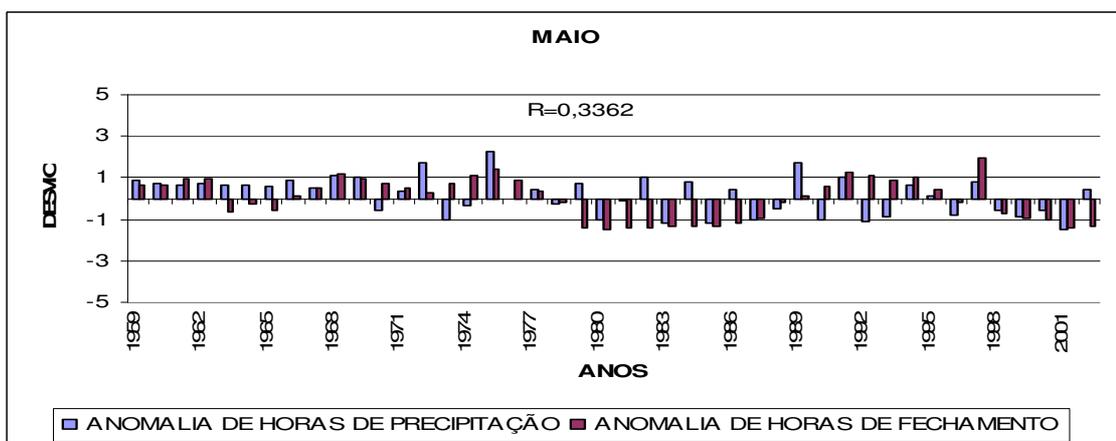
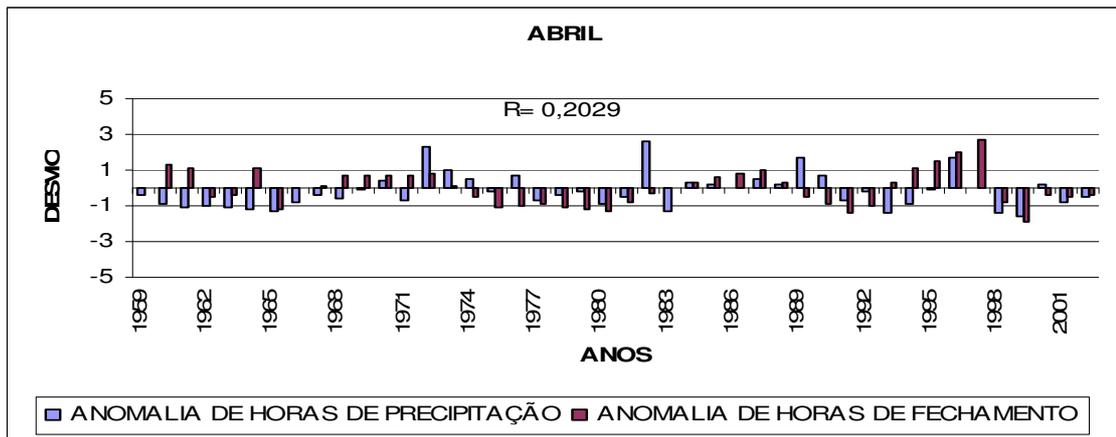


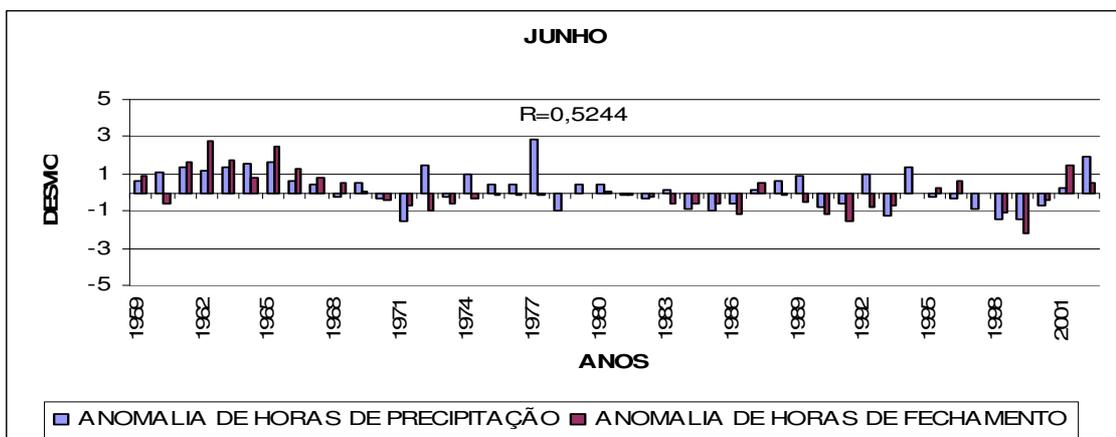
FIGURA 44. Desvios de horas de precipitações e horas de fechamentos para cada mês com seus respectivos coeficientes de correlação no período 1959 a 2002

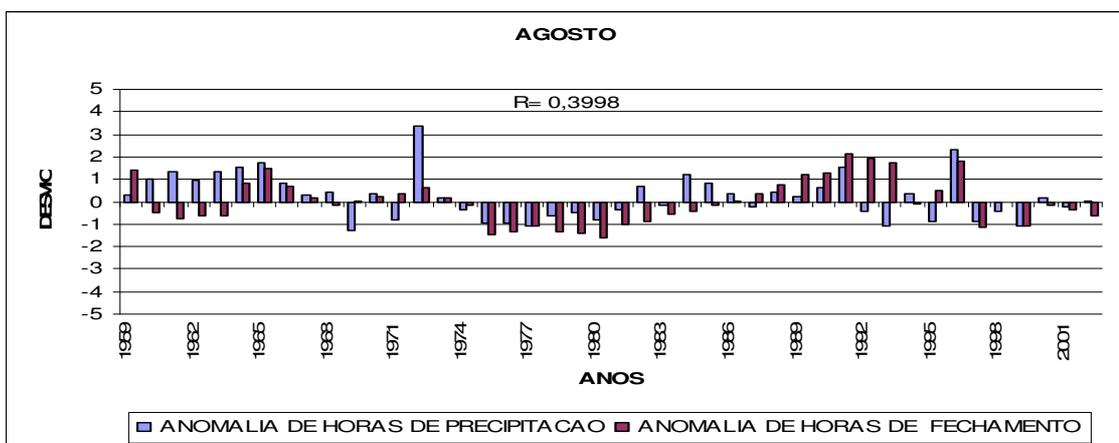
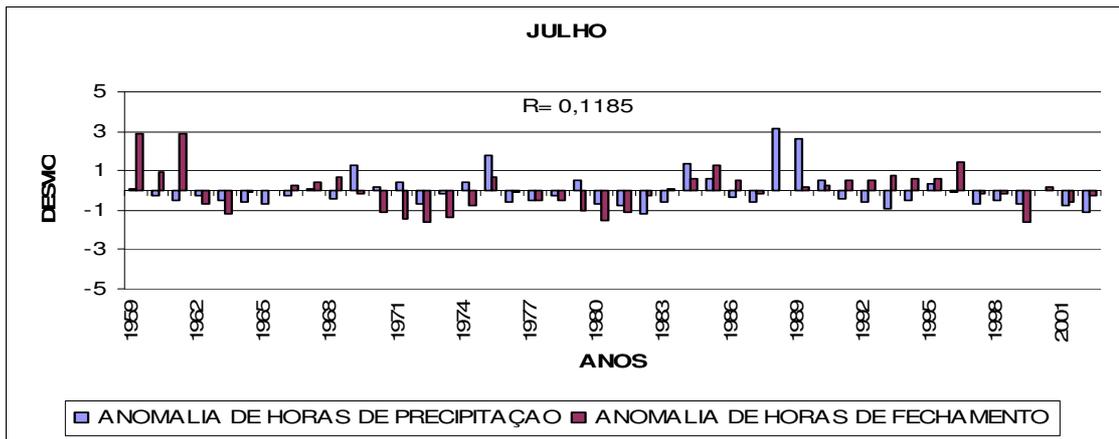
Continuação da Figura 44.



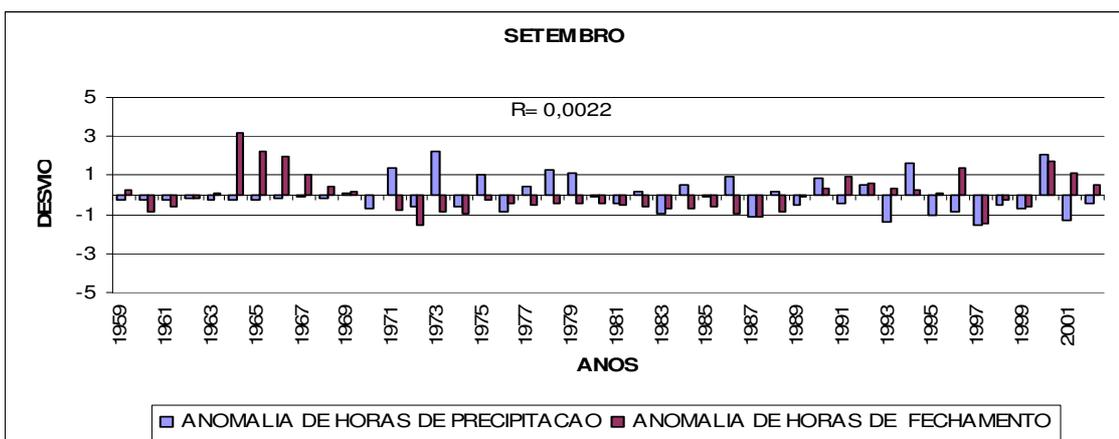


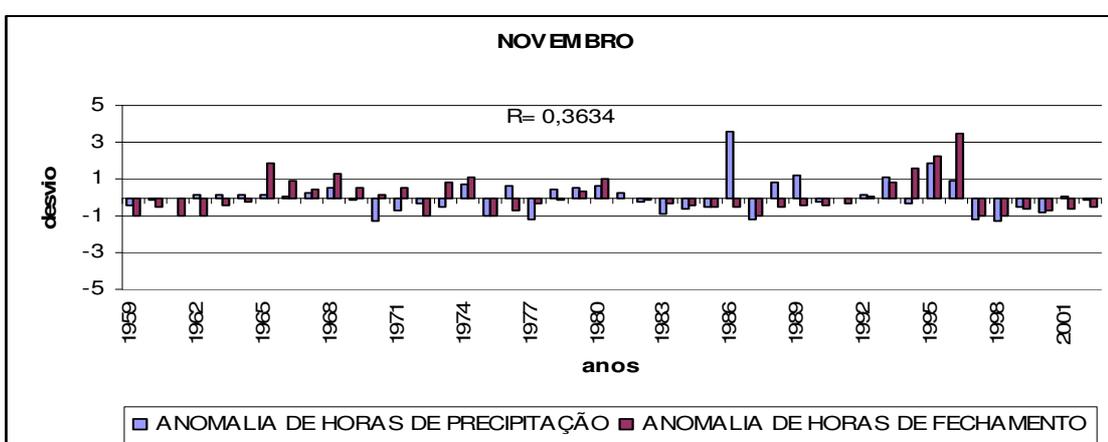
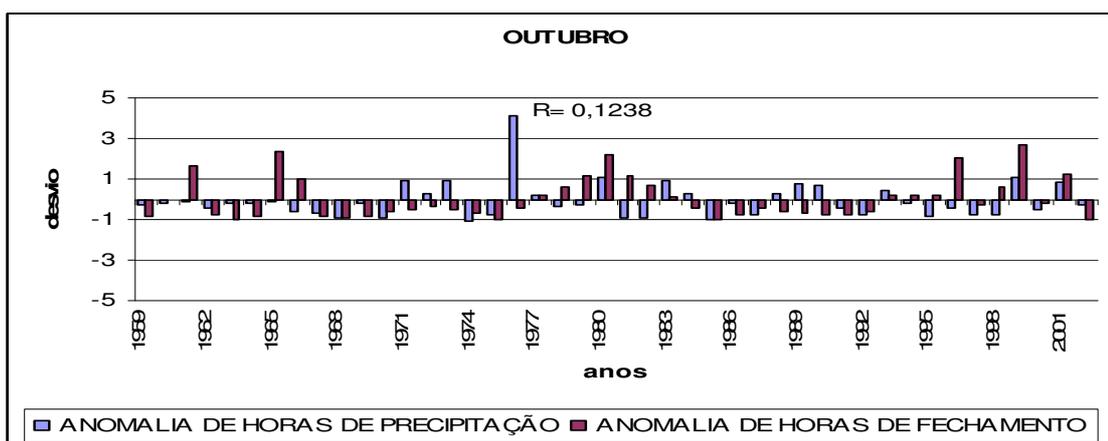
Continuação da Figura 44.



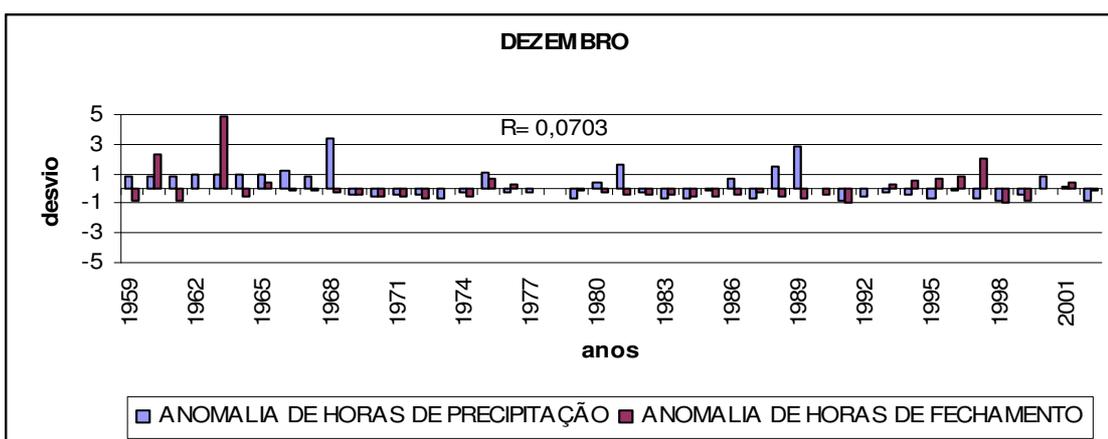


Continuação da Figura 44.





Continuação da Figura 44.



4.8. Distribuição climatológica mensal da intensidade da precipitação e sua relação com os fechamentos operacionais .

Na Figura 45, têm-se os valores climatológicos médios mensais de intensidade de precipitação, desvios padrões e coeficientes de variação, para os meses do ano, com média anual igual a 5,32mm/h e coeficiente de variação de 34,8. Em média, obtiveram-se 0,16mm/horas por hora de fechamentos anual e 0,45 para o coeficiente de variação das horas de fechamentos. Observou-se maior variação no início (janeiro) e no final do ano (novembro e dezembro).

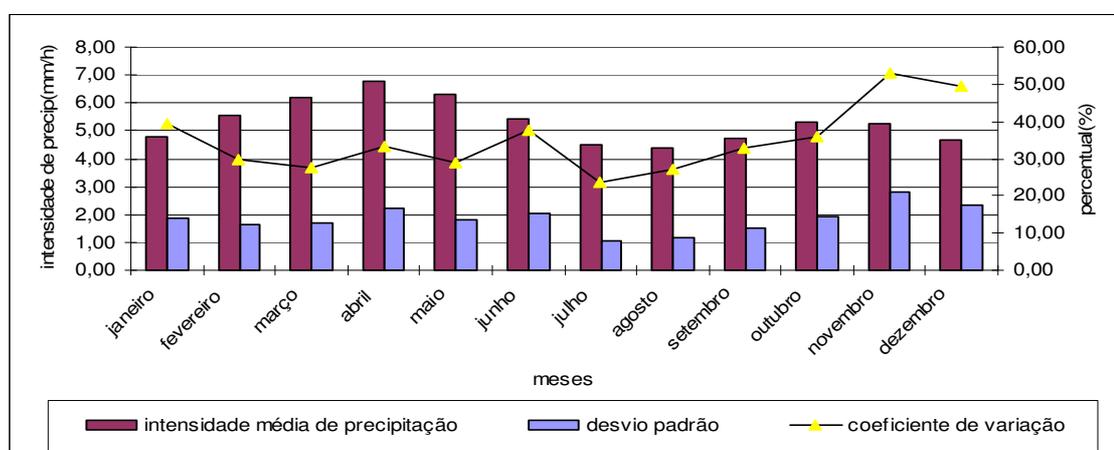


FIGURA 45. Média mensal de horas de intensidade precipitação, com respectivos desvios padrões e coeficientes de variação.

O período das maiores intensidades de precipitação foi composto pelos meses de fevereiro, março, abril, maio e junho e o das menores intensidades de precipitação pelos meses julho, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro e janeiro. Nas Tabelas 42 e 43 mostraram-se os valores de intensidades médias de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação percentual para os dois períodos. Período das maiores intensidades de precipitação apresentou 0,14mm/hora por horas de fechamentos anual e 0,42 para o valor do coeficiente de variação das horas de fechamentos, e o período das menores intensidades de precipitações apresentou 0,19mm/hora por horas de fechamentos anual e 0,47 para o coeficiente de variação das horas de fechamento anual, sugerindo variabilidades de intensidade de precipitação semelhantes nos dois casos.

TABELA 42. Valores médios mensais de intensidades de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação, no período das maiores intensidades de precipitação.

meses	intensidade Média de prec mensal(mm/h)	coeficiente de variação(%)	hora média mensal de fechamentos(h)	coeficiente de variação(%)
fevereiro	5,54	29,60	10,51	133,02
março	6,17	27,39	15,22	98,49
abril	6,77	33,09	41,08	47,76
maio	6,28	28,98	63,45	62,55
junho	5,44	37,87	83,14	34,47
média	6,04	31,39	42,68	75,26

TABELA 43. Valores médios mensais de intensidades de precipitações, horas de fechamentos e seus respectivos coeficientes de variação, no período das menores intensidades de precipitação.

meses	intensidade Média de precip mensal(mm/h)	coeficiente de variação(%)	hora média mensal de fechamentos(h)	coeficiente de variação(%)
julho	4,47	23,49	65,41	38,77
agosto	4,38	27,17	56,73	48,48
setembro	4,72	32,63	20,35	63,54
outubro	5,29	36,11	12,01	101,75
novembro	5,26	52,85	6,67	96,40
dezembro	4,70	49,57	6,68	99,70
janeiro	4,79	39,46	7,10	112,53
média	4,80	37,33	24,99	80,17

Na Tabela 44, mostrou-se que 46,20% dos eventos ocorreram na classe de menores intensidades de precipitações e 53,80% na de maiores intensidades de precipitações.

TABELA 44. Participação percentual média dos períodos de menores intensidades e de maiores intensidades de precipitação e horas médias de fechamentos.

EVENTOS	PERÍODO DE MENORES INTENSIDADES DE PREC(%)	PERÍODO DE MAIORES INTENSIDADES DE PREC(%)
intensidade média mensal de precipitação	47,34	52,66
horas média mensais de fechamentos	45,05	54,95
média	46,20	53,80

Analogamente aos itens 4.6 e 4.7, correlacionaram-se tais períodos, através de equações de regressão em função dos coeficientes de correlação de cada período ao nível de significância de 10% (Tabela 45). As equações da Tabela 46 relacionaram as horas médias de fechamentos em função do valor médio de intensidade de precipitação mensal. Suas curvas foram visualizadas nas Figuras 46,47 e 48 onde a curva em azul representa o nível de significância 15% e a vermelha o de 10%, respectivamente..

TABELA 45. Coeficientes de correlação entre eventos de duração média de fechamentos e as intensidades médias de precipitação dos períodos anual, de maiores intensidades e de menores intensidades de precipitação.

EVENTO CORRELACIONADO	COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO		
	PERÍODO. ANUAL DE INTENSIDADES DE PRECIPITAÇÕES	PER.DAS MAIORES INTENSIDADES DE PRECIPITAÇÕES	PER.DAS MENORES INTENSIDADES DE PRECIPITAÇÕES
DURAÇÃO MÉDIA DE FECHAMENTOS	-0,118	-0,116	-0,467

TABELA 46. Equações de estimativas de horas médias mensais de fechamentos em função das intensidades de precipitação média mensal para o período anual, chuvoso e o seco, onde Y é o valor médio de fechamento e X é o valor médio de horas de precipitação.

EQUAÇÃO	eventos associados	Nível de confiança
$y = -435,92x^6 + 14345x^5 - 195785x^4 + 1E+06x^3 - 6E+06x^2 + 1E+07x - 1E+07$	intensidade média mensal de precipitação (anual)	90%
$y = -12,561x^5 + 384,75x^4 - 4686,7x^3 + 28367x^2 - 85260x + 101767$	e horas de fechamentos médio mensal anual.	85%
$y = -470,81x^4 + 10528x^3 - 87155x^2 + 315929x - 421874$	intensidade média mensal para o o período de maiores intensidades de precipitação e horas de	90%
$y = -824,6x^3 + 15247x^2 - 93632x + 190985$	fechamentos médio mensal	85%
$y = 6597,4x^5 - 160463x^4 + 2E+06x^3 - 8E+06x^2 + 2E+07x - 2E+07$	intensidade média mensal para o período de menores intensidades de precipitação e	90%
$y = -1360,6x^4 + 26605x^3 - 194593x^2 + 630911x - 764973$	horas de fechamento médio mensal	85%

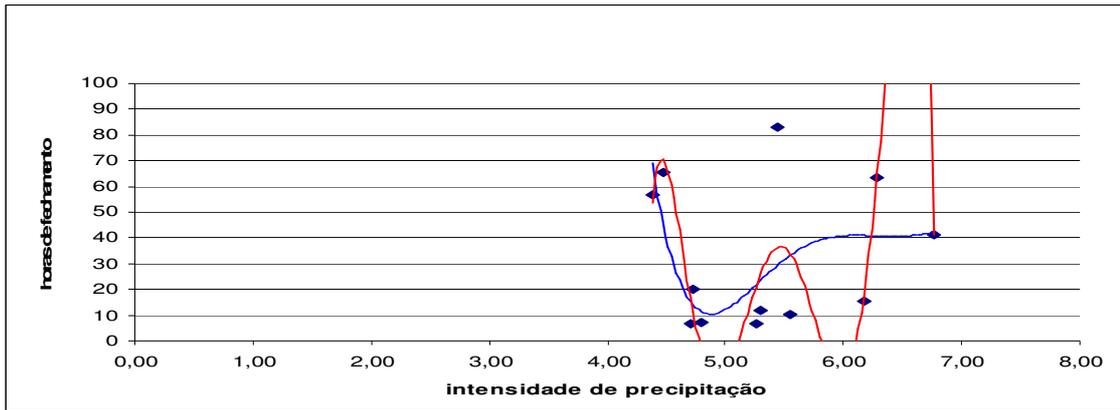


FIGURA 46. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias precipitação mensal para o período anual), com as curvas de regressão polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

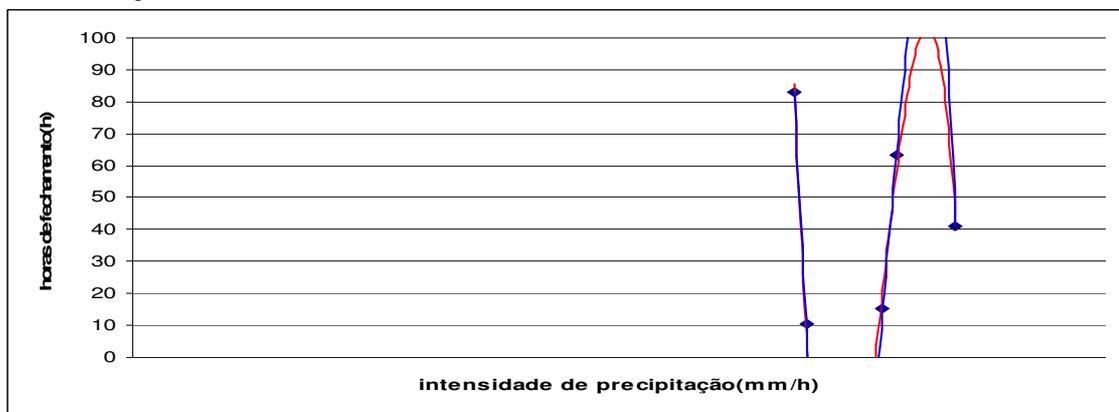


FIGURA 47. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias precipitação mensal para o período de maiores intensidades de precipitação, com as curvas de regressão polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

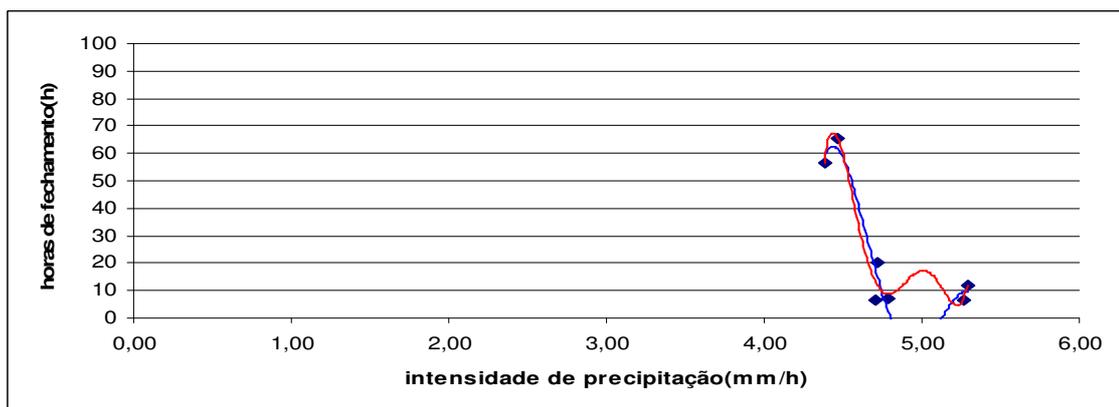


FIGURA 48. Gráfico de dispersão de horas médias de fechamentos e intensidades médias precipitação mensal para o período de menores intensidades de precipitações, com as curvas de regressões polinomial ao nível de confiança de 85% e 90%.

A Figura 49 mostrou a variação com o tempo dos coeficientes de correlação entre os desvios de intensidades de precipitação e os valores de horas de fechamentos de 1959 a 2002. Em geral, sugeriram uma tendência negativa, ou seja, decrescente, inclusive assumindo valores negativos nos meses de janeiro, maio, junho e agosto. Na Figura 52, mostraram-se os desvios mensais, relativos a cada ano, comparando-os com desvios de médios de horas de fechamento.

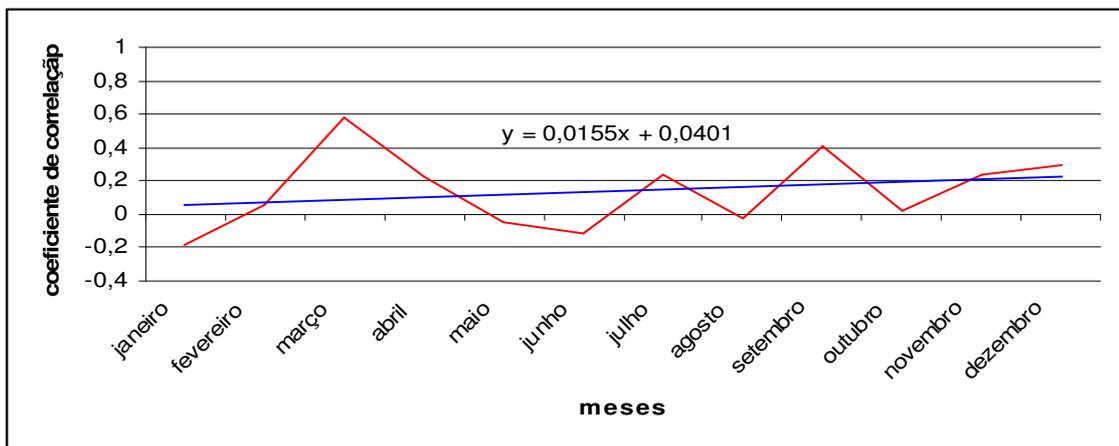


FIGURA 49. Variação dos coeficientes de correlação médios mensais, com respectiva reta de tendência no período 1959 a 2002.

