

ÍNDICE

6.1.3 - Aspectos Climáticos	1/35
6.1.3.1 - Aspectos da Circulação Atmosférica	2/35
6.1.3.2 - Caracterização Climatológica	10/35

6.1.3 - Aspectos Climáticos

A caracterização climatológica na área de instalação do Porto Sudeste é apresentada a partir das abordagens dinâmica e climatológica da atmosfera.

O primeiro enfoque retrata os principais mecanismos de circulação atmosférica que exercem influência nas condições de tempo local bem como a fenomenologia meteorológica característica, ambos, no entanto, considerando o refinamento de escala de análise até o mais próximo possível da localização do empreendimento, em Itaguaí no Estado do Rio de Janeiro.

O segundo enfoque considera as observações meteorológicas regionais realizadas em locais que possam ser considerados representativos da área do empreendimento, a partir das quais são descritos os comportamentos médios dos principais parâmetros climatológicos.

As avaliações da dinâmica atmosférica e da fenomenologia meteorológica característica na área do empreendimento, foram desenvolvidas com base em relatórios técnicos e pesquisas científicas abordando os referidos temas.

O clima representa uma média de longo-período das várias características de tempo, tais como temperatura e precipitação. A *Organização Meteorológica Mundial - OMM* usa a média de 30 anos para definir as *Normais Climatológicas* desses vários parâmetros. O clima determina como os recursos, tais como a água e a vegetação, estão distribuídos e até onde e como as pessoas vivem e trabalham. Muitos fatores, como a topografia, proximidade a grandes corpos d'água e latitude, afetam o clima particular de um local a longo-prazo. É importante observar que, por ser uma climatologia média de 30 anos, uma significativa variabilidade ano a ano pode acontecer. Por exemplo, um determinado local pode apresentar um inverno "seco" num determinado ano e "chuvoso" em outro.

As *Normais Climatológicas* são úteis para descrever a média do tempo de um determinado local. Várias medidas estatísticas são computadas a partir das *Normais*, incluindo medidas de tendência central, tais como a média ou mediana, de dispersão ou como se espalham os valores, tais como o desvio-padrão ou faixas de interquartis e a frequência de probabilidade de ocorrência.

A avaliação climatológica na área do empreendimento envolveu basicamente as Normais Climatológicas (Período: 1961-90) do Instituto Nacional de Meteorologia, considerando as estações meteorológicas situadas em Ilha Guaíba (Coordenadas geográficas: 23° 00'S e 44° 02' W; Altitude: 64,4 m) e em Ecologia Agrícola (Município: Seropédica - RJ; Coordenadas geográficas:

22° 48'S e 43° 41'W; Altitude: 33,0 m). Foram considerados os parâmetros: pressão atmosférica, temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade relativa, insolação, nebulosidade, precipitação e evaporação. As informações de ventos foram oriundas do aeroporto de Santa Cruz (Código ICAO: SBSC; Coordenadas geográficas: 22° 56'S e 43° 43'W. Altitude: 3 m), envolvendo o período 1981-89.

Complementarmente, são apresentadas algumas análises locais de parâmetros meteorológicos registrados pela Estação Meteorológica da MBR, no período 2001 - 2006, ressaltando o fato de terem sido consideradas apenas as informações que se mostraram consistentes, haja vista terem ocorrido falhas na operação da referida estação e/ou em alguns sensores ao longo desse período.

6.1.3.1 - Aspectos da Circulação Atmosférica

Para caracterizar a climatologia de uma região é importante que se tenha o conhecimento dos principais mecanismos de circulação atmosférica e de geração de tempo meteorológico na área onde se situa o empreendimento.

A escala planetária de um processo atmosférico envolve um nível temporal de poucos dias e dimensões físicas superiores a 1000 km. Nesta categoria, encontram-se incluídas a circulação geral da atmosfera, as correntes de jatos e as ondas de Rossby.

Na escala sinótica, podem ser destacadas as ondas baroclínicas, os ciclones, os anticiclones, as frentes frias e as massas de ar, visto que tais sistemas possuem dimensões de 100 a 1000 km e podem atuar por vários dias.

A micro-escala apresenta dimensões de até 1 metro, com duração de fenômenos da ordem de segundos a minutos, destacando-se basicamente os movimentos turbulentos locais.

A escala regional ou meso-escala pode ser caracterizada pelos fenômenos de magnitudes especiais e temporais intermediários entre as micro e macro escalas, com extensão que pode atingir até 100 km. São considerados fenômenos de meso-escala os sistemas convectivos organizados, os complexos convectivos e os sistemas de ventos locais.

Apresenta-se, a seguir, uma breve descrição dos sistemas meteorológicos que atuam na América do Sul, no Brasil e que influenciam nas condições atmosféricas no Estado do Rio de Janeiro e na área do empreendimento.

6.1.3.1.1 - Sistemas de Larga Escala

A configuração do escoamento médio na baixa atmosfera da América do Sul e oceanos circunvizinhos reflete os mecanismos da Circulação Geral da Atmosfera (CGA), notadamente pela presença de dois anticiclones quase-estacionários: do Atlântico Sul e do Pacífico Sul. Esses sistemas são co-responsáveis por parte das condições de tempo sobre o continente sul-americano, pois deles dependem os mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul e a geração de sistemas de meso-escala continentais.

A **Figura 6.1.3-1** e a **Figura 6.1.3-2** indicam os posicionamentos dos referidos sistemas nos meses de janeiro e julho, considerando-os representativos do verão e inverno, respectivamente. As figuras foram geradas a partir do “*NCEP Reanalysis Electronic Atlas - Climate Diagnostics Center - NOAA - United States of América*”, referente ao período 1968-96.

Um sistema de grande escala presente na América do Sul é o “*Anticiclone Subtropical do Pacífico Sul*” (ASPS). A circulação atmosférica na sua borda leste é induzida pela orientação da Cordilheira, cuja direção predominante é Sul-Norte, estabelecendo assim, um escoamento induzido de ar frio e seco, que associado à *corrente fria de Humboldt* determina uma condição de grande estabilidade atmosférica em baixos níveis.

Outro sistema que atua na América do Sul e diretamente no Brasil é o “*Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul*” (ASAS), também conhecido como “Alta de Santa Helena” ou “Alta de Ascension”, que apresenta no mês de janeiro seu centro posicionado próximo a 25°S/20°W. Atua na parte leste do continente sul-americano durante quase todo o ano, ocasionando, à exceção do oeste da Amazônia, ventos de este a nordeste. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema.

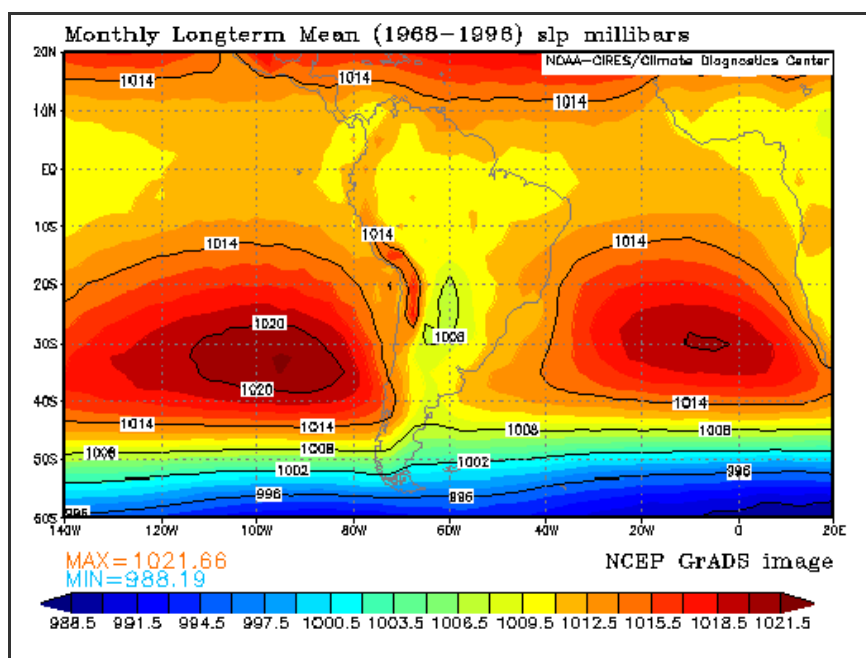
No inverno, o ASAS exerce uma maior penetrabilidade continental, influenciando os setores leste e central do Brasil equatorial. Os estados da Região Sudeste, também ficam sob seu domínio e em condições de maior estabilidade atmosférica.

O “*Anticiclone Continental (AC)*” constitui-se em outro sistema típico quase-estacionário, que atua no interior do continente sul-americano nos meses de verão.

A *Alta da Bolívia* (AB) ocupa, preferencialmente, a Região Centro-Oeste, de 10°S a 25°S e de 52°W a 72°W, com centro posicionado em torno de 17°S / 62°W. É gerada no verão a partir da liberação de calor latente pelo forte aquecimento convectivo da atmosfera sobre a Região do

Chaco, formando uma área de baixa pressão denominada “*Baixa do Chaco*”, que afeta diretamente o sul da Região Centro-Oeste e parte do Estado de São Paulo. No inverno, entretanto, a *baixa continental* posiciona-se no extremo noroeste do continente sul-americano.

No interior do continente, a presença da “*Baixa do Chaco*” gera uma extensa faixa de convergência com a circulação proveniente do ASAS, condicionando a ocorrência de convergência de umidade nos baixos níveis numa faixa orientada de noroeste para sudeste: a conhecida “*Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)*”. A ZCAS tem sido ultimamente apontada, como um dos principais sistemas formadores de precipitação, no verão, nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste.



Fonte: “NCEP Reanalysis Electronic Atlas - Climate Diagnostics Center - NOAA” - Estados Unidos - 2002.

Figura 6.1.3-1 - Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no verão

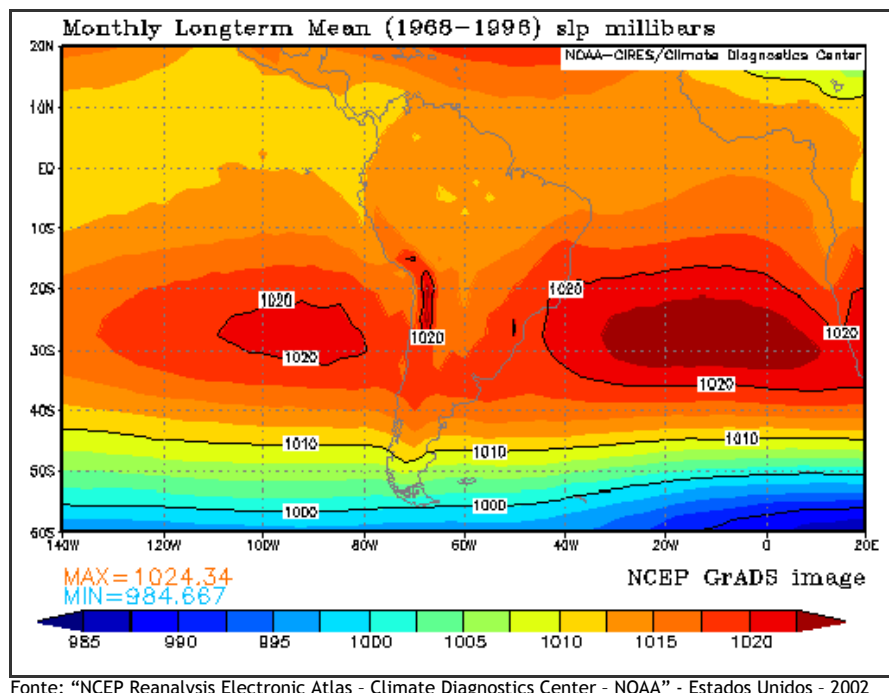


Figura 6.1.3-2 - Posicionamento dos sistemas de alta pressão do Pacífico Sul e do Atlântico Sul no inverno

As condições de tempo locais sofrem influências das perturbações ondulatórias, que migram e modificam-se enquanto induzidas pela circulação atmosférica dominante. Tais sistemas, como as frentes frias, são gerados na zona depressionária de latitudes médias e caracterizam-se por movimentos no sentido Pólo-Equador, embora também, existam forças de componente oeste-leste que promovem uma trajetória final predominante sudoeste-nordeste, com pequenas variações sazonais em torno dessa trajetória. No verão, as frentes frias deslocam-se, predominantemente, de sul-sudoeste para Norte-Nordeste, enquanto no inverno seus deslocamentos tendem a ser de oeste-sudoeste para leste-nordeste. As condições de tempo associadas à esses sistemas apresentam, normalmente, nuvens cumuliformes, com precipitações nas suas bandas frontais.

As “*frentes quentes (FQ)*”, assim como as chamadas “*linhas de instabilidade*”, ocorrem preferencialmente nas latitudes tropicais, embora essas regiões estejam principalmente sujeitas aos mecanismos convectivos, tendo nas nuvens cumuliformes, seus principais agentes potenciais de ocorrência de “*tempo meteorológico*”. No caso das frentes quentes, o ar quente é que substitui o ar frio na superfície e o movimento é do Equador para os pólos, no sentido noroeste-sudeste.

Na situação em que a massa de ar frio não consegue avançar sobre a massa de ar quente, surge a denominada “*Frente Estacionária (FE)*”. A precipitação associada a este sistema é geralmente fraca e de origem estratiforme. Durante o verão, a nebulosidade frontal que chega ao sul do país associa-se à nebulosidade da *Baixa do Chaco*, intensificando-se. Nessa época do ano, os sistemas frontais podem se manter “semi-estacionados” no litoral da Região Sudeste devido à presença de vórtices ciclônicos em altos níveis na Região Nordeste. A permanência dos sistemas frontais sobre essa região, organiza a convecção tropical nas Regiões Central e Norte do Brasil e caracteriza a formação da “*Zona de Convergência do Atlântico Sul*” (ZCAS).

Os “*ciclones extra-tropicais (CE)*” são áreas de baixas pressões, típicas de latitudes médias, apresentando circulação ciclônica com ventos intensos e grande índice pluviométrico. São mais comuns no inverno, embora comecem a aparecer no outono e, ainda, sejam encontrados na primavera. É um sistema de escala sinótica, cujo deslocamento predominante se dá de sudoeste (para nordeste) e de oeste (para leste) no Hemisfério Sul.

Os sistemas frontais atuam durante todo o ano sobre a América do Sul, com maior frequência nas latitudes mais altas e menor frequência nas latitudes mais baixas, sendo um dos maiores causadores de distúrbios meteorológicos sobre o Brasil. A interação entre a convecção tropical e um sistema frontal ocorre, mais frequentemente, quando este último encontra-se na faixa latitudinal entre 20°S e 35°S.

