



5.3 MEIO FÍSICO

5.3.1 Caracterização Climática e Meteorológica

O conhecimento das condições climatológicas e meteorológicas das Áreas de Influência Indireta e Direta é essencial para o entendimento da correlação entre alguns temas estudados. O clima é condicionante da disponibilidade hídrica, do tipo de vegetação existente, do tipo de agricultura praticada, do uso e ocupação do solo, entre outros.

5.3.1.1 Procedimentos Metodológicos

A caracterização do clima regional e da área de influência indireta do empreendimento foi elaborada com base no Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Açu, localizado no município de São João da Barra (RJ), elaborado pela MMX e CAL (2006).

A definição dos sistemas de circulação atmosférica, influentes no clima da Área de Influência Direta do empreendimento, foi realizada com base em dados obtidos em literatura especializada, tendo como referência principal o texto produzido por Nimer (1989). A classificação climática foi definida conforme descrita pelo mapa de climas do Brasil produzido pelo IBGE (2002).

As análises das variáveis climáticas foram desenvolvidas com base nas seguintes fontes de informação:

- Agência Nacional de Águas (ANA) – Sistema HidroWeb;
- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) – Rede de Plataformas de Coleta de Dados (PCD) do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC);
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – Normais Climatológicas;
- Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ) – Normais Climatológicas; e
- Modelagem Meteorológica de Mesoescala, realizada pela EcoSoft para a região, com a aplicação do modelo WRF (*Weather Research and Forecasting Model*).

A Tabela 5.3.1.1-1 apresenta o resumo das informações meteorológicas utilizadas para as análises de diagnóstico de clima e meteorologia. A Figura 5.3.3.1-1 apresenta a localização das estações meteorológicas, com a sua disposição sobre imagem de satélite.

A AID proposta para a instalação da Usina Termelétrica Porto do Açu apresenta carência de dados meteorológicos suficientes e adequados para aplicação de modelos matemáticos da dispersão de poluentes na atmosfera.



Ainda objetivando suprir a carência de informações históricas de meteorologia para a AID do empreendimento, lançou-se mão de técnicas de modelagem meteorológica numérica de mesoescala, utilizando o modelo WRF devidamente alimentado com dados meteorológicos sinóticos de reanálise obtidos do NCEP - *National Centers for Environmental Prediction*, órgão vinculado ao NOAA - *National Oceanic & Atmospheric Administration* dos Estados Unidos da América.

Foram modeladas as condições meteorológicas ocorridas na AID entre os anos 2004 a 2006, hora a hora, gerando um conjunto de dados necessários para a aplicação do modelo de dispersão atmosférica, conforme será detalhado no capítulo referente ao prognóstico de qualidade do ar. No presente capítulo, os dados gerados pela modelagem meteorológica foram utilizados somente para a caracterização dos ventos que incidem na AID.

TABELA 5.3.1.1-1
FONTES DE INFORMAÇÕES DE CLIMA E METEOROLOGIA

Estação	Código	Fonte	Coordenadas	Parâmetros	Período
Cardoso Moreira	2141003	ANA	21°29'31" S 41°36'49" W	PP	1939 a 2005 ^a
Ponte Municipal	2141002	ANA	21°45'12" S 41°18'01" W	PP	1945 a 2005 ^b
Usina Quissamã	2241002	ANA	22°06'22" S 41°28'16" W	PP	1966 a 2005 ^c
São Fidélis	2141005	ANA	21°38'43" S 41°45'08" W	PP	1939 a 2005 ^e
Dois Rios	2141006	ANA	21°38'36" S 41°51'31" W	PP	1939 a 2005 ^f
Estação Virtual WRF	NA	EcoSoft	21°47'6,360"S 41°1'47,446"W	PP, TA, UR, RS, PA, EV, CN, RS, DV, VV	2004 a 2007
Macaé	A-608	INMET	22°22'34" 41°48'43"	PP, TA, UR	1961 a 1990
Macaé	NA	SIMERJ	22°24'13" S 41°51'33" W	VV, DV	2005 a 2006
Campos	A-607	INMET	21°42'52" 41°20'38"	PP, TA, UR	1961 a 1990
Mapas Climatológicos	NA	INMET	NA	PP, TA, UR, IN, EV, CN	1931 a 1990