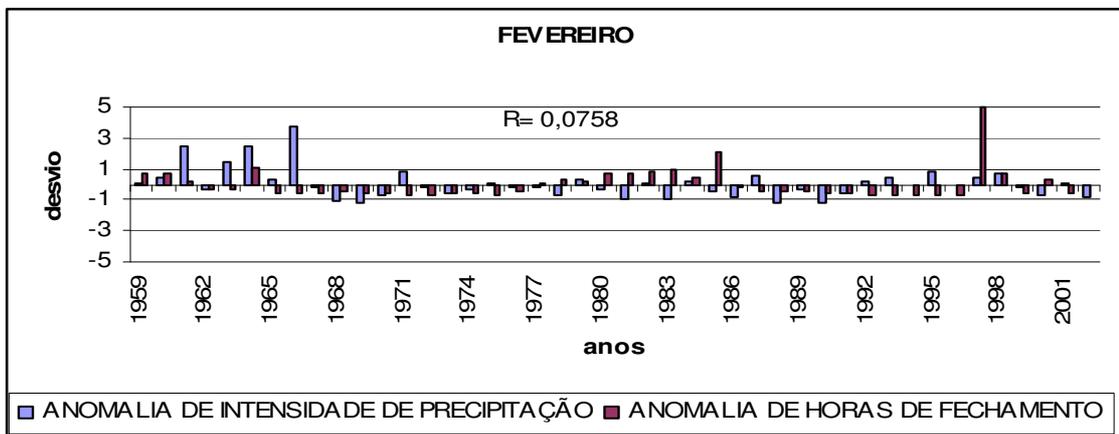
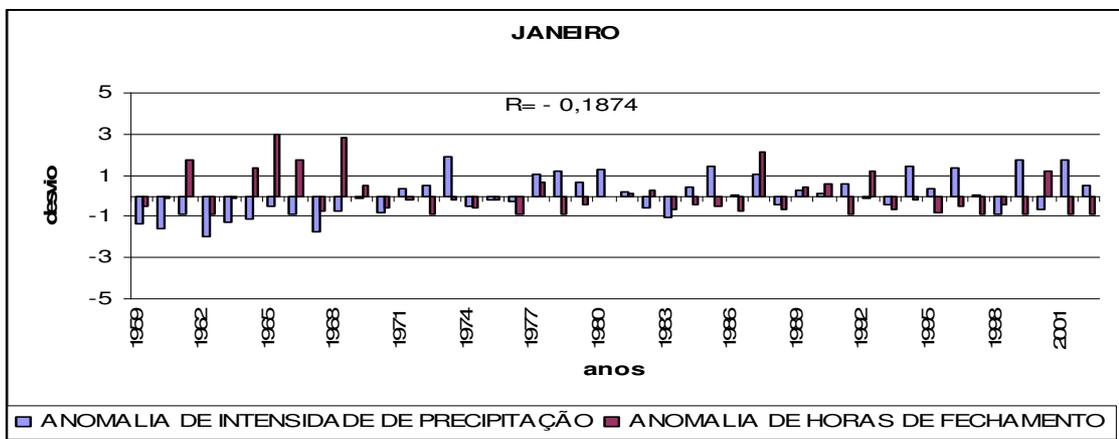
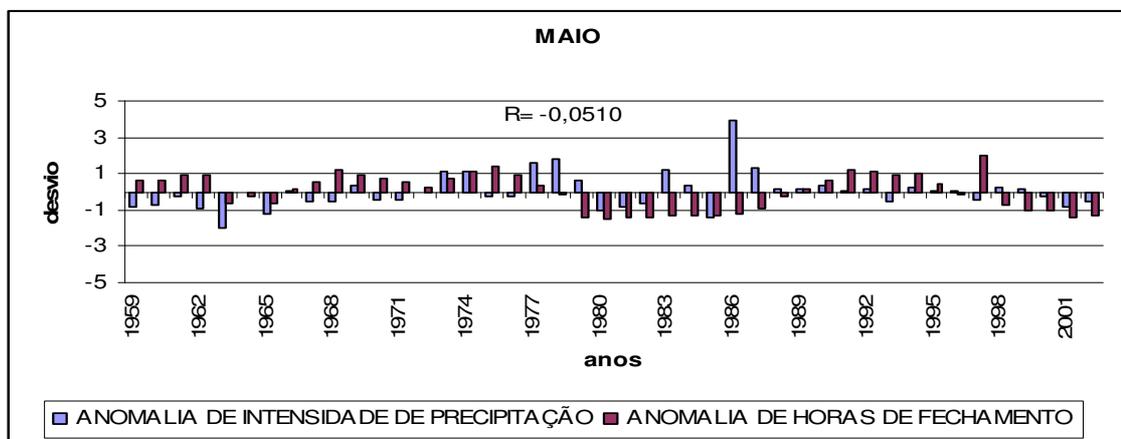
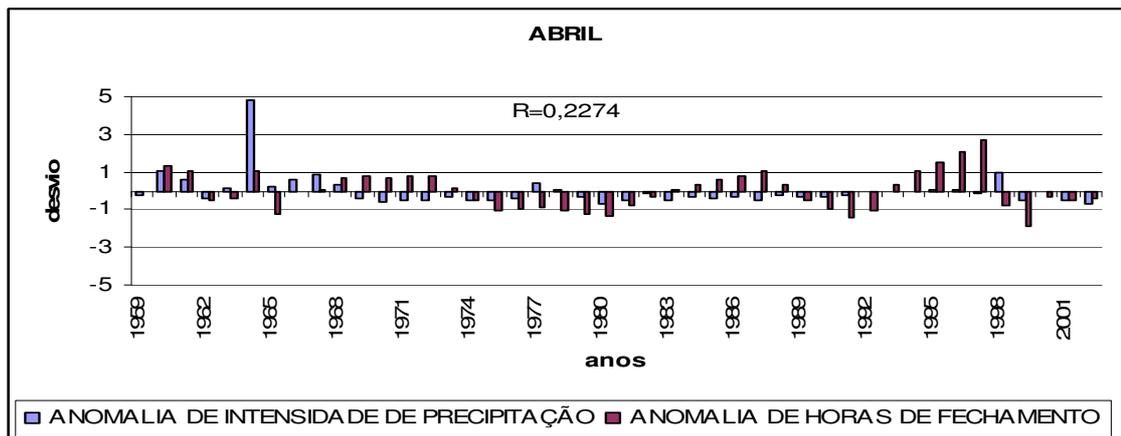
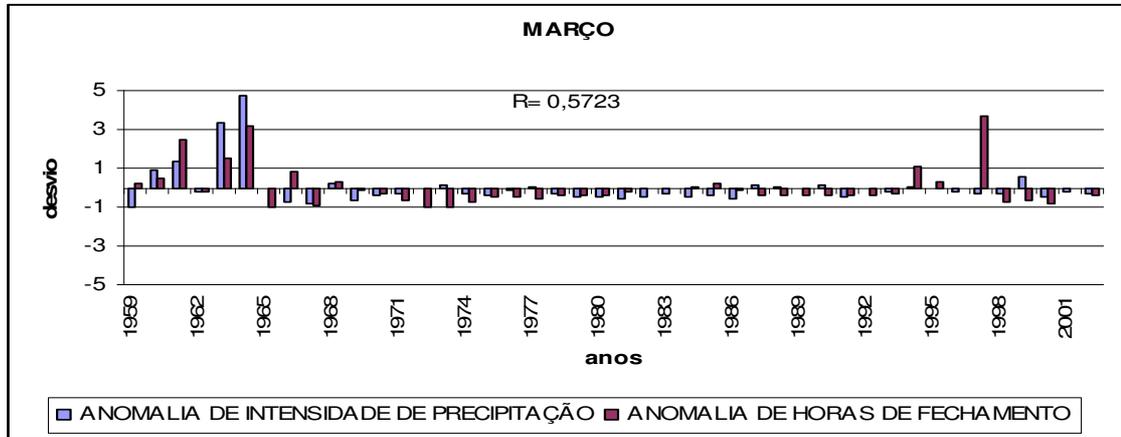
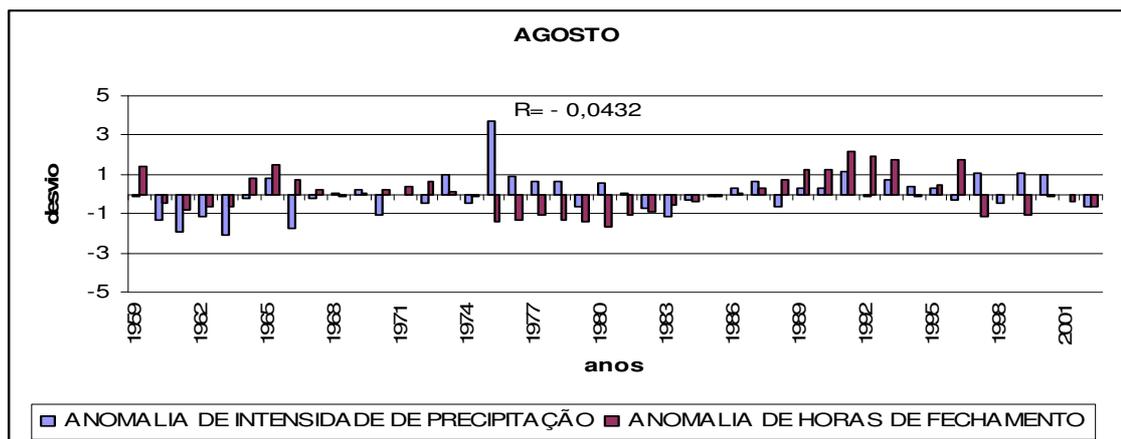
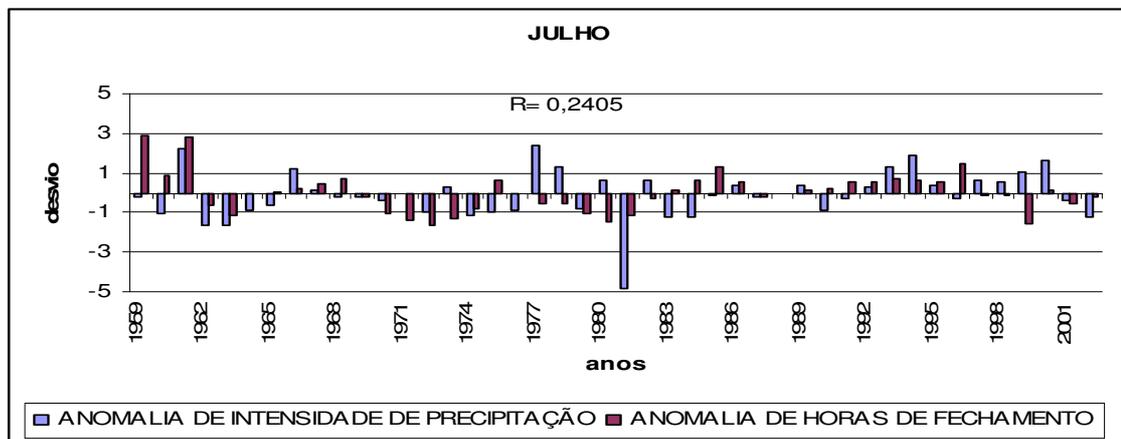
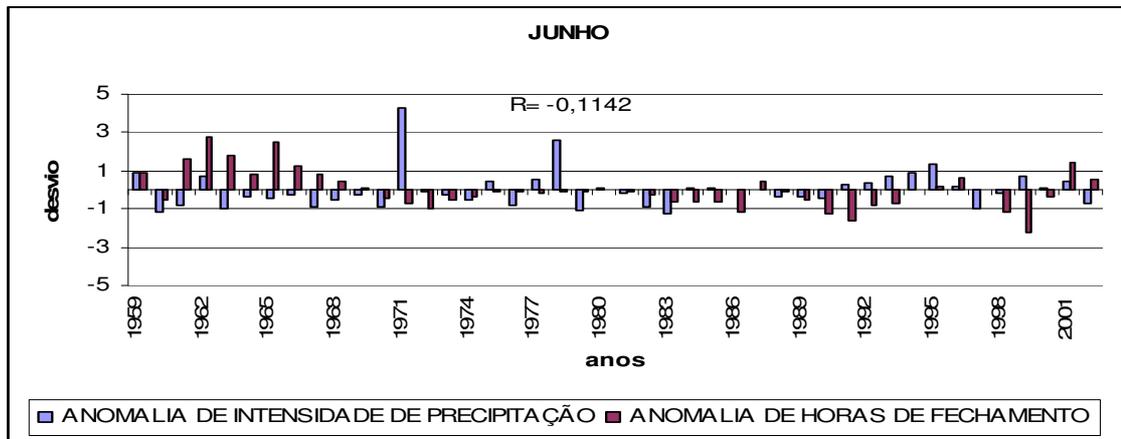


FIGURA 50. Desvios de intensidades de precipitação e horas de fechamentos para cada mês e respectivos coeficientes de correlação entre 1959 e 2002

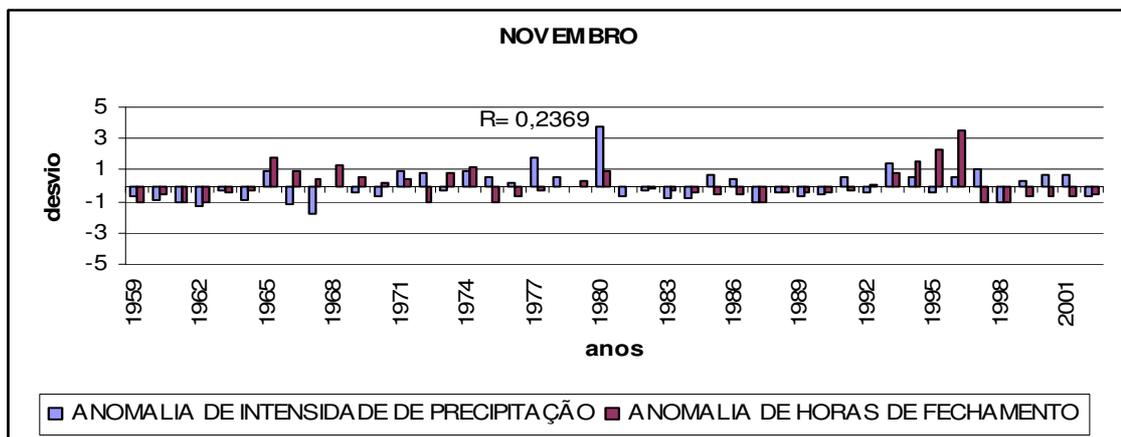
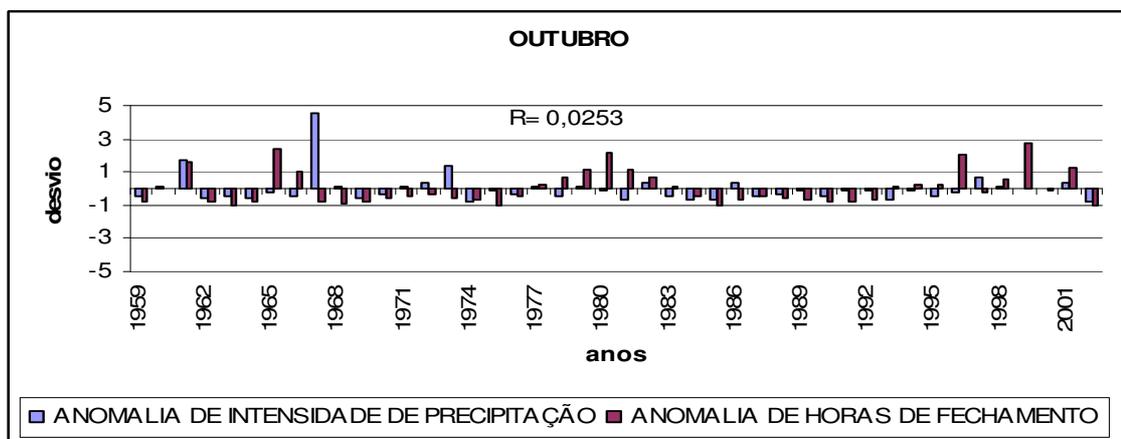
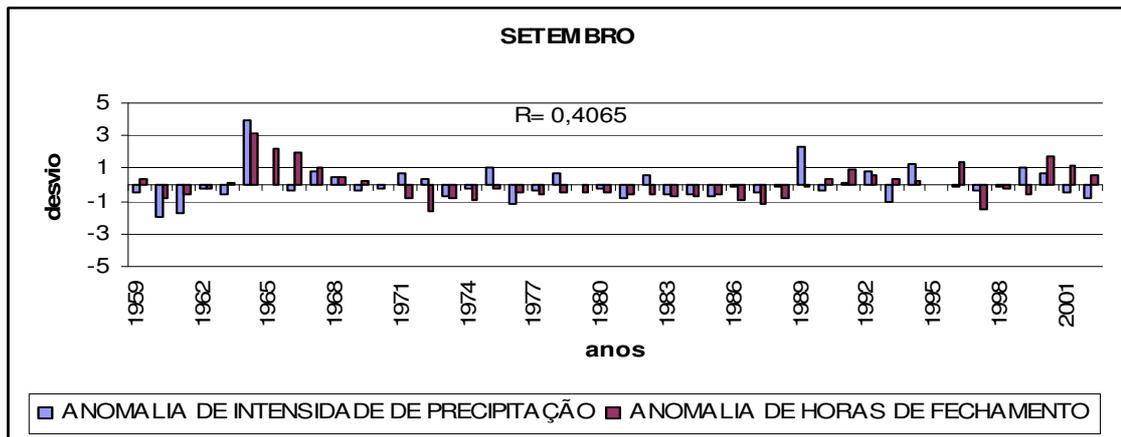
Continuação da Figura 50.



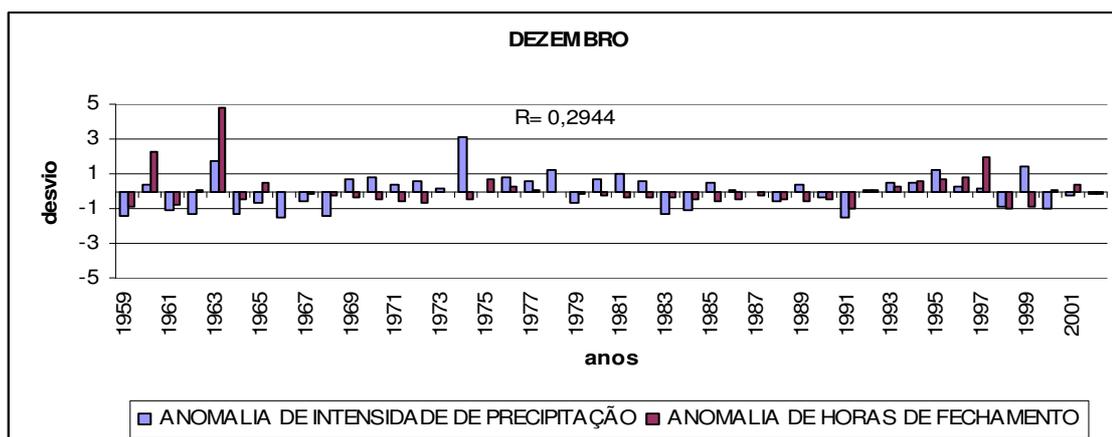
Continuação da Figura 50



Continuação da Figura 50



Continuação da Figura 50



4.9. Dias mais prováveis de ocorrência dos mínimos operacionais para pousos e decolagens

No Quadro 09 mostraram-se os dias mais prováveis, com suas respectivas probabilidades em percentuais, bem como o valor dos dias de probabilidades de maiores ocorrências pesquisados no período de 1959 a 2002. Pode se encontrar, um ou vários valores modais no decorrer do ano dentro de cada mês. Considerando as frequências anuais de fechamentos operacionais, a primeira e a segunda quinzena dos meses do ano, pode se afirmar que 40,0% dos fechamentos operacionais ocorreram na primeira quinzena e 60,00% na segunda quinzena de cada mês. Considerando os dias totais do ano, a distribuição foi 34,95% na primeira e 52,28% na segunda quinzena. Considerando os períodos modais e o total de ocorrências de fechamentos operacionais, aconteceram 5,38% na primeira quinzena e 11,28% na segunda quinzena. Se somente os períodos modais forem considerados, 24,14% ocorreram na primeira quinzena e 75,86% na segunda quinzena.

QUADRO 08. Meses, dias prováveis, probabilidades de ocorrência e dias modais das probabilidades de ocorrência de valores abaixo dos mínimos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

MÊS	DIAS MAIS PROVÁVEIS	PROBABILIDADES(%)	TOTAL(%)	DIAS MODAIS	PROBABILIDADES(%)
janeiro	1a2,4a10,12a17 20a22 e 24a31	5,83%,23,33%,21,67% 9,17% e 35,84%	95,84%	14 e 27	6,67% e 8,34%
fevereiro	6a11,13a15,18a23, 23 e 27	32,05%,12,82%, 37,14% e 4,64%	86,65%	11 e 19	9,07% e 10,62%
março	2a5,7a9,11a13, 16a28 e 30a31	11,68%,8,97%,14,94% 46,64% e 10,90%	93,13%	18 e 30a31	4,68% e 10,90%
abril	4a10,12a19 e 22a30	21,40%,20,85% e 41,07%	83,32%	23 e 26	7,83% e 6,58%
maio	1a9,11a14 e 16a31	24,79%,13,83% e 58,03%	96,65%	26 e 28	5,81% e 5,10%
junho	1a2,4a20 e 22a30	6,05%,60,33% e 30,55%	96,93%	05 e 29	5,21% e 5,08%
julho	1a4,6a10 e 12a30	14,71%,16,19% e 63,32%	94,22%	01,17a18 e 24	4,72%,9,10% e 5,30%
agosto	1a3,5a6,8a11,13a21, 23a28 e 30a31	10,58%,6,59%,11,72%, 29,21%,29,76% e 6,10%	93,96%	19 e 25a26	4,47% e 14,39%
setembro	1a3,6a10,12a14,16a20, 22a26 e 29	15,61%,22,06%,11,75%, 21,49%,15,90% e 3,86%	90,67%	2 e 16	7,16% e 6,73%
outubro	1a5,8a9,12a13,15a21, 26a27 e 30a31	25,72%,5,00%,7,38%, 38,10%,7,14% e 7,61%	90,95%	4 e 20	9,29% e 10,24%
novembro	2a3,8a10,13a17,21a22 e 27a28	7,93%,28,67%,15,86% e 19,50%	71,96%	9,21 e 28	10,37%,10,98% e 12,80%
dezembro	3a6,12,15a21,24a27 e 29a31	12,65%,4,35%,35,58%, 25,69% e 15,00%	93,27%	20 e 27	7,91% e 9,88%

Na Tabela 47, mostraram-se os valores percentuais de fechamentos médios semanal-anuais com relação aos diversos períodos: ano, totais dos dias de fechamentos e valores semanais, indicando que, em média, a distribuição dos eventos de fechamentos foi 20,36%(1ª semana), 22,76%(2ª semana), 29,02%(3ª semana) e 27,86%(4ª semana).

TABELA 47. Percentuais de fechamentos semanais em relação ao ano, relacionados com os dias do ano, dias totais de ocorrências de fechamentos, dias totais semanais e com valores modais.

períodos relacionados com as frequências de fechamentos	1ª semana 01 a 07	2ª semana 08 a 15	3ª semana 16 a 23	4ª semana 24 a 31
Em relação aos dias do ano	15,32%	19,62%	20,97%	18,55%
Em relação aos dias totais de ocorrências de fechamentos	20,58%	26,35%	28,16%	24,91%
Em relação aos dias totais da semana	67,86%	76,04%	81,25%	71,88%
Valores modais em relação aos dias do ano	1,08%	0,81%	2,69%	3,23%
Valores modais em relação aos totais de ocorrências de fechamentos	1,44%	1,08%	3,61%	4,33%
Valores modais em relação a todos os valores modais	13,79%	10,34%	34,48%	41,38%

Na Figura 51, mostraram-se os histogramas e as ogivas das frequências nos casos em que o Aeroporto Zumbi dos Palmares ficou abaixo dos mínimos operacionais. Observou-se que, para os meses de março, junho e setembro a maior frequência desses eventos se deu na primeira quinzena e janeiro, fevereiro, abril, maio, julho, agosto, outubro, novembro e dezembro na segunda quinzena.

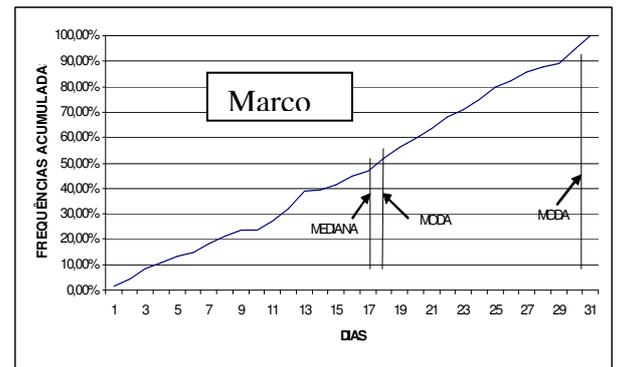
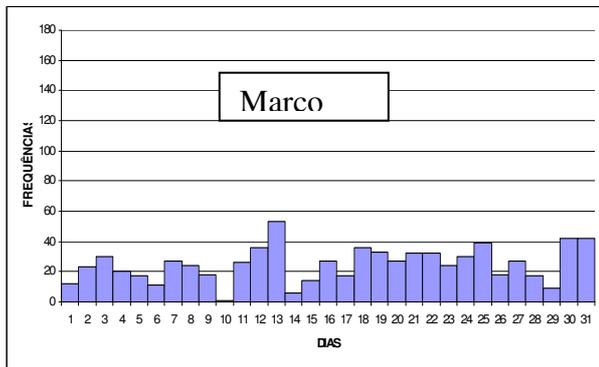
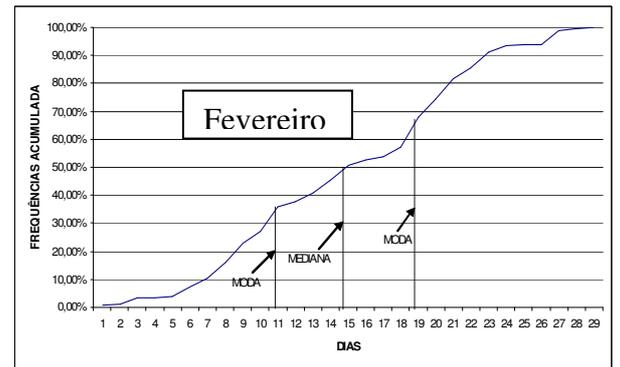
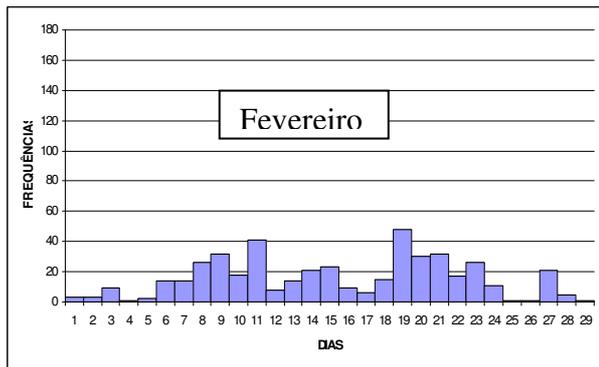
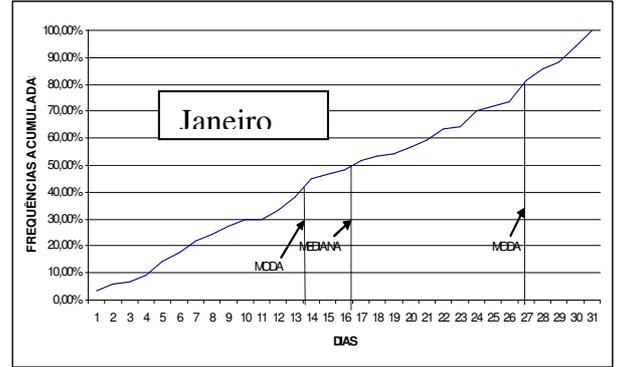
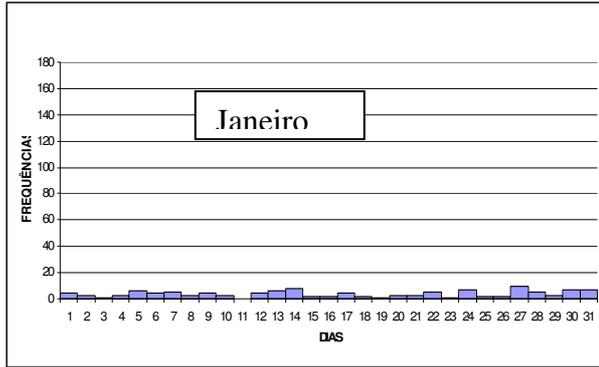
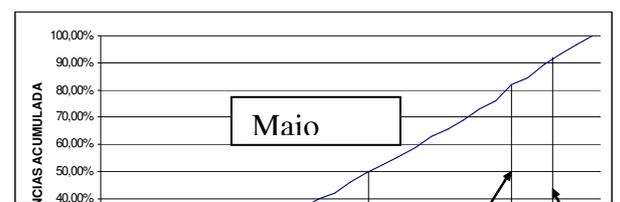
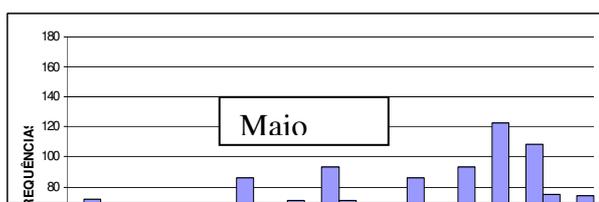
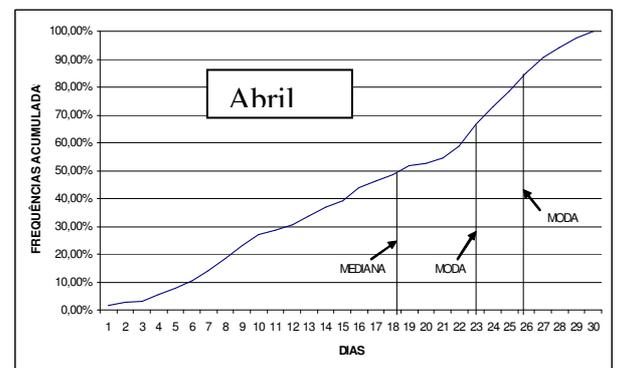
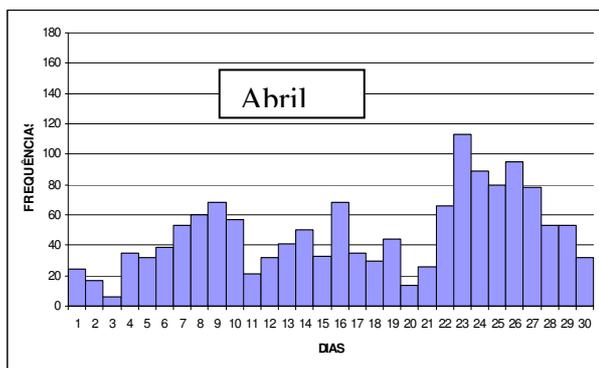
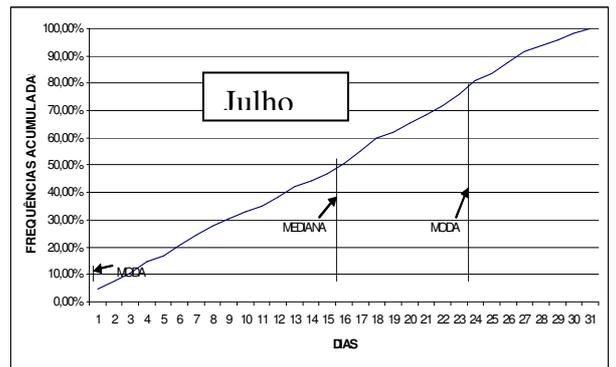
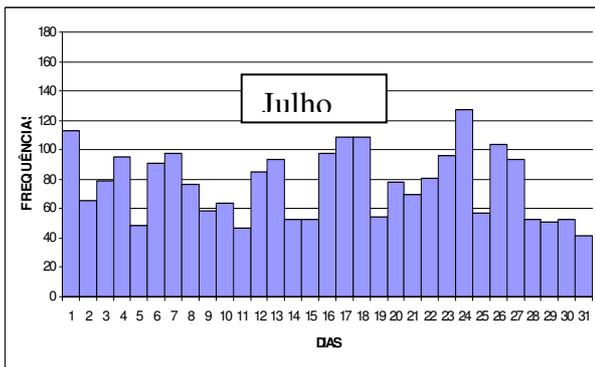
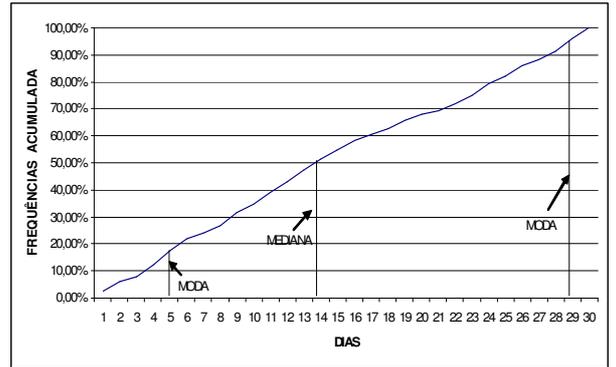
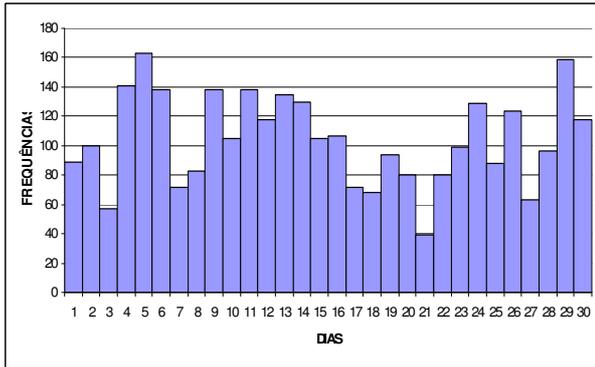


FIGURA 51. Histogramas e freqüências acumuladas dos dias nos fechamentos operacionais, indicando as mediana e as modas desses eventos, para cada mês do ano.

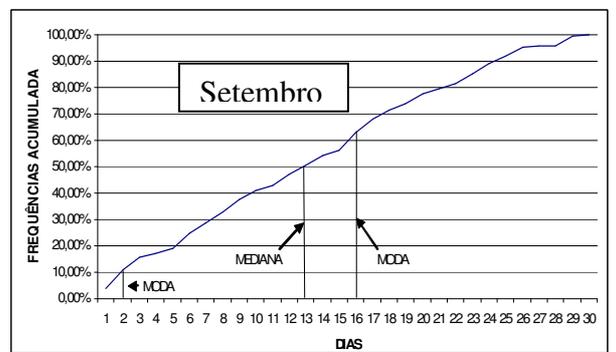
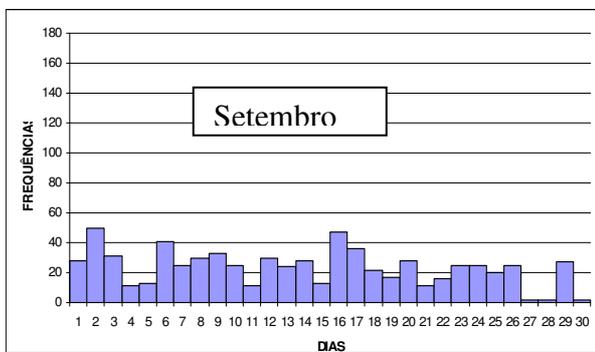
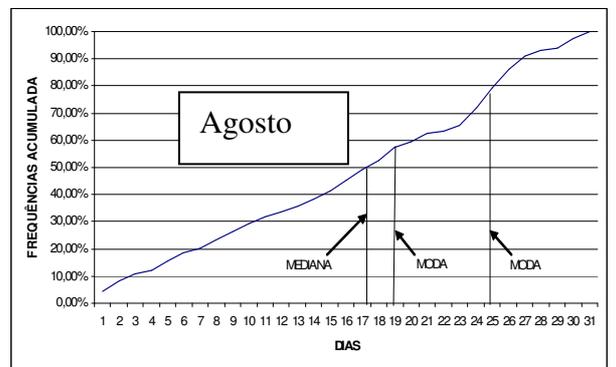
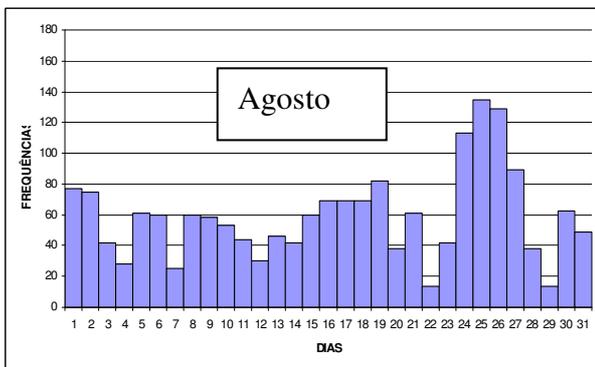
Continuação da Figura 51.