Um “*Anticiclone Polar*” constitui-se numa massa de ar frio que tem origem no continente Antártico (para o Hemisfério Sul) ou Ártico (para o Hemisfério Norte). No Hemisfério Sul, apresenta circulação anti-horária, com ventos divergentes à superfície orientados para a zona depressiónaria subantártica.

O “*Anticiclone Polar Migratório*” (APM) é caracterizado por ser uma extensa área de alta pressão, constituída de ar muito frio, denso e seco. O APM não é estacionário e tampouco retrocede a sua posição de origem. Tal sistema, depois de formado, pode invadir com rapidez o continente sul-americano. Apresenta um alto grau de estabilidade em sua porção central devido à subsidência, proporcionando condições de céu claro e boa visibilidade. À medida que se desloca para latitudes mais baixas, um APM absorve calor e umidade da superfície do mar, relativamente mais quente, mudando gradativamente suas características iniciais e se tornando cada vez mais instável de acordo com sua trajetória. Por outro lado, durante o inverno, pode-se notar, com mais nitidez, o contraste térmico entre as massas de ar tropical e polar, separadas pela zona frontal no interior do continente. A passagem de intensas massas polares migratórias

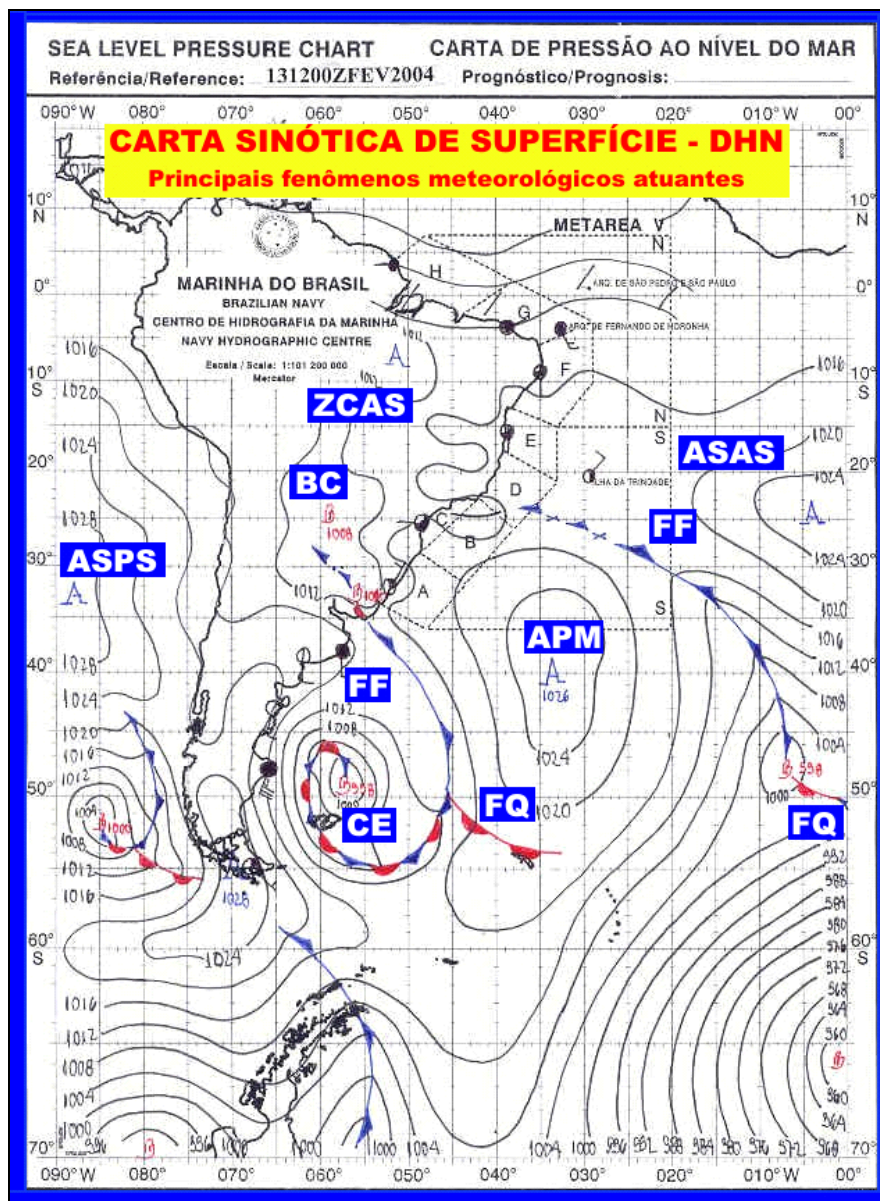
no inverno pelo Sul e Centro-Oeste do Brasil pode causar geadas nessas regiões, principalmente, nas localidades situadas a grandes elevações e em fundos de vales.

Durante o inverno, um “APM” apresenta-se mais freqüente e intenso e com dimensões superiores do que apresenta normalmente no verão, outono e primavera. Ao atingir o continente, um APM sofre grandes efeitos de atrito, face à topografia acidentada da superfície, sujeitando-se a freqüentes bloqueios em seu deslocamento, enfraquecendo ou dissipando-se ao entrar em contato com a convergência da *baixa continental* (Baixa do Chaco) ou com o ASAS.

No verão, as frentes frias podem permanecer quase-estacionárias no Sudeste do Brasil em função do chamado “*bloqueio atmosférico*”. Como consequência, células convectivas de grandes dimensões verticais passam a se organizar em faixas entre 15°S/20°S e 40°W/50°W, ocasionando prolongadas precipitações de caráter intenso.

Deve-se enfatizar, ainda, que a frente polar quando em caráter quase-estacionário, pode apresentar uma condição peculiar pós-frontal, como a ocorrência de precipitações de caráter leve e contínuo, associada a uma nebulosidade estratiforme. Nessa situação prevalece uma “*circulação marítima*”, com ventos predominantemente soprando do oceano para o continente nas Regiões Sul e Sudeste.

A **Figura 6.1.3-3** mostra uma Carta Sinótica de Superfície, com as ilustrações dos principais fenômenos meteorológicos atuantes no Brasil e na América do Sul.



Fonte: DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação - Ministério da Marinha.

Figura 6.1.3-3 - Carta Sinótica ilustrativa de 12:00Z (horário do Meridiano de Greenwich) do dia 13/02/2004, com indicações dos principais sistemas meteorológicos

6.1.3.1.2 - Sistemas de Escala Regional

A Região Sudeste também está submetida aos chamados “Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCME) ou de “Escala Regional”, que são definidos como “qualquer agrupamento de nuvens convectivas com forma linear ou circular e que, em algum estágio do ciclo de vida, contenha

núcleos convectivos nas regiões adjacentes originárias ou não desses núcleos” No espectro dos SCME destacam-se as “Linhas de Instabilidade Tropicais”, os “Complexos Convectivos de Mesoescala” (CCME) e os sistemas de brisas.

As “*Linhas-de-Instabilidade Tropicais*” (LIT) são depressões barométricas, na forma de linhas organizadas em pequenas dorsais, associadas aos sistemas de alta pressão originários do interior do continente, em especial nos meridianos de 45° a 40°W, sendo muito freqüentes durante o verão e raras durante o inverno.

A Região Sudeste apresenta um clima bastante diversificado devido a vários fatores, como: a posição latitudinal e longitudinal, a topografia e as influências de ordem dinâmica, por exemplo, a predominância de frentes frias. A Região Sudeste apresenta-se como unidade climatológica, por ser uma zona de equilíbrio dinâmico entre as correntes perturbadas de altas tropicais e altas polares. Disto decorre a característica de transição na climatologia regional do Sudeste. A formação e existência das LITs coincidem com a grande disponibilidade de umidade na Amazônia. Esta umidade, em função do giro anticiclônico dos ventos sobre o território brasileiro e, também, em função da barreira formada pela Cordilheira Andina é transportada, predominantemente, para sudeste.

Os “*Complexos Convectivos de Mesoescala*” (CCM) constituem-se em conjuntos de nuvens cumulonimbos, cobertos por densa camada de cirrus, que podem ser facilmente identificados em imagens de satélites como sendo sistemas de nuvens aproximadamente circulares, e com um crescimento explosivo num intervalo de tempo de 6 a 12 horas. Durante o verão, tais sistemas surgem, preferencialmente, nas regiões serranas da Região Sudeste. A trajetória de um CCM tem geralmente início a leste dos Andes, aproximadamente a 25°S, e sobre os vales dos rios Paraná e Paraguai.

As brisas marítimas podem atingir algumas dezenas de quilômetros continente adentro, transportando umidade de modo eficiente no sentido oceano-continente.

Além dos mecanismos apontados acima, o regime de precipitação interanual em grande parte do Brasil é influenciado pelo mecanismo conjunto El Niño/Oscilação do Sul, denominado por ENSO (*El Niño-Southern Oscillation*).

6.1.3.2 - Caracterização Climatológica

O Brasil apresenta uma grande diversidade climática refletida, principalmente, nos regimes de precipitação e temperatura. De Norte a Sul constata-se a existência de uma grande variedade de climas com distintas características regionais. Na Região Norte do país verifica-se o domínio de um clima equatorial chuvoso, sem estação seca. A Região Sul sofre mais influência dos sistemas de latitudes médias, tendo os sistemas frontais como os principais agentes de chuvas durante o ano. A Região Nordeste apresenta uma estação chuvosa de curta-duração e com baixos índices pluviométricos, restritos às áreas mais próximas ao litoral. As Regiões Centro-Oeste e Sudeste sofrem influência tanto de sistemas tropicais como daqueles oriundos de latitudes médias, apresentando uma estação menos chuvosa no inverno e uma estação mais chuvosa no verão.

6.1.3.2.1 - Caracterização Climatológica da Região Sudeste

a) Classificação de Köppen

De acordo com Köppen, a Região Sudeste apresenta os seguintes tipos climáticos:

- ▶ **Aw:** Tropical Úmido com chuvas no verão ou outono, temperaturas elevadas e inverno seco
- Abrange parte do litoral e Norte/Noroeste do Rio de Janeiro, litoral capixaba, oeste paulista e parte de Minas Gerais;
- ▶ **Cwa:** Tropical de altitude com chuvas de verão, temperaturas moderadas e verões quentes
- Abrange grande parte de São Paulo, centro sul de Minas Gerais, e Região Serrana do Rio e Espírito Santo;
- ▶ **Cwb:** Tropical de altitude com chuvas de verão, invernos frios e verões brandos - Abrange os pontos mais elevados da Serra da Mantiqueira (sudeste mineiro e nordeste paulista);
- ▶ **Cfa:** Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes - Abrange a parte sul de São Paulo e Rio de Janeiro;
- ▶ **Cfb:** Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões brandos - Abrange parte de São Paulo.

b) Características Gerais

A Região Sudeste (SE) apresenta uma alta variedade climática, em função de sua posição latitudinal, da topografia bastante acidentada e da influência dos sistemas permanentes e semi-permanentes, sistemas ondulatórios e sistemas de escala regional ou meso-escala.

O relevo da Região Sudeste apresenta elevações, ondulações e é escarpado. A presença das montanhas contribui para a formação de um clima predominantemente tropical, mas com mudanças sazonais significativas.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE e Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, as médias anuais de temperatura na Região Sudeste oscilam entre 19 e 28 °C, exceto na zona subtropical, onde os valores variam de 17 a 19 °C, e nas serras, onde os valores oscilam entre 15 e 20 °C. Já nos trechos litorâneos, as temperaturas médias anuais variam entre 21 e 24 °C.

No verão, devido a maior intensidade e duração do brilho, as temperaturas médias, variam de 21 a 27 °C, com maiores valores nos estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo, oeste paulista e parte leste de Minas Gerais, principalmente onde as máximas médias apresentam valores de 33 a 36 °C. Contudo, no inverno, os números caem para o intervalo de 12 a 21 °C. Neste caso, cabe destacar as baixas temperaturas nas cidades de Campos do Jordão e Itatiaia, as quais contribuem para uma diminuição destes valores médios, principalmente no inverno onde as mínimas médias oscilam entre 6 e 9 °C.

A distribuição pluviométrica da Região Sudeste é bastante heterogênea, uma vez que, para as regiões de clima tropical úmido são esperadas precipitações anuais inferiores a 2.000 mm anuais, com duas estações bem definidas, a seca e a chuvosa, esta última no verão, refletindo a maior influência da massa equatorial continental e as peculiaridades orográficas. Nas porções tropicais de altitude, a média pluviométrica é de aproximadamente 1.500 mm anuais, enquanto nos trechos subtropicais variam entre 1.250 e 2.000 mm. Nas Zonas Litorâneas e escarpas da Serra do Mar, a influência do ASAS induz a uma redução dos valores de precipitação, cuja distribuição torna-se mais regular do que nas serras.

A precipitação anual varia de 900 a 2.000 mm/ano, sendo as regiões no entorno das divisas dos Estados de São Paulo e Minas Gerais e litoral paulista, aquelas onde são registrados os maiores valores de precipitação em um ano, especialmente no verão, variando de 240 a 320 mm no mês de janeiro. O norte de Minas Gerais começa a sofrer a influência do clima semi-árido da Região Nordeste e apresenta os menores índices pluviométricos do Sudeste.

6.1.3.2.2 - Caracterização Climatológica do Estado do Rio de Janeiro

Evidencia-se uma marcante diversidade climatológica no Estado do Rio de Janeiro, sobretudo quando se considera a grande dimensão de seu território. Não somente as temperaturas médias são fortemente influenciadas pela associação relevo-altitude, mas também, o regime e a distribuição dos totais pluviométricos são notoriamente modificados, segundo a posição do local, se a barlavento ou a sotavento dos ventos úmidos carregados pelas circulações de brisas marítimas na maior parte do ano.

A diversidade climatológica fluminense decorre da combinação de uma série de fatores locais e atmosféricos. De certo, a interferência da topografia acidentada e compartimentada do Estado é marcante. Escarpas de blocos falhados separam superfícies altas e montanhosas que mergulham para o interior, de outras planas a suavemente onduladas, que se espraiam desde o município do Rio de Janeiro até o Norte Fluminense, constituindo as baixadas litorâneas. A associação relevo-altitude-maritimidade é responsável pelo aumento da turbulência do ar, podendo induzir a formações *convectivas* com conseqüentes chuvas orográficas nas cotas mais elevadas da Serra do Mar e da Mantiqueira.