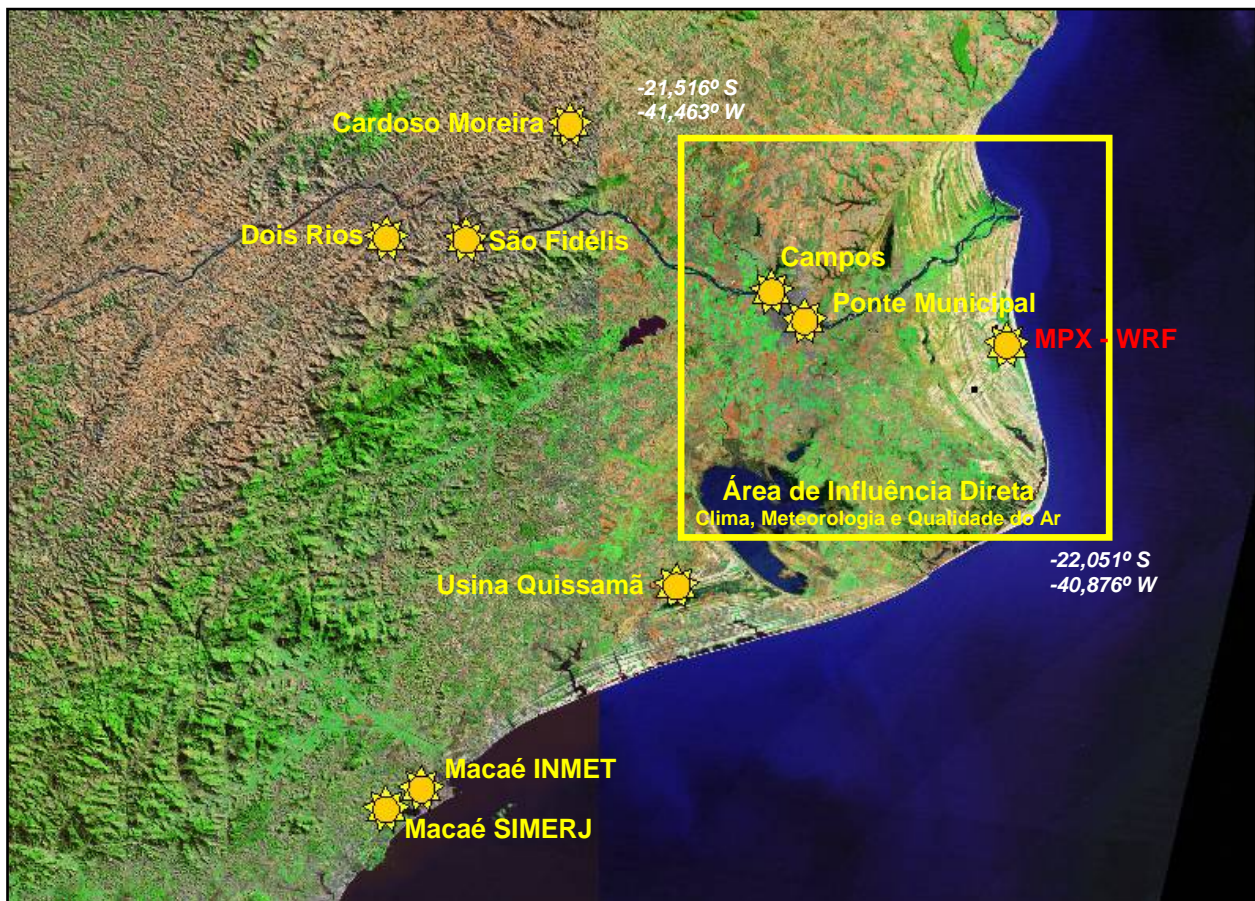
Legenda:

PP	precipitação pluviométrica;	TA	temperatura do ar;
UR	umidade relativa do ar;	VV	velocidade do vento;
DV	direção do vento;	RS	radiação solar;
PA	pressão atmosférica;	CN	cobertura de nuvens;

Notas:

- a. os efetivos períodos das medições foram: 1939 a 1977, 1982 a 1995 e 2001 a 2005;
- b. os efetivos períodos das medições foram: 1946 a 1970 e 2002 a 2005;
- c. o efetivo período da medição foi de 1966 a 2005;
- d. os efetivos períodos das medições foram: 1967 a 1999 e 2001 a 2005;
- e. os efetivos períodos das medições foram: 1939 a 1977, 1989 a 1995 e 2001 a 2005;
- f. os efetivos períodos das medições foram: 1939 a 1977, 1982 a 1995 e 2001 a 2005.