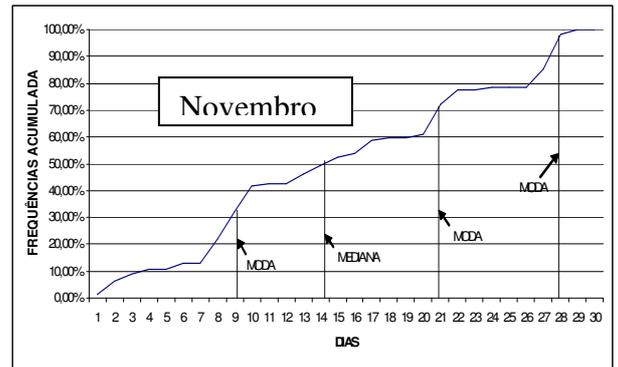
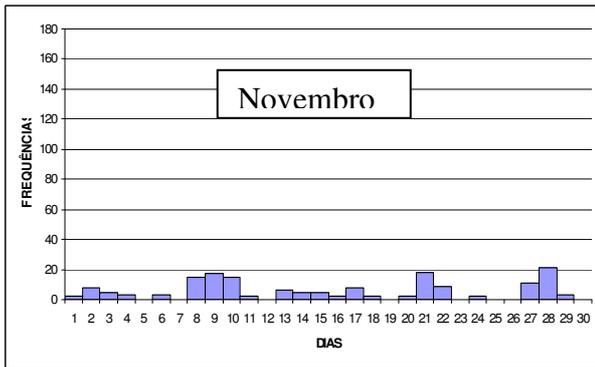
Continuação da Figura 47



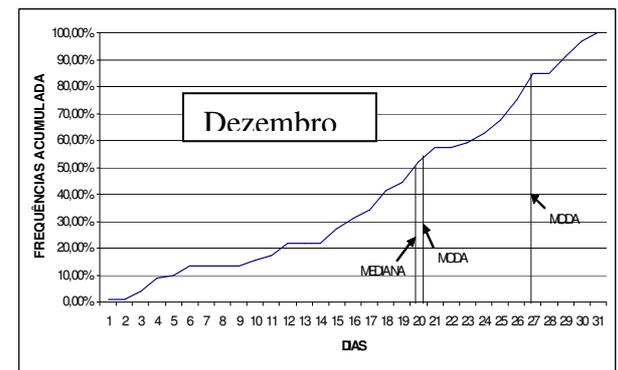
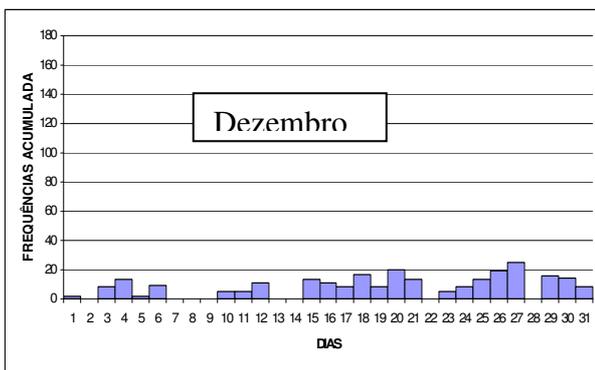
Continuação da Figura 51.



j) mês de outubro



Continuação da Figura 51.



Na Figura 52, mostrou-se o polígono e histograma de distribuição de frequências mensais durante o ano. Nota-se que o mesmo se assemelha a uma curva normal (gaussiana), com os valores máximos próximos ao meio do ano e os valores mínimos

próximos ao início e final do ano. Os valores que se apresentam erráticos, tanto para mais como para menos, evidenciaram as influências dos fenômenos El Niño e La Niña e outras situações sinóticas correlatas, por exemplo, atividades frontais e influência das POA.

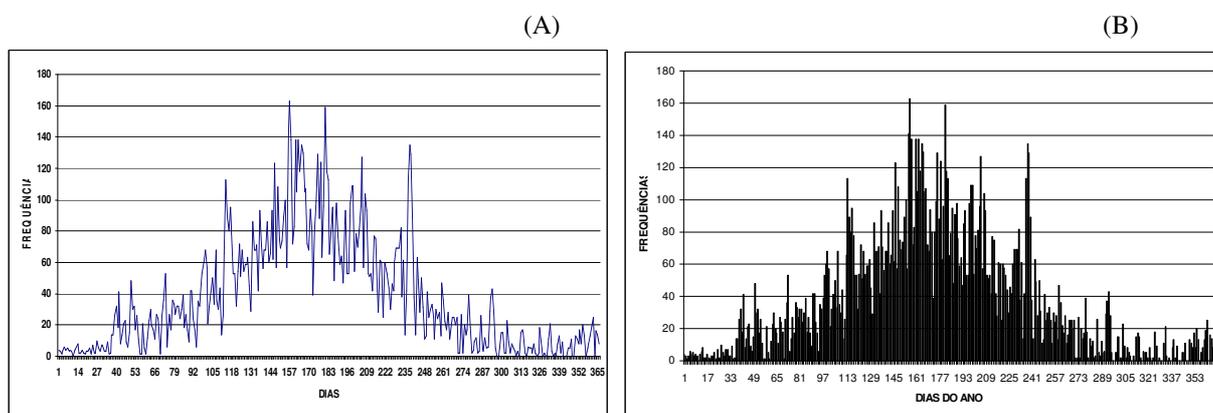


FIGURA 52 . Polígono (A) e histograma (B) de distribuição anual de freqüências para os dias de fechamento operacional.

Na Figura 53, mostrou-se o polígono de freqüência acumulada anual para os dias de fechamento operacional. Os valores modais se concentraram em torno do dia 5 (cinco) de junho e o valor mediano em torno do dia 19 (dezenove) e o valor da média dessa distribuição em torno do dia 23 de junho indicando, assim, que o período mais crítico de fechamento se situa, geralmente, entre os dias 05 a 23 de junho. No entanto, a operacionalidade durante todo o ano pode ser comprometida, principalmente entre abril e agosto, conforme Tabela 16.

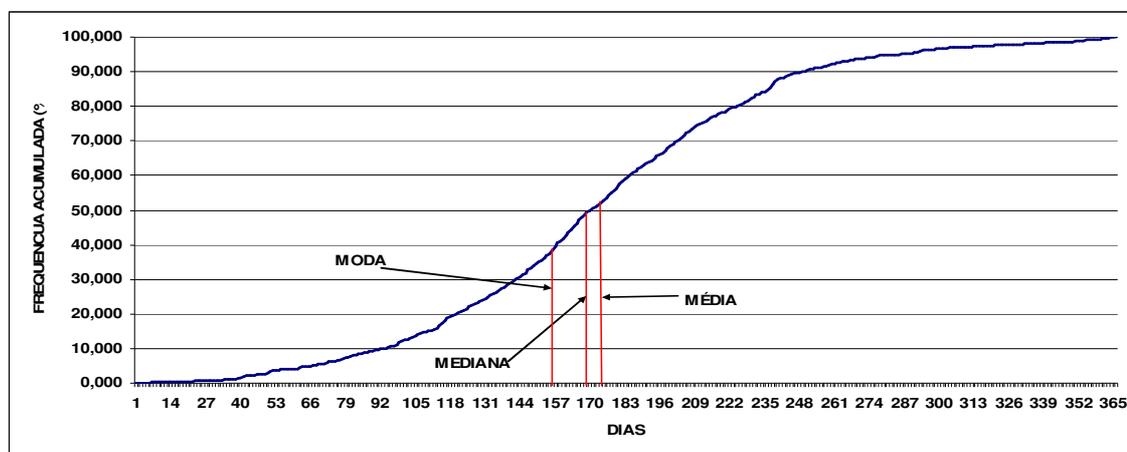


FIGURA 53. Frequência anual acumulada das frequências dos dias de fechamentos operacionais evidenciando os valores modais e medianos no mês de junho.

4.10. Horas do dia mais prováveis de operações abaixo dos mínimos operacionais.

No Quadro, 10 mostraram-se as horas mais prováveis, ou seja, o período de maior probabilidade, diurna e noturna, e o valor da hora modal das ocorrências dos mínimos operacionais. Em geral, o período do dia de maior probabilidade de ocorrência dos eventos de fechamentos se deu no início da madrugada até o início da tarde, esse último superando, em média, em 7,5% a probabilidade de ocorrência no período diurno e 33,9% a probabilidade do período noturno. O intervalo do dia de máxima ocorrência, ou seja, o período modal de tais eventos, ocorreu entre as 07h e 11h. O início e término dos períodos diurno e noturno representaram valores médios das horas durante cada mês do início do nascer e por do sol durante o mês estudado (Anexo 7).

QUADRO 09. Meses, horas mais prováveis, período diurno (nascer ao pôr do sol), período noturno (por ao nascer do sol), horas modais e suas respectivas probabilidades de ocorrência de valores abaixo dos mínimos operacionais.

mês	período do dia mais provável(h)	probabilidade (%)	período diurno (h)	probabilidade (%)	período noturno(h)	probabilidade (%)	hora modal(h)	probabilidade (%)
janeiro	01h a 16h	75,15%	05:25h a 17:40h	61,65%	17:40h a 05:25h	38,35%	8h a 9h	9,94%
fevereiro	01h a 15h	86,71%	05:30h a 17:40h	66,80%	17:40h a 05:30h	33,20%	10h a 11h	8,93%
março	01h a 16h	77,35%	05:31h a 17:26h	57,44%	17:26h a 05:31h	42,56%	7h a 8h	7,37%
abril	01h a 16h	76,29%	05:30h a 17:25h	56,13%	17:25h a 05:30h	43,87%	7h a 8h	7,90%
maio	01h a 14h	65,15%	05:36h a 17:10h	62,34%	17:10h a 05:36h	37,66%	7h a 8h	6,55%
junho	01h a 14h	66,90%	05:43h a 17:20h	64,72%	17:20h a 05:43h	35,28%	7h a 9h	9,36%
julho	01h a 11h	60,94%	05:42h a 17:17h	63,26%	17:17h a 05:42h	36,74%	9h a 10h	7,08%
agosto	01h a 13h	61,73%	05:30h a 17:18h	62,38%	17,18h a 05:30h	37,62%	10h a 11h	6,30%
setembro	01h a 12h	62,47%	05:12h a 17:18h	61,19%	17:18h a 05:12h	38,81%	9h a 11h	11,27%
outubro	02h a 14h	69,39%	05:11h a 17:16h	64,36%	17:16h a 05:11h	35,64%	7h a 9h	14,84%
novembro	02h a 13h	65,65%	04:57h a 17:16h	65,65%	17:16h a 04:57h	34,35%	6h a 7h	10,43%
dezembro	02h a 15h	74,20%	04:57h a 17:27h	66,60%	17:27h a 04:57h	33,40%	9h a 10h	9,80%

Na Figura 54, estão graficados os histogramas e as ogivas das frequências, isto é, as frequências acumuladas horárias dos casos em que o Aeroporto Zumbi dos Palmares ficou

abaixo dos mínimos operacionais. Observou-se que, a maior parte dos fechamentos, se deu da parte da manhã até o início da tarde. A maioria dos fechamentos ocorreu durante o dia e suas horas modais no início da manhã.

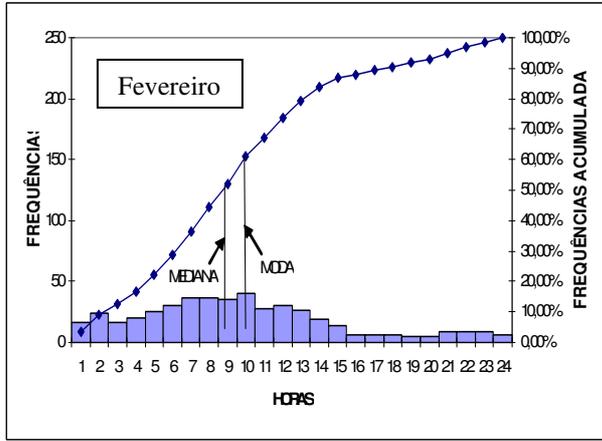
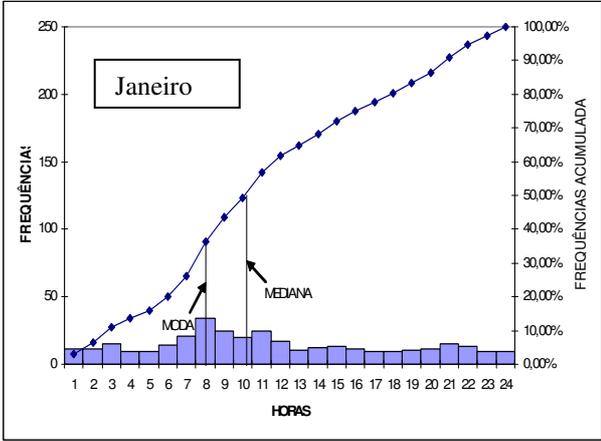
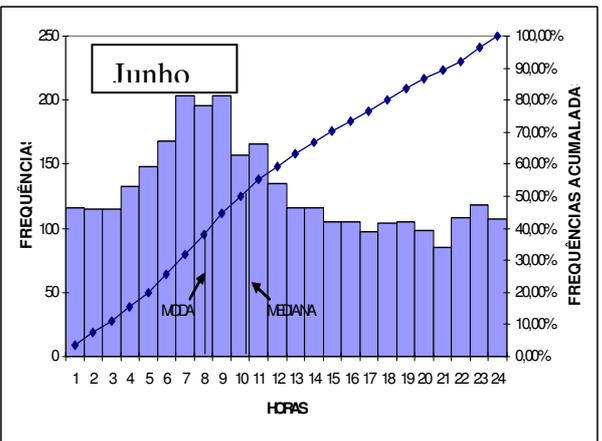
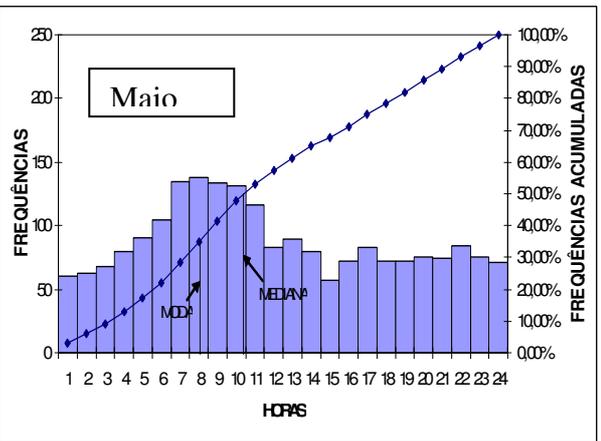
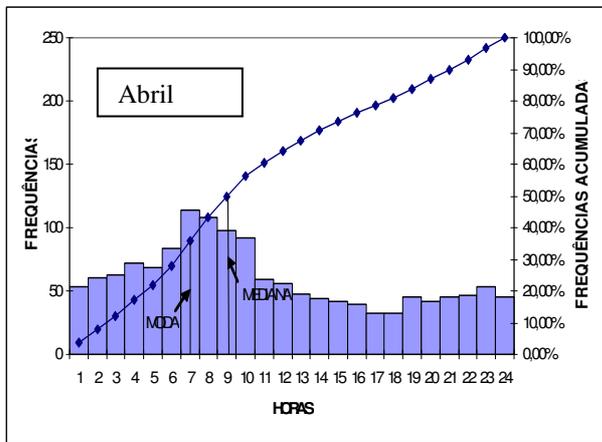
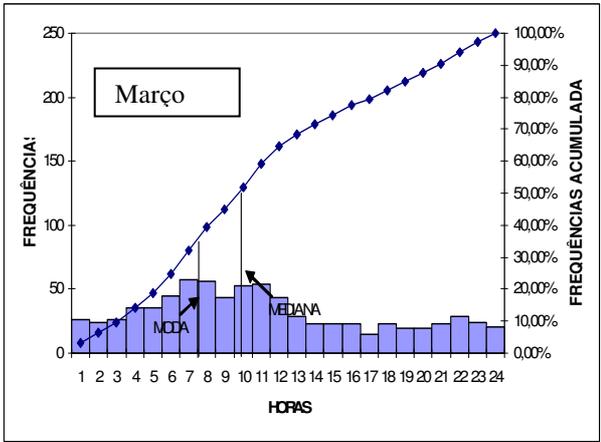
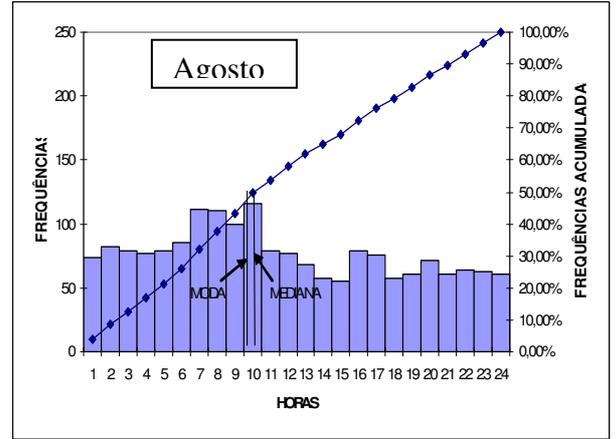
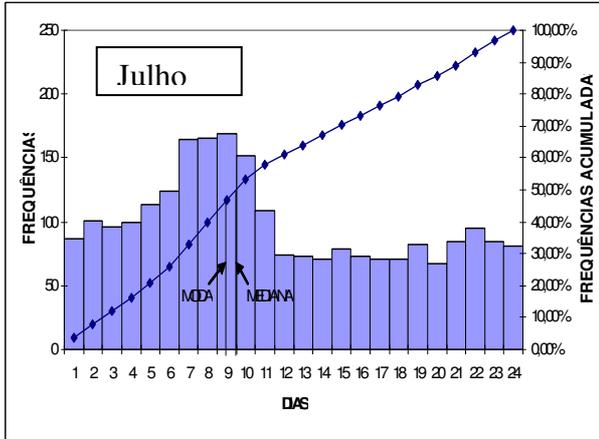


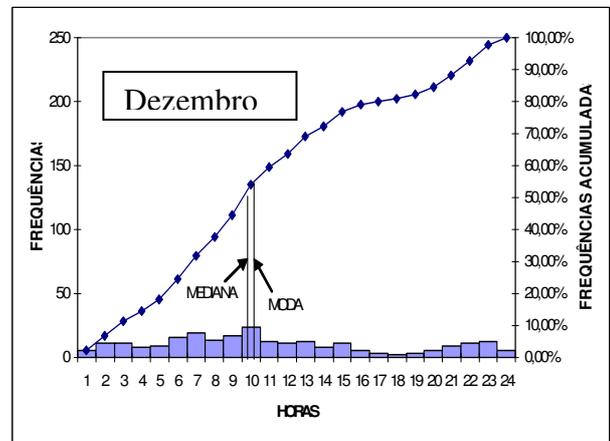
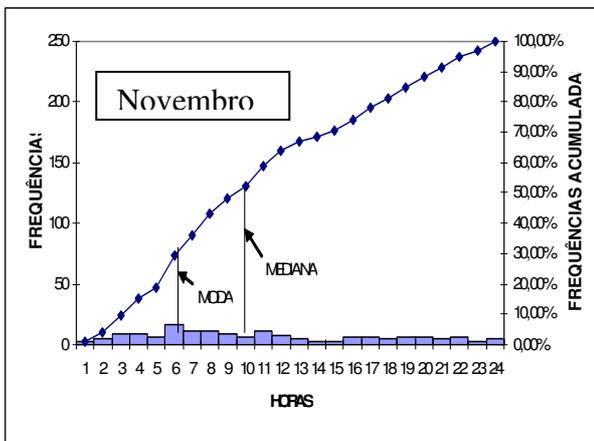
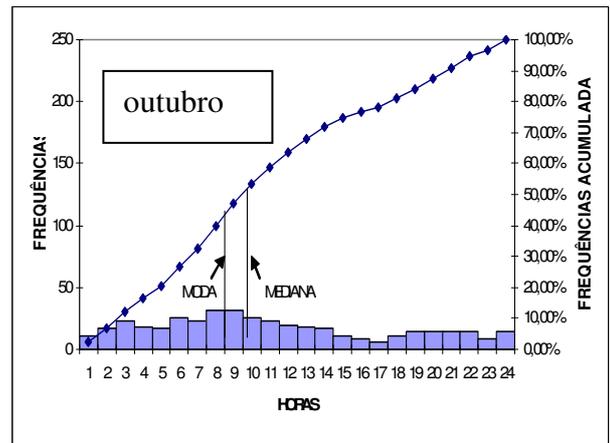
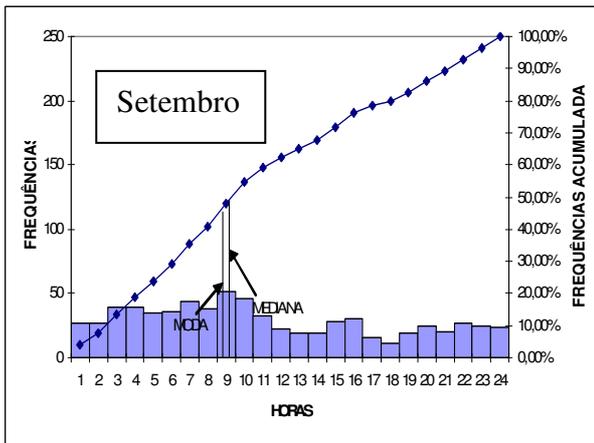
FIGURA 54. Histogramas e freqüências acumuladas das horas de fechamento operacional, indicando as medianas e as modas para cada mês do ano.

Continuação da Figura 54.





Continuação da Figura 54.



Resumiram-se na Tabela 48, os valores dos períodos horários mais prováveis, intervalo do período diurno, intervalo do período noturno, intervalo das horas modais com suas respectivas probabilidades médias. Em geral, as probabilidades do período diurno são próximas das probabilidades do período do dia mais provável, que superou o anterior em cerca de 7,0%. Tais períodos superaram o período noturno em cerca de 25,0% e 33,0% respectivamente.

TABELA 48. Valores médios anuais de horas mais prováveis, período diurno (nascido ao pôr do sol), período noturno (por ao nascer do sol), modais e suas respectivas probabilidades de ocorrências de mínimos operacionais.

ano	período do dia mais provável(h)	probabilidade (%)	período diurno(h)	probabilidade (%)	período noturno(h)	probabilidade (%)	hora modal(h)	probabilidade (%)
valor anual	01 a 16h	70,16%	04:57h a 17:40h	62,71%	17:40h a 04:57h	37,29%	6h a 11h	9,15%

Na Figura 55, representou-se a curva frequência anual das horas de fechamento operacional, onde se observam os períodos de valores máximos e mínimos de frequências de fechamento. O período da manhã apareceu como o de maior incidência desses eventos, tendo seus valores máximos em torno das 07:30h e, como o de menor incidência, o início do período noturno, tendo seus valores mínimos em torno das 18:30h.

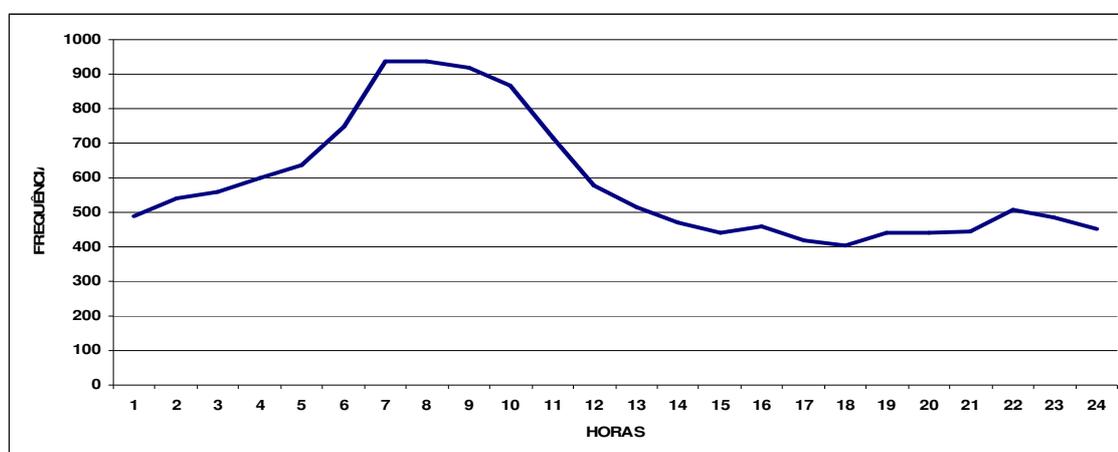


FIGURA 55. Polígono de frequência anual das horas de fechamento.

Na Tabela 49, encontram-se as taxas médias de fechamentos, (TMF) anual para os períodos do dia. Observa-se que as taxas médias de fechamentos são positivas e crescentes no período da manhã, tendo seu valor máximo entre 05:30h e 07:30h. Os valores mínimos, negativos e decrescentes, ocorreram entre 10:30h e 12:30h.

TABELA 49. Distribuição diária das taxas médias de frequência de fechamento.

período do dia	taxa média de fechamentos(TMf) frequência/hora/ano
01:30h a 05:30h	35
01:30h a 07:30h	73
05:30h a 07:30h	150
07:30h a 10:30h	-23,3
07:30h a 18:30h	-49,1
10:30h a 12:30h	-145
12:30h a 18:30h	-30
18:30h a 22:30h	25
22:30h a 00:30h	-15

4.11. Tipos mais prováveis de fechamento operacional

Conforme as regras de tráfego aéreo, os dois fatores meteorológicos limitadores para o pouso e a decolagem nos Trópicos são a visibilidade e o teto (ICA-100-12,1999). Fechamentos podem se dar de três maneiras diferentes: somente por visibilidade, somente por teto e simultaneamente por visibilidade e teto. Na Tabela 50 mostrara-se a participação percentual mensal dos tipos de fechamentos ocorridos no Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002. Em média, o teto é o maior responsável pelo os eventos de fechamento operacional.

TABELA 50. Participação percentual mensal dos tipos de fechamento ocorridos.

mês	tipos de fechamentos		
	visibilidade(%)	teto(%)	visibilidade/teto(%)
janeiro	23,46%	46,34%	30,21%
fevereiro	44,67%	25,69%	29,64%
março	33,06%	38,98%	27,96%
abril	29,41%	37,54%	33,05%
maio	22,88%	35,37%	41,75%
junho	23,84%	41,67%	34,49%
julho	22,41%	40,49%	37,10%
agosto	14,05%	42,81%	43,14%
setembro	18,12%	55,66%	26,22%
outubro	22,27%	54,09%	23,64%
novembro	33,33%	41,67%	25,00%
dezembro	29,01%	44,27%	26,72%

Na Figura 56, mostrou-se a distribuição percentual média anual dos tipos de fechamento operacional, onde teto apareceu com maior participação.

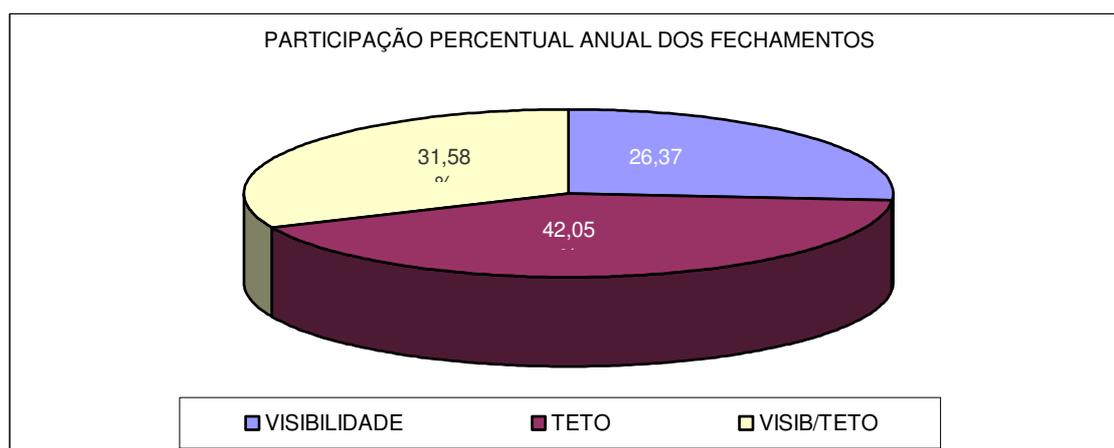


FIGURA 56. Participação percentual média anual dos tipos de fechamento do Aeroporto Zumbi dos Palmares no período de 1959 a 2002.

4.12. Fenômenos mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.

No Quadro 11, mostrou-se a participação percentual dos fenômenos de tempo presentes nos fechamentos, onde chv(chuva pluviométrica sobre a estação meteorológica), prp vta(chuva pluviométrica que se à vista , mas não está sobre a estação meteorológica), isc(chuvisco), trv(trovoada), nvo(nevoeiro), nvs(névoa seca), fu(fumaça) e nil(nenhum fenômeno significativo, ou seja , quando o fechamento se dá unicamente por teto).

Observou-se que a chuva, e os fenômenos associados a ela, foram os fenômenos mais frequentes nesses eventos.

QUADRO 10. Participação percentual mensal dos tipos de fenômenos "tempo presente" nos fechamentos operacionais.

mês	fenômenos presentes (operacional)										
	com presença de chuva				total	sem presença de chuva					total
	chv	prp vta	isc	trv		nvu	nvo	nvs	fu	nil	
janeiro	56,05%	17,70%	5,02%	10,03%	88,08%	3,54%	0%	0,29%	0%	7,37%	11,20%
fevereiro	55,51%	15,35%	4,73%	4,72%	80,31%	16,54%	0,39%	0%	0%	2,76%	19,69%
março	52,96%	18,81%	5,38%	7,80%	84,95%	11,82%	1,08%	0%	0%	2,15%	15,05%
abril	56,63%	15,89%	5,58%	2,65%	80,75%	14,50%	2,23%	0%	0%	2,52%	19,25%
maio	60,38%	17,35%	7,30%	0,09%	85,12%	9,95%	2,37%	0%	0%	2,56%	14,88%
junho	57,62%	18,87%	7,38%	0%	83,87%	7,45%	2,39%	0%	1,37%	4,92%	16,13%
julho	57,68%	22,08%	9,09%	0%	88,85%	6,22%	1,79%	0%	0%	3,14%	11,15%
agosto	55,80%	20,19%	10,97%	0,11%	87,07%	6,95%	1,09%	0%	0%	4,89%	12,93%
setembro	49,19%	22,33%	6,47%	0%	77,99%	12,30%	0,97%	0%	0%	8,74%	22,01%
outubro	44,71%	25,29%	7,36%	0%	77,36%	15,00%	0,88%	0%	0%	6,76%	22,64%
novembro	70,84%	19,44%	1,39%	0%	91,67%	1,39%	0%	0%	0%	6,94%	8,33%
dezembro	54,14%	17,29%	7,52%	2,26%	81,21%	6,02%	0,75%	0%	0%	12,03%	18,79%

A participação da chuva e outros fenômenos associados a ela é marcante na Figura 57. Associados a ela, os fenômenos precipitação à vista, chuvisco e trovoada perfizeram um total médio anual de 84,01%. Os demais, névoa úmida, nevoeiro, névoa seca e nenhum fenômeno significativo, os restantes, com um total igual a 15,99% das participações anuais.

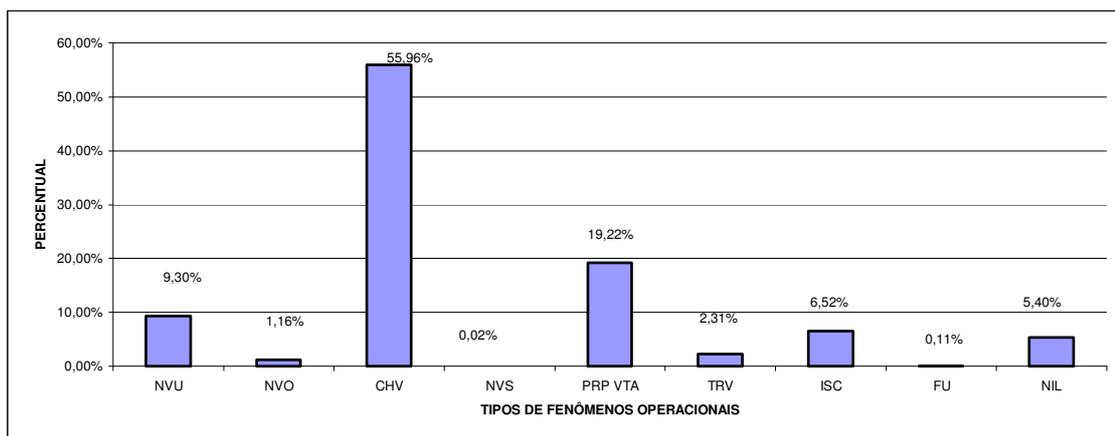


FIGURA 57. Participação percentual média anual dos tipos de fenômenos nos fechamentos operacionais.

4.13. Ventos mais prováveis nos eventos de fechamentos operacionais.

4.13.1. Direção.

Na Figura 58, mostraram-se as participações percentuais das direções mensais nos casos de fechamentos operacionais com relação ao norte verdadeiro, com os setores representando octantes da direção. Na costa do Nordeste do Brasil, o estudo de Servain e Lukas (1990) revelou que os ventos são Leste/Nordeste no começo do ano e de Sudeste durante o período de abril a julho, que coincide com sua estação chuvosa. Os ventos significativos nos eventos de fechamentos operacionais seguem o mesmo padrão.