Além dos fatores estáticos que influenciam as características do clima no Estado do Rio de Janeiro – latitude, relevo, altitude e maritimidade, deve-se ressaltar o fato de seu território encontrar-se submetido a ventos de Leste e Nordeste, que sopram da borda oeste do *Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul*, na maior parte do ano. Tal sistema, ainda é responsável pela manutenção das temperaturas médias em patamares mais ou menos elevados, altos níveis de umidade relativa e “tempo bom” – geralmente associado à céu claro, de cor azul, livre de nebulosidade e ausência de qualquer hidrometeoro.

6.1.3.2.3 - Caracterização Climatológica na Área do Empreendimento

Os parâmetros considerados para a caracterização climatológica da região onde se insere o empreendimento foram os seguintes: pressão atmosférica, temperatura do ar, umidade relativa do ar, insolação, nebulosidade, precipitação pluviométrica, evaporação e vento (direção e velocidade), visualizados em termos de médias e/ou totais mensais.

a) Pressão Atmosférica

O parâmetro “*pressão atmosférica*” reflete a presença dos sistemas de pressão resultantes da circulação geral atmosférica, ou por vezes, de meso-escala, que atuam de uma forma abrangente sobre a região de interesse.

Além das variações sazonais, a *pressão atmosférica* apresenta uma variação diária – denominada “*maré barométrica*”, onde surgem dois máximos e dois mínimos relativos. A presença de sistemas organizados de nuvens cumuliformes do tipo cumulonimbus (Cb), resultantes de perturbações locais ou transientes, exerce um efeito significativo nas variações dos valores de *pressão atmosférica* à superfície, reduzindo-os acentuadamente enquanto tais sistemas estiverem atuando.

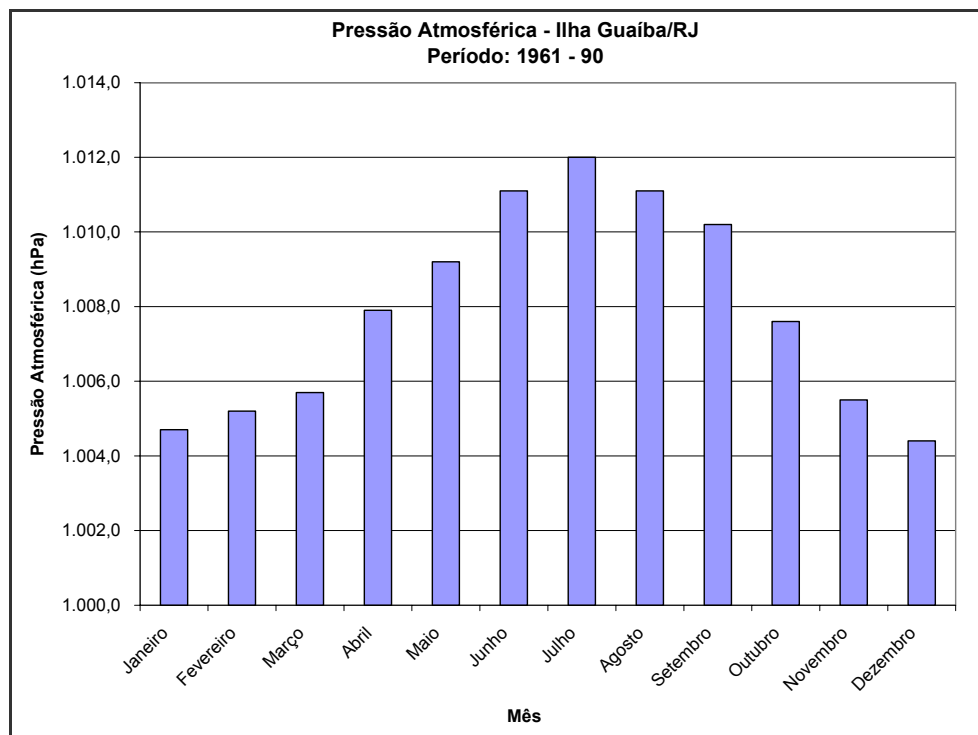
Normalmente, a pressão atmosférica é reduzida ao nível do mar para eliminar os efeitos de altitude e torná-la comparável espacialmente, bem como para permitir a identificação das configurações dos sistemas atmosféricos.

Sazonalmente, os valores de pressão atmosférica são maiores no inverno que no verão, graças à interação de diversos fatores, como os astronômicos, as maiores intensidades das massas polares migratória, entre outros. No verão, o mais intenso aquecimento solar à superfície cria forças de flutuação que induzem a movimentos verticais ascendentes, com ou sem a formação de nuvens, reduzindo, portanto, os valores da pressão atmosférica à superfície.

A variabilidade mensal média da pressão atmosférica é apresentada na **Figura 6.1.3-4**, onde se percebe um máximo de 1012 hPa em julho e um mínimo de 1004,4 hPa em dezembro. Dessa forma, configura-se uma amplitude anual média de 7,6 hPa. A pressão atmosférica média anual é de 1007,9 hPa.

Numa visão transiente, o domínio de massas de ar polar migratórias de inverno na área do empreendimento, pode levar a elevados valores de pressões atmosféricas, superiores a 1020 hPa, o que significa a presença de ar muito frio na região. Por outro lado, no verão, a formação de áreas de convergência atmosférica sobre o oceano, nas proximidades do litoral Norte-Fluminense, podem reduzir as pressões atmosféricas a valores inferiores a 1000 hPa.

Vale destacar que a área do empreendimento encontra-se na trajetória de deslocamentos de frentes frias em todas as épocas do ano, o que pode resultar em significativas variações de pressão atmosférica em curto intervalo de tempo, sobretudo em rápidas passagens frontais.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil..

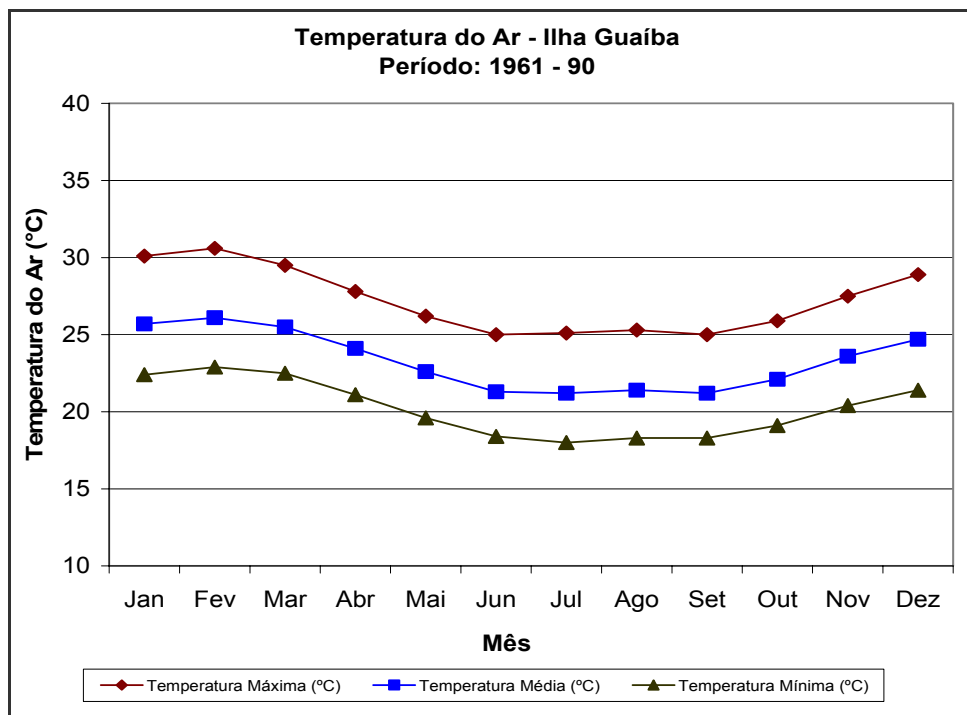
Figura 6.1.3-4 - Variação mensal da pressão atmosférica em Ilha Guaíba/RJ

b) Temperatura do Ar

A *temperatura do ar* constitui-se num parâmetro de interesse para os estudos ambientais. Basicamente, a temperatura do ar ambiente reflete os resultados das trocas energéticas entre a superfície do solo (parcial ou integralmente coberto ou mesmo nu) e a atmosfera, bem como dos mecanismos naturais de advecção ou transporte horizontal de ar frio ou quente, impostos por diversos tipos de circulações de micro, meso e larga-escalas.

Temperaturas mais elevadas, como as que ocorrem no verão, conduzem à formação de movimentos verticais ascendentes mais pronunciados (convecção), concorrendo, portanto, para um mais eficiente arrastamento de poluentes presentes nos níveis mais baixos para níveis mais elevados.

Para se avaliar o comportamento do parâmetro *temperatura do ar* ao longo do ano, foram elaboradas a **Figura 6.1.3-5** e a **Figura 6.1.3-6**, contendo cada uma delas os valores das temperaturas máximas médias, temperaturas médias, temperaturas mínimas médias, respectivamente para os períodos 1961-90 e 2004-06.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil.

Figura 6.1.3-5 - Variação mensal da temperatura em Ilha Guaíba/RJ

De modo geral, observa-se que as temperaturas de verão (janeiro) são superiores a de outono (abril), que por seu turno são maiores do que as temperaturas de primavera (outubro), e estas as de inverno (julho).

Considerando as Normais Climatológicas 1961-90 da Estação Meteorológica do INMET localizada em Ilha Guaíba, podem ser destacadas as seguintes características anuais da temperatura do ar:

b.1) Temperatura Máxima Média:

- Mínima de 25,0°C em junho e máxima de 30,6°C em fevereiro;
- Média anual: 27,2°C.

b.2) Temperatura Média:

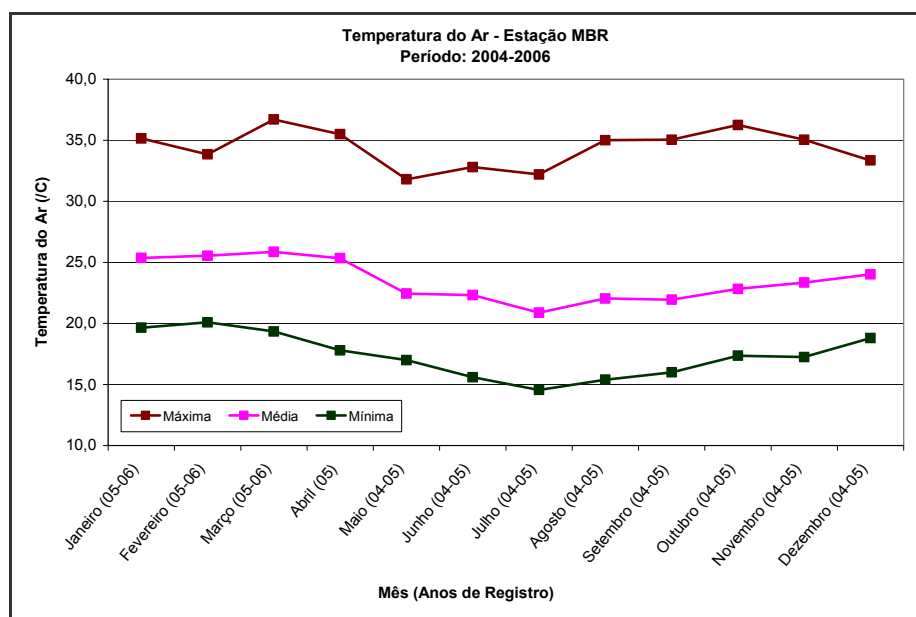
- Mínima de 21,2°C em julho e máxima de 26,1°C em fevereiro;
- Média anual: 23,3°C.

b.3) Temperatura Mínima Média:

- Mínima de 18,0°C em julho e máxima de 22,9°C em fevereiro;
- Média anual: 20,3°C.

As avaliações conjuntas das temperaturas médias locais, calculadas a partir dos registros da estação meteorológica situada no TIG, do período maio/2004-março/2006 (**Figura 6.1.3-6**), indicam as seguintes características médias para a temperatura do ar:

- ▶ Temperatura máxima: mínima de 31,8°C (maio) e máxima de 36,7°C (março);
- ▶ Temperatura média: mínima de 20,9°C (julho) e máxima de 25,9°C (março);
- ▶ Temperatura mínima: mínima de 14,6°C (julho) e máxima de 20,1°C (fevereiro).



Fonte: MBR. (Obs.: Para cada mês encontram-se indicados os anos considerados no cálculo do valor médio).

Figura 6.1.3-6 - Médias mensais (máxima, média e mínima) de temperatura do ar no Terminal da MBR

Considerando-se apenas os registros de temperatura média da Estação TIG, foi possível ampliar o período considerado pela incorporação das informações do ano de 2003 dos meses de julho a outubro, resultando na **Figura 6.1.3-7**. Para o triênio 2003-2004-2005, pode-se verificar que o mínimo valor médio mensal passou a ser de 21,3°C em julho, contra 20,9°C para o mesmo mês no biênio 2004-2005.

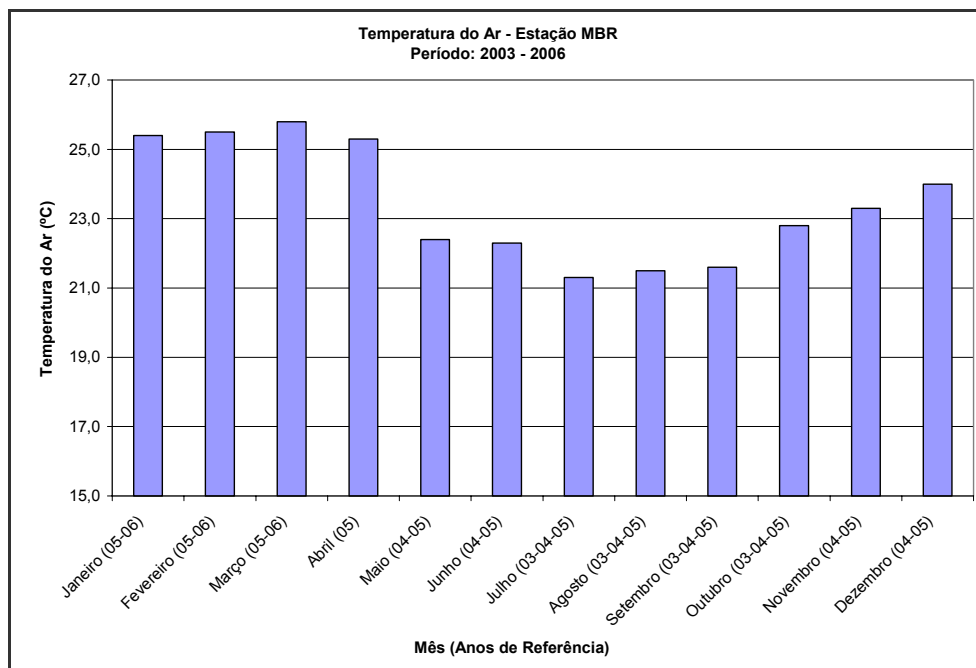


Figura 6.1.3-7 - Médias mensais de temperatura do ar no Terminal da MBR

Vale destacar que apesar da média calculada para o mês de julho, a partir dos registros do triênio 2003-2004-2005 da referida Estação ter sido idêntica aquela indicada pelas Normais Climatológicas do INMET, esta última é mais representativa, sob o ponto de vista climatológico, do que as informações do curto-período da Estação Meteorológica do TIG, pois abrangem trinta (30) anos de observações.

c) Umidade Relativa do Ar

O comportamento da *umidade relativa do ar* ao longo de um dia pode apresentar variações significativas em função de diversos fatores, como por exemplo: I) insolação; II) nebulosidade; III) direção e velocidade dos ventos; e IV) precipitação pluviométrica.