FIGURA 5.3.1.1-1
ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS NO DIAGNÓSTICO DE CLIMA



Legenda:

 Estação Meteorológica



5.3.1.2 Caracterização Climática Regional e da Área de Influência Indireta

A caracterização climatológica, como mencionado, é descrita com base no Estudo de Impacto Ambiental do Porto do Açu, localizado no município de São João da Barra (RJ), elaborado pela MMX e CAL (2006).

5.3.1.2.1 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 1.000 km. Nesta categoria encontram-se incluídas a circulação geral da atmosfera, as correntes de jatos e as ondas de Rossby. Na escala sinótica destacam-se as ondas baroclínicas, os ciclones, os anticiclones, as frentes frias e as massas de ar, visto que tais sistemas possuem dimensões de 100 a 1.000 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 a 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.

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.



Tais sistemas são responsáveis pelas condições de tempo sobre o continente, pois deles dependem os demais mecanismos de penetração de massas de ar provenientes do sul, os desenvolvimentos convectivos, entre outros. As Figuras 5.3.1.2.1-1 e 5.3.1.2.1-2 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 leste a nordeste. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema.

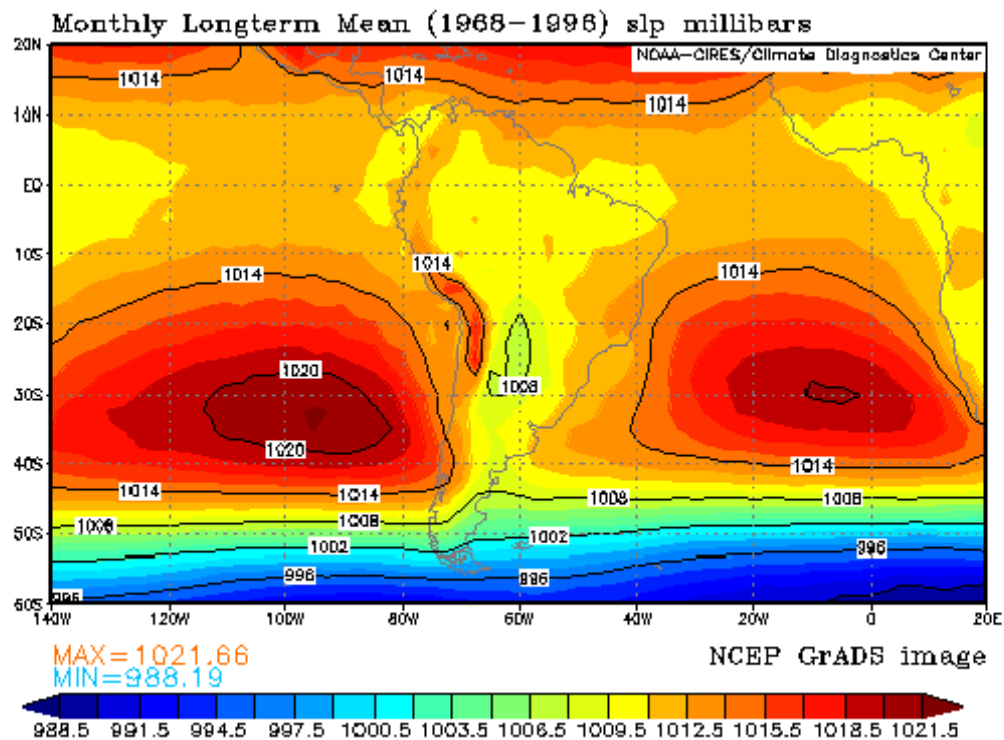
No inverno, o ASAS exerce uma maior penetrabilidade continental, influenciando os setores leste e central do Brasil equatorial. Os estados da região sudeste também ficam sob seu domínio e em condições de maior estabilidade atmosférica.

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.