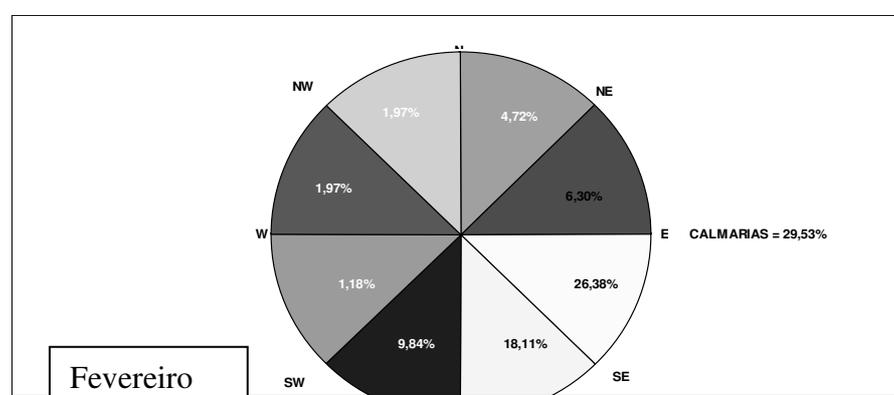
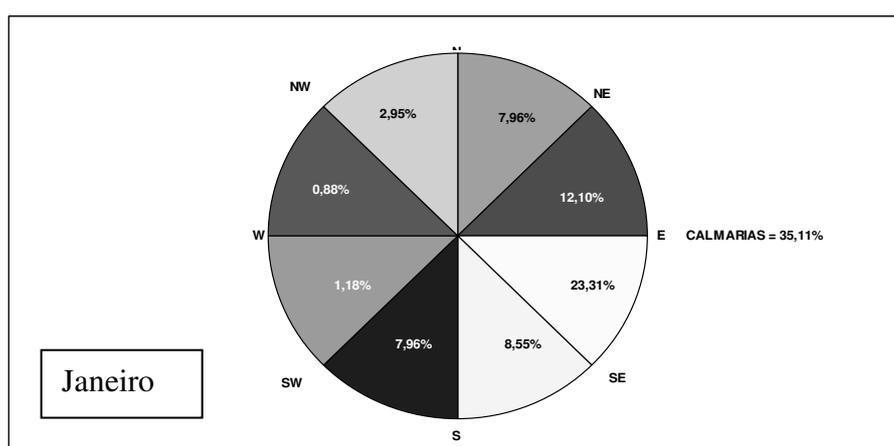
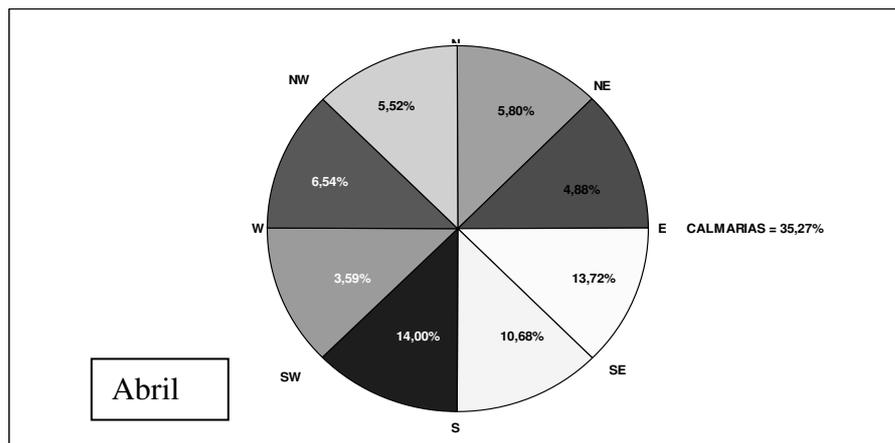
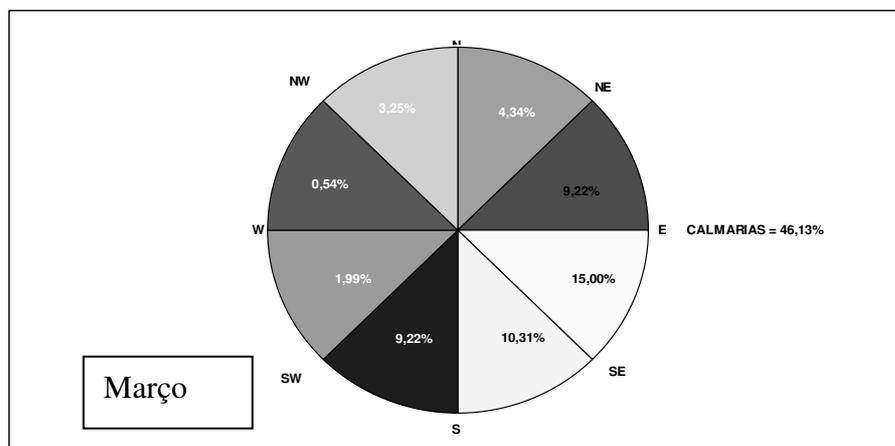
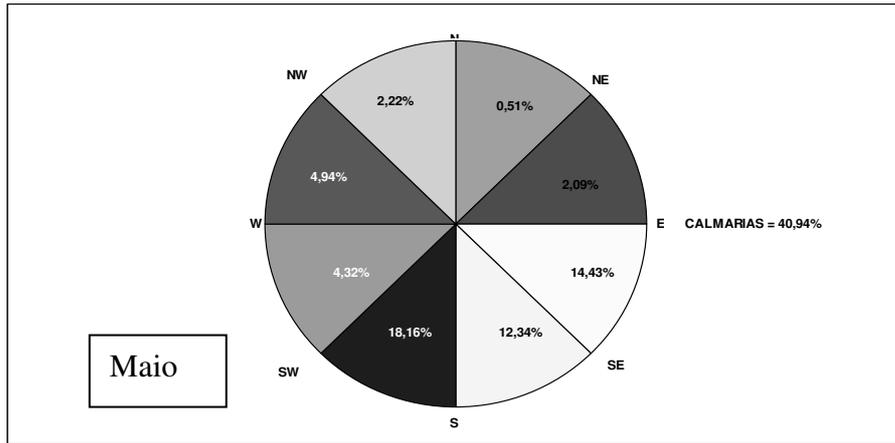


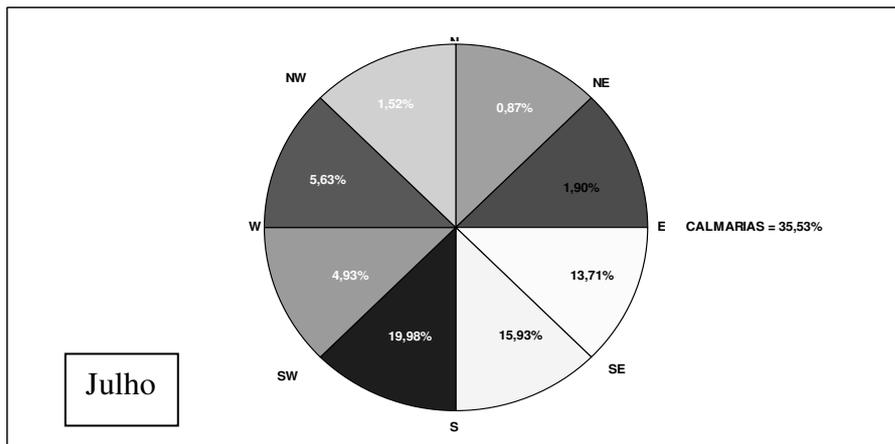
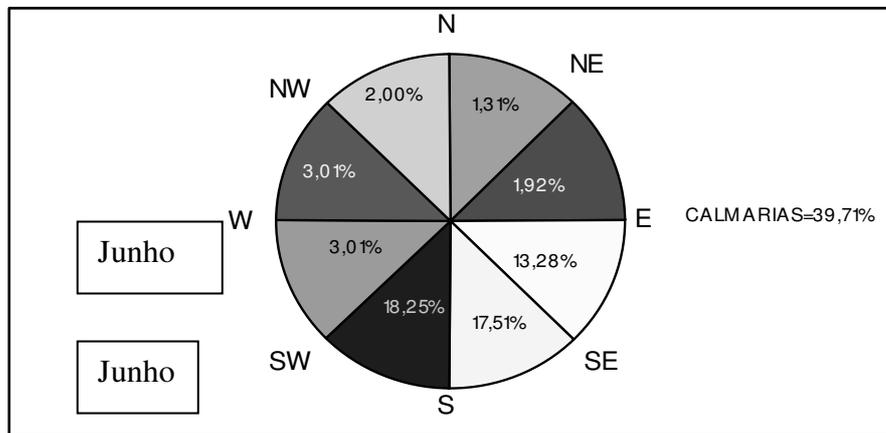
FIGURA 58. Percentual mensal das direções do vento, em octantes, nos eventos de fechamento operacional

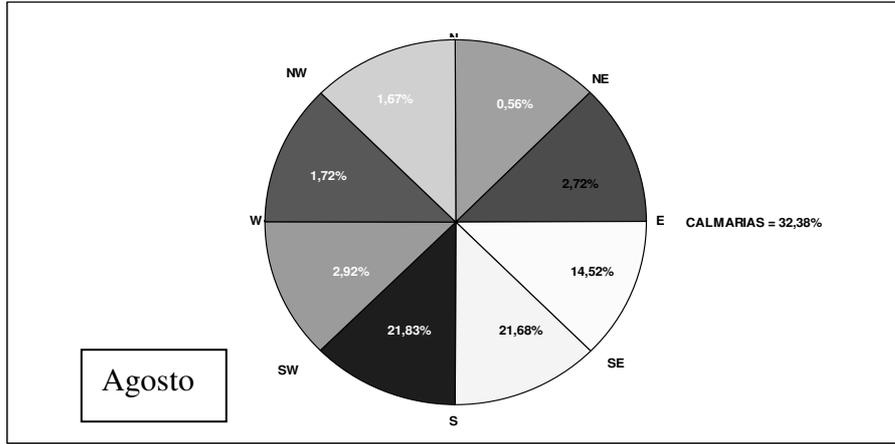
Continuação da Figura 58.



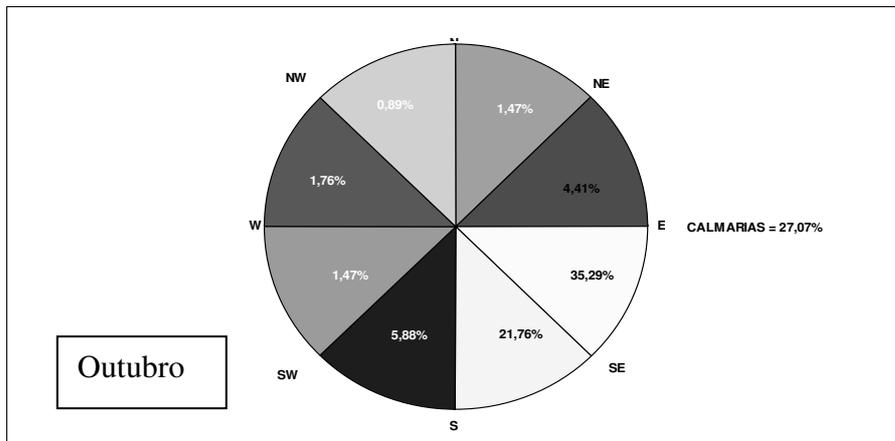
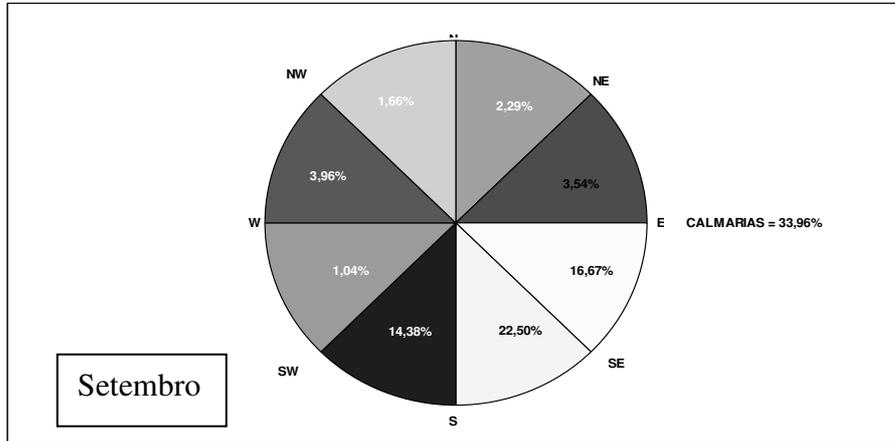


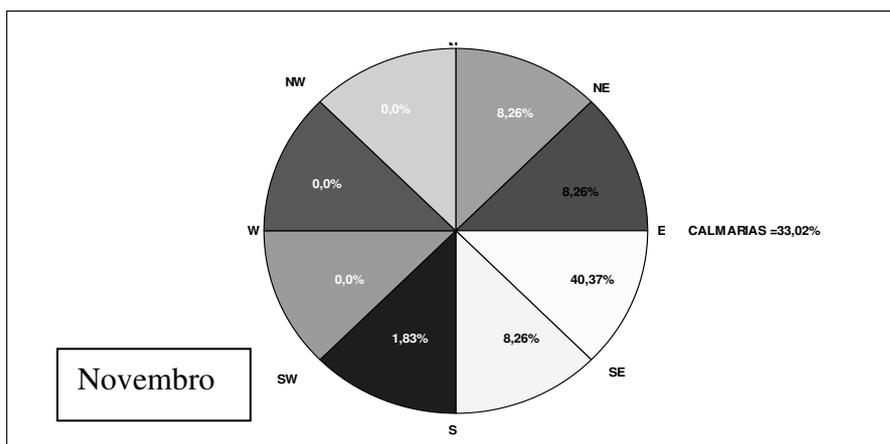
Continuação da Figura 58.



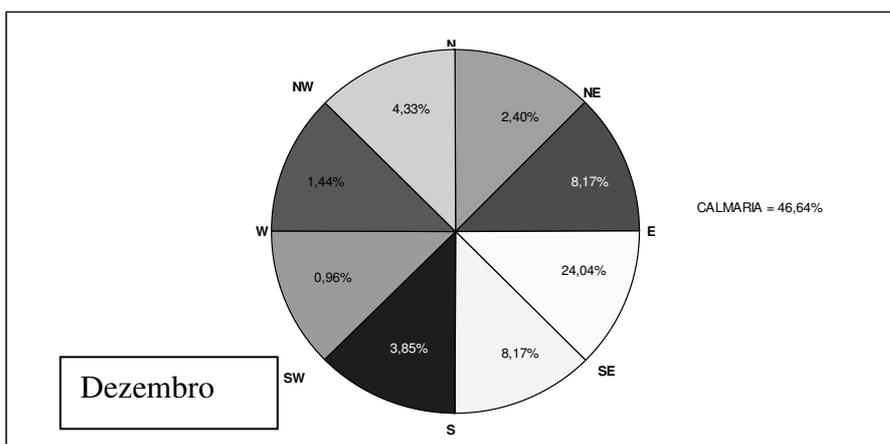


Continuação da Figura 58





Continuação da Figura 58.



Na Tabela 51, mostraram-se os percentuais mensais da direção do vento nos quadrantes em relação ao norte verdadeiro, indicando os setores de maior incidência nesses eventos.

TABELA 51. Percentual mensal de direção de ventos nos quadrantes, setor de maior incidência e calmarias encontrados nos eventos de fechamento operacional.

mês	quadrantes(%)				setor de maior incidência(%)	calmarias (%)
	N/E	S/E	S/W	N/W		
janeiro	20,06%	31,86%	9,14%	3,83%	se/ne=35,41%	35,11%
fevereiro	11,02%	44,49%	11,02%	3,94%	s/e=44,49%	29,53%
março	13,56%	25,31%	11,21%	3,79%	s/e=25,31%	46,13%
abril	10,68%	24,40%	17,59%	12,06%	se/sw=24,68%	35,27%
maio	2,60%	26,77%	22,48%	7,16%	se/sw=30,50%	40,94%
junho	3,23%	30,79%	21,26%	5,01%	se/sw=35,76%	39,71%
julho	2,77%	29,64%	24,91%	7,15%	se/sw=35,91%	35,53%
agosto	3,28%	36,20%	24,75%	3,39%	se/sw=43,51%	32,38%
setembro	5,83%	39,17%	15,42%	5,62%	s/e=39,17%	33,96%
outubro	5,88%	57,05%	7,35%	2,65%	s/e=57,05%	27,07%
novembro	16,52%	48,63%	1,83%	0,00%	s/e=48,63%	33,02%
dezembro	10,57%	32,21%	4,81%	5,77%	se/ne=32,21%	46,64%

Na Figura 59, mostrou-se que a calmaria é o evento predominante, com percentuais de 36,28%, e as direções significativas foram S/E(35,55%), S/W(14,32%), N/E(8,83%) e N/W(5,02%). Bernardo e Molion (2000) afirmaram que, durante o período chuvoso (abril-julho), o vento é predominantemente de Sudeste, às vezes chegando de sul e sudeste. O resultados encontrados estão de acordo com os de Bernardo (1999).

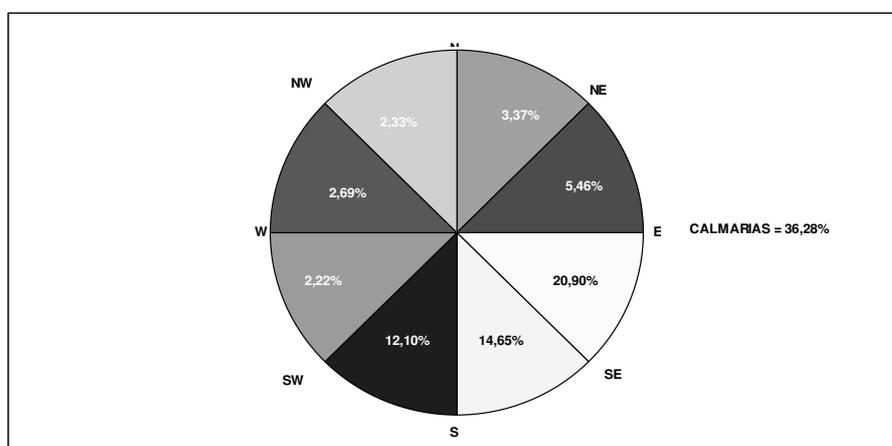


FIGURA 59. Percentual anual das direções dos ventos em octantes, nos eventos de fechamento operacional

4.14.2. Velocidades

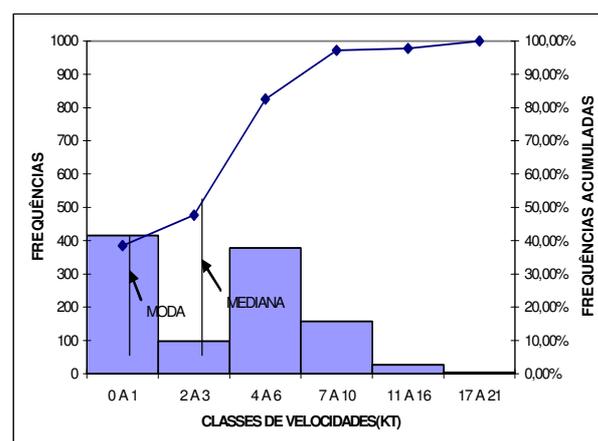
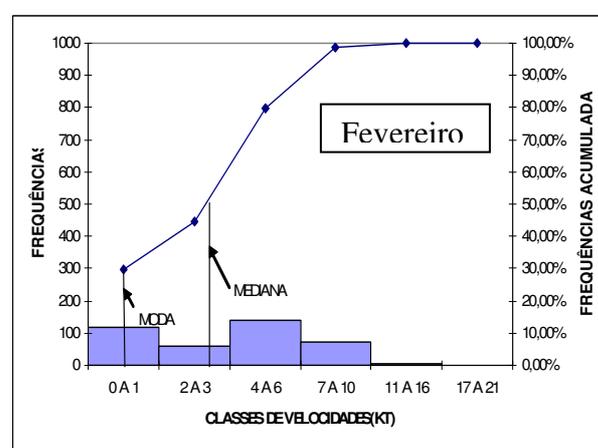
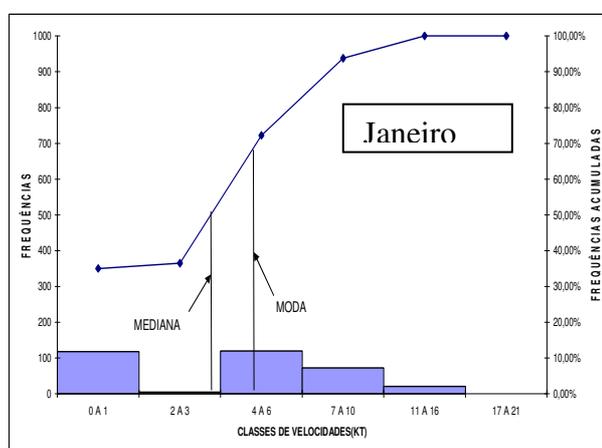
Na Tabela 52, mostra-se o percentual mensal das classes de velocidades, dadas em nós (Escala Beaufort, Anexo 3) nos eventos de fechamento no Aeroporto Zumbi dos

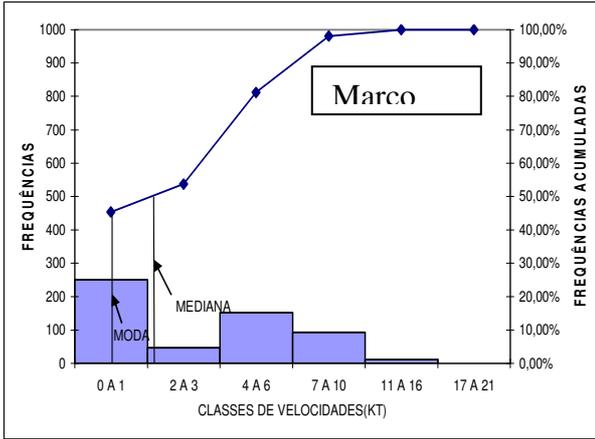
Palmares no período de 1959 a 2002. Observa-se que os ventos mais intensos ocorreram no período chuvoso, estendendo-se até setembro. Ventos superiores a 3m/s (6Kt) que, segundo Borba (2005) representam o potencial eólico, ocorreram apenas em 23,92% dos casos na média anual.

TABELA 52. Classes de velocidades conforme Escala Beaufort e respectivos percentuais nos eventos de fechamento operacional

mês	classes de velocidades (nós)					
	0 A 1	2 A 3	4 A 6	7 A 10	11 A 16	17 A 21
janeiro	35,02%	1,48%	35,61%	21,66%	6,23%	—
fevereiro	29,57%	15,04%	35,34%	18,55%	1,50%	—
março	45,30%	8,48%	27,44%	16,79%	1,99%	—
abril	38,52%	9,07%	35,00%	14,63%	2,50%	0,28%
maio	41,12%	7,58%	31,27%	16,42%	3,41%	0,20%
junho	39,54%	5,39%	31,67%	18,44%	4,87%	0,09%
julho	35,47%	5,82%	29,87%	24,80%	3,88%	0,16%
agosto	32,32%	4,99%	28,43%	27,32%	6,73%	0,21%
setembro	33,96%	7,50%	29,37%	23,12%	5,63%	0,42%
outubro	27,14%	6,78%	36,28%	22,12%	7,68%	—
novembro	32,43%	20,72%	26,13%	18,02%	2,70%	—
dezembro	46,42%	8,13%	28,71%	14,35%	2,39%	—

Na Figura 60, mostraram-se as distribuições de frequências nas classes, bem como a distribuição percentual acumulada com as classes mediana e modal de cada mês.





Abril

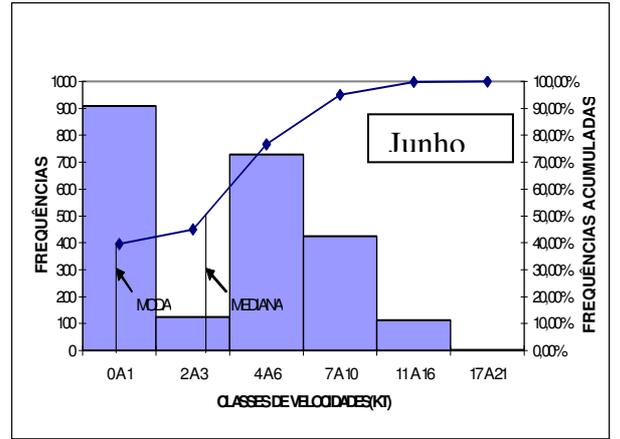
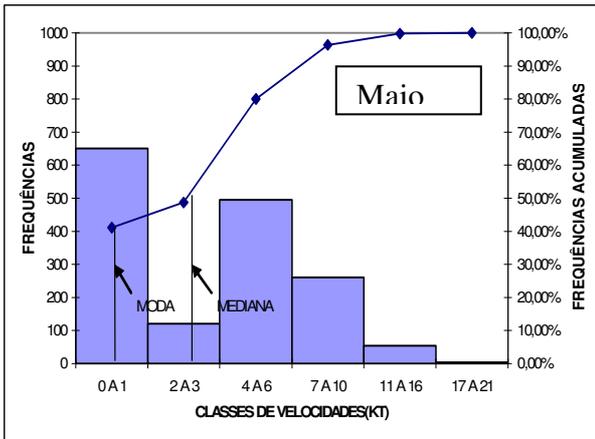
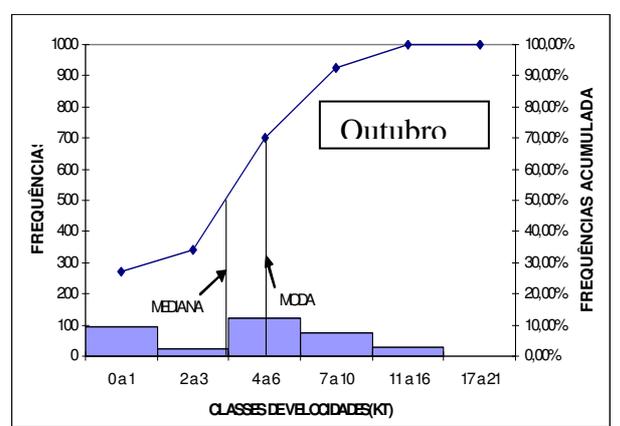
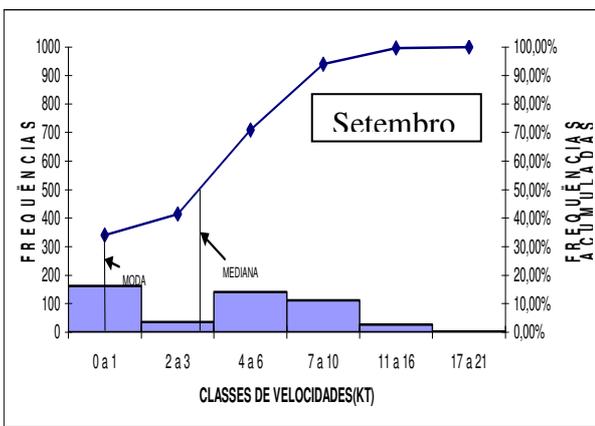
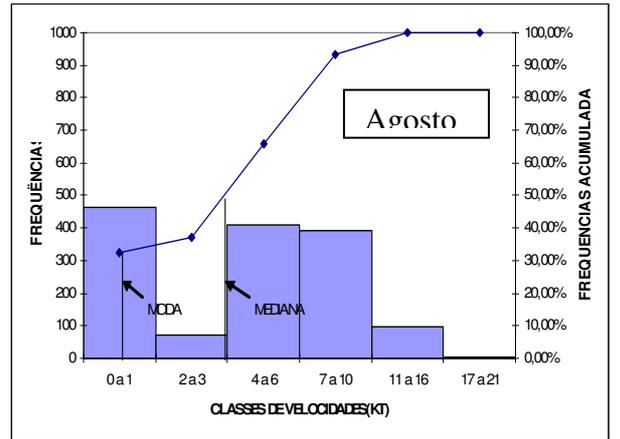
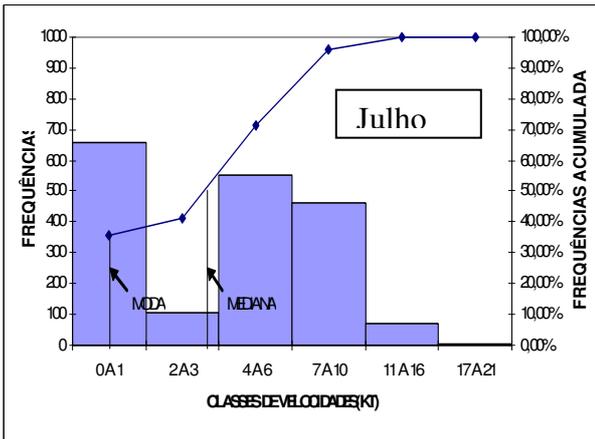
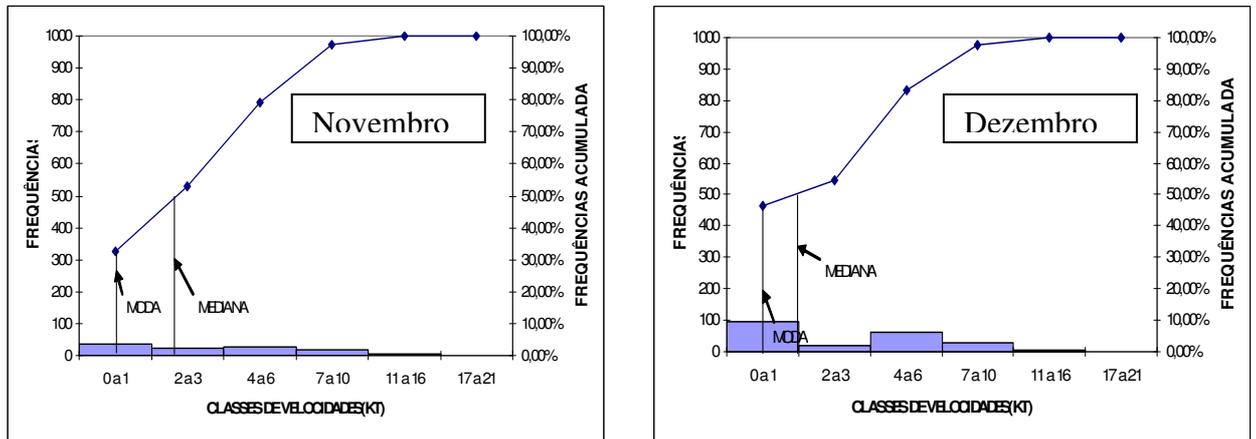


FIGURA 60. Histogramas mensais de freqüências e freqüências acumuladas de velocidade do vento nos eventos de fechamento operacional.

Continuação da Figura 60.





Na Figura 61, mostrou-se o histograma de frequência anual e a curva de frequência anual acumulada da velocidade nos eventos de fechamento. A classe modal é a de 0kt a 1kt e a classe mediana é a de 2kt a 3kt.

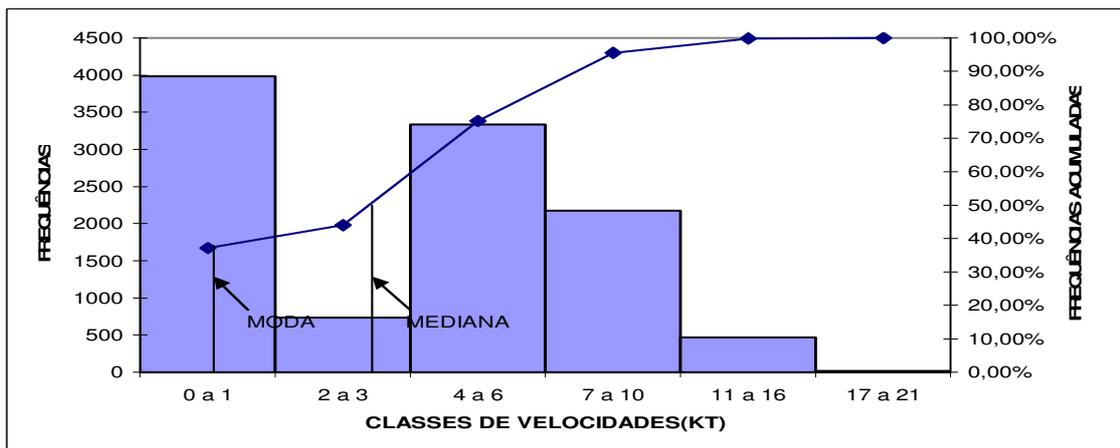


FIGURA 61. Frequência relativa e frequência acumulada anual das classes de velocidade nos eventos de fechamento operacional.