De maneira geral, a umidade relativa do ar tende a aumentar à noite e madrugada, passando a diminuir gradualmente, à medida que o dia transcorre, após o nascer do sol. Ventos oriundos do setor Norte-Noroeste transportam calor e, portanto, concorrem para a redução da umidade do ar, apesar de também contar com uma pequena contribuição das áreas vegetadas. Por seu turno, os ventos procedentes do setor sul são mais frios, elevando dessa maneira a *umidade relativa do ar*, principalmente nas áreas mais próximas ao litoral, como no caso da área do empreendimento, em que os ventos procedentes do Oceano são persistentes. Com a ocorrência de chuvas e até mesmo após seu término, a umidade relativa do ar tende a

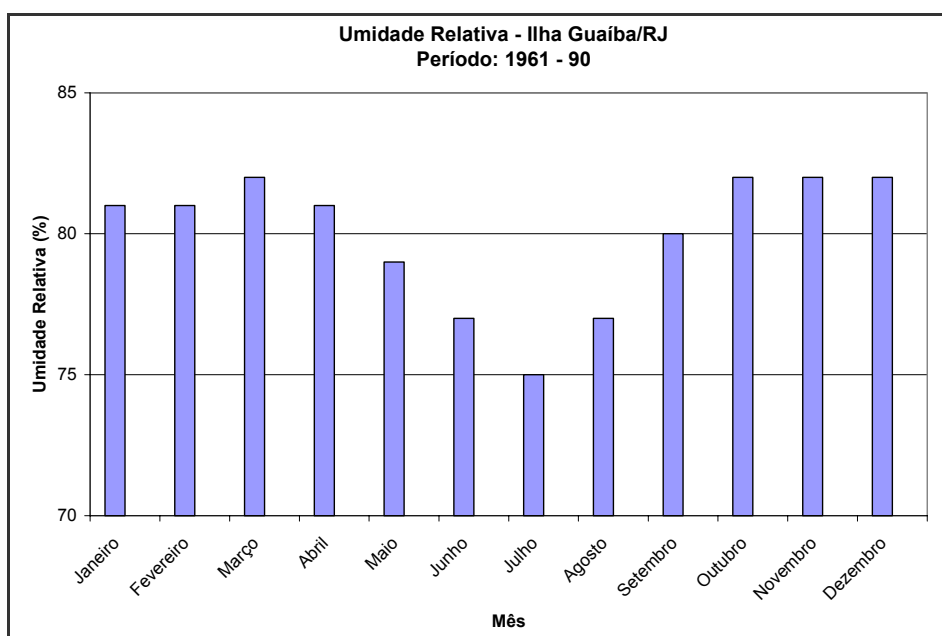
aumentar localmente. Assim, uma série de combinações meteorológicas pode ocorrer e, de cada uma delas, resultar em diferenciados graus de umidade relativa, dependendo, também, das características da superfície e do solo da área sob interesse.

Os valores de umidade relativa são inversamente proporcionais à temperatura do ar e dependentes, ainda, dos processos de aquecimento ou resfriamento do ar, transporte horizontal de vapor d'água e precipitações. Em situações transitórias, os valores de umidade relativa do ar na região podem sofrer significativas variações temporais, principalmente, quando se comparam as situações pré-frontais e frontais.

Para caracterizar o comportamento da umidade relativa do ar na área do empreendimento foram analisadas as Normais Climatológicas da Estação de Ilha Guaíba (**Figura 6.1.3-8**). Observa-se, inicialmente, um padrão sazonal diferenciado, com meses de inverno mais secos do que os meses de verão.

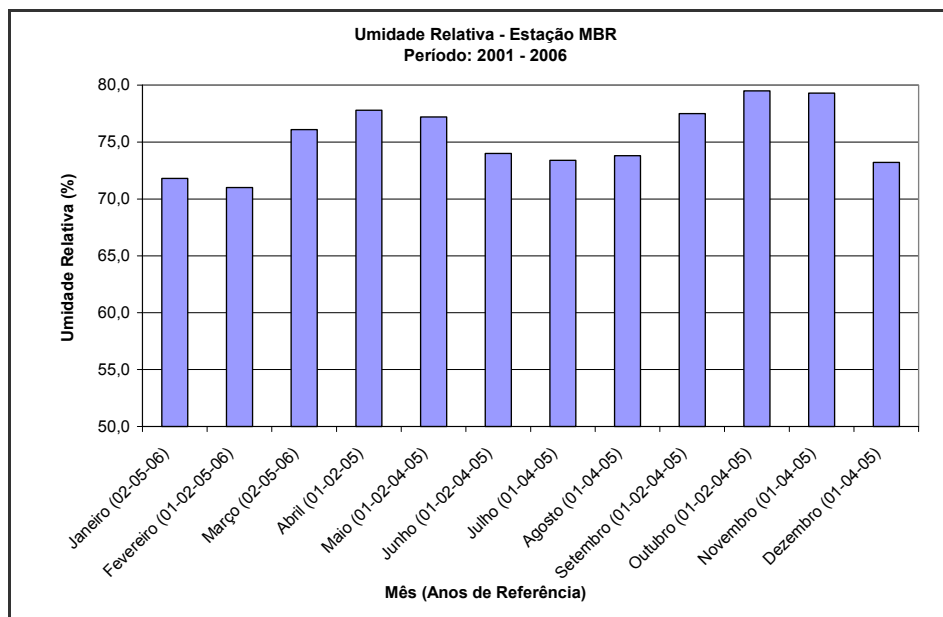
Pode-se caracterizar a umidade relativa do ar em Ilha Guaíba como variando de 82% em março e setembro a um mínimo de 75% em julho. A média anual de umidade relativa do ar é de 80%.

Localmente, a umidade relativa do ar medida no Terminal Portuário, de fevereiro de 2001 a março de 2006, indica um máximo de 79,5% em outubro e um mínimo de 71,0% em fevereiro.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil.

Figura 6.1.3-8 - Variação mensal da umidade relativa em Ilha Guaíba/RJ



Fonte: MBR. (Obs.: Para cada mês encontram-se indicados os anos considerados no cálculo do valor médio).

Figura 6.1.3-9 - Médias mensais da umidade relativa do ar no Terminal da MBR

d) Insolação

O número de horas de brilho solar (insolação) em cada mês do ano é função não somente da nebulosidade existente, mas também, da duração dos dias (mais longos no verão e mais curtos no inverno).

A insolação é concebida como o número de horas e décimos de horas de brilho solar incidente sobre um anteparo disposto horizontalmente à superfície. Depende, porém, além dos fatores astronômicos, da nebulosidade e do livre horizonte na trajetória solar do poente ao ocaso.

A **Figura 6.1.3-10** mostra a variação mensal da insolação média para Ilha Guaíba, segundo as Normais Climatológicas do período 1961-90, onde se identifica um máximo de 199 horas em julho e um mínimo de 135 horas em setembro. Dessa forma, configura-se uma amplitude anual média de 64 horas. O total anual de insolação é de 2.037 horas.

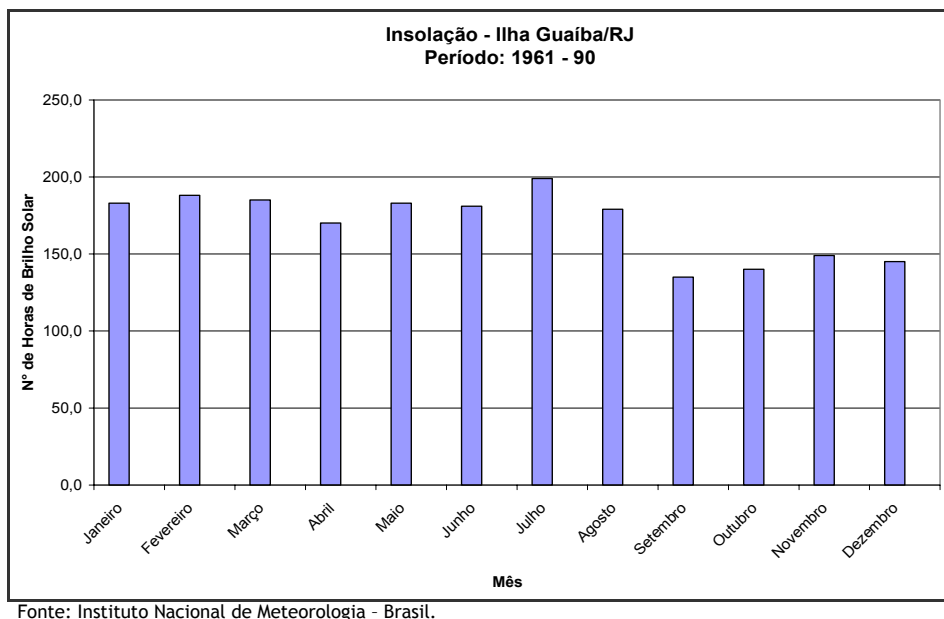


Figura 6.1.3-10 - Variação mensal da insolação em Ilha Guaíba/RJ

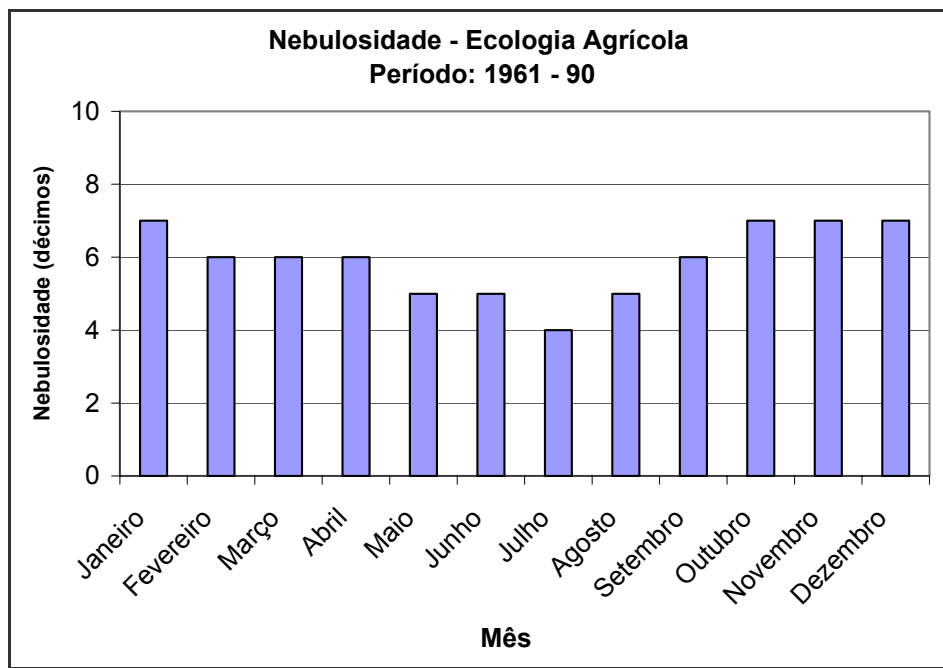
e) Nebulosidade

O interesse de se conhecer o regime de nebulosidade numa região diz respeito, basicamente, às possíveis interferências que estas podem causar ao recebimento/retenção de energia radiativa, bem como às características das precipitações.

Refere-se especificamente, à cobertura relativa do céu, considerando a abóbada celeste como 10/10 (dez décimos), o que significaria uma condição de céu encoberto.

Para caracterizar a nebulosidade média na área do empreendimento, foram considerados os valores das Normais Climatológicas do período 1961-90 da Estação Seropédica (**Figura 6.1.3-11**).

Pela **Figura 6.1.3-11** constata-se a existência de uma nítida variação sazonal, onde o mês de menor nebulosidade é julho (4/10), que apresenta, também, maior estabilidade e menor precipitação. De outubro a janeiro, porém, os valores de nebulosidade são máximos, chegando a 7/10, o que reflete a maior evaporação continental e, também, o forçamento dos sistemas transientes na formação e manutenção de nuvens na região. A média anual situa-se em 5,9.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil.

Figura 6.1.3-11 - Variação mensal da nebulosidade na estação Ecologia Agrícola/RJ

f) Precipitação Pluviométrica

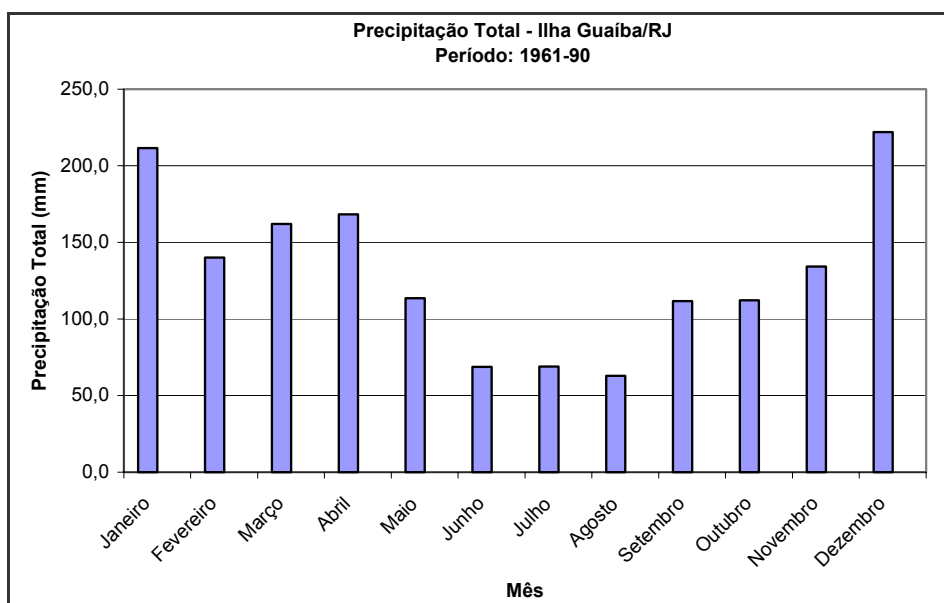
As precipitações nas Regiões Sul e Sudeste apresentam grandes variações espaciais e temporais, havendo marcantes diferenças sazonais, além de desvios pluviométricos ao longo de anos consecutivos. No verão, as fortes convecções orográficas locais e as passagens das frentes frias, podem provocar chuvas regionalmente mais intensas e em maiores volumes diário e mensal. No inverno, com as temperaturas médias mais baixas e a menor evaporação, as chuvas ocorrem em menores intensidades e volumes mensais, sendo devidas, em quase 100% dos casos, às passagens de sistemas frontais.