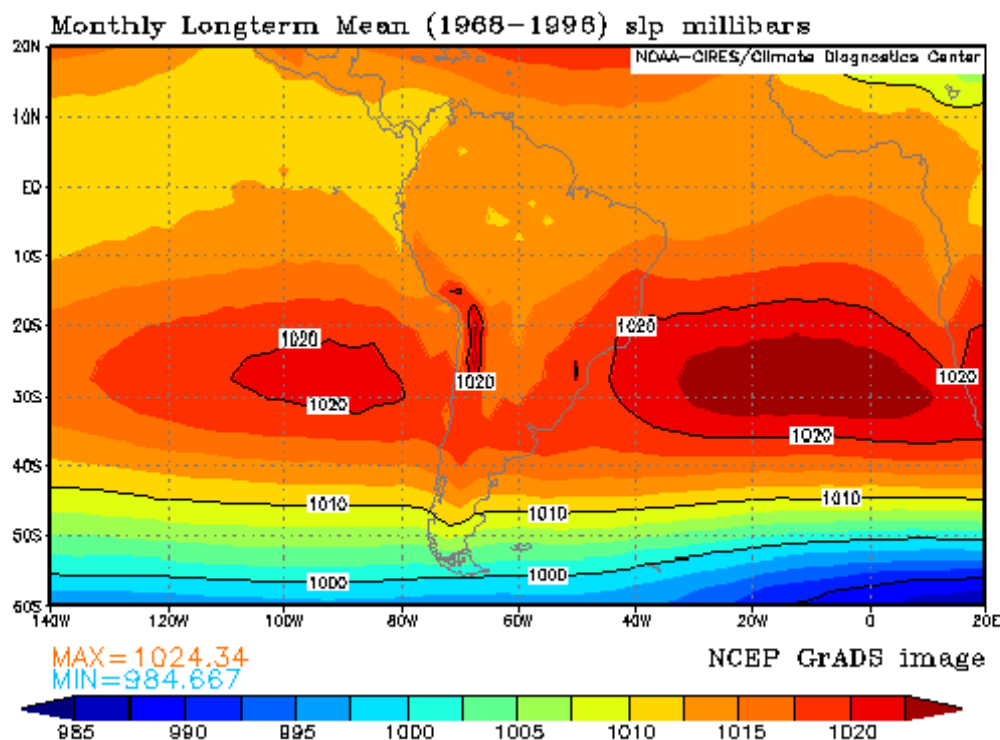
No interior do continente, a presença da “Baixa do Chaco” gera uma extensa faixa de convergência com a circulação proveniente do ASAS, condicionando a ocorrência de convergência de umidade nos baixos níveis numa faixa orientada de noroeste para sudeste: a conhecida “Zona de Convergência do Atlântico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

FIGURA 5.3.1.2.1-1
POSICIONAMENTO DOS SISTEMAS DE ALTA PRESSÃO DO PACÍFICO SUL E DO ATLÂNTICO SUL NO VERÃO



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

FIGURA 5.3.1.2.1-2
POSICIONAMENTO DOS SISTEMAS DE ALTA PRESSÃO DO PACÍFICO SUL E DO ATLÂNTICO SUL NO INVERNO



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

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 se caracterizam 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 a 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 potencias 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 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 se encontra 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 depressionária sub-antártica.

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 à sua posição de origem. Tal sistema, depois de formado, pode invadir com rapidez o continente sul-americano. Apresenta 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 em regiões elevadas e em fundos de vales.