Na Tabela 53, mostrou-se a distribuição média anual das classes de velocidades nos eventos de fechamento, onde a classe predominante é a calmaria, seguida da classe das brisas leves.

TABELA53.Percentuais médios anuais das classes de velocidade nos fechamentos operacionais.

meses	0kt a 1kt	2kt a 3kt	4kt a 6kt	7kt a 10kt	11kt a 16kt	17kt a 21kt
percentual(%)	36,40%	8,42%	31,26%	19,69%	4,13%	0,10%

4.15. Visibilidades mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.

Na Tabela 54, tem-se distribuição percentual mensal das classes de visibilidade nos eventos de fechamento operacional, conforme Tabela 11, item 3.3.3.

TABELA 54. Percentual em classes de visibilidade nos eventos de fechamento operacional.

mês	classes de visibilidade(metros)				
	0 a1000	1000 a 1500	1500 a 3000	3000 a 5000	5000 a 20000
janeiro	0,59%	6,14%	12,28%	34,50%	46,49%
fevereiro	2,25%	11,00%	12,50%	17,25%	57,00%
março	2,15%	4,83%	15,56%	25,04%	52,42%
abril	3,61%	3,61%	14,46%	29,10%	49,22%
maio	4,35%	6,36%	18,90%	24,90%	45,49%
junho	2,96%	4,36%	18,35%	27,86%	46,47%
julho	2,27%	4,06%	18,44%	33,86%	41,37%
agosto	1,40%	1,96%	16,69%	35,19%	44,76%
setembro	1,04%	0,41%	10,14%	28,36%	60,05%
outubro	0,88%	0,59%	8,21%	23,46%	66,86%
novembro	0,00%	1,82%	15,45%	32,73%	50,00%
dezembro	0,96%	2,87%	10,53%	32,54%	53,10%

Na Figura 62, mostraram-se as distribuições de frequências e as distribuições acumuladas dentro das classes de visibilidades, indicando as classes mediana e modal.

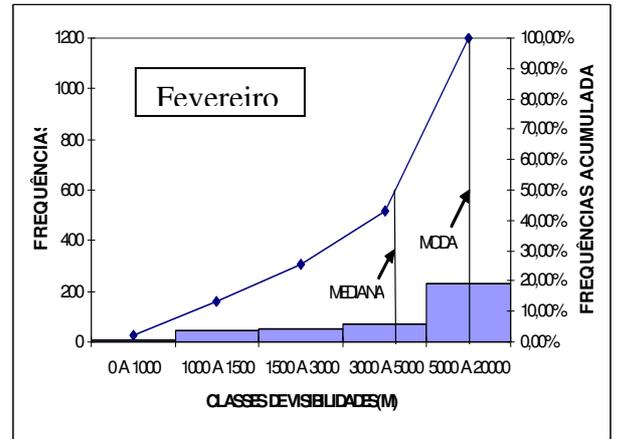
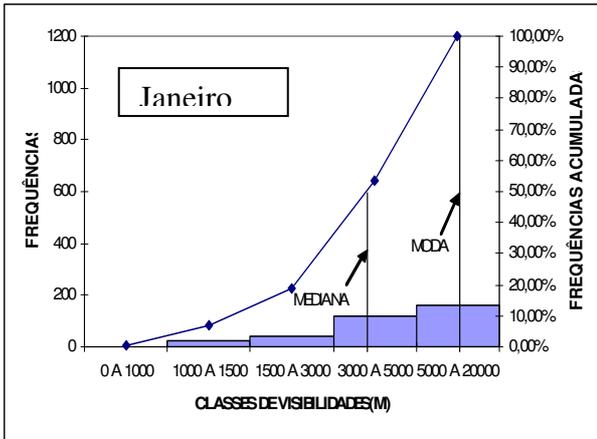
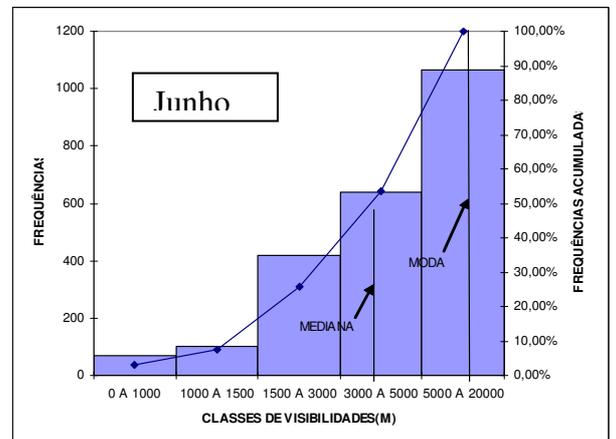
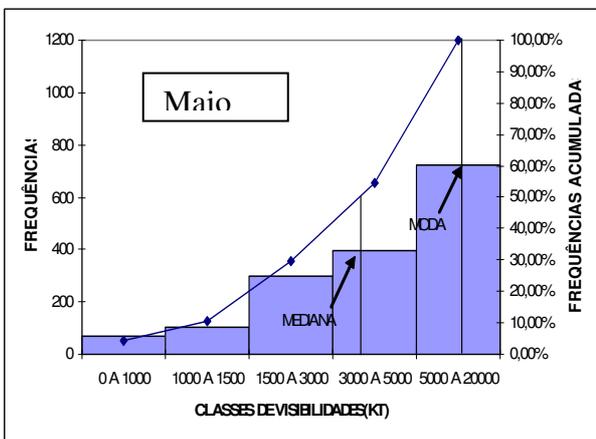
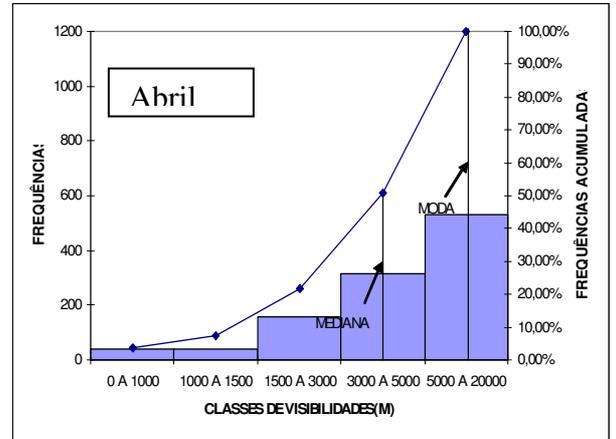
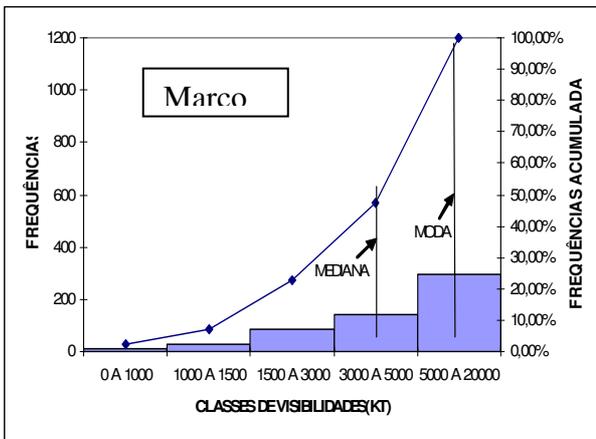
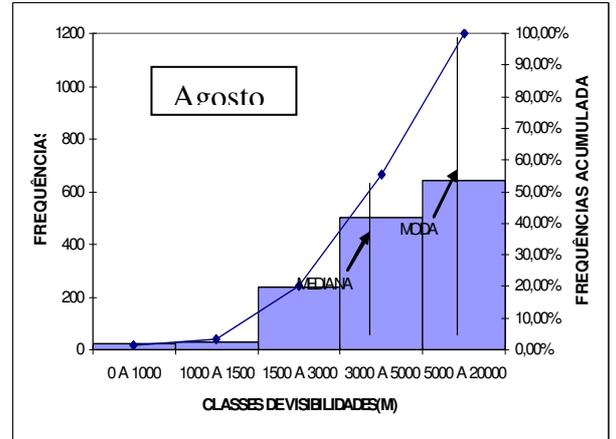
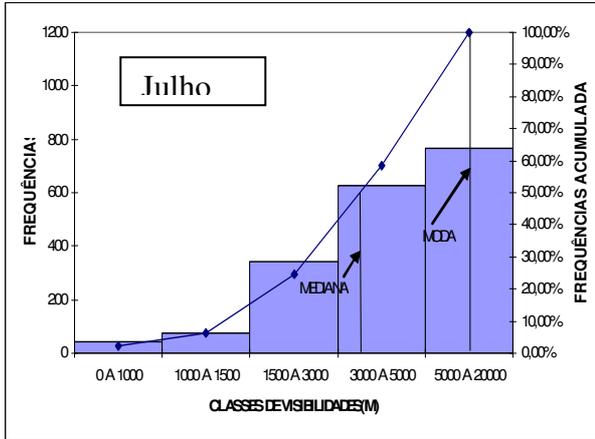


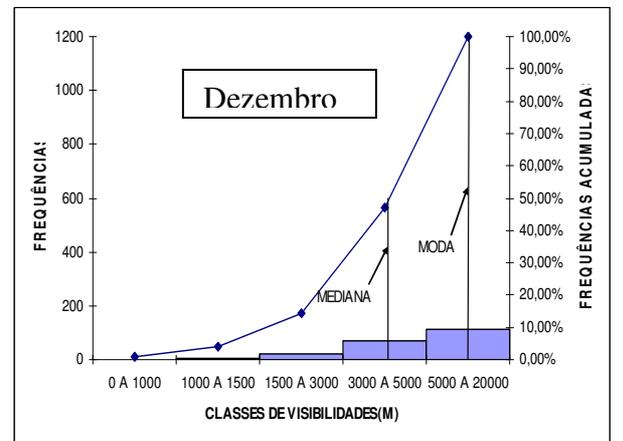
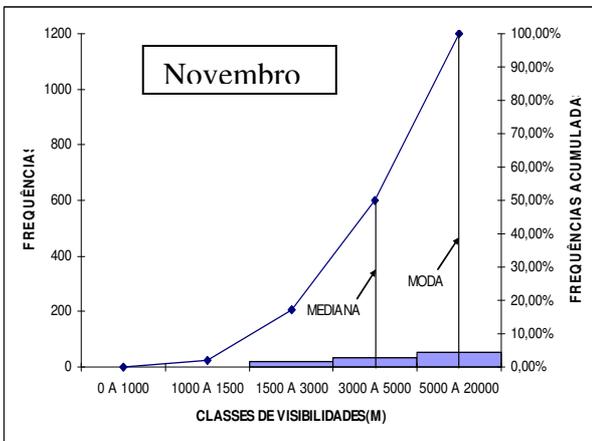
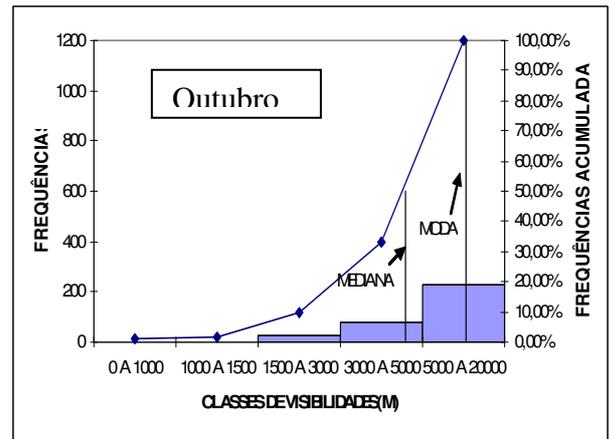
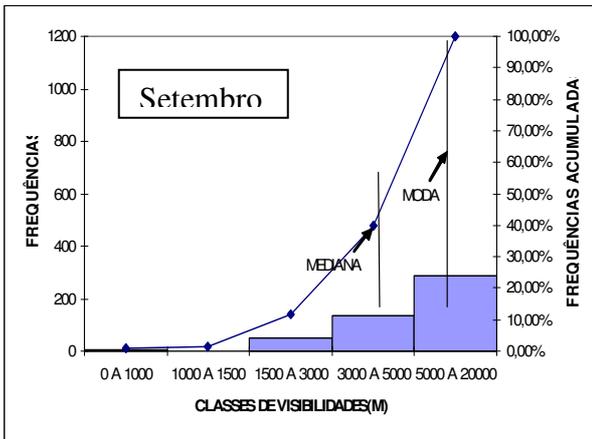
FIGURA 62. Histogramas mensais e frequências acumuladas das classes de visibilidades nos eventos de fechamentos.

Continuação da Figura 62.





Continuação da Figura 62.



Na Figura 63, tem-se o histograma e a freqüência acumulada anuais das visibilidades nos eventos de fechamento operacional. A classe modal se encontra entre 5000m e 20000m, pois a maioria dos fechamentos ocorrem em função do teto e a classe mediana entre 3000m e 5000m que também é coincidente com a classe de visibilidades significativas e que está presente nos fenômenos moderados com chuva, névoa úmida e névoa seca..

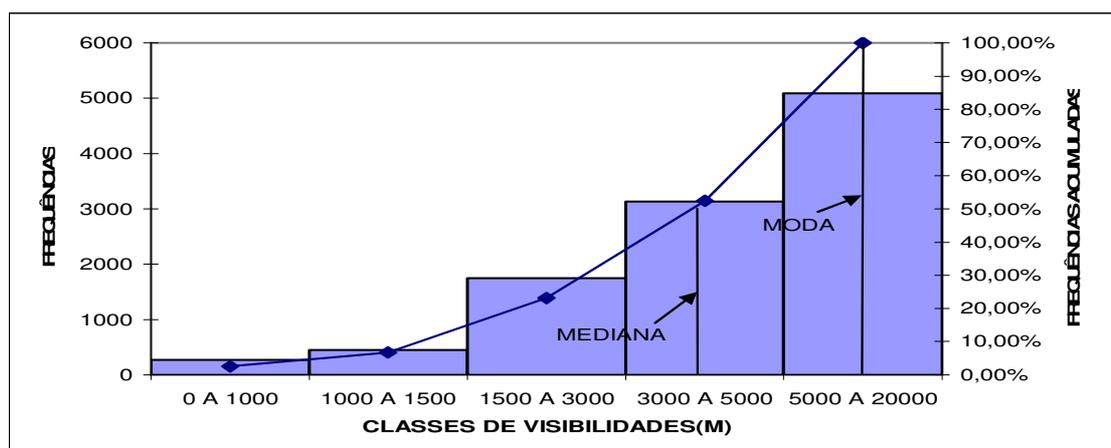


FIGURA 63. Histograma de freqüência e freqüência acumulada anuais de visibilidade nos eventos de fechamento operacional.

Na Figura 64, tem-se a distribuição mensal dos percentuais de visibilidade. Os valores maiores ocorreram durante o período chuvoso (abril, maio, junho, julho e agosto) com um total de 77,14% e os menores, no período menos chuvoso (setembro, outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro e março) totalizando 22,86%.

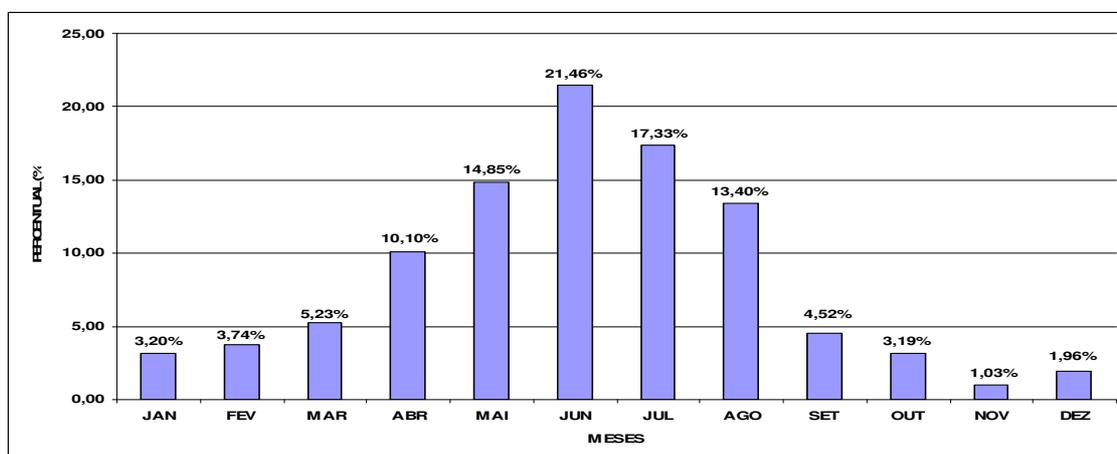


FIGURA 64..Percentuais mensais de visibilidade nos eventos de fechamento operacional

Na Tabela 55 apresentaram-se valores percentuais médios anuais das classes de visibilidade nos eventos de fechamento operacional.

TABELA 55. Percentuais médios anuais das classes de visibilidade nos eventos de fechamentos operacionais no Aeroporto Zumbi dos Palmares.

classes	0m a 1000m	1000m a 1500m	1500m a 3000m	3000m a 5000m	5000m a 20000m
valores percentuais(%)	1,87%	4,00%	14,29%	28,73%	51,10%

4.16. Tetos mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.

Na Tabela 56 apresentaram-se as distribuições mensais das classes de teto, conforme definido na Tabela 12, item 3.3.3, para os eventos de fechamento operacional. A nebulosidade é definida como a cobertura do céu por nuvens ou nevoeiros e só constitui teto se for acima ou igual a 5/8(cinco oitavos) da abóbada celeste (MCA 105-2, 2001). Estudos sobre nevoeiros e nuvens também foram feitos por Piccinini (2003) e Fireman (2005) com resultados semelhantes aos exibidos neste trabalho.

TABELA 56. Percentuais mensais de classes de tetos nos eventos de fechamento operacional.

mês	classes de altura (metros)					
	0 a 30	30 a 60	60 a 150	150 a 300	300 a 450	450 a 1000
janeiro	0,00%	0,00%	8,43%	14,05%	40,01%	33,52%
fevereiro	0,00%	0,00%	7,88%	22,67%	22,99%	46,46%
março	0,24%	0,12%	8,07%	20,17%	37,25%	34,15%
abril	0,00%	0,19%	11,23%	23,13%	32,20%	33,25%
maio	0,83%	0,08%	11,19%	26,82%	31,93%	29,15%
junho	0,00%	0,26%	9,49%	35,55%	29,40%	25,30%
julho	0,00%	0,07%	8,71%	30,72%	30,69%	29,81%
agosto	0,00%	0,00%	1,73%	31,01%	36,95%	30,31%
setembro	0,00%	0,43%	6,63%	19,45%	42,94%	30,55%
outubro	0,00%	0,00%	3,15%	13,51%	46,17%	37,17%
novembro	0,00%	0,00%	1,88%	25,00%	29,37%	43,75%
dezembro	0,00%	0,00%	4,56%	24,91%	42,46%	28,07%

Na Figura 65, apresentaram-se as distribuições de freqüências e freqüências acumuladas das classes de tetos, indicando as classes modal e mediana.

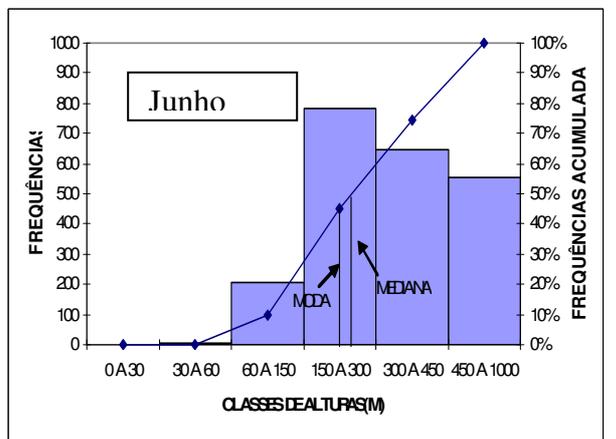
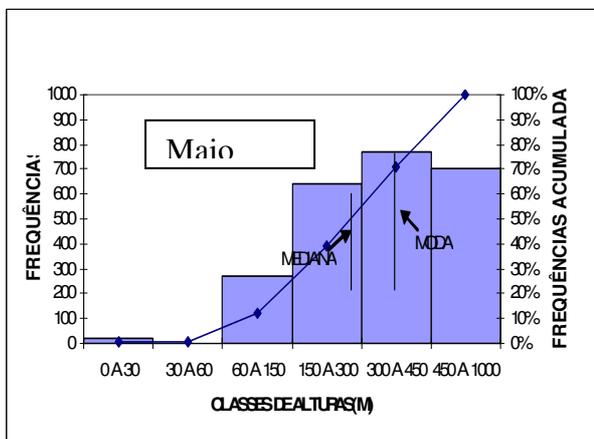
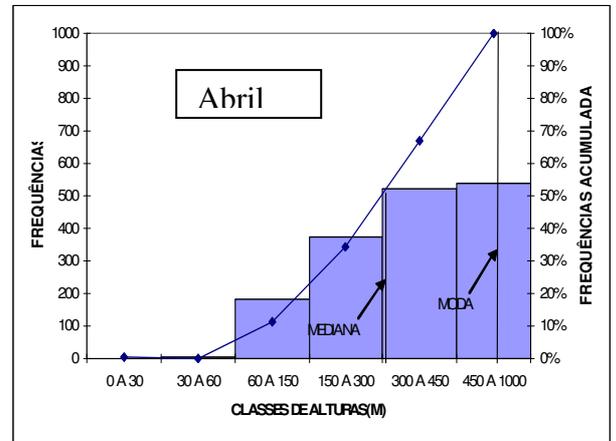
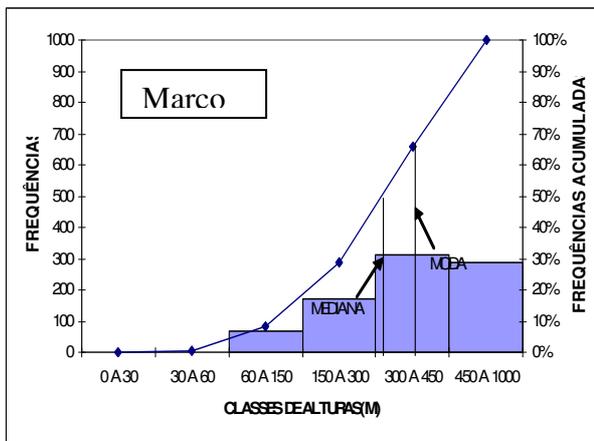
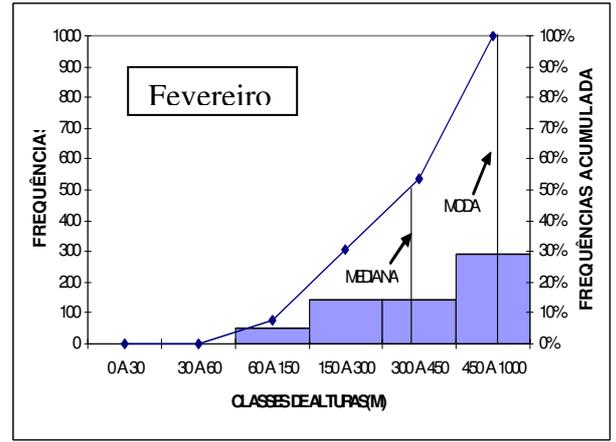
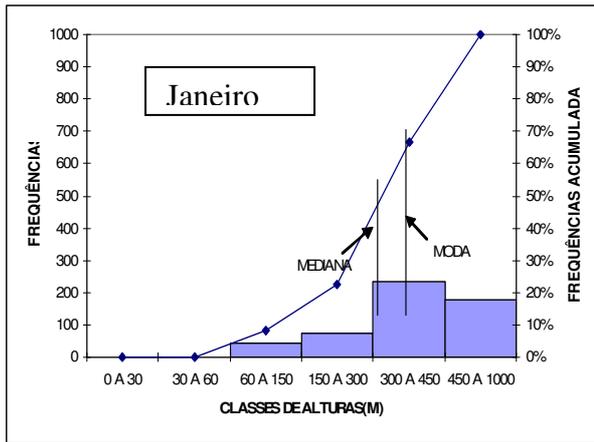
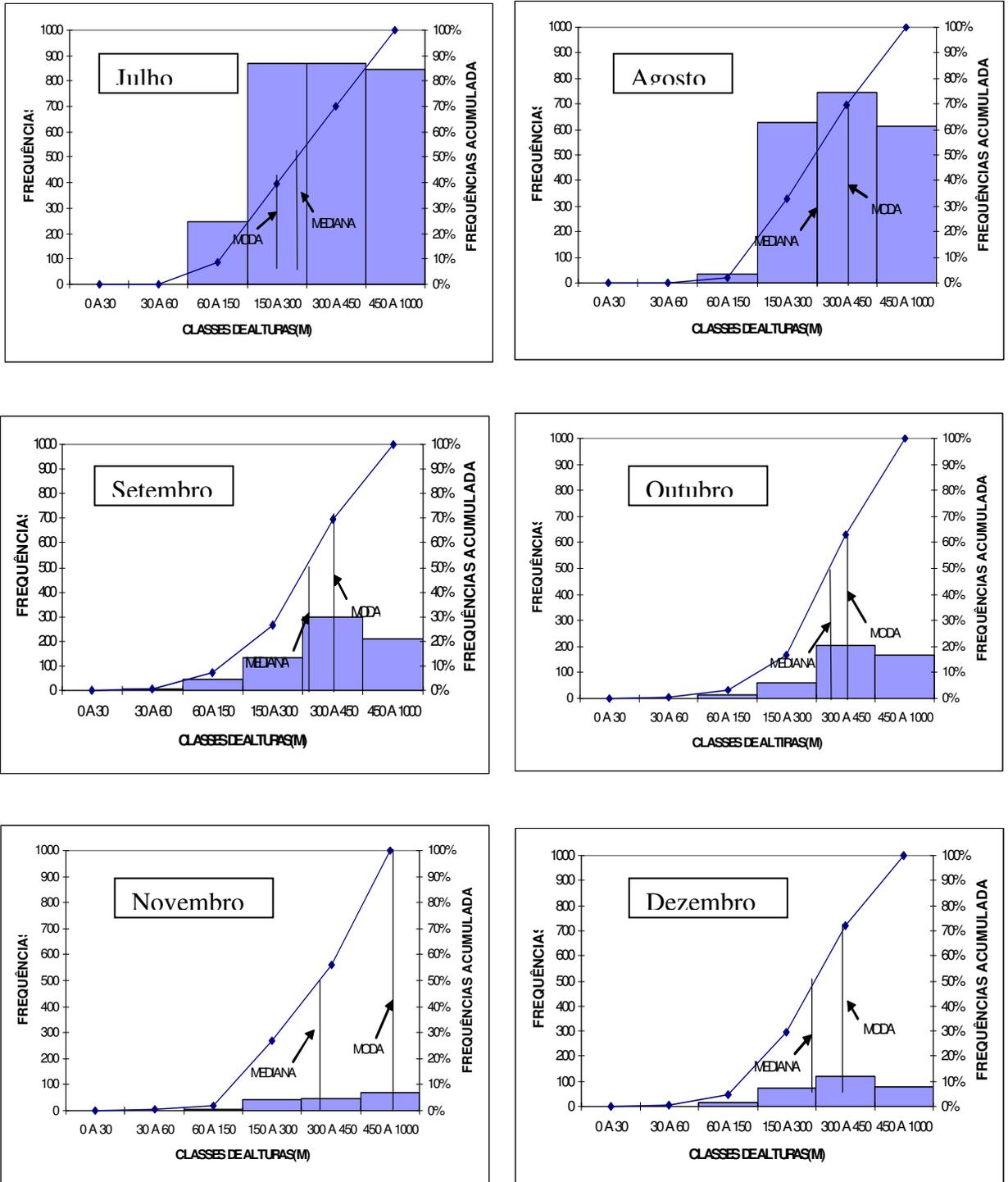


FIGURA 65. Histogramas de freqüências e freqüências acumuladas mensais das alturas da base das nuvens e associações de nuvens baixas.

Continuação da figura 65.



Observando a Figura 66, nota-se que a variabilidade das alturas da base das nuvens segue, de maneira geral, a curva de precipitação, com aspectos particulares para cada classe de altura. A classe de 0m a 30m é praticamente inexistente durante o ano, tendo apresentado seu valor máximo entre o final de abril a início de junho, provavelmente ligado ao início da intensificação das chuvas de nuvens estratiformes e nevoeiros.

A classe de 30m a 60m praticamente só aconteceu entre junho e julho e esteve ligada às nuvens estratiformes. A classe de 60m a 150m apresentou um máximo em maio, seguido de julho e com um decréscimo em junho e esteve relacionada a nuvens do tipo estrato-cúmulo e cúmulo humilde e suas associações ao amanhecer. A classe de 150m a 300m apresentou seu máximo em julho, associado provavelmente a nuvens do tipo estratocumulo, cúmulo-congesto e cúmulo medíocre e suas associações.

As classes 300m a 450m e 450m a 1000m tiveram comportamento semelhante, tendo seus valores máximos em julho e provavelmente associadas a nuvens do tipo estratocumulo desenvolvido, cúmulo congesto (TCU), cumulonimbo (Cb) e suas associações.

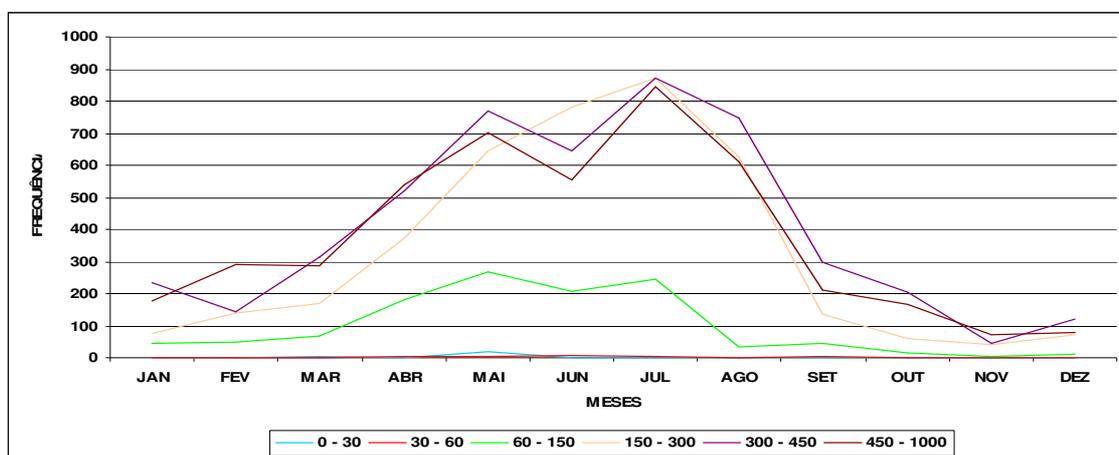


FIGURA 66. Variabilidade mensal das classes de alturas da base das nuvens durante o ano.

Na Tabela 57, apresentaram-se valores percentuais médios anuais das classes de teto. As classes de 150m a 300m e 300m a 450m representaram 59,12% nos eventos de fechamento. Esses valores foram altura das bases de nuvens do tipo cúmulo e estratocumulo.

TABELA 57. Percentuais médios anuais das classes de teto nos eventos de fechamento operacional.

classes	0m a 30m	30m a 60m	60m a 150m	150m a 300m	300m a 450m	450m a 1000m
valore percentuais(%)	0,09%	0,10%	6,92%	23,92%	35,20%	33,47%

4.17. Pressões mais prováveis nos eventos de fechamento operacional

Na Tabela 58, têm-se os valores de pressão atmosférica ao nível da cuba do barômetro mais prováveis ocorridos nos eventos de fechamento. Os resultados obtidos estão de acordo com Bernardo (1999).

TABELA 58. Classes de pressão atmosférica e seus percentuais nos eventos de fechamento operacional.

mês	classes de pressões(hpa)													
	995 a 996	996 a 997	997 a 998	998 a 999	999 a 1000	1000 a 1001	1001 a 1002	1002 a 1003	1003 a 1004	1004 a 1005	1005 a 1006	1006 a 1007	1007 a 1008	1008 a 1009
janeiro	1,75%	4,97%	7,90%	21,93%	28,07%	20,18%	11,40%	3,85%	—	—	—	—	—	—
fevereiro	—	3,26%	9,77%	19,30%	19,30%	29,82%	20,80%	13,78%	3,27%	—	—	—	—	—
março	0,89%	4,83%	12,16%	27,19%	22,01%	19,14%	8,94%	1,97%	2,51%	0,36%	—	—	—	—
abril	1,02%	2,77%	10,44%	25,79%	25,42%	22,74%	9,06%	2,76%	—	—	—	—	—	—
maio	—	0,13%	1,51%	7,19%	20,44%	24,35%	23,79%	15,84%	5,49%	1,26%	—	—	—	—
junho	—	—	0,09%	1,34%	4,52%	13,78%	17,10%	25,50%	22,27%	11,40%	3,19%	0,72%	0,09%	—
julho	—	—	—	—	0,11%	2,97%	9,83%	26,15%	25,77%	20,42%	11,35%	3,24%	0,16%	—
agosto	—	0,14%	0,21%	0,34%	1,17%	6,37%	12,41%	22,48%	20,36%	15,42%	8,29%	7,13%	3,42%	2,26%
setembro	—	—	0,40%	0,40%	2,64%	7,69%	22,27%	23,89%	19,03%	14,57%	5,67%	2,64%	0,40%	0,40%
outubro	—	—	—	3,22%	9,94%	23,10%	25,73%	23,39%	11,40%	2,63%	0,59%	—	—	—
novembro	—	—	8,18%	20,91%	31,82%	16,36%	8,18%	5,45%	4,55%	4,55%	—	—	—	—
dezembro	1,43%	2,38%	5,24%	20,48%	20,95%	31,43%	14,29%	2,38%	1,42%	—	—	—	—	—

Na Figura 67, apresentaram-se os histogramas de freqüências e as freqüências acumuladas mensais, indicando os valores modal e mediano. Esses valores foram muito próximos durante todo ano, ou seja, um comportamento normal.