As influências do relevo e da maritimidade na pluviometria das regiões também são marcantes. No litoral, por influência da umidade do oceano e do relevo escarpado, podem ser observados setores com maiores totais pluviométricos, ultrapassando os 2.000 mm anuais. No interior, por sua vez, principalmente no setor norte, as precipitações são mais escassas, atingindo os 1.000 mm anuais. Para a área de estudo, as precipitações pluviométricas estão associadas, principalmente, às perturbações de frentes frias e linhas de instabilidade, que ainda promovem a intensificação temporária dos ventos regionais e locais, gerando turbulência e mistura na camada de ar mais próximo à superfície.

A avaliação dos totais pluviométricos ao longo do ano na área do empreendimento, tomou como referência os dados das Normais Climatológicas de Ilha Guaíba/RJ, cuja visualização pode ser feita na **Figura 6.1.3-12**. Na referida figura podem ser verificados dois períodos distintos: o “chuvoso”, de novembro a janeiro, e o “seco”, de junho a agosto.

Pode-se estabelecer para a área do empreendimento, um máximo de precipitação de 222 mm em dezembro, contra um mínimo de precipitação de 62,9 mm em agosto. O total pluviométrico anual atinge 1.576,2 mm.

Localmente, a precipitação pluviométrica medida no Terminal da TIG, de fevereiro de 2001 a março de 2006, indica um máximo médio de 148,9 mm em fevereiro e um mínimo médio de 22,2 mm em agosto (**Figura 6.1.3-13**).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil.

Figura 6.1.3-12 - Variação mensal da precipitação total em Ilha Guaíba/RJ

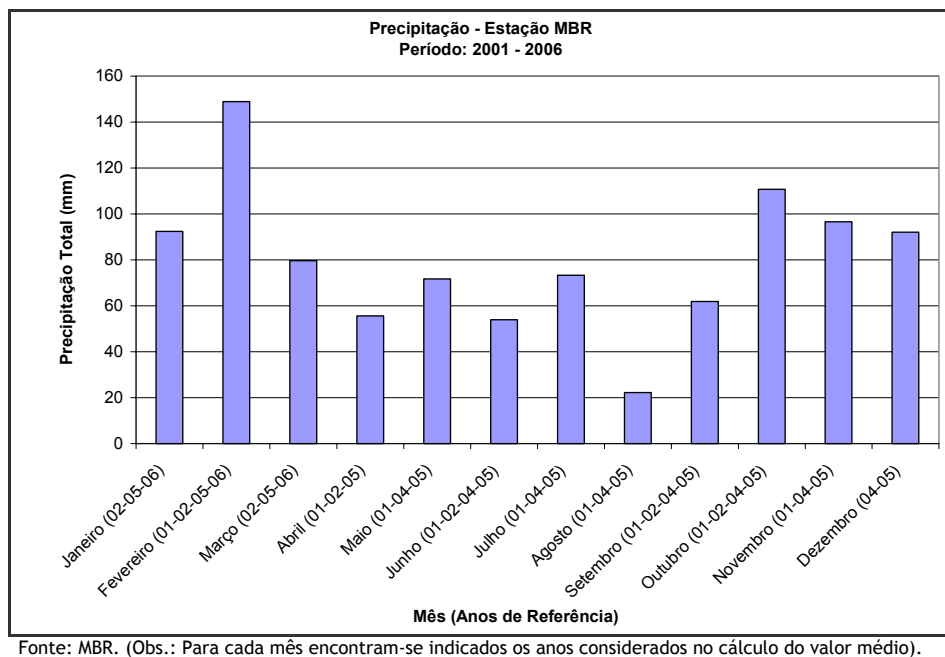
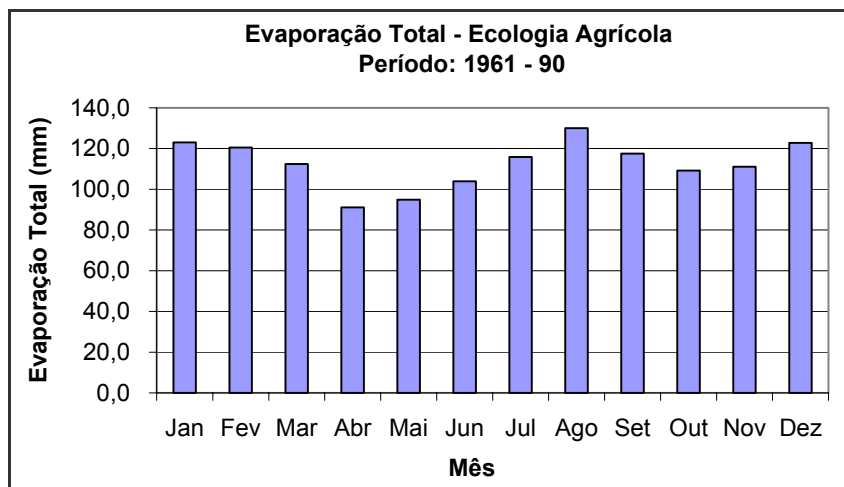


Figura 6.1.3-13 - Variação mensal da precipitação em Ilha Guaíba/RJ

g) Evaporação

O parâmetro “*evaporação total*” dá indicações da transferência de água do meio físico para a atmosfera.

Para a área do empreendimento, tomou-se como base as Normais Climatológicas de evaporação da estação Ecologia Agrícola localizada em Seropédica, cujas indicações médias mensais são apresentadas na **Figura 6.1.3-14**, onde se percebem dois máximos relativos em janeiro (123 mm) e agosto (130 mm) e dois mínimos relativos em abril (91,1 mm) e outubro (109,2 mm).



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil.

Figura 6.1.3-14 - Variação mensal da precipitação total em Ecologia Agrícola/RJ

h) Ventos

De modo geral, a circulação regional predominante no domínio do empreendimento está associada a borda oeste-sudoeste do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul, com ventos variando de NE (para SW) a E (para W) em praticamente todos os meses do ano. Entretanto, circulações de meso-escala surgem em decorrência de aquecimentos diferenciais continente-oceano e montanha-vale, alterando local e temporariamente os regimes de ventos. A entrada de frentes frias e linhas-de-instabilidade alteram significativamente estes regimes.

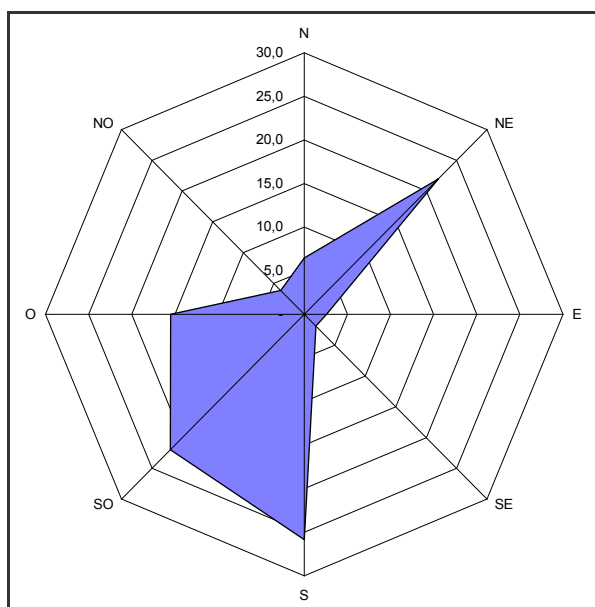
Para melhor caracterizar os regimes de ventos na área do empreendimento, foram consideradas as informações meteorológicas horárias da Base Aérea de Santa Cruz do período 1981-89, as quais são complementadas pelas informações locais, obtidas no período maio/2004 a março/2006, na estação meteorológica instalada no Terminal da MBR, em Ilha Guaíba.

A análise dos ventos predominantes, feita a partir dos anemogramas (**Figura 6.1.3-15 a Figura 6.1.3-26**), permite verificar uma persistência das procedências médias SW (para NE) e NE (para SW) para a maioria dos meses, com pequenas variações percentuais entre uma e outra direção. A exceção se mostra configurada para os meses de julho e agosto, onde as direções predominantes se originam de W (para E). Tais características revelam nitidamente o domínio de ocorrências de brisas marítimas e brisas terrestres conjugadas com a circulação regional associada ao Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul.

As características da velocidade do vento (**Figura 6.1.3-27 a Figura 6.1.3-38**) mostram-se variáveis em função da direção do vento. Os máximos valores médios estão associados, na maioria dos meses, às circulações pré-frontais e/ou de brisas terrestres, onde a componente de norte é mais acentuada. No entanto, nos meses de inverno, as maiores velocidades médias encontram-se associadas às fortes áreas de convergência situada próximas às bandas frontais.

As características dos ventos no empreendimento podem ser visualizadas a partir das rosas-dos-ventos elaboradas para os períodos: 01/07/04 - 30/06/05 (**Figura 6.1.3-39**) e 01/07/05 - 30/06/06 (**Figura 6.1.3-40**). Dessas figuras pode-se verificar, respectivamente, as predominâncias relativas de NW a NE, indicando haver uma peculiaridade da circulação na área do empreendimento. As maiores velocidades ocorrem quando os ventos são oriundos de Norte, o que indica a presença de sistemas locais convectivos atuantes na maior parte do ano, a exceção do inverno. A **Figura 6.1.3-41** agrega os referidos períodos num único período compreendido de 01/07/04 a 30/06/06, permitindo verificar uma segunda predominância dos setores SW a S, ao que tudo indica, associada aos sistemas frontais.

Localmente, a velocidade do vento medida no Terminal da MBR no período de medições de fevereiro de 2001 a março de 2006, indica um máximo de 4,2 m/s em setembro e um mínimo de 2,4 m/s em abril (**Figura 6.1.3-42**).



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-15 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de janeiro, referente ao período de 1981 a 1989

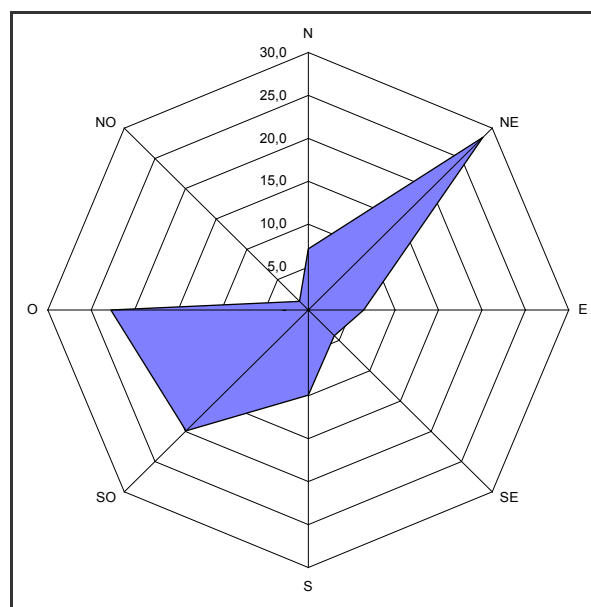
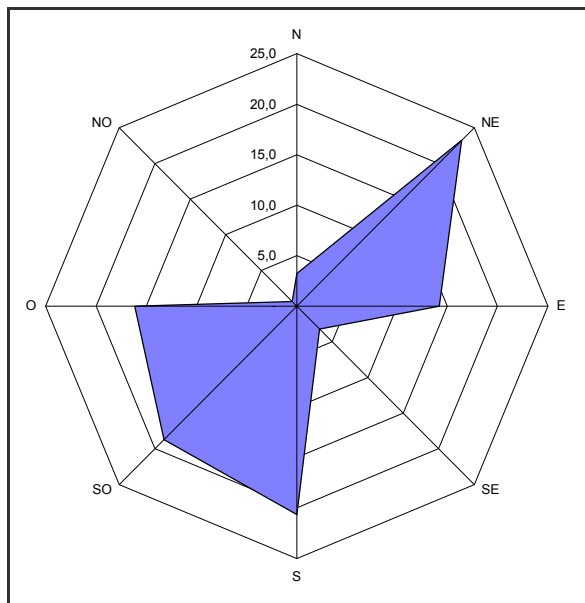


Figura 6.1.3-16 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de fevereiro, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-17 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de março, referente ao período de 1981 a 1989

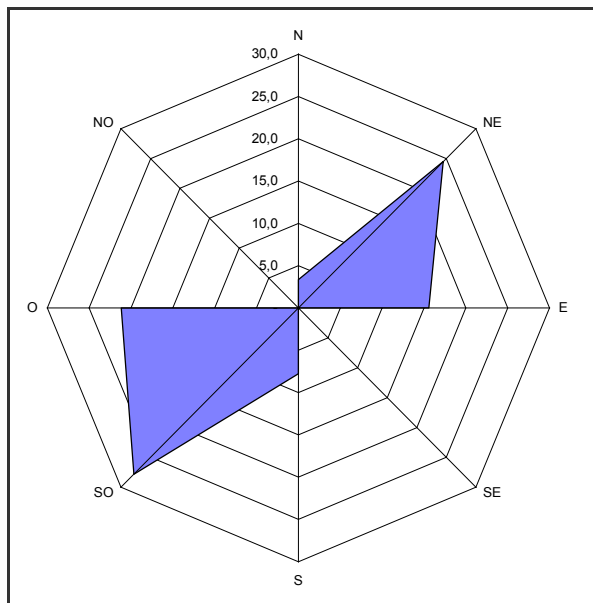
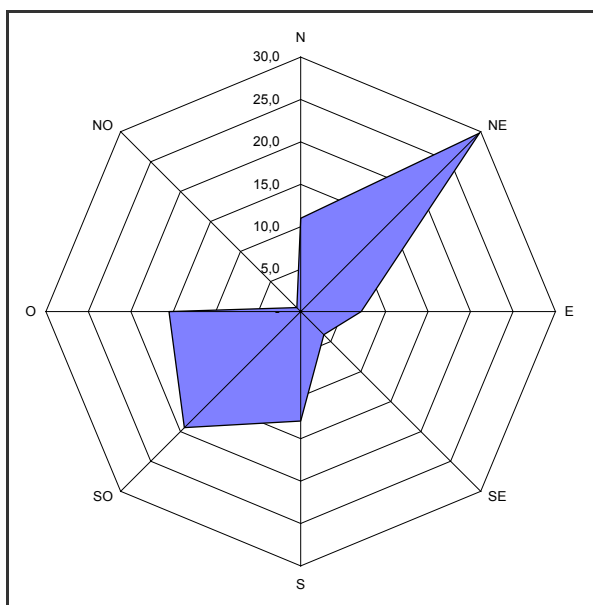