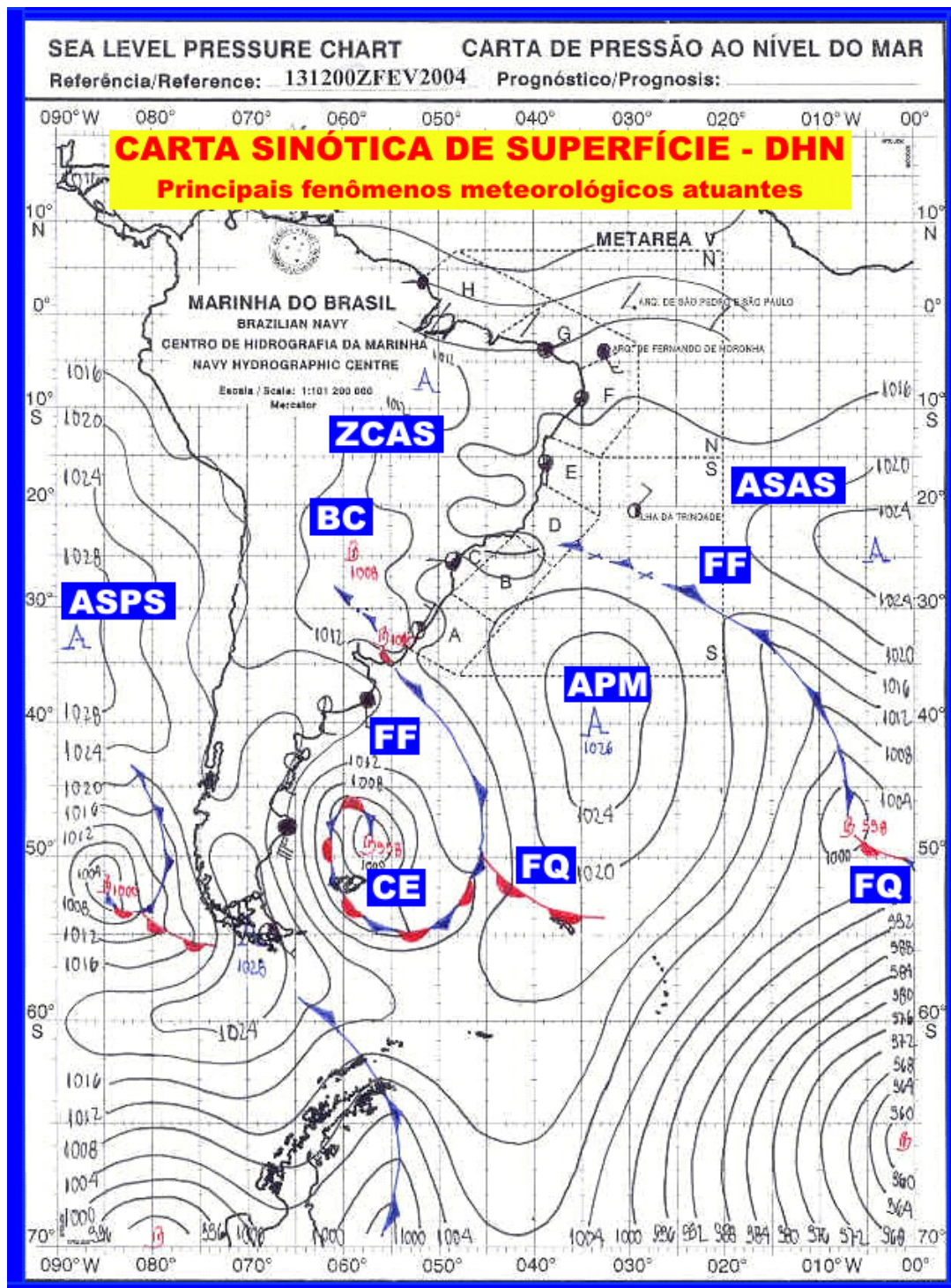
Durante o inverno, um “APM” apresenta-se mais freqüente e intenso e com dimensões superiores do que se apresenta normalmente no verão, outono e primavera. Ao atingir o continente, um APM sofre grandes efeitos de atrito, face à topografia acidentada da superfície, sujeitando-se a freqüentes bloqueios 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 5.3.1.2.1-3 mostra uma Carta Sinótica de Superfície com as ilustrações dos principais fenômenos meteorológicos atuantes no Brasil e na América do Sul.

FIGURA 5.3.1.2.1-3
CARTA SINÓTICA ILUSTRATIVA DE 12:00 H (HORÁRIO DO MERIDIANO DE GREENWICH) DO DIA 13/02/2004, COM INDICAÇÕES DOS PRINCIPAIS SISTEMAS METEOROLÓGICOS





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 CCME constituem-se em conjuntos de nuvens cúmulo-nimbos 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 CCME 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*).



Caracterização Climatológica da Região Sudeste

O Brasil apresenta grande diversidade climática, refletida principalmente nos regimes de precipitação e temperatura. De norte a sul constata-se a existência de 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 do 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.

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 de Janeiro 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; e

Cfb – Subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões brandos. Abrange parte de São Paulo.

Características Gerais

A região sudeste apresenta 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 clima predominantemente tropical, mas com mudanças sazonais significativas.

De acordo com o IBGE e 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 à 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.

A distribuição pluviométrica da região sudeste é bastante heterogênea, pois 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 anual 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 à 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.

Caracterização Climatológica do Estado do Rio de Janeiro

Evidencia