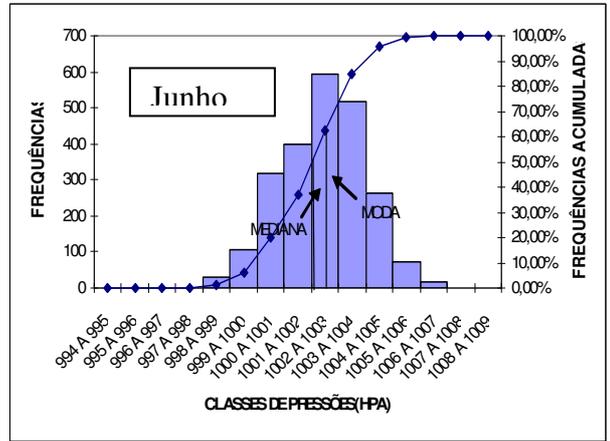
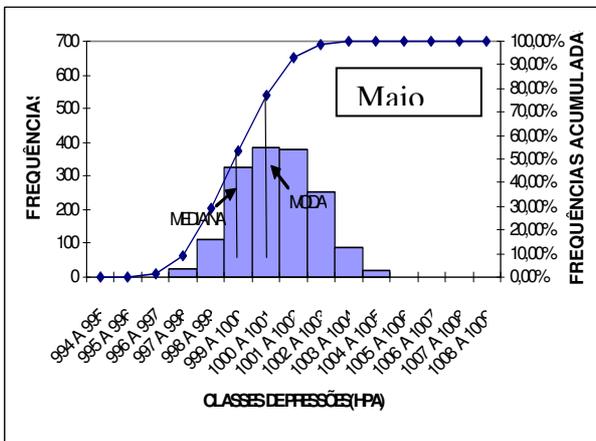
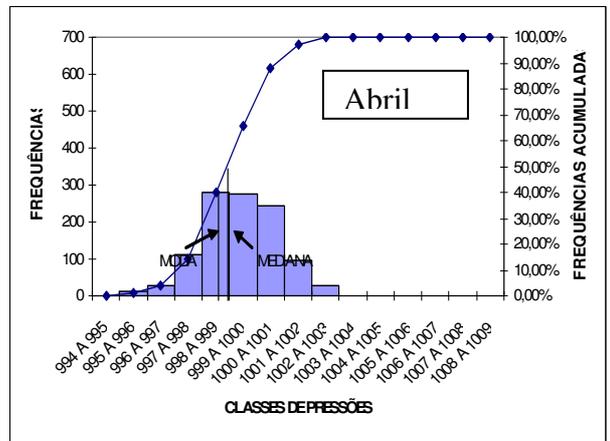
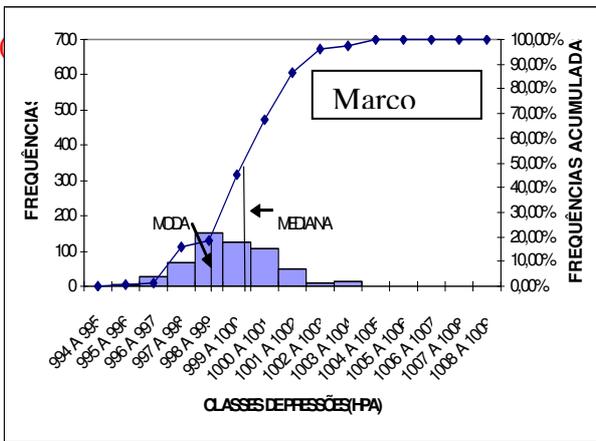
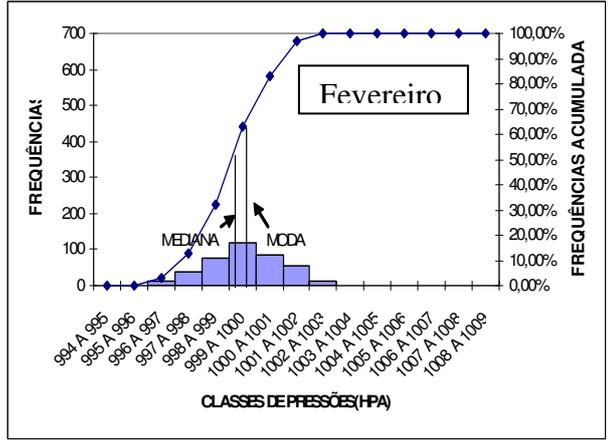
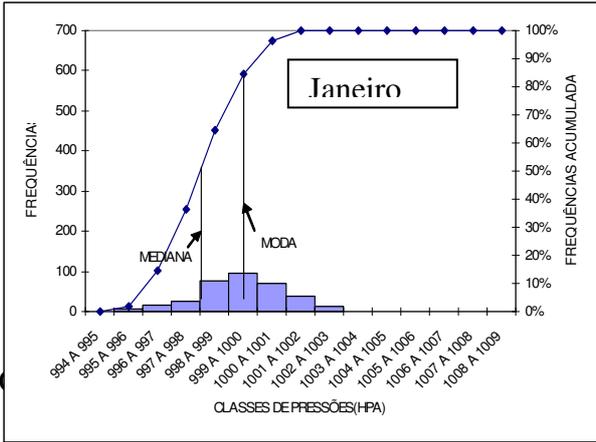
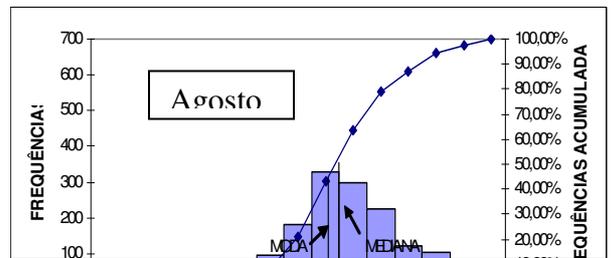
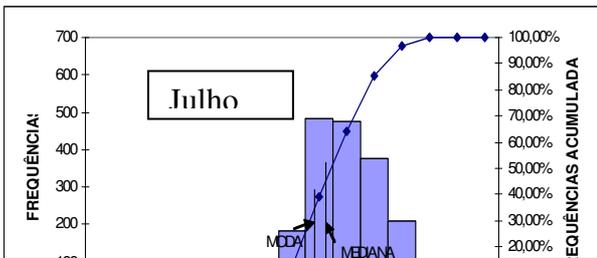
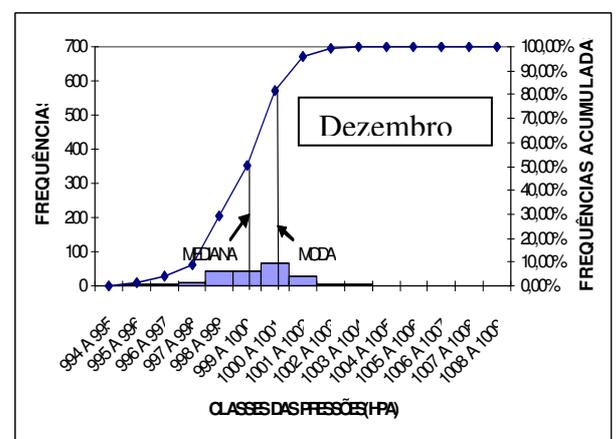
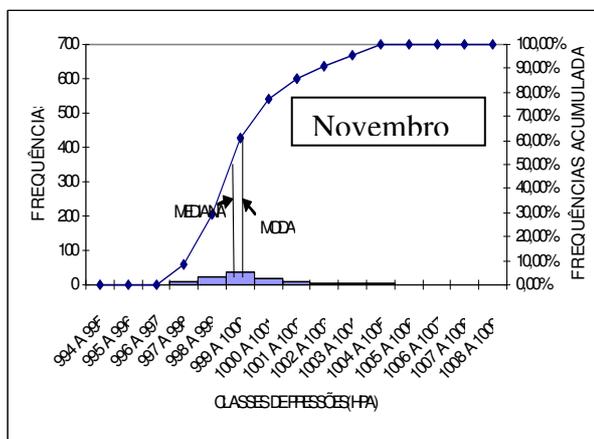
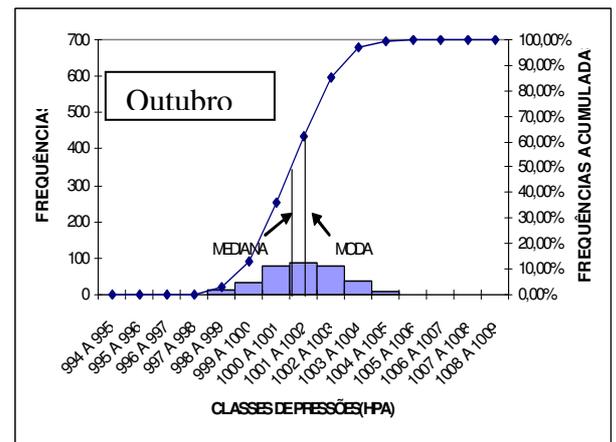
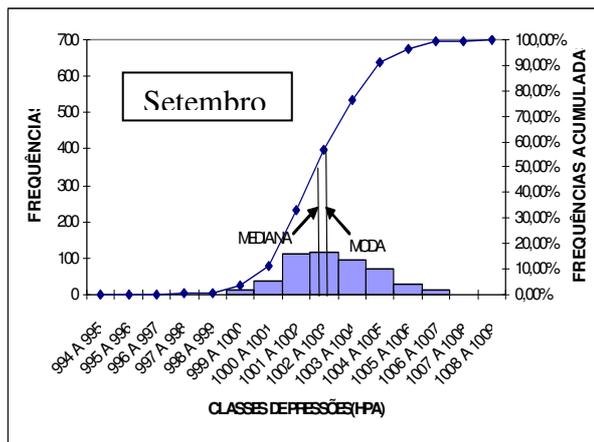


FIGURA 67. Histogramas de frequências e frequências acumuladas das pressões mensais nos eventos de fechamento operacional.

Continuação da figura 67.



Continuação da figura 63.



Na Figura 68, a classe modal anual esteve entre 1002hPa a 1003hPa e a classe mediana correspondeu à classe 1001hPa a 1002hPa, ou seja, a assimetria foi à esquerda.

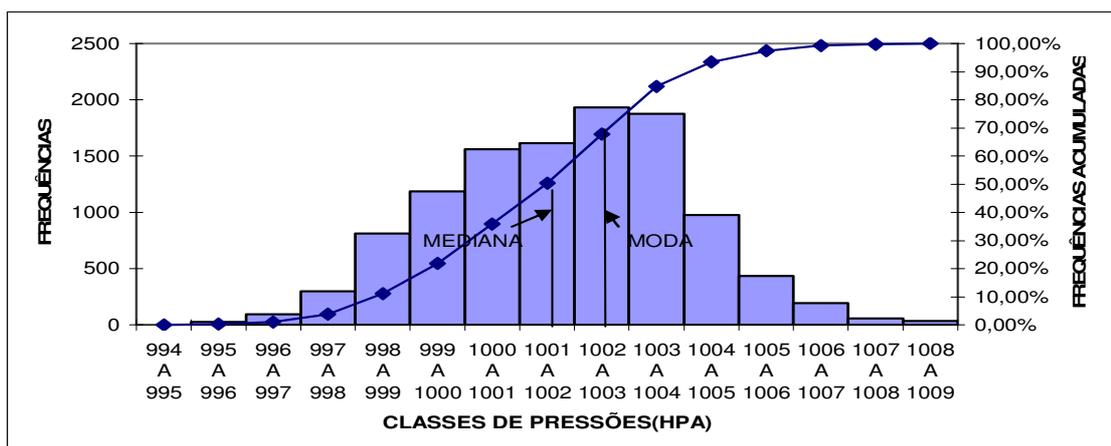


FIGURA 68. Histogramas de frequências e frequências acumuladas da pressão anuais nos eventos de fechamento operacional.

Na Tabela 59, apresentaram-se as classes de pressão e seus respectivos percentuais.

TABELA 59. Percentuais médios anuais das classes de pressão nos eventos de fechamento operacional.

classes(hpa)	percentual(%)
995 a 996	0,23%
996 a 997	0,87%
997 a 998	2,68%
998 a 999	7,32%
999 a 1000	10,70%
1000 a 1001	14,06%
1001 a 1002	14,56%
1002 a 1003	17,40%
1003 a 1004	16,90%
1004 a 1005	8,80%
1005 a 1006	3,92%
1006 a 1007	1,75%
1007 a 1008	0,50%
1008 a 1009	0,31%

4.18. Nuvens mais prováveis nos eventos de fechamento operacional.

Na Figura 69, têm-se, principalmente, nuvens baixas e suas associações de nuvens, pois são essas que estão diretamente ligadas a tetos operacionais em aeroportos. Também mostraram-se, nessa Figura, seus valores percentuais delas nos eventos de fechamento.

Foi desenvolvido um sistema operacional para o Aeroporto de Melbourne, Austrália (Stern & Parkyn, 2001) para previsão da probabilidade da formação de nuvens baixas e de nevoeiros e o esquema de previsão das nuvens baixas e do nevoeiro, desenvolvido no National Weather Service-USA, foi descrita por Gurka & Mosher (2001).

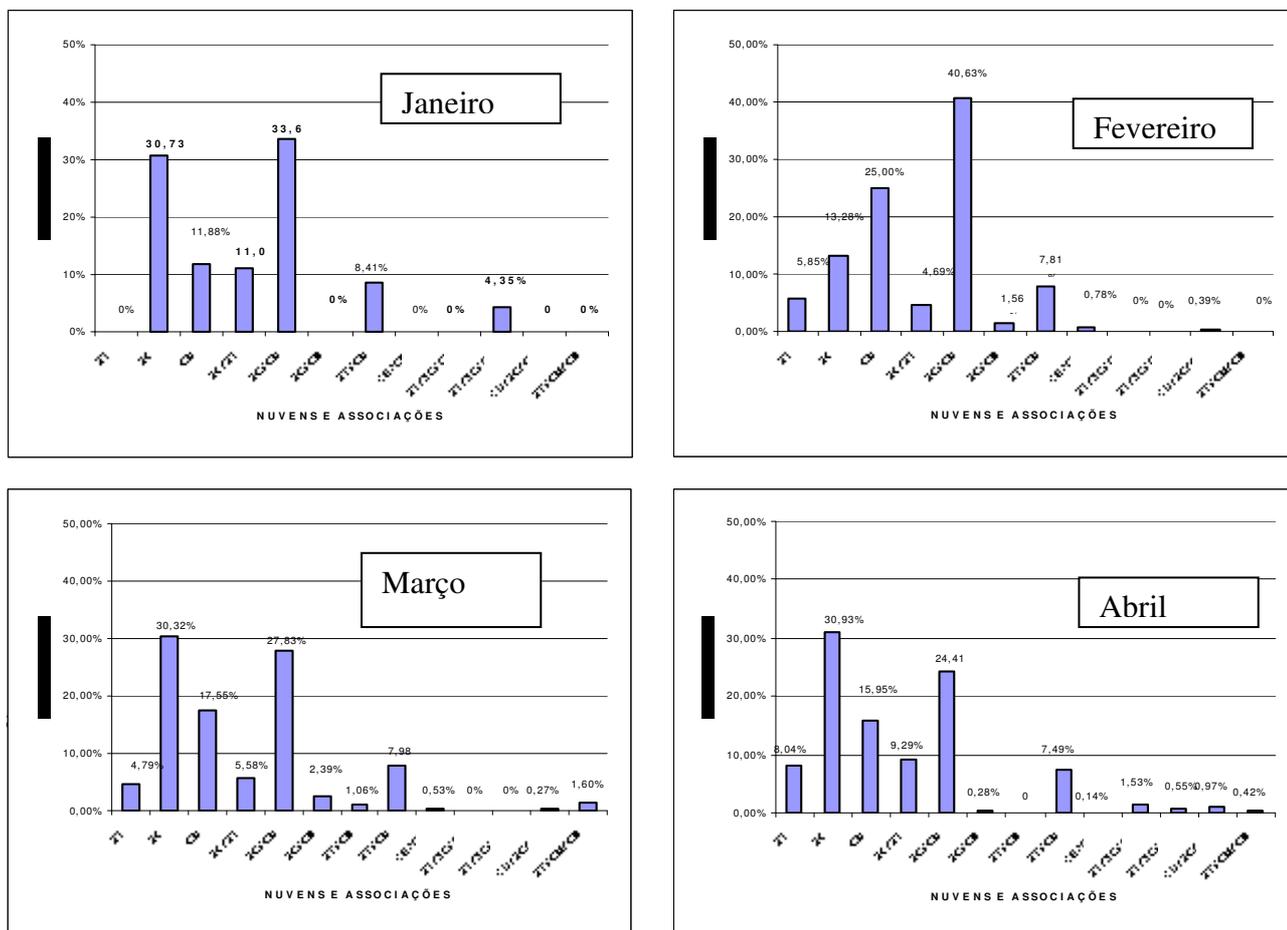
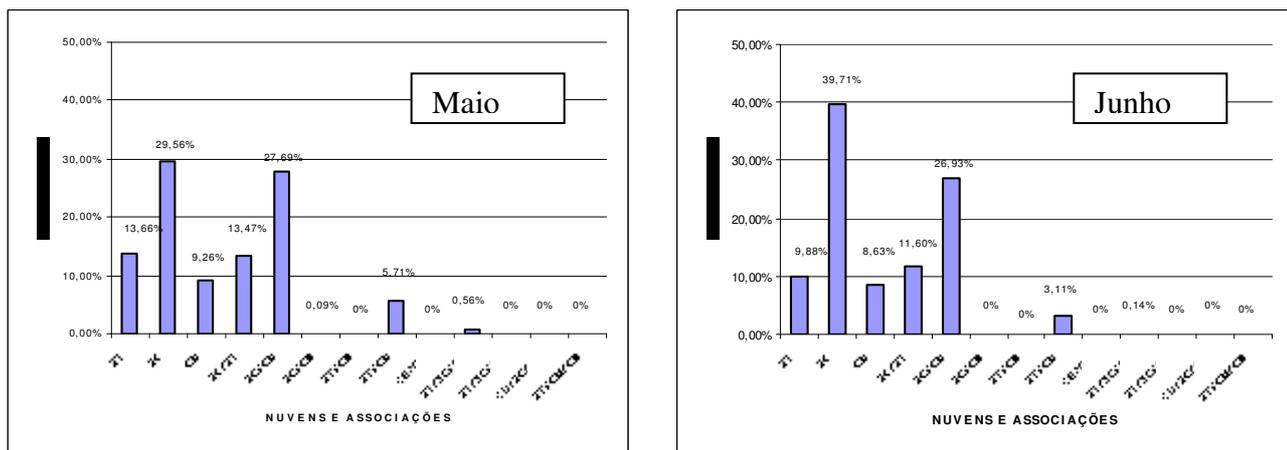
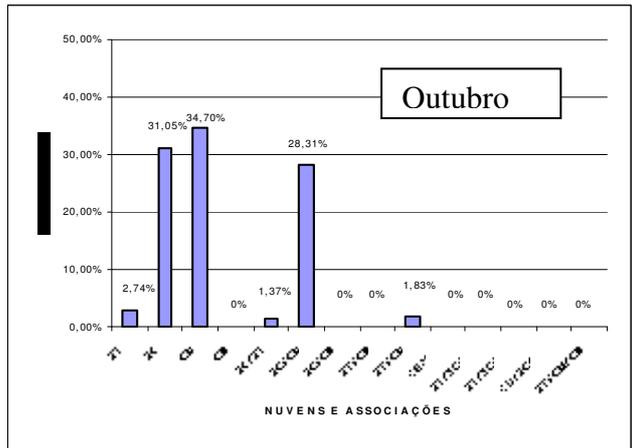
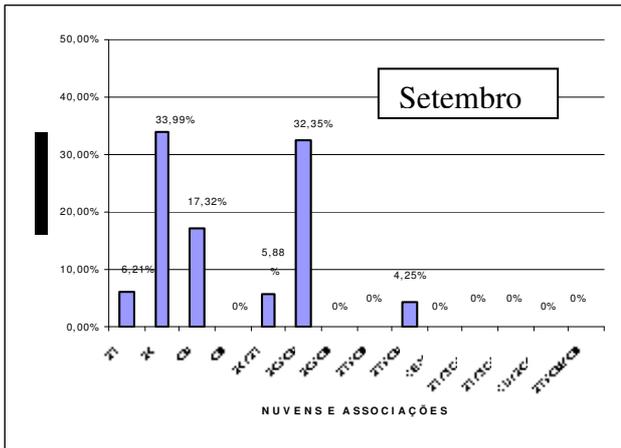
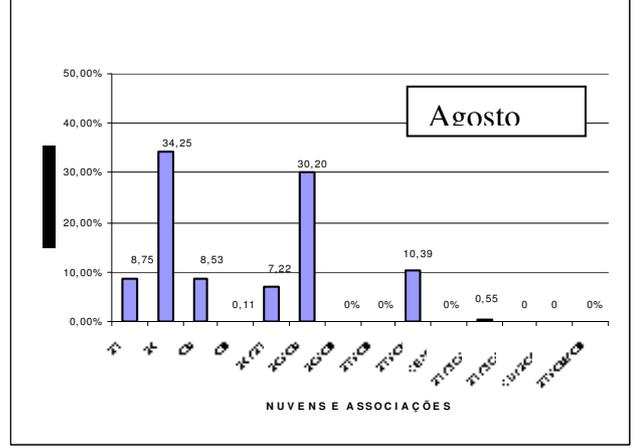
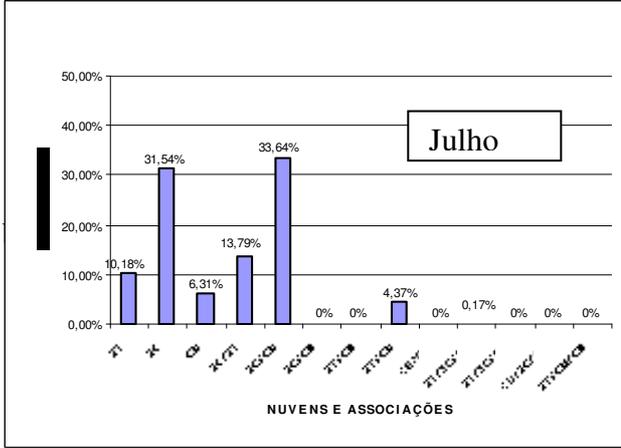


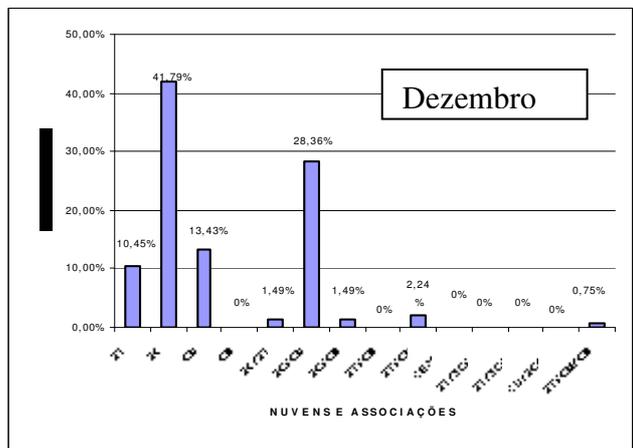
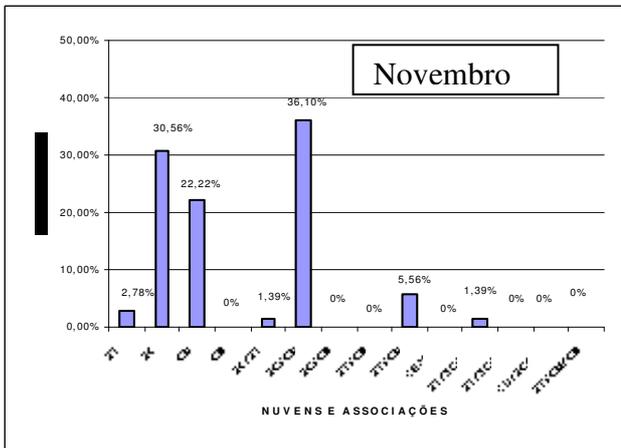
FIGURA 69. Percentual mensal das nuvens e associações de nuvens baixa nos eventos de fechamento operacional.

Continuação da Figura 69.





Continuação da Figura 69.



Observa-se, na Figura 70, que nuvens do tipo estratocumulo foram mais frequentes nos eventos, seguida de sua associação com nuvens do tipo cúmulo, totalizando 56,74% dos eventos de fechamento na média anual.

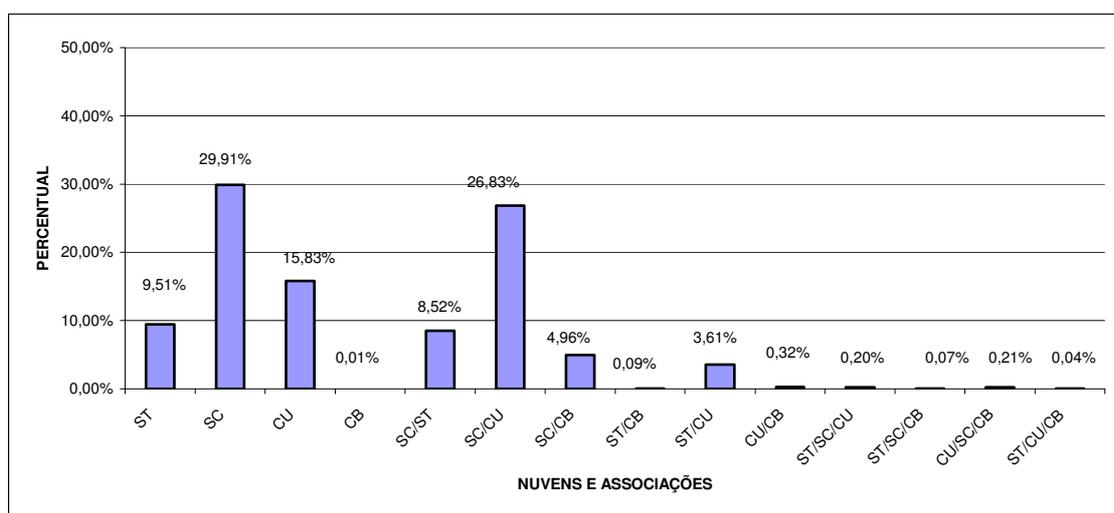


FIGURA 70. Percentual anual dos tipos de nuvens e associações nos eventos de fechamento operacional.

5. CONCLUSÕES

Por meio da análise climatológica-probabilística demonstrou-se que a região onde as aeronaves realizam pouso e decolagem e a área representada pela estação meteorológica do Aeroporto Zumbi dos Palmares são climaticamente homogêneas. O valor histórico médio mensal da precipitação na estação do Aeroporto é de 153,59mm/mes e o valor da região de tráfego aéreo de responsabilidade do Serviço de Proteção ao Vôo de Maceió é de 146,38mm/mês. Os valores de temperaturas médias também foram muito próximos, iguais a 24,95°C e 24,72°C, respectivamente.

A análise mostrou que os maiores totais de pluviométricos mensais ocorreram nos meses de abril a julho, e que o mês de agosto apresentou totais com tendência crescente nos últimos anos. Os maiores valores de horas de duração das precipitações pluviais também ocorreram no mesmo período, meados de outono até meados do inverno. Paradoxalmente, os menores valores de intensidades de precipitação foram registrados nos meses de julho e agosto e estiveram associados a nuvens do tipo estrato e nimboestrato, que são nuvens de pouco desenvolvimento vertical. A pressão atmosférica apresentou um máximo nesses dois meses, devido ao deslocamento do centro da Alta da Bolívia para o

noroeste da América do Sul (Amazônia), o que aumenta a subsidência sobre a região do estudo e faz com que o centro da Alta Subtropical do Atlântico Sul se aproxime do continente sul-americano. Concluiu-se, portanto, que as baixas intensidades sejam decorrentes do desenvolvimento vertical pequeno das nuvens convectivas restritas pela subsidência e inversão térmica associada. Os fechamentos operacionais de duração mais longa ocorreram nesse período e coincidiram com cobertura maior de nuvens estratiformes, tendo sido julho o mês de maior número de fechamentos.

Nos meses de setembro a março, meados da primavera até meados do outono, os totais pluviométricos foram menores, porém com intensidades maiores. As pressões atmosféricas foram mais baixas durante esse período, sugerindo uma atividade convectiva maior e, conseqüentemente, maior desenvolvimento vertical das nuvens cumuliformes. Nessas circunstâncias, os fechamentos apresentaram durações menores, ou seja, com valores menores de horas de fechamento.

No tocante à influência dos eventos El Niño e La Niña nos eventos de fechamentos, observou-se que, para o caso do El Niño, em geral houve uma influência baixa expressa por seu coeficiente de correlação baixo ($r = -0,02$). Mas os eventos de 1983, 1993 e 1998, isoladamente, foram bastante significativos. No caso dos eventos La Nina, houve uma pequena influência, com seu coeficiente de correlação igual a 0,44. Mais uma vez, os eventos de 1964, 1989, 1996 e 2000, isoladamente, foram bastante significativos. Em resumo, a influência do ENOS foi notória quando o evento foi forte.

Observou-se que os dias de fechamento não foram contínuos de meados de setembro até meados de março (primavera/verão). Entretanto, a partir de meados de março até meados de setembro (outono/ inverno), houve uma certa regularidade nos dias de fechamento. Verificou-se que o maior número de dias abaixo dos mínimos operacionais para pousos e decolagens ocorreram na segunda quinzena do mês, exceto nos meses de março, junho e setembro em que ocorreram na primeira quinzena.

No ciclo diário, foi verificado que o período mais provável de ocorrências dos mínimos operacionais se encontraram entre 1:00 às 16:00h, tendo seu máximo entre 7:00 e 11:00h. O período de menor ocorrência dos mínimos operacionais se encontrou entre 14:00 às 22:00h, tendo seu mínimo em torno das 18:00h. De maneira geral, a curva horária de fechamentos pode ser dividida em três trechos de taxas de fechamento médias: 73 fechamentos/hora/ano de 01:30h às 07:30h; 49 fechamentos/hora/ano entre 07:30h e 18:30h, ou seja uma diminuição nos fechamentos e 10 fechamentos/hora/ano entre 18:30h e 23:30h. Ou seja, em média, 55,3% dos casos de fechamento ocorreram de madrugada.

Em geral, os tipos de fechamento apresentaram os seguintes valores percentuais: teto (42,05%), visibilidade e teto simultaneamente (31,58%) e visibilidade (26,37%).

No geral, o fenômeno que dá origem à maioria dos eventos de fechamento do Aeroporto Zumbi dos Palmares é a chuva e os fenômenos relativos, como chuva distante, precipitação à vista. Convém repetir aqui que, no ciclo anual, o máximo de pressão atmosférica ocorre nos meses de julho e agosto devido à influência da Alta Subtropical do Atlântico Sul, que intensifica a subsidência e a inversão térmica. Conseqüentemente, a atividade convectiva e o desenvolvimento vertical das nuvens são reduzidos, e predominam chuvas leves ou chuveiros, causando frequência maior de fechamentos. Já trovoadas ocorrem principalmente entre os meses de dezembro a março (verão) em que a pressão atmosférica está mais baixa devido ao forte aquecimento superficial e o posicionamento da Alta da Bolívia mais no centro do continente. Entretanto, houve ocorrência pouco significativa em agosto. Já fenômenos, como névoa seca e fumaça, estiveram ligados ao período do ano mais quente e seco, particularmente à atividade de queimadas dos canaviais, e, esporadicamente, aos festejos juninos.

Em geral, o vento apresentou a calmaria como classe modal, com exceção dos meses de janeiro, fevereiro e outubro em que a moda foi a classe de ventos de 4kt a 6kt (brisa leve). A mediana foi classe de 2kt a 3kt (viração) ao longo do ano. Vento calmo, ou calmaria, predominou nos eventos de fechamento, com valor médio anual igual 35,55%. A exceção ocorreu nos meses de fevereiro, setembro, outubro e novembro, em que a direção SE (Alísios de SE) foi a mais freqüente.