Figura 6.1.3-18 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de abril, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-19 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de maio, referente ao período de 1981 a 1989

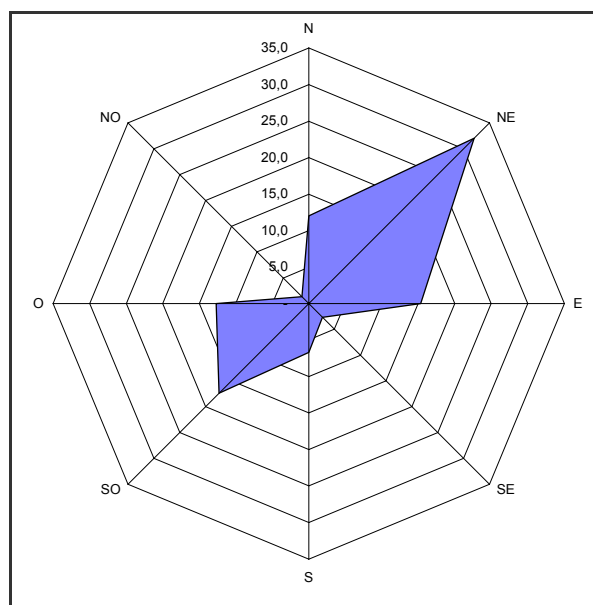
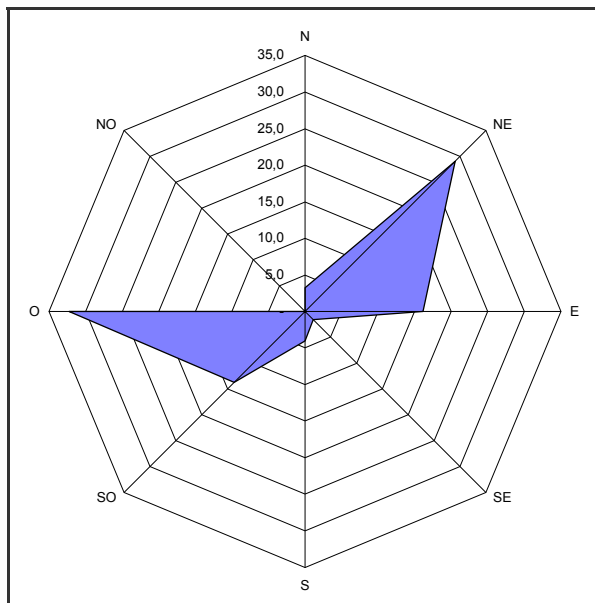


Figura 6.1.3-20 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de junho, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-21 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de julho, referente ao período de 1981 a 1989

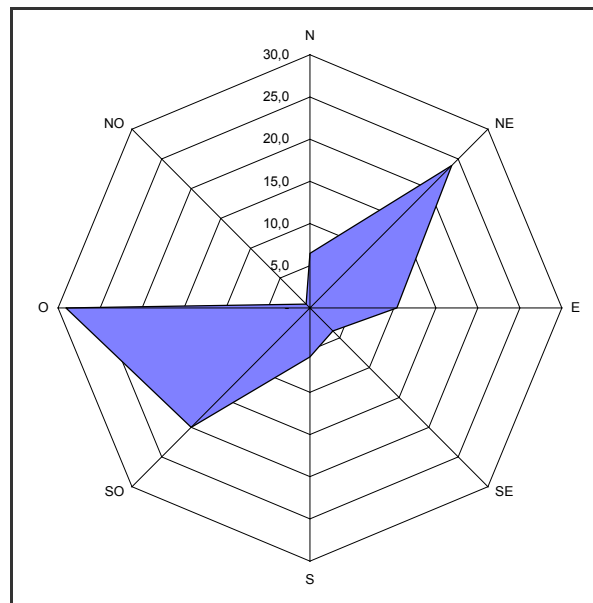
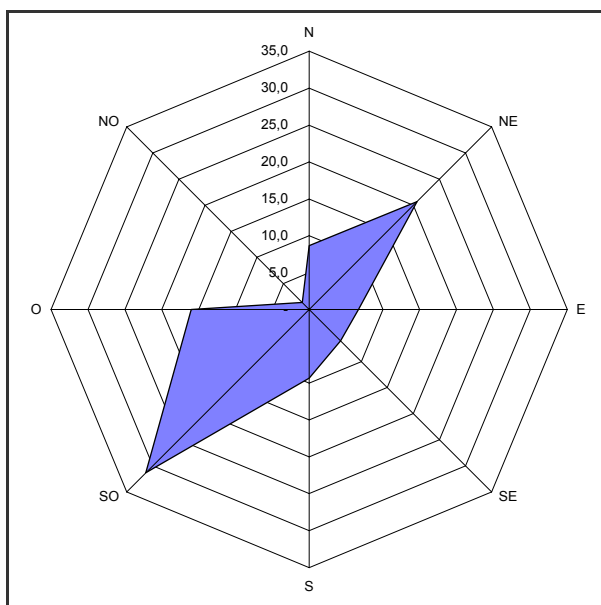


Figura 6.1.3-22 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de agosto, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-23 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de setembro, referente ao período de 1981 a 1989

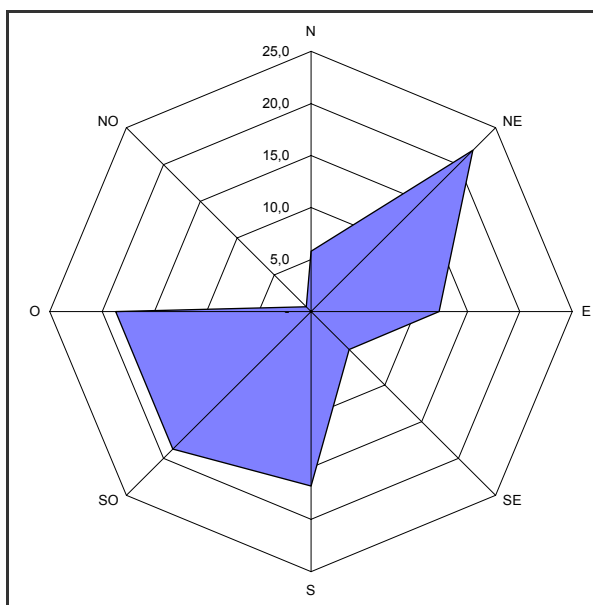
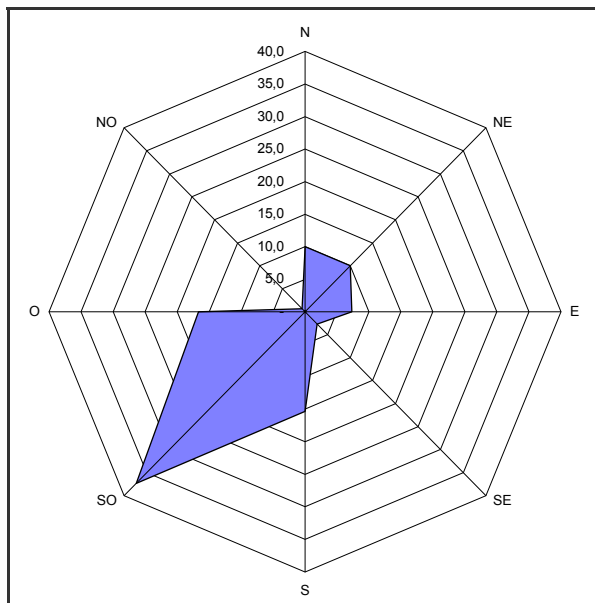


Figura 6.1.3-24 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de outubro, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-25 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de novembro, referente ao período de 1981 a 1989

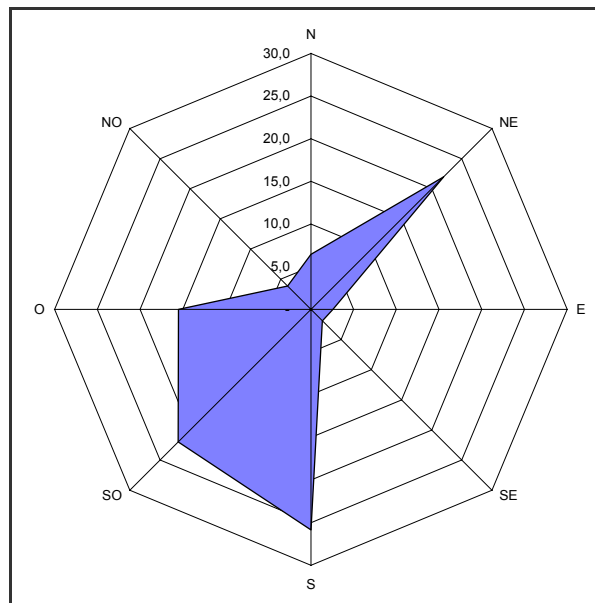
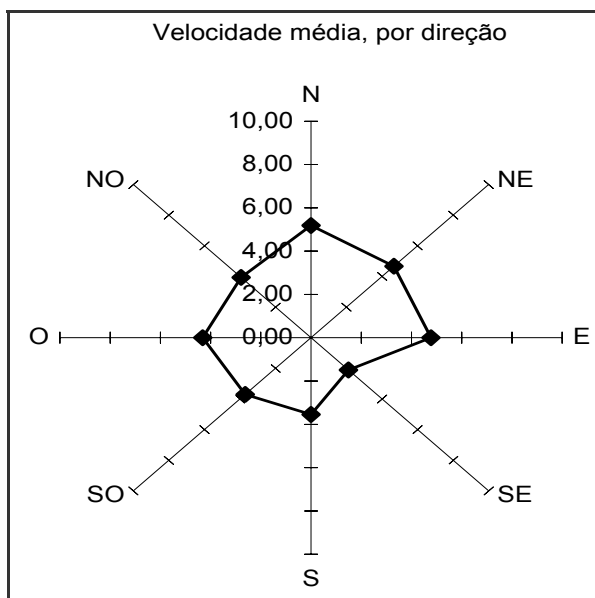


Figura 6.1.3-26 - Anemograma do aeroporto de Santa Cruz do mês de dezembro, referente ao período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica

Figura 6.1.3-27 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de janeiro do período de 1981 a 1989.

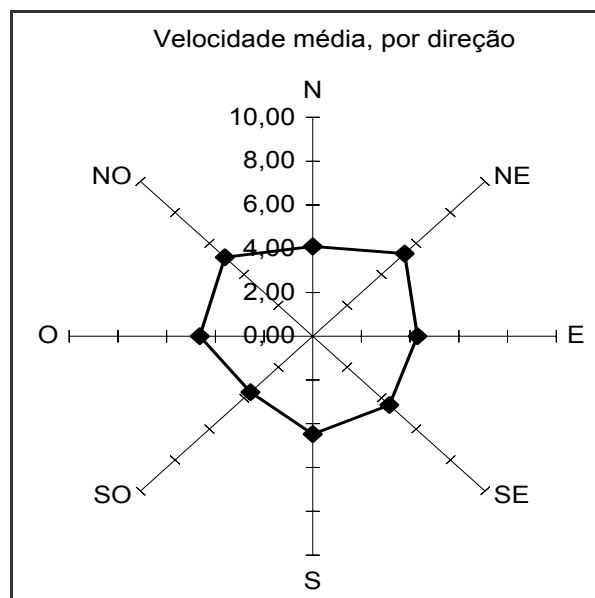
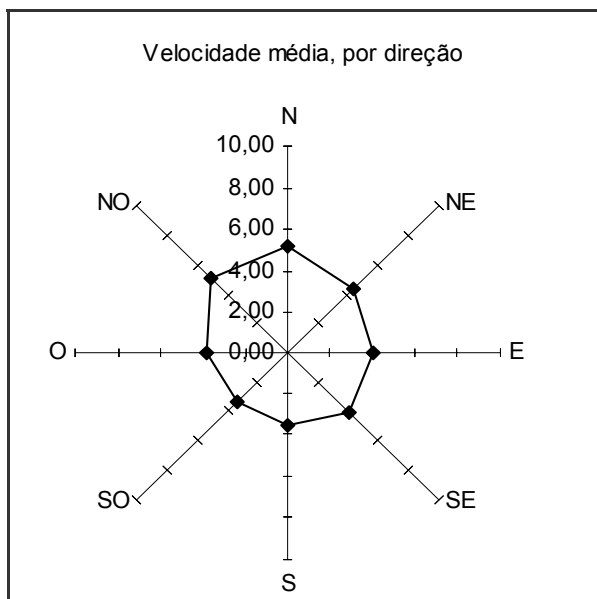


Figura 6.1.3-28 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de fevereiro do período de 1981 a 1989.



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica

Figura 6.1.3-29 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de março do período de 1981 a 1989

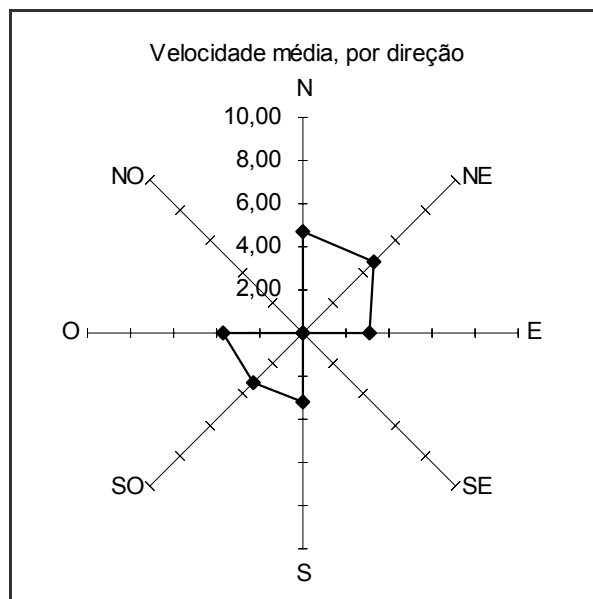
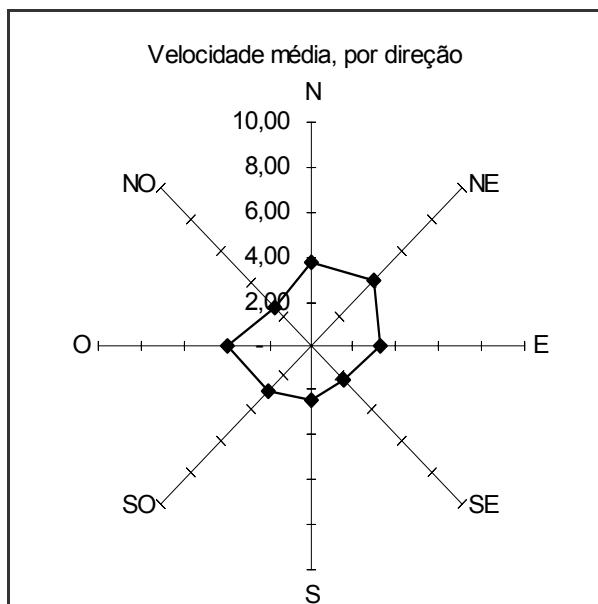


Figura 6.1.3-30 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de abril do período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica

Figura 6.1.3-31 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de maio do período de 1981 a 1989

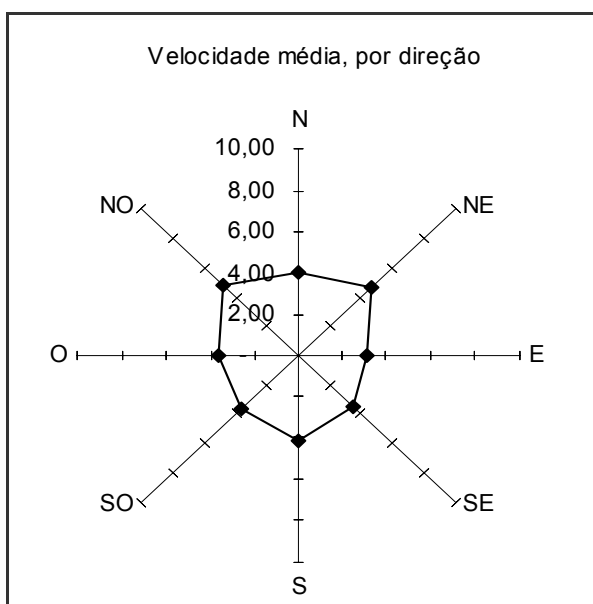
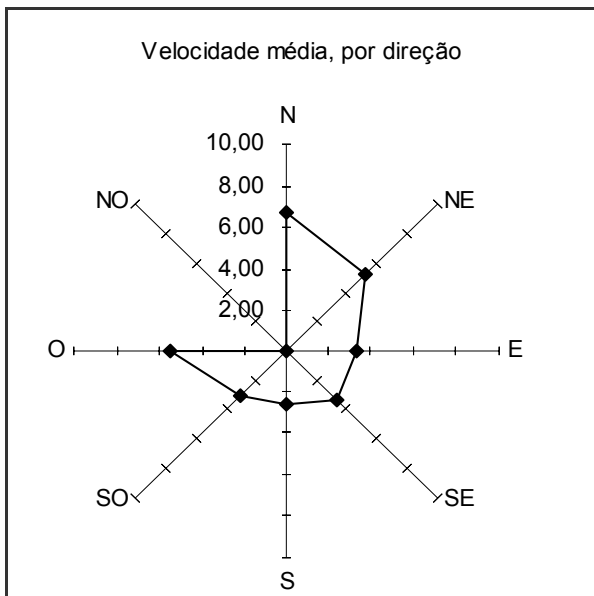


Figura 6.1.3-32 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de junho do período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica

Figura 6.1.3-33 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de julho do período de 1981 a 1989

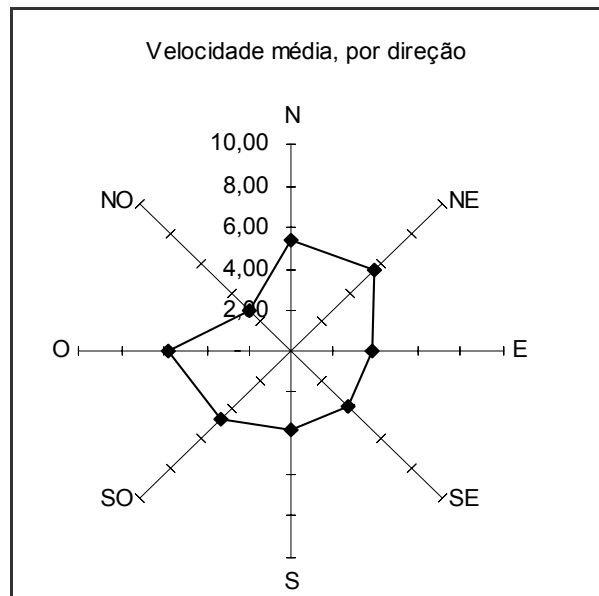
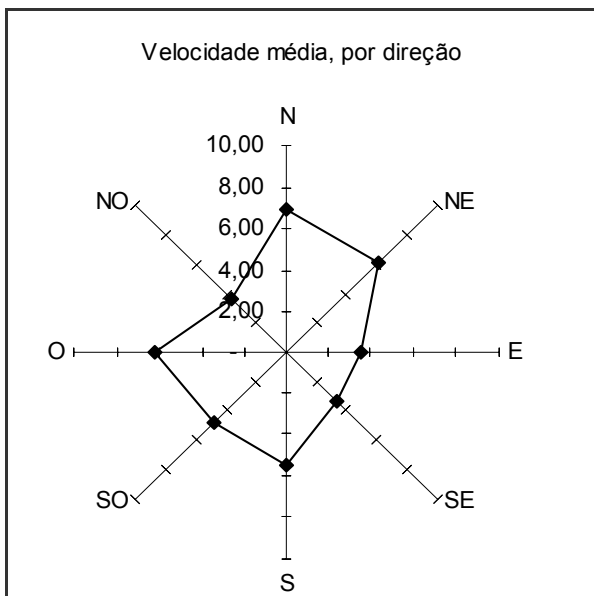


Figura 6.1.3-34 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de agosto do período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica

Figura 6.1.3-35 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de setembro do período de 1981 a 1989

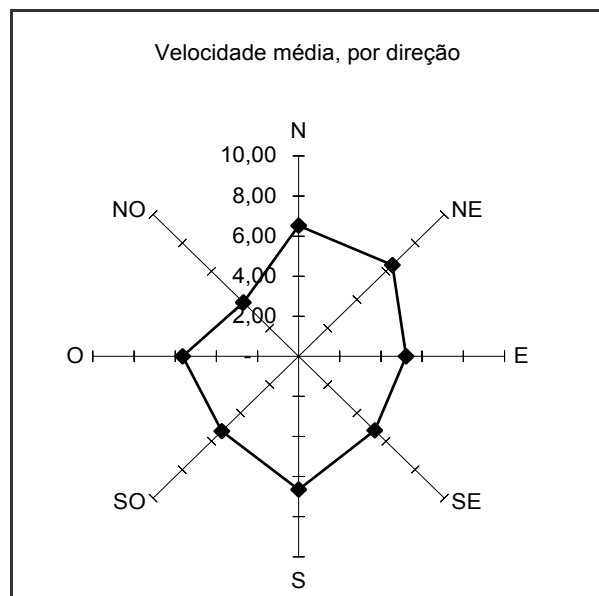
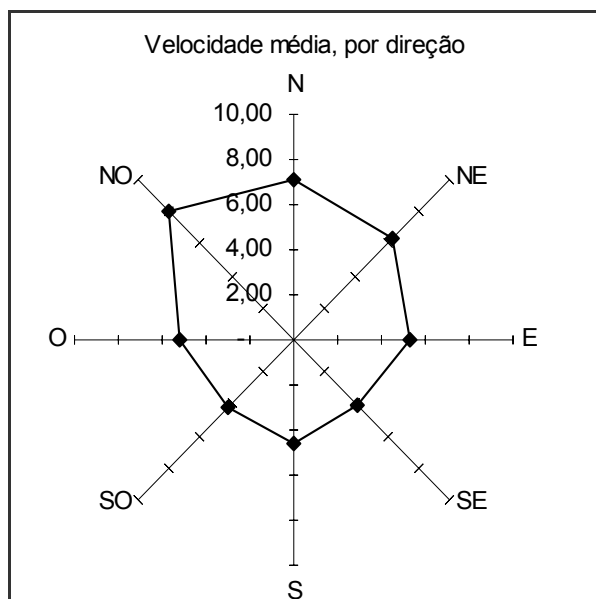


Figura 6.1.3-36 - Distribuição de freqüência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de outubro do período de 1981 a 1989



Fonte: DECEA/Comando da Aeronáutica.

Figura 6.1.3-37 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de novembro do período de 1981 a 1989

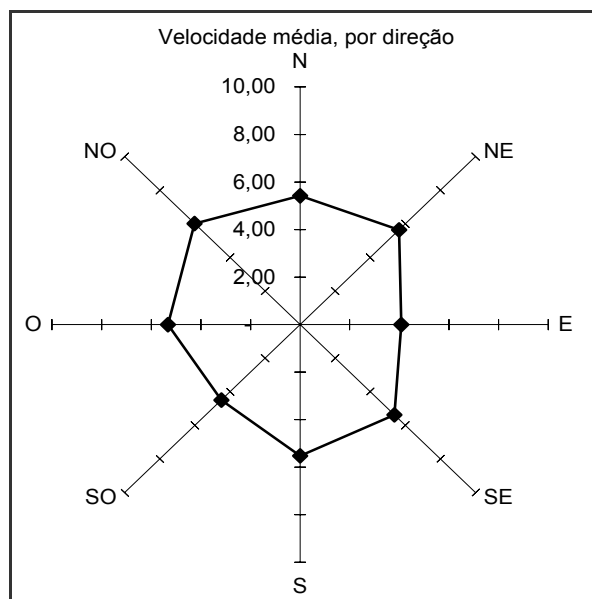


Figura 6.1.3-38 - Distribuição de frequência da velocidade média do vento, por direção, no aeroporto de Santa Cruz para o mês de dezembro do período de 1981 a 1989

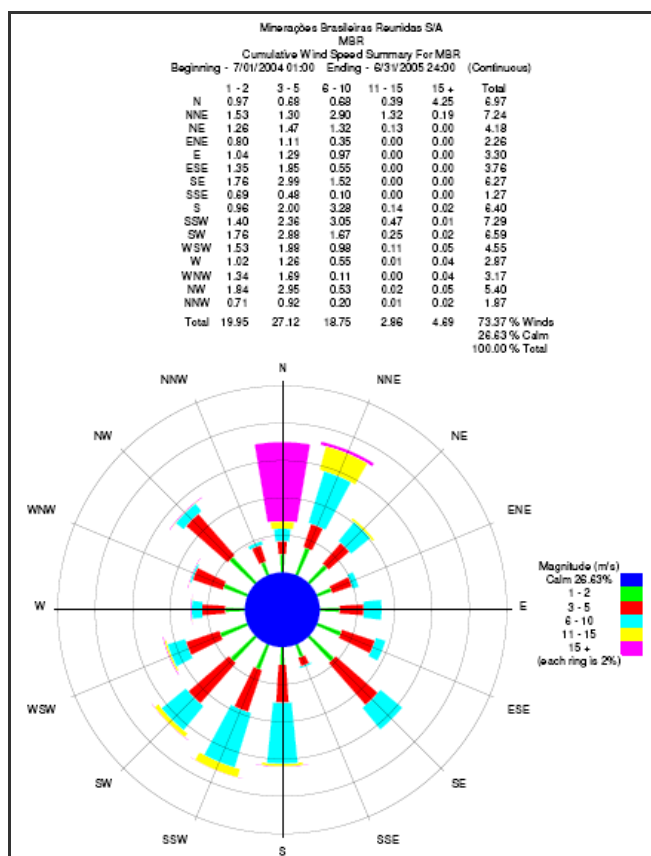


Figura 6.1.3-39 - Rosa-dos-ventos do período 01/07/04 - 31/06/05 na Estação MBR

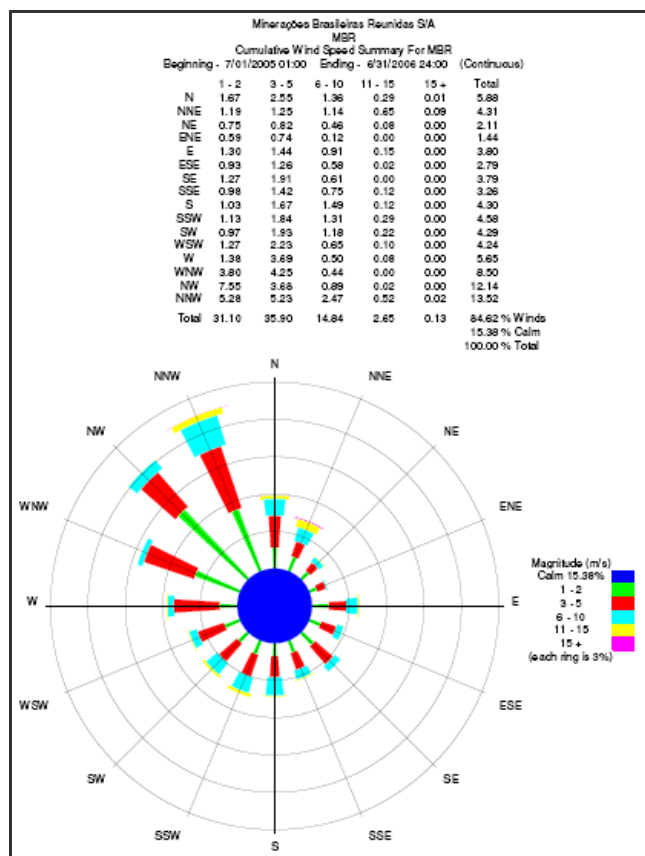


Figura 6.1.3-40 - Rosa-dos-ventos do período 01/07/05 - 31/06/06 na Estação MBR

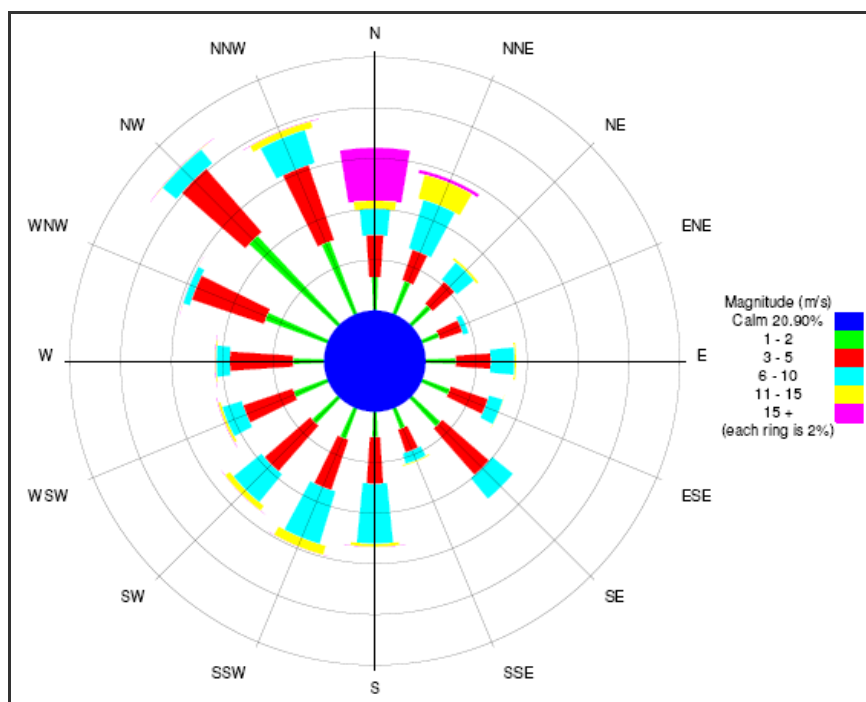
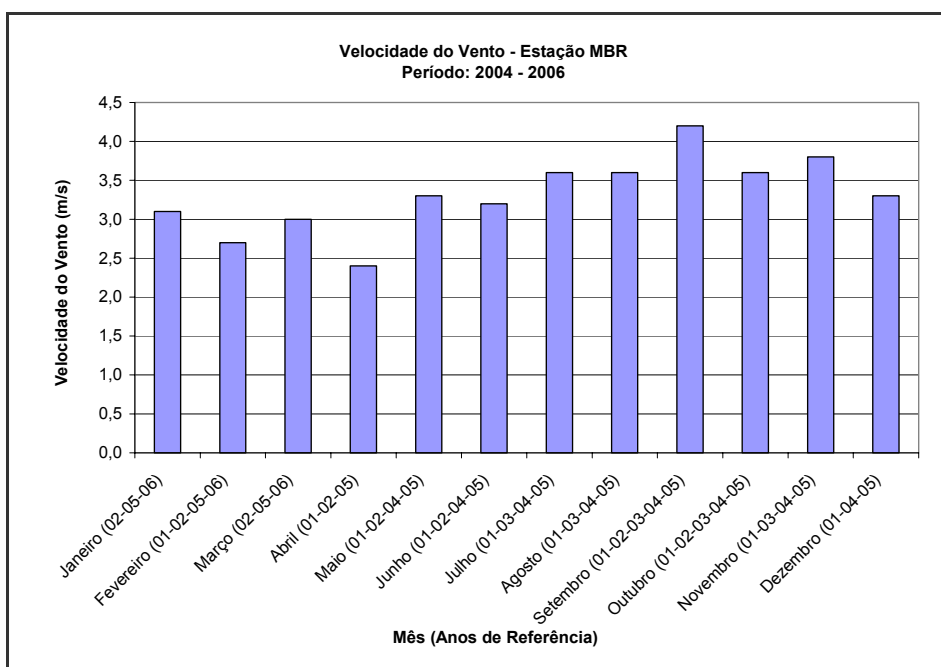


Figura 6.1.3-41 - Rosa-dos-ventos do período 01/07/04 - 30/06/06 na Estação MBR



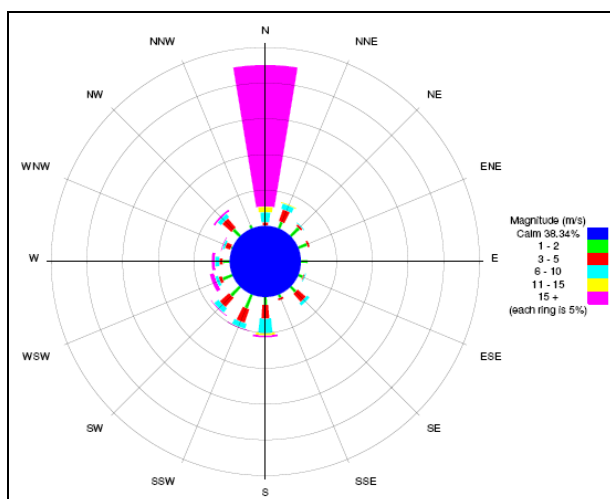
Fonte: MBR.

Obs.: Para cada mês encontram-se indicados os anos considerados no cálculo do valor médio).

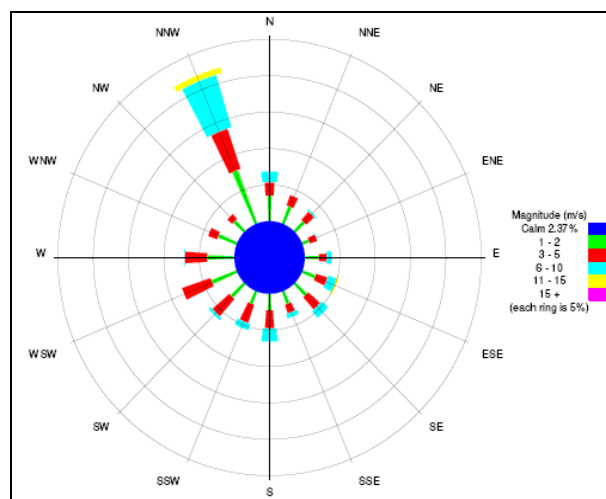
Figura 6.1.3-42 - Variação mensal da velocidade do vento em Ilha Guaíba no período 2001-06

Os registros meteorológicos da Estação MBR permitiram produzir as rosas dos ventos dos meses de janeiro, abril, julho e outubro, representando, respectivamente, as estações de verão, outono, inverno e primavera (**Figura 6.1.3-43**).

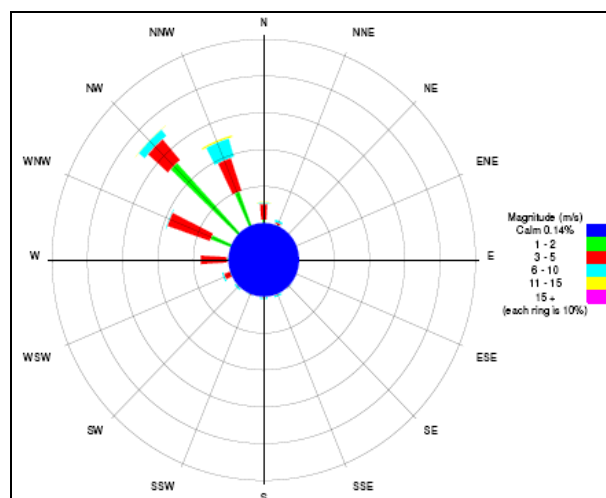
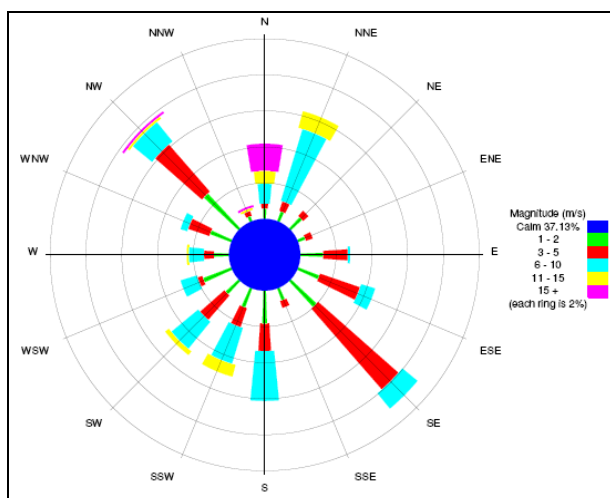
Para o mês de janeiro, observa-se a maior predominância de N e NW, que estão associadas às formações convectivas regionais. Em abril, a primeira predominância é de SE, seguindo-se de NW. Nitidamente estão indicadas as passagens frontais e convecções regionais induzidas. Em julho as indicações foram bem variadas em 2004, com primeira predominância de NNE e SW em 2005 e de E em 2005. Em outubro, as predominâncias dos ventos voltam a se ajustar a S e SW, que indicam entradas frontais e efeitos de brisas marítimas.



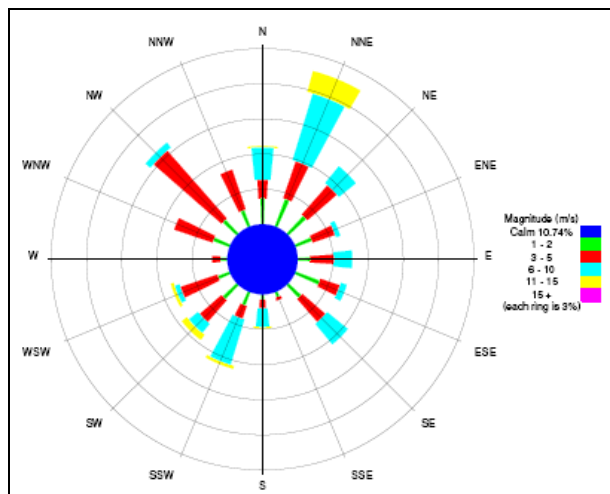
JAN 05



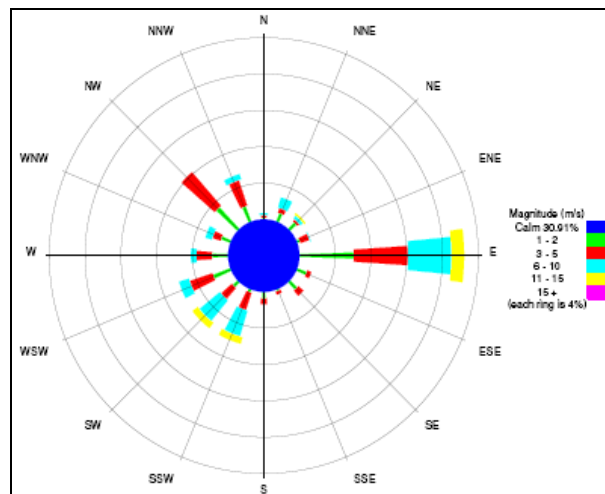
JAN 06



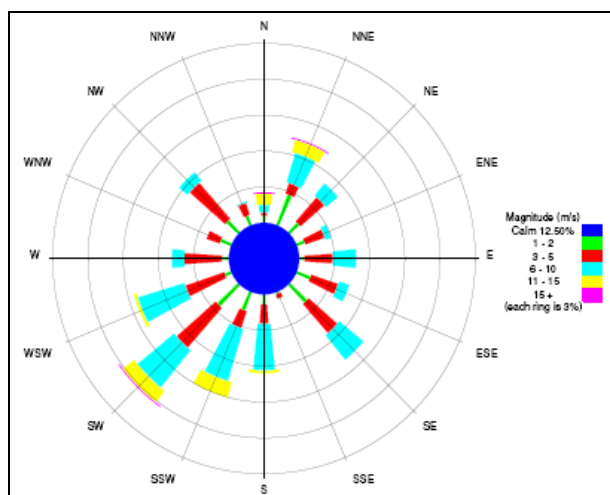
ABR 05



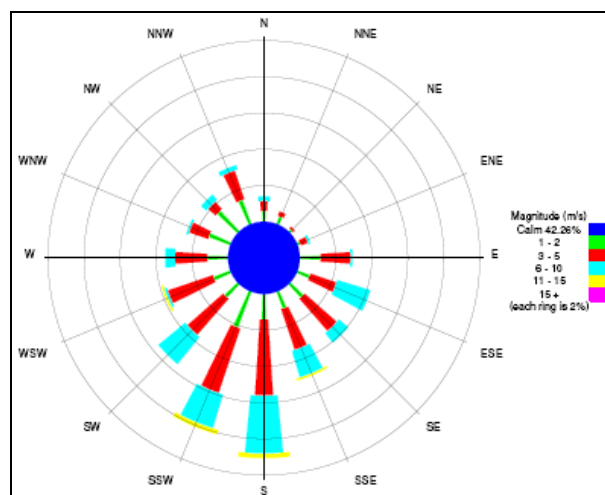
ABR 06



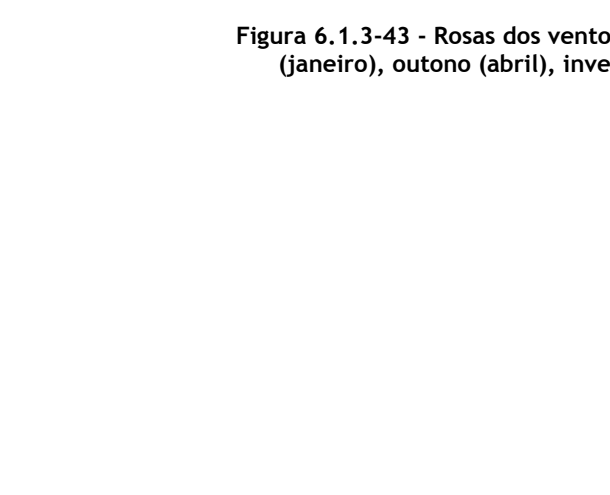
JUL 04



JUL 05



OUT 04



OUT 05

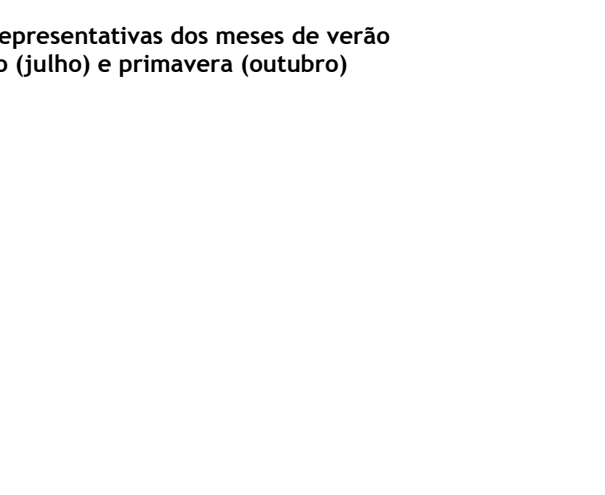


Figura 6.1.3-43 - Rosas dos ventos representativas dos meses de verão (janeiro), outono (abril), inverno (julho) e primavera (outubro)