No caso da visibilidade, a classe mais freqüente foi a classe de 5000m a 20000m com 53,10%. Dentre as classes que estão abaixo dos valores mínimos operacionais, a mais freqüente foi a classe de 3000m a 5000m, em que ocorreram 32,54% dos fechamentos, seguida das classes 1500m a 3000m (10,53%), 1000m a 1500m (2,87%) e 0m a 1000m (0,96%).

A classe modal de altura das bases das nuvens foi a de 300m a 450m, altura média dos estratocumulos e de cúmulos, e suas associações. A variabilidade anual das nuvens segue, em geral, a da precipitações com exceção das classes 0m a 30m e 30m a 60m, que são alturas das nuvens do tipo estrato e que praticamente só apareceram entre maio e agosto. As nuvens do tipo estratocumulo foram as mais freqüentes nos eventos de fechamento, seguidas da associação de estratocumulos com cúmulos e cúmulos apenas que

totalizaram 72,57% dos fechamentos. As demais associações foram observadas nos 27,43% restantes

A pressão atmosférica teve a classe de 1002hPa a 1003hPa como modal nos eventos de fechamento e valores acima de 1001hPa foram mais frequentes. A pressão atmosférica e suas classes pareceram não ter um relação notória com os eventos de fechamento. Isso pode ter ocorrido por terem sido utilizadas médias mensais para este estudo. É sabido que os eventos de precipitação estão associados a valores baixos de pressão. Porém, como as chuvas são de curta duração na Região, particularmente no verão, os valores baixos de pressão associados não influem significativamente na média mensal. Ou seja, a média mensal funciona com um filtro suavizador de eventos meteorológicos extremos.

Em resumo, os eventos de fechamento, cujos valores estiveram abaixo dos mínimos operacionais para pouso e decolagens no Aeroporto Zumbi dos Palmares, estiveram diretamente associados aos eventos de chuva. O coeficiente de correlação entre fechamento e precipitação foi igual a 0,94 e igual a 0,97 entre fechamento e horas de precipitação.

Os resultados deste trabalho confirmaram que a análise climatológico-probabilística dos dados de um aeroporto, juntamente com as análises sinóticas do tempo presente, são ferramentas indispensáveis para previsões meteorológicas para terminais de pouso e decolagens.

Para trabalhos futuros sugere-se que se incluam análises estatísticas mais refinadas, com distribuições horárias e diárias de classes de fenômenos meteorológicos e análises de seus espectros de potência com objetivo de se determinar a existência de ciclos ou periodicidades. As análises de séries temporais longas, embora localizadas, devem levar em conta a variabilidade climática interdecadal, como a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) por exemplo, e não apenas a variabilidade interanual, como os eventos ENOS, incluída neste trabalho. Um estudo preliminar mostrou que os coeficientes de correlação dos eventos de fechamento com a precipitação melhoraram significativamente quando as séries foram seccionadas em períodos correspondentes às fases fria (1959-1976) e quente (1977-1998) da ODP. As frequências de fechamento mensais também foram diferentes nas duas fases, em geral com valores mensais maiores durante a fase fria.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, J. J. L. *Estatística, centro de treinamento em desenvolvimento econômico regional*. Fortaleza, 1995.

ALDAZ, L. A. **Partial characterization of the rain-fall regime of Brazil**. Report nº4 Demet/sudene/Who National Department of meteorology of Brazil, center of Meteorological Studies, 1971.

ALVES, J. M. B.; SOUZA, E. B.; REPELLIE, C. A.; et al. Um estudo da variabilidade pluviométrica no setor Leste do Nordeste Brasileiro e a influência do fenômeno El Nino/oscilação Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**. v. 12,. N.2,25 – 39,1997.

ANTAS, L. M.; **Meteorologia para pilotos**. Ministério da Aeronáutica, 1966.

ARAGÃO, J. O. R. **Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil**. 1975. 110f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, São Paulo, 1975.

INMET (Rio de Janeiro, RJ). **Atlas Internacional de Nuvens** (abreviado). Ministério da Agricultura . Rio de Janeiro, 1972.

AZEVEDO, A. F. **Análise Estatístico-Climatológica para o aeroporto Zumbi dos Palmares**. 2004. 66 f. Monografia (Matemática)- Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2004.

BERNARDO, S. O.; MOLION, L. C. B. Variabilidade do vento para a cidade de Maceió-Al., In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000, p.1343-1350.

BICKEL, P. J.; DOKSUM, K. A. **Mathematical. Basic Ideas and Selected Topics**. Hoiden-Day, 1977.

BOLFARINE, H. e SANDOVAL, M. C. **Introdução à Inferência Estatística**. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2001.

BORBA, J. C. C d.**Identificação do potencial Eólico no estado de Alagoas, utilizando dados de reanálises**. 2005, 80f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Departamento de Meteorologia. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. São Paulo: Atual, 1987.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Manual de estações meteorológicas de altitude – MCA 105-9**. Rio de Janeiro, RJ, 2002.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo, **Manual de centros meteorológicos – MCA 105-12**. Rio de Janeiro 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo, **Manual de estações meteorológicas de superfície – MCA 105-2**. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo, Manual de códigos meteorológicos – MCA 105-10. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo, **Índice geral de publicações – TCA 0-12**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. Instrução de divulgação de informações meteorológicas – ICA 105-1. Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Instrução de preenchimento do IEP 105-78 – ICA 105-7**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Instrução sistema informet – ICA 105-4**. Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Regras do ar e serviço de Tráfego Aéreo- IMA 100-12**. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA). **Manual de Cartas por Instrumentos- AIP- MAP**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Manual de centro meteorológico militar – MCA 105-1**. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Manual Auxiliar de Rotas Aéreas- ROTAER**. Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Manual do Controlador de Tráfego Aéreo – MMA 100-31**. Rio de Janeiro, 1994.

BRASIL. Comando da Aeronáutica, Diretoria de Eletrônica e Proteção de vôo. **Cortante do vento – FCA 105-1**. Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. *Comando da aeronáutica, diretoria de eletrônica e proteção ao voo.* **Observação meteorológica à superfície – IEPV 105-78.** Rio de Janeiro, 2003.

BRASIL. Comando da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo, **código meteorológico TAF-FCA 105-2.** Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. Comando da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo, **código meteorológico Metar e Speci- FCA 105-3.** Rio de Janeiro, 2002.

BRASIL. Comando da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Sistema informet – ICA 105-4,** Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Comando da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Plano de voo – ICA 100-11,** Rio de Janeiro, 2000.

BRASIL. Comando da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Tabela de umidade TCA 105-5,** Rio de Janeiro, 2001.

BRASIL. Ministério da aeronáutica, Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Tabela de redução da indicação do barômetro à temperatura de 10°C – TMA 105-9.** Rio de Janeiro, 1997.

BRASIL. Ministério da aeronáutica. Comando geral de apoio. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Informações meteorológicas de aeronaves – IMA 105-5.** Rio de Janeiro, 1990.

BRASIL. Ministério da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Tabelas climatológicas – TMA 105-7.** Rio de Janeiro, 1980.

BRASIL. Ministério da aeronáutica. Diretoria de eletrônica e proteção ao voo. **Tabelas de conversão. TMA – 105-1,** Rio de Janeiro, 1993.

BRITO, J. I. B.; NOBRE, C.; DA SILVA, A. M. **Modelo de previsão estatística da precipitação de inverno do Leste do Nordeste.** In: Congresso Brasileiro de Meteorologia VII, Belo Horizonte, CPTEC, INPE., 502-504, 1994.

CANADÁ. DACI, Normas padrões e métodos internacionais recomendados. Serviço meteorológico para a navegação aérea internacional. Anexo 3, 14ª edição, Montreal, 2001.

CANADÁ. Normas e métodos recomendados internacionais. Serviço meteorológico para a navegação aérea internacional. Emenda 72 ap anexo 3. Montreal, 2001.

CANADÁ. Normas e métodos recomendados internacionais. Serviço meteorológico para a navegação aérea internacional. Recomendação 3 ano anexo 31 (CBS – XII). Montreal, 2001.

CHEDE, F. C., CHEDE, I. C. G. **Manual de Meteorologia para piloto Privado**. Rio de Janeiro - RJ, Escola de Aperfeiçoamento e Preparação da Aeronáutica Civil, 1984, 114p.

COELHO, Marcos de Amorin, 1943. *Geografia do Brasil*. Marcos de Amorin Coelho. 2ª ed. atual., rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 1987.

CORREIA DE AZEVEDO, M. G. **Um estudo das condições climáticas, dos decis e sua aplicação na estimativa da seca em Luanda**. 1988. Monografia em Meteorologia, UFAL, 1988.

DE BARROS, M. A. F. **Estudo das temperaturas extremas e da amplitude térmica durante os períodos chuvosos e secos em pilar- Alagoas**, 2005. 28p. Monografia (Bacharelado)- Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2005.

DEGROOT, M. H. **Probability and Statistics**. New York: Addison – Wesley. 1989.

DEMET, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Normais Climatológicas (1961-1990), Brasília, 1992.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO – DECEA. **Aeroespaço**, Rio de Janeiro, v.1, n.2, 2004

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO – DECEA. **Aeroespaço**, Rio de Janeiro, v.1, n.3, 2004.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO – DECEA, Rio de Janeiro.: **Aeroespaço**, v.1, n.4, 2004.

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO-DECEA, Rio de Janeiro.: **Aeroespaço**, v.2, n.9, 2004.

DETERS, W. S.; SUMMERS, G. W.; **Análise estatística e decisória de janeiro**. Ed. da Universidade de São Paulo e Instituto Nacional do Livro MEC, 1973.

FARNDON, J.; DENT, M. **Weather**. Globo , 1997. 64p.

FELLER, W. **Probabilidades**. São Paulo:Edgard Blücher, 1976.

FIGUEREDO, J. O.G.R. **Distribuição espacial da pluviometria em Alagoas com ênfase à variabilidade causada pelos padrões de temperatura da superfície do mar**. 2002. 148f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)-Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2002.

FIREMAN, M. C. **Análise da nebulosidade observada no Aeroporto Zumbi dos Palmares Rio Largo-Alagoas**, 2005. 32p. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado)-Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió,2005.

FONSECA, Jairo Simon da, 1938. **Estatística aplicada**. Gilberto de Andrade Martins e Geraldo Luciano Toledo. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 1985.

GUIDORIZZI, Hamilton Luiz. **Um curso de cálculo**. 2ª ed. Rio de Janeiro, São Paulo: LTC – Livros técnicos e científicos Editora S. A. – vol 1, 1987.

HASTENRATH, S. AND HELLER, L. **Dynamics of Climatic Hazards in Northeast Brazil**. *Quartely Journal Royal Meteorological Society*, 103: 77-92, 1997.

HOEL, Paul G. **Introduction to Mathematical Statistics**. Editora Guanabara dois S.A, 1980.

HOLANDA, S. C. **Análise Estatística dos Ventos mais Intensos em Maceió- AL para o ano de 1996 e Situações Sinóticas Correlatas**. 2003, 99f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia).Departamento de Meteorologia.,Universidade Federal de Alagoas, Maceió,2003.

IAC-COMANDO DA AERONÁUTICA. DIRETORIA DE ELETRÔNICA E PROTEÇÃO AO VÔO. Divisão de Meteorologia Aeronáutica. Boletim Técnico. 2000.

IBGE., Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil), Atlas Nacional do Brasil. Região Nordeste. Rio de Janeiro, 2000.

INEMET, Ministério da Agricultura. Normais Climatológicas (1931-1960), Rio de Janeiro, 1979.

INFRAERO, AEROPORTOS BRASILEIROS. A INFRAERO aposta no desenvolvimento da economia Brasileira, Rio de Janeiro, p.10-11, 2003.

INFRAERO-AEROPORTOS. Novo Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares. Maceió, 2004. Folder.

JAMES, B. R. **Probabilidade: Um curso em nível intermediário**. Rio de Janeiro: Livro Técnico, 1981.

JUNIOR, S. C. J. **Caracterização de períodos secos ou chuvosos através dos quantis para localidade do Estado de Alagoas**. 1999. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado)- Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 1999.

KINCER, J. B. **Is our Climate Changing?**, Monthly Review, vol. 61, 2003.

KINCER, J.B. Our Changing Climate, **American Geophysical Union**, vol. 27, nº3, 1939.

KOUSKIV, V. E. DIURVAL RAINFALL VARIATION IN NORTHEAST BRAZIL. Monthly weather review, v.108, 488-498, 1980.

LEHMANN, E. L. **Testing Statistical Hypotheses**. WILEY: New York, 1986.

LIMA, I. F. **Geografia de Alagoas**. Maceió: Editora do Brasil S/ A, 347p, 1965.

LIMA, M.C. **Variabilidade da precipitação no litoral leste da Região Nordeste do Brasil**. 1991, 222p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - INPE, S. José dos Campos – SP. 1991.

MELLO, A. B. C. **Utilização de pluviogramas visando caracterizar o horário de ocorrência, duração e intensidade da precipitação de Maceió**. 1987. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia), Universidade Federal de Alagoas-UFAL, 1987.

MINISTÉRIO DO INTERIOR, SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS NATURAIS. Dados pluviométricos mensais do Nordeste- Estado de Alagoas, Recife, 1990.

MARKHAN, C. G. ; MCLAIN, D. R. Sea surface temperature related to rain in Ceara, Northeastern Brazil. **Nature**, 265(1): 320-325, 1997.

MOLION, L. C. B.: BERNARDO, S, O. Dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11.2000, Rio de Janeiro, **Anais...**, RJ: UFRJ, 2000, p.1334.1342.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, XI, **Anais...**, Rio de Janeiro, Cd-rom, 2000.

MORETTIN, Pedro A., 1942. *Previsão de séries temporais*. Pedro Alberto Morettin, Célia Maria de Castro Toloi. 2ª ed. São Paulo: Atual, 1987.

MOURA, A. D. E J. SHUKLA. On the dynamics of the droughts in Northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **J. Atmospheric Science**, v. 38 n. 12p. 2653-2673, 1981.

MOURA, A. D.: KAGANODIM. T. *Variabilidade espacial da precipitação na região norte-nordete da América do Sul*. S. J. dos Canpos, INPE, (INPE-2318-RPE/402), 20p. 1982.

MURTEIRA, Bento J. F.; *Probabilidades e estatística*. Editora McGraw – Hill de Portugal Ltda., vol – 1 e 2, 1980.

NAKATA, Hirone, 1938. *Geografia geral*. Hirone Nakata, Marcos de Amorim Coelho. 2ª ed. atual., rev. e ampliada. São Paulo: Moderna, 1987.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 421p, 1979a.

OGO, K. Levantando vôo. *Aerovisão*, Brasília. V.31, n.208, p.13 – 14, 2003.

OGO, K. Livre para voar. *Aerovisão*, Brasília. V.32, n.210, p.15-38. 2004.

OLIVEIRA, A. P. e NOBRE, C. A. **Meridional penetration of frontal system in south América and its relation to organized convection in the Amazon**. In: Relatório Técnico INPE 3407- PRE/676. 1985. 4p. 1995.

REIS, A. C. R.. **Mandacaru: O que é CFIT**. DAC. Recife-Pe. V.25, n.6, 6p, 2002.

REVISTA AERONÁUTICA, Rio de Janeiro - Rj.: v.1, n.247, 2004.

REVISTA BRASILEIRA DE AVIAÇÃO MILITAR, Rio de Janeiro - Rj.: v.9, n.34, 2004.

REVISTA BRASILEIRA DE AVIAÇÃO MILITAR, Rio de Janeiro – Rj.: v.9, n.35, 2004.

RIEHL, Herbet. *Meteorologia tropical*. Rio de Janeiro: Centro de Publicações técnicas da aliança, 1965.

ROPELEWSKI, C., HALPERT, M. Precipitation patterns associated with the high index phase of the Southern Oscillation. **J. Climat.** V. 2, p. 268-283, 1989.

ROSEMBERG, M. **A lógica da análise do levantamento de dados.** Tradução de Leônidas Hegenberg e Octanny Silveira da Mota. São Paulo, Cultrix, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1976.

SALGEMA INDUSTRIAS QUÍMICAS S.A. **Estudos de Implantação. Dados e informações sobre a SALGEMA.** Maceió, 1977.

SANTOS, E. A. **Análise Agrometeorológica em Regiões de Alagoas para a Cultura do Mamão (Carica Papaya L.).** 2003, 98p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

SENP. K. e SINGER, J. M. **Large Sample Methods in Statistics. An Introduction With Applications.** Chapman and Hall, 1993.

SERVAIN, J. AND LUKAS. Climatic Atlas of the Tropical Wind Stress and Sea Surface Temperature 1985-1989. Institut Français de Recherche pour L'Exploitation de la Mer, p. 143, 1990.

SILVA, A. B. P. **Estudos de dois casos extremos de precipitação sobre a costa leste do Nordeste do Brasil.** 2002.100F. Dissertação (mestrado em meteorologia) – Faculdade de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2002

SILVEIRA, V. P., **Análise dos casos de nevoeiros e nuvens Stratus no Aeroporto de Maceió (Alagoas),** 2003.91p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2003.

SPIEGEL, M. R.: ***Estatística, resumo da teoria, 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos.*** Ed. revisada por Carlos José Pereira de Lucena. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975.

SPIEGEL, M. R.ph. ***Estatística: resumo da teoria, 875 problemas resolvidos, 619 problemas propostos.*** ed. revista por Carlos José Pereira de Lucena. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975.

SPIEGEL; M. Y. R. ***Estatística.*** Editora McGraw-Hill do Brasil Ltda.579p, 1976.

SUIÇA. OMM. Regulamento Técnico n.º 9 volume A, **mensagens meteorológicas das estações de observação.** Genebra, 1998.

SOUZA, J. E. S. S. **Modelo Determinístico Precipitação-Vazão e algumas características Hidrológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú**, 2005. 70.p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia)- Departamento de Meteorologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

SOUZA, M. E. **Utilização de Dados Meteorológicos Visando Analisar a Frequência de Precipitação em diferentes períodos do dia em Alagoas**. 1989. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso em Meteorologia), UFAL, 1989.

STRANG, D. M. G. D. **Utilização dos dados pluviométricos de Fortaleza, visando determinar probabilidades de anos secos e chuvosos**. IAE/CTA. São José dos Campos, SP. Brasil. 1979.

STRANG, D. M. G. D. **Análise Climatológica das normais pluviométricas do Nordeste do Brasil**. CTA, S. José dos Campos, 29p, 1972.

BLAIR. T. A.;ROBERT. C. FITE. **Weather Elements**,. Prentice Hall. Fourth Edition. 406p., 1961.

TERCEIRO CENTRO INTEGRADO DE DEFESA AÉREA E CONTROLE DE TRÁFEGO AÉREO, Recife-Pe.: CINDACTA III em revista, v.1, n.1, 2003.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J.L. **Meteorologia descritiva – Fundamentos de Aplicações brasileiras**. 1ª ed. São Paulo: Nobel, 1983.

VAREJÃO – SILVA, M. A., **Meteorologia e climatologia**. 1ª ed. Brasília: Stilo, 2000.

VIANELLO, R. L., ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Universidade Federal de Viçosa: Editora UFV, 2000.

WILLIAM, G. C., **Técnicas de amostragem**, tradução, revisão e adaptação pelo setor de recursos técnicos da aliança, agência Norte-Americana para o desenvolvimento Internacional-USAID. Rio de Janeiro, 1965.

WONNACOTT, T. H.: **Introdução à estatística**. Rio de Janeiro: Livros técnicos e científ

ANEXOS

ANEXO 01

Definições e Abreviaturas no serviço de tráfego aéreo e de Meteorologia Operacional Aeronáutica

Os termos e expressões abaixo relacionados, empregados nesta instrução, têm os seguintes significados:

- **Aeródromo:** Área definida sobre a terra ou água destinada à chegada, partida e movimentação de aeronaves.
- **Aeródromo Controlado:** *Aeródromo no qual se presta serviço de controle de tráfego aéreo para o tráfego de aeródromo.*
- **Aeródromo de Alternativa:** *Aeródromo para o qual uma aeronave poderá prosseguir, quando for impossível ou desaconselhável dirigir-se para ou efetuar o pouso no aeródromo de destino previsto.*
- **Aeródromo Impraticável:** *Aeródromo cuja praticidade das pistas fica prejudicada devido a condição anormal (aeronave acidentada na pista, pista alargada, piso em mau estado, etc.), determinando a suspensão das operações de pouso e decolagem.*
- **Aeródromo Interditado:** *Aeródromo cujas condições de segurança (chegada e saída da aeronave presidencial, operações militares, ordem interna, etc.) determinam a suspensão das operações de pouso e decolagem.*
- **Aeronave:** Todo aparelho manobrável em vôo que possa sustentar-se e, circular no espaço aéreo mediante reações aerodinâmicas apto a transportar pessoas ou coisas.
- **Aeronotificação:** Reporte de uma aeronave em vôo preparado de acordo com os requisitos de informação de posição, operacional e/ ou meteorológica.
- **Aeroplano (avião):** Aeronave mais pesada que o ar, propulsada mecanicamente, que deve sua sustentação em vôo principalmente às reações aerodinâmicas exercidas sobre superfícies que permanecem fixas em determinadas condições de vôo.
- **Aeroporto:** Aeródromo público dotado de instalações e facilidades para apoio de operações de aeronaves e de embarque e desembarque de pessoas e cargas.
- **Aerovia:** Área de controle, ou parte dela, disposta em forma de corredor e provida de auxílios à navegação.

- **Atitude de decisão:** Altitude especificada em uma aproximação de precisão, na qual deve ser iniciado em procedimento de aproximação perdida, caso não seja estabelecida a referência visual exigida para continuar a aproximação e pousar. NOTA: A referência visual exigida significa aquela parte dos auxílios visuais ou da área de aproximação, que tenha estado à vista durante tempo suficiente para permitir que o piloto faça uma avaliação da posição da aeronave e seu deslocamento, em relação à trajetória de voo desejada.
- **Altitude pressão:** Pressão atmosférica expressa em termos de altitude que corresponde a essa pressão na atmosfera padrão.
- **Altitude de transição:** Altitude na qual ou abaixo da qual a posição vertical de uma aeronave é controlada por referência a altitudes.
- **Altitude mínima de descida:** Altitude especificada em uma aproximação que não seja de precisão ou em uma aproximação.
- **Ajuste zero:** Pressão barométrica em determinado ponto do solo (estação ou aeródromo), expressa em hectopascals; quando introduzida no altímetro de bordo, este indicará a altura zero, quando a aeronave ali pousar.
- **Ajuste de altímetro:** Pressão barométrica de um determinado ponto do solo (estação ou aeródromo), reduzida ao nível médio do mar, expressa em hectopascals; quando introduzida no altímetro de bordo, este indicará a atitude do aeródromo, quando a aeronave ali pousar.
- **Alcance visual da pista:** Distância na qual o piloto de uma aeronave, que se encontra sobre o eixo de uma pista, pode ver os sinais de superfície da pista, luzes delimitadoras de pista ou luzes centrais da pista.
- **Altitude:** Distância vertical entre um nível, um ponto ou objeto considerado como ponto e o nível médio do mar.
- **Altitude mínima de setor:** A altitude mais baixa que pode ser usada, provendo-se uma separação mínima de 300m (1000 pés), acima de todos os obstáculos contidos em um setor circular de 46 km (25 NM) de raio centrado no auxílio à navegação básico do procedimento.
- **Altura:** Distância vertical de um nível, ponto ou objeto considerado como ponto e uma determinada referência.

- **Aproximação de não-precisão:** Aproximação por instrumentos baseada em auxílio à navegação que não possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (NDB, VDF, VOR).
- **Aproximação de precisão:** Aproximação por instrumentos baseada em auxílio à navegação que possua indicação eletrônica de trajetória de planeio (ILS ou PAR).
- **Aproximação de vigilância:** Aproximação conduzida de acordo com instruções emitidas por um controlador radar, baseada numa apresentação radar de vigilância.
- **Aproximação Par:** Aproximação de precisão conduzida de acordo como instruções emitidas por um controlador radar, baseada numa apresentação radar de precisão que mostre a posição da aeronave em distância, azimute e elevação.
- **Aproximação direta:** Aproximação por instrumentos que conduz a aeronave, no segmento de aproximação final, em rumo alinhado com o eixo da pista ou, no caso de aproximação de não-precisão, em rumo, formando ângulo de 30° ou menos com o eixo da pista.
- **Aproximação perdida:** Fase de um procedimento de aproximação por instrumentos que deverá ser executada pela aeronave, caso não seja estabelecida a referência visual para continuar a aproximação e pousar.
- **Aproximação por instrumentos:** Aproximação na qual todo o procedimento é executado com referência a instrumentos.
- **Aproximação visual:** Aproximação em voo IFR, quando parte ou a totalidade do procedimento de aproximação por instrumentos não se completa e se realiza com referência visual solo.
- **Área de controle terminal:** Área de controle situada geralmente na confluência de rotas ATS e nas imediações de uma ou mais aeródromos.
- **Área de manobras:** Parte do aeródromo destinada ao pouso, decolagem e táxi de aeronaves, excluídos os pátios.
- **Área de movimento:** Parte do aeródromo destinado ao pouso, decolagem e táxi de aeronaves e está integrada pela área integrada pela área de manobras e os pátios.
- **Área de pouso:** Parte de uma área de movimento que está destinada ao pouso ou decolagem das aeronaves.

- **Área de sinalização:** Área de um aeródromo destinada à exibição de sinais de terrestres.
- **Condições meteorológicas de vôo por instrumentos:** Condições meteorológicas expressas em termos de visibilidade, distância de nuvens e teto inferior aos mínimos especificados para o vôo visual.
- **Condições meteorológicas de vôo visual:** Condições meteorológicas, expressas em termos de visibilidade, distância de nuvens e teto, iguais ou superiores aos mínimos especificados para o vôo visual.
- **Controle de aproximação:** Órgão estabelecido para prestar serviço de controle de tráfego aéreo aos vôos controlados que cheguem ou saiam de um ou mais aeródromos.
- **Dia:** Período compreendido entre as horas do nascer ao pôr-do-sol.
- **Estação aeronáutica:** Estação terrestre do serviço móvel aeronáutico. Em certos casos, a estação aeronáutica pode estar instalada a bordo de um navio ou de uma plataforma sobre o mar.
- **Estação fixa aeronáutica:** Estação do serviço fixo aeronáutico.
- **Hora estimada de aproximação:** Hora na qual o órgão de controle prevê que uma aeronave que chega, sujeita à espera, abandonará o ponto de espera para completar sua aproximação para pousar.
- **Indicador de localidade:** Grupo-código de quatro letras formulando de acordo com as disposições prescritas pela OACI, consignado a uma localidade, onde está situada uma estação fixa aeronáutica.
- **Luz aeronáutica de superfície:** Toda luz especialmente instalada para servir de auxílio à navegação aérea, exceto as exibidas pelas aeronaves.
- **Luzes de cabeceira:** Luzes aeronáuticas de superfície distribuídas de modo a indicar os limites longitudinais da pista.
- **Luzes de obstáculos:** Luzes aeronáuticas de superfície destinados a indicar obstáculos à navegação aérea.
- **Luzes de pista:** Luzes aeronáuticas de superfície dispostas ao longo da pista, indicando sua direção e limites laterais.

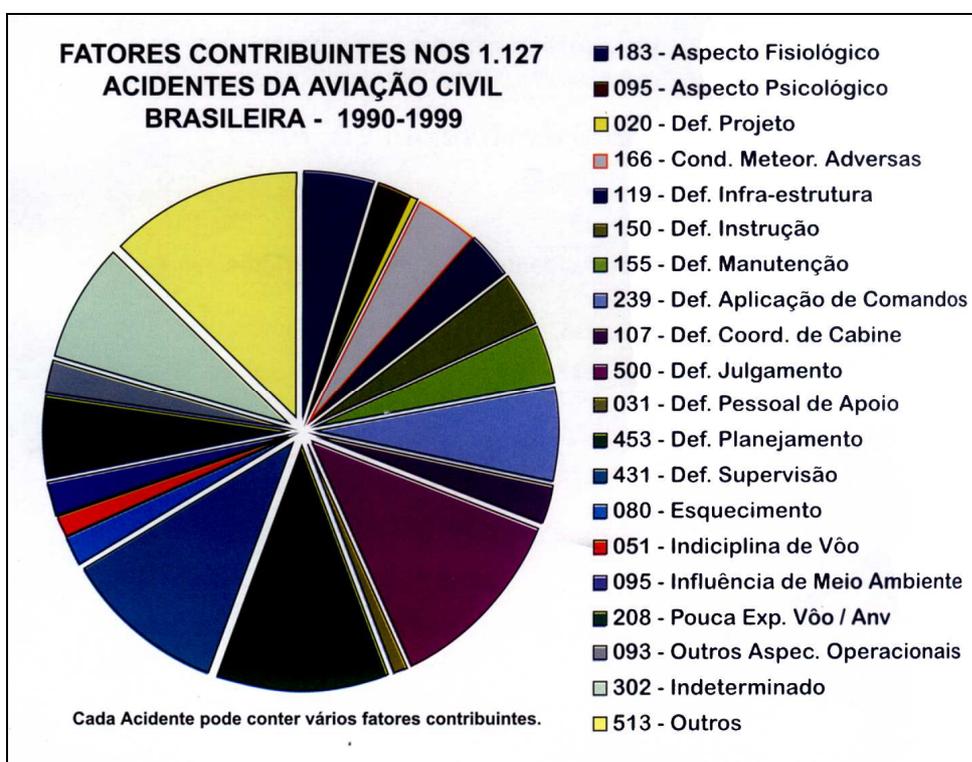
- **Nível mínimo de espera:** Nível estabelecido em função de fatores topográficos ou operacionais, abaixo do qual não é permitido às aeronaves permanecerem em procedimento de espera.
- **Noite:** Período compreendido entre as horas do pôr-do-sol e do nascer-do-sol.
- **Perna base:** Trajetória de vôo perpendicular à pista em uso, compreendida entre a perna do vento e a reta final.
- **Perna do vento:** Perna de vôo paralela à pista em uso, no sentido contrário ao do pouso.
- **Pista:** Área retangular definida, em um aeródromo terrestre,, preparada para o pouso e decolagem de aeronaves.
- **Previsão:** Informações das condições meteorológicas previstas para um período determinado e referentes a uma determinada área ou porção do espaço aéreo.
- **Proa:** Direção segundo a qual é ou deve ser orientado o eixo longitudinal da aeronave.
- **Procedimento de aproximação perdida:** Procedimento que deve ser seguido, se não for possível prosseguir na aproximação.
- **Procedimento de aproximação de precisão:** Procedimento de aproximação por instrumentos, baseado em dados de azimute e de trajetória de planeio proporcionados pelo ILS ou PAR.
- **Procedimento de aproximação por instrumentos:** Série de manobras predeterminadas realizadas como auxílio dos instrumentos de bordo, com proteção específica contra os obstáculos, desde o fixo de aproximação inicial ou, quando aplicável, desde o princípio de uma rota de chegada até um ponto a partir do qual seja possível efetuar o pouso e, caso este não se realize, até uma posição na qual se apliquem os critérios de circuito de espera ou de margem livre de obstáculos em rota.
- **Radial:** Rumo magnético tomado a partir de um VOR.
- **Reta final:** Trajetória de vôo, no sentido do pouso e no prolongamento do eixo da pista, compreendida entre a perna base e a cabeceira da pista em uso.

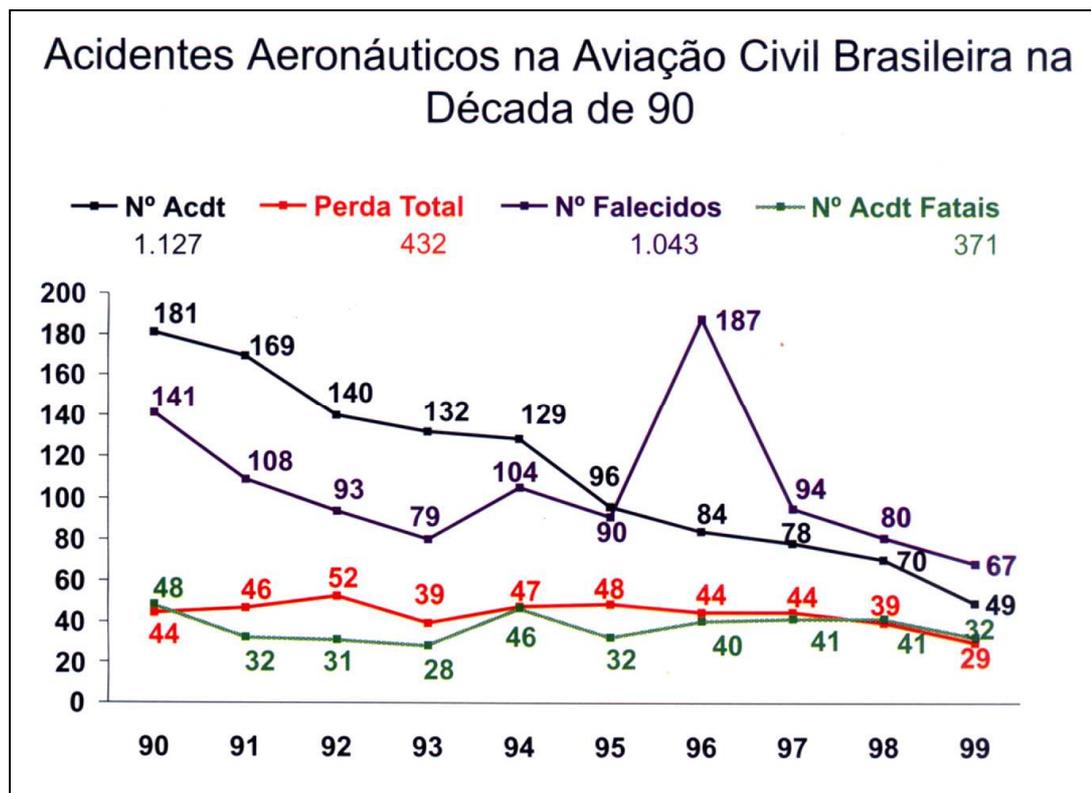
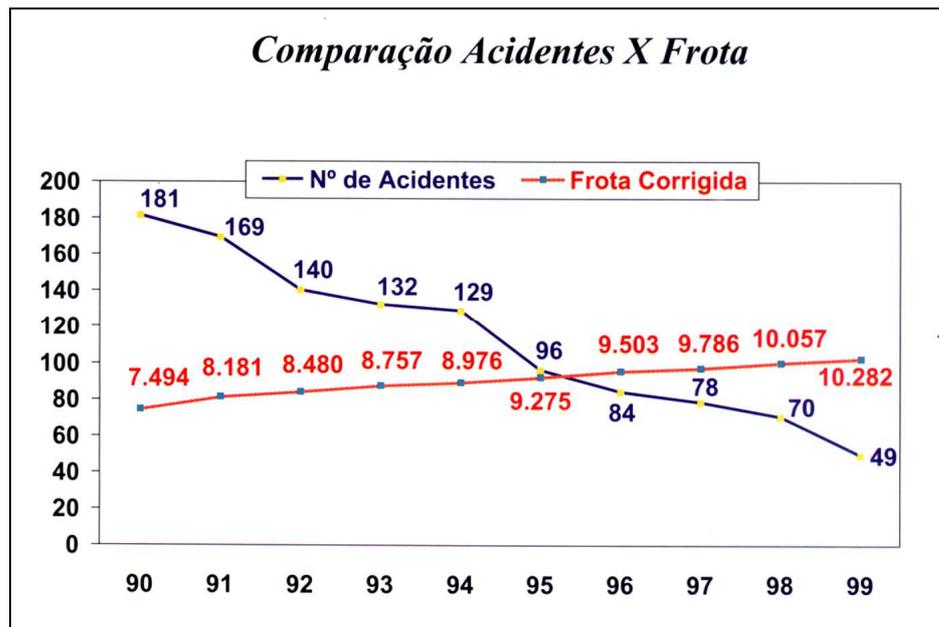
- ***Reta final longa:*** Trajetória de vôo no sentido do pouso e no prolongamento do eixo da pista, quando a aeronave inicia o segmento de aproximação final, a uma distância superior a 7 km (4NM) do ponto de toque ou, quando a aeronave, numa aproximação direta, estiver a 15 km (8NM) do ponto de toque.
- ***Serviço de controle de aeródromo:*** Serviço de controle de tráfego aéreo para o tráfego de aeródromo.
- ***Serviço de controle de aproximação:*** Serviço de controle de tráfego aéreo para a chegada de vôos controlados.
- ***Serviço de controle de área:*** Serviço de controle de tráfego aéreo para os vôos controlados em áreas de controle.
- ***Teto:*** Altura, acima do solo ou água, da base da mais baixa camada de nuvens, abaixo de 6000 m (20.000 pés) que cobre mais da metade do céu.
- ***Torre de controle de aeródromo:*** Órgão estabelecido para proporcionar serviço de controle de tráfego aéreo ao tráfego do aeródromo.
- ***Tráfego aéreo:*** Todas as aeronaves em vôo ou operando na área de manobras de um aeródromo.
- ***Tráfego de aeródromo:*** Todo o tráfego na área de manobras de um aeródromo e todas as aeronaves em vôo nas imediações do mesmo.
- ***Trajétoria de planeio:*** Perfil de descida determinado para orientação vertical durante uma aproximação final.
- ***Visibilidade:*** Capacidade de se avistar e identificar, de dia, objetos proeminentes não iluminados e, à noite, objetos proeminentes iluminados, de acordo com condições atmosféricas e expressa em unidades de distância.
- ***Visibilidade em vôo:*** Visibilidade à frente da cabine de pilotagem de uma aeronave em vôo.
- ***Visibilidade no solo:*** Visibilidade em um aeródromo indicada por um observador credenciado.
- ***Vôo IFR:*** Vôo efetuado de acordo com as regras de vôo por instrumentos.
- ***Vôo VFR:*** Vôo efetuado de acordo com as regras de vôo visual.

- **Vôo VFR especial:** Vôo VFR, autorizado pelo controle de tráfego aéreo, realizado dentro de uma área de controle terminal ou zona de controle sob condições meteorológicas às VMC.

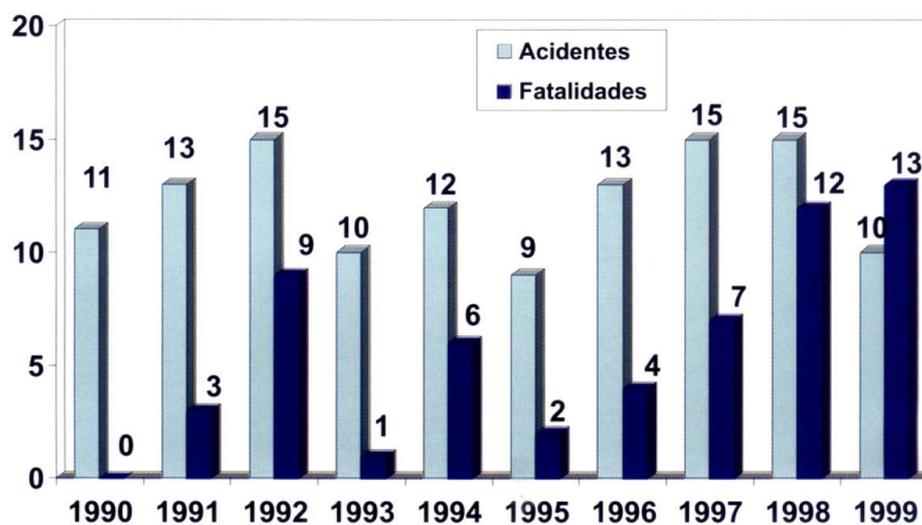
ANEXO 02

Estatísticas do DAC





Acidentes com Helicópteros Civis na década de 90



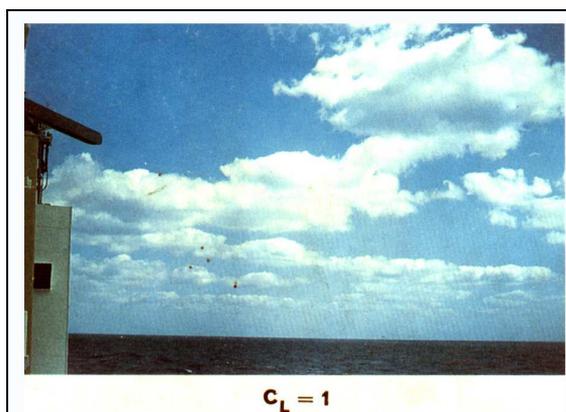
ANEXO 03

Escala “Beaufort”

ESCALA	TERMO DESCRITIVO	VELOCIDADE	ESPECIFICAÇÃO EM TERRA
	TERRA	NÓS	TERRA
0	<i>Calmo</i>	0-1	<i>Calmo</i> : a fumaça se eleva verticalmente.
1	<i>Viração</i>	1-3	A direção do vento é indicada pelo desvio da fumaça, mas não pelos cata-ventos.
2	<i>Brisa leve</i>	4-6	Sente-se o vento nas faces, as folhas das árvores são levemente agitadas; os cata-ventos comuns são acionados.
3	<i>Brisa débil</i>	7-10	As folhas e os pequenos arbustos ficam em agitação contínua, as bandeiras leves começam a se estender.
4	<i>Brisa moderada</i>	11-16	Movem-se os pequenos galhos das árvores, poeira e pedaços de papel são levantados.

5	<i>Brisa fresca</i>	17-21	As árvores pequenas em folhagem começam a oscilar. Aparecem pequenas vagas com cristas na superfície dos rios e lagos.
6	<i>Brisa forte</i>	22-27	Galhos maiores das árvores são agitados. Ouve-se o assobio produzido pelo vento. Ao passar pelo fio telegráfico, torna-se difícil usar guarda-chuva.
7	<i>Vento forte</i>	28-33	Os troncos das árvores oscilam; torna-se difícil andar contra o vento.
8	<i>Ventania</i>	34-40	Geralmente torna-se impossível andar contra o vento. Quebra-se os galhos das árvores.

ANEXO 4 – *Nuvens baixas*



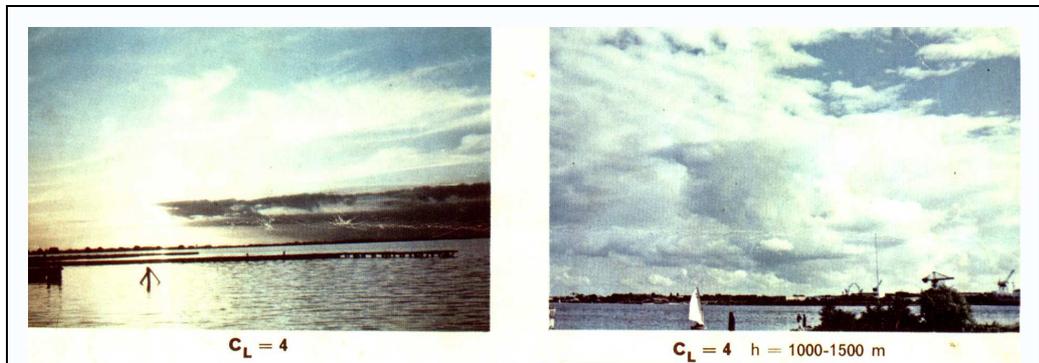
1. *Cumulus Humilis* ou *Fractocumulus* que não sejam de mau tempo.



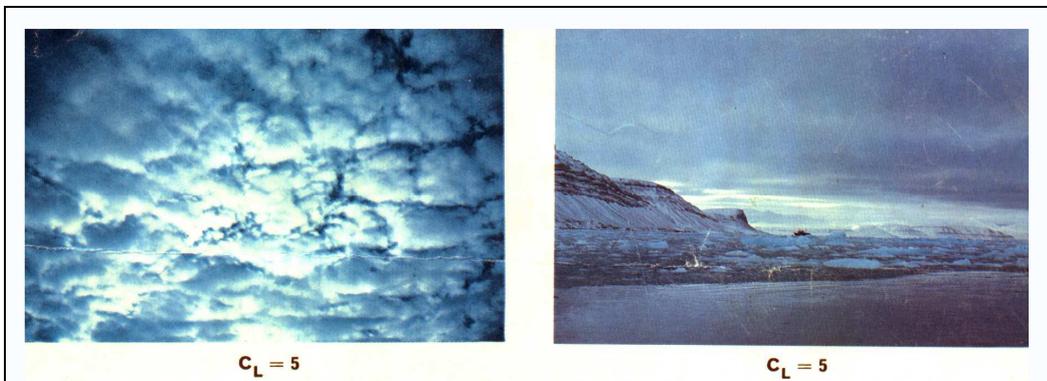
2. *Cumulus Mediocris* ou *Congestus*, acompanhado ou não de *Cumulus* das espécies *Fractus*, *Humilis* com ou sem *Stratocumulus*, todos com suas bases no mesmo.



3. *Cumulonimbus Calvus*, acompanhado ou não de *cumulus*, *Stratocumulus* ou *Stratus*.



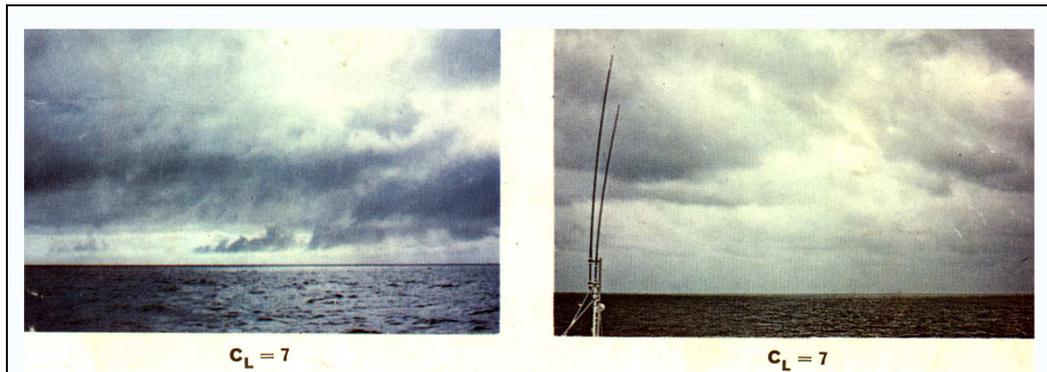
4. *Stratocumulus Cumulogenitus*.



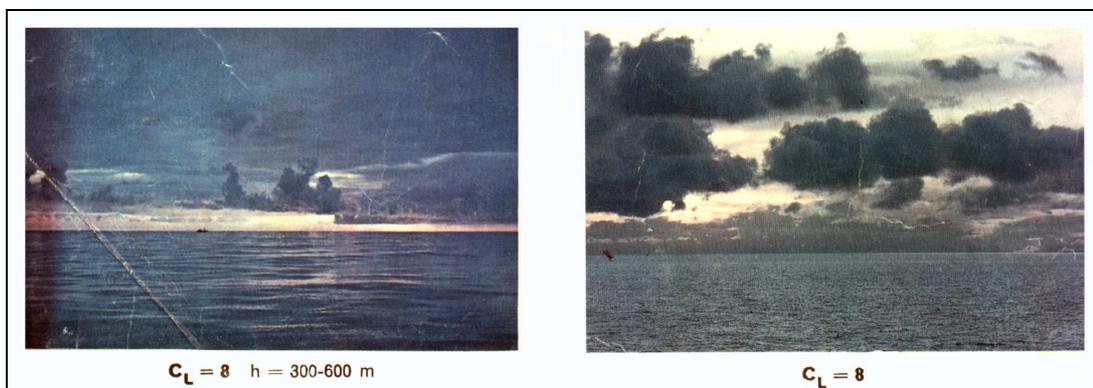
5. *Stratocumulus* que não sejam *Stratocumulus Cumulogenitus*.



6. *Stratus Nebulosus* ou *Fractostratus* que não sejam de mau tempo.



7. *Fractostratus* ou *Fractocumulus* de “mau tempo” ou ambos (*Pannus*), geralmente por baixo de *Altostratus* ou *Nimbostratus*



8. *Cumulus* e *Stratocumulus* que não sejam *Stratocumulus Cumulogenitus* com as bases em vários níveis.



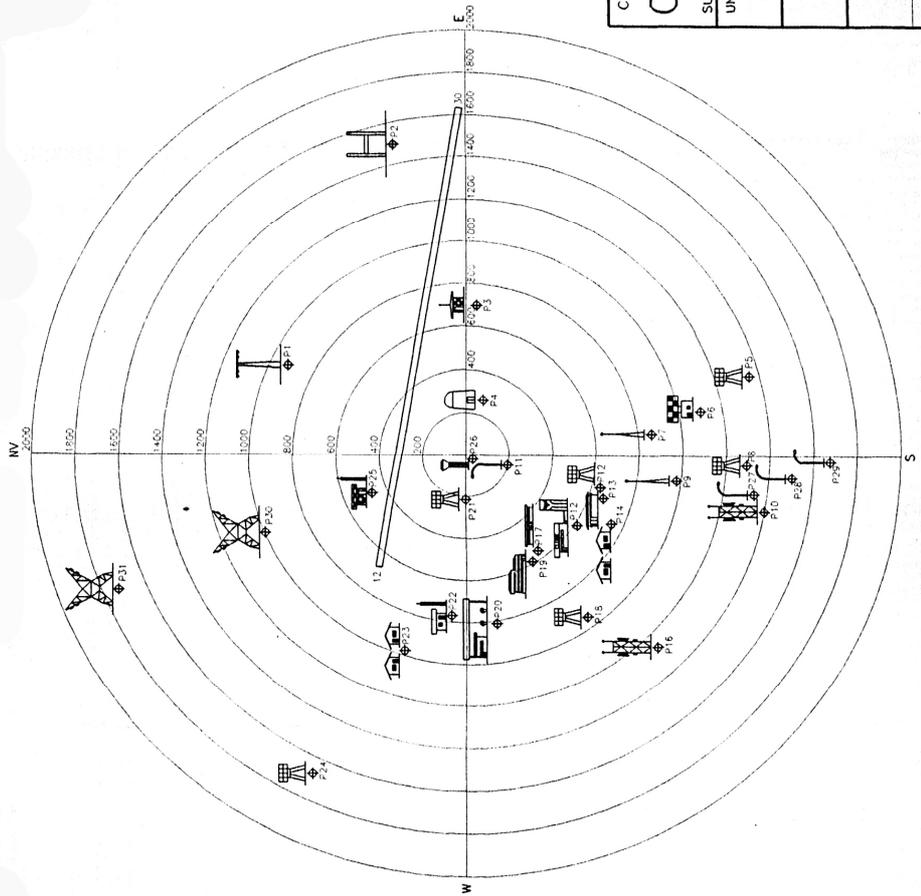
9. *Cumulonimbus Capillatus* (muitas vezes em forma de bigorna), acompanhada ou não de *Cumulonimbus Calvus*, *Cumulus*, *Stratocumulus*, *Stratus* ou *Pannus*.

ANEXO 06
Carta de Visibilidade para o Aeroporto

CARTA DE VISIBILIDADE DO AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES (MACEIÓ - AL)

LATITUDE: 09° 30' 44.08" S
LONGITUDE: 35° 47' 54.51" W

PORTO	DESCRICAO	PORTO	DESCRICAO
1	ROUTE FORMAO LITRA "T" DST = 818,00 m AZIM = 067,4108°	17	TORRE DE TELECOMUNICACOES DST = 1268,9 m AZIM = 226,1137°
2	ROUTE FORMAO LITRA "W" DST = 671 m AZIM = 07,7258°	18	CAPA D'AGUA MARZELA DST = 167,00 m AZIM = 234,4015°
3	OPR DST = 117,00 m AZIM = 094,2559°	19	AEROLANC DA AERONAUTICA DST = 591,77 m AZIM = 235,0531°
4	OBSERVATORIO (SINCRONOS) DST = 1711,2 m AZIM = 07,7258°	20	POSTE CILINDRICO DST = 125,00 m AZIM = 226,1137°
5	CAMP. UZ/72723 DST = 6,23 m AZIM = 184,4207°	21	CAPA D'AGUA "W" DST = 157,00 m AZIM = 234,4015°
6	PIQUET DST = 118,50 m AZIM = 110,36 m DST = 1100,36 m AZIM = 189,1259°	22	ALTOZINCO DST = 18,50 m AZIM = 72,16 m
7	TORRE DE RADIOFRANQUISSAO DST = 861,17 m AZIM = 184,4207°	23	RESERVA DE RESUMAS A 200 FT DST = 72,00 m AZIM = 184,4207°
8	CAPA D'AGUA COR BRANCA DST = 75,50 m AZIM = 184,4207°	24	CAPA D'AGUA COR BRANCA DST = 182,50 m AZIM = 234,4015°
9	TORRE DE RADIOFRANQUISSAO DST = 1772,3 m AZIM = 189,1259°	25	ALTOZINCO DST = 18,50 m AZIM = 72,16 m
10	TORRE DE TELECOMUNICACOES DST = 1582,2 m AZIM = 11,50 m	26	POSTE CILINDRICO DST = 125,00 m AZIM = 226,1137°
11	POSTE CILINDRICO (ACESSO DR)	27	POSTE CILINDRICO (18°11'14") DST = 119,40 m AZIM = 184,4207°
12	CAPA D'AGUA C/ BALIZAMENTO DST = 628,3 m AZIM = 192,1155°	28	ALTOZINCO (18°11'14") DST = 125,00 m AZIM = 184,4207°
13	ALTOZINCO DST = 18,50 m AZIM = 72,16 m	29	POSTE CILINDRICO (18°11'14") DST = 119,40 m AZIM = 184,4207°
14	VIA DOS SARGENTOS DST = 14,50 m AZIM = 208,0500°	30	POSTE CILINDRICO (18°11'14") DST = 119,40 m AZIM = 184,4207°
15	CLUBE DA AERONAUTICA DST = 811,26 m AZIM = 219,2508°	31	ALTOZINCO (18°11'14") DST = 125,00 m AZIM = 184,4207°

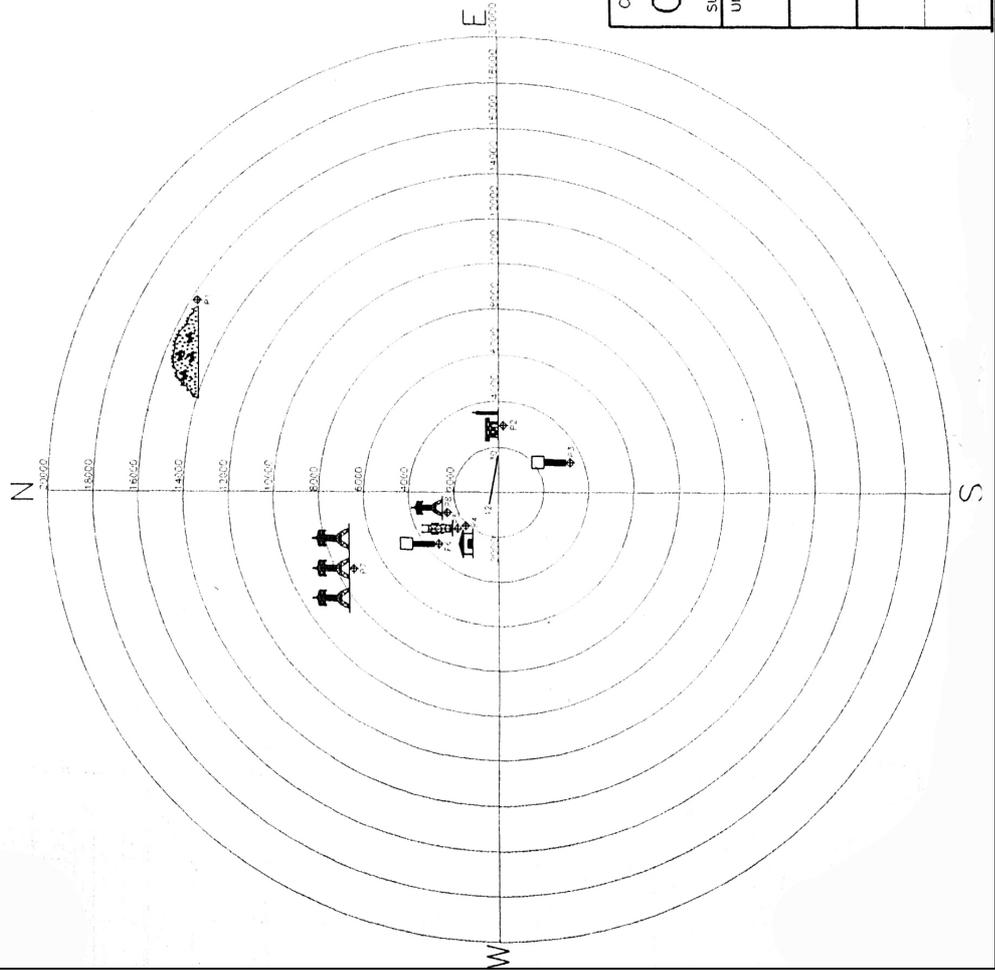


OBS.: OS DADOS CONSTANTES NESTA TABELA FORAM CALCULADOS EM
RELAÇÃO AO PONTO CENTRAL (ABRIGO METEOROLÓGICO).
COTA DE ALTITUDE DO PONTO CENTRAL = 116,38m.

COMANDO DA AERONAUTICA		CINDACTA III		CINDACTA III	
SUBMISSÃO DE INFRA-ESTRUTURA		CARTA DE VISIBILIDADE DO		AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES	
(MACEIÓ - AL)					
UNIDADE	DATA	ESCALA	VISTO:	CONFERIDO:	CREA:
(m)	8-02/02	1/20.000	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	CREA
SUBSTITUI A:			PROJETO: Luiz C. Santos Filho Cap. Esp. Inf. P. 1985/0001		
FCM SUBSTITUIDO POR:			DESENHO: 25 SUE - T. 102/02		
			MUNICÍPIO: MACEIÓ		
			DATA: 02/02/02		
			DESCRIÇÃO:		

LATITUDE: 09° 30' 44.08" S
 LONGITUDE: 35° 47' 54.51" W

CARTA DE VISIBILIDADE DO AEROPORTO ZUMBI DOS PALMARES (MACEIÓ - AL)



PONTO	DESCRIÇÃO
P1	MORRO ARBORIZADO (FRONTAL) ALT = 173,10m DIST = 15747,57m AZMG = 032°32'24"
P2	LOCALIZER ALT = 2,14m DIST = 2346,69m AZMG = 094°17'12"
P3	TORRE DA TELEMAR (CONCRETO) ALT = 34,25m DIST = 3437,41m AZMG = 157°17'33"
P4	GALPÃO COM MASTROS ALT = 15,75m DIST = 2102,26m AZMG = 314°14'28"
P5	TORRE DE TELECOMUNICAÇÕES ALT = 36,15m DIST = 2449,75m AZMG = 318°20'06"
P6	TORRE DA TELEMAR (CONCRETO) ALT = 51,11m DIST = 3596,32m AZMG = 319°17'07"
P7	TORRES DE ALTA TENSÃO ALT = 45,87m DIST = 7269,16m AZMG = 332°28'58"
P8	POSTE DE ALTA TENSÃO ALT = 10,36m DIST = 2469,96m AZMG = 339°22'32"

OBS: OS DADOS CONSTANTES NESTA TABELA FORAM CALCULADOS EM
 RELAÇÃO AO PONTO CENTRAL (ABRIGO METEOROLÓGICO)
 COTA DE ALTITUDE DO PONTO CENTRAL = 116,36m.

COMANDO DA AERONÁUTICA		CINDACTA III	
SUBDIVISÃO DE INFRA-ESTRUTURA		CINDACTA III	
UNIDADE	DATA	ESCALA	
(m)	4/07/02	1/200.000	
VISTO:		CREA:	
CONFERIDO:		CREA:	
PROJETO:		CREA:	
DESENHO: 25.50E - FIALHO			
SUBSTITUI A:			
FOI SUBSTITUIDO POR:			
MODIFICAÇÃO		DATA	RESPONSÁVEL

ANEXO 07 -
Tabela de nascer e por do sol para o aeroporto de Maceió

		HORAS DO NASCER E PÔR-DO-SOL EM MACEIÓ (TMA 63-1 DE 01 DE JANEIRO DE 1961)											
		JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
01	0810 2043	0825 2049	0830 2041	0830 2025	0830 2010	0836 2005	0843 2010	0842 2017	0829 2018	0811 2015	0757 2016	0757 2016	
02	0810 2043	0825 2049	0830 2040	0830 2024	0830 2010	0836 2005	0843 2010	0842 2017	0828 2018	0810 2015	0757 2016	0757 2016	
03	0811 2044	0826 2049	0830 2040	0830 2024	0830 2009	0837 2005	0843 2011	0841 2017	0828 2018	0810 2015	0757 2017	0759 2028	
04	0811 2044	0826 2049	0830 2039	0830 2023	0831 2009	0837 2005	0843 2011	0841 2017	0827 2018	0809 2015	0756 2017	0758 2028	
05	0812 2044	0826 2048	0830 2039	0830 2023	0831 2009	0837 2005	0843 2011	0841 2017	0827 2018	0809 2015	0756 2017	0758 2029	
06	0812 2044	0826 2048	0830 2038	0830 2022	0831 2008	0837 2005	0843 2011	0840 2017	0826 2017	0808 2015	0756 2017	0758 2029	
07	0813 2045	0827 2048	0831 2038	0830 2021	0831 2008	0838 2006	0844 2012	0840 2018	0825 2017	0808 2015	0756 2018	0759 2030	
08	0813 2045	0827 2048	0831 2037	0830 2021	0831 2008	0838 2006	0844 2012	0840 2018	0825 2017	0807 2015	0756 2018	0759 2030	
09	0814 2045	0827 2047	0831 2037	0830 2020	0832 2008	0838 2006	0844 2012	0840 2018	0824 2017	0807 2015	0755 2018	0759 2031	
10	0814 2045	0828 2047	0831 2036	0830 2020	0832 2007	0839 2006	0844 2013	0839 2018	0824 2017	0806 2015	0755 2019	0800 2031	
11	0815 2046	0828 2047	0831 2036	0830 2019	0832 2007	0839 2006	0844 2013	0839 2018	0823 2017	0806 2015	0755 2019	0800 2032	
12	0815 2046	0828 2047	0831 2035	0830 2019	0832 2007	0839 2006	0844 2013	0839 2018	0822 2017	0805 2015	0755 2020	0800 2032	
13	0816 2046	0828 2046	0831 2035	0830 2018	0832 2007	0839 2006	0844 2013	0838 2018	0822 2017	0805 2015	0755 2020	0801 2033	
14	0816 2047	0829 2046	0831 2034	0830 2018	0833 2007	0840 2007	0844 2014	0838 2018	0821 2017	0804 2015	0755 2020	0801 2033	
15	0817 2047	0829 2046	0831 2034	0830 2017	0833 2007	0840 2007	0844 2014	0837 2018	0821 2017	0804 2015	0755 2021	0802 2034	
16	0817 2047	0829 2045	0831 2033	0830 2017	0833 2006	0840 2007	0844 2014	0837 2018	0820 2016	0803 2015	0755 2021	0802 2034	
17	0818 2047	0829 2045	0831 2033	0830 2016	0833 2006	0840 2007	0844 2014	0837 2018	0819 2016	0803 2015	0755 2021	0802 2035	
18	0818 2047	0829 2045	0831 2032	0830 2016	0833 2006	0840 2007	0844 2014	0837 2018	0819 2016	0802 2015	0755 2022	0803 2035	
19	0819 2048	0830 2045	0831 2032	0830 2015	0833 2006	0841 2008	0844 2015	0836 2018	0819 2016	0802 2015	0755 2022	0803 2036	
20	0819 2048	0830 2044	0831 2031	0830 2015	0834 2006	0841 2008	0844 2015	0836 2018	0818 2016	0802 2015	0755 2022	0803 2036	
21	0820 2048	0830 2044	0831 2031	0830 2014	0834 2006	0841 2008	0844 2015	0835 2018	0818 2016	0801 2015	0755 2023	0804 2036	
22	0820 2048	0830 2044	0831 2031	0830 2014	0834 2006	0841 2008	0844 2015	0835 2018	0817 2016	0801 2015	0755 2023	0804 2036	
23	0821 2048	0830 2043	0831 2030	0830 2013	0834 2006	0841 2008	0844 2015	0834 2018	0816 2016	0801 2015	0755 2023	0805 2036	
24	0821 2048	0830 2043	0831 2029	0830 2013	0835 2005	0841 2008	0844 2015	0834 2018	0816 2016	0800 2015	0755 2024	0805 2036	
25	0822 2048	0830 2042	0831 2029	0830 2012	0835 2006	0842 2009	0843 2015	0833 2018	0815 2016	0800 2015	0756 2024	0806 2039	
26	0822 2048	0830 2042	0831 2028	0830 2012	0835 2006	0842 2009	0843 2016	0833 2018	0815 2016	0800 2015	0756 2025	0806 2039	
27	0823 2049	0830 2042	0830 2028	0830 2012	0835 2005	0842 2009	0843 2016	0832 2018	0814 2015	0759 2015	0756 2025	0807 2040	
28	0823 2049	0830 2041	0830 2027	0830 2011	0835 2005	0842 2009	0843 2016	0832 2018	0813 2015	0759 2016	0756 2025	0807 2040	
29	0824 2049		0830 2027	0830 2011	0835 2005	0842 2009	0843 2016	0831 2018	0813 2015	0758 2016	0756 2026	0808 2041	
30	0824 2049		0830 2026	0830 2010	0835 2005	0843 2010	0843 2016	0831 2018	0812 2015	0758 2016	0757 2026	0808 2041	
31	0825 2049		0830 2026	0830 2010	0836 2005	0843 2010	0842 2017	0830 2018	0812 2015	0758 2016	0757 2027	0809 2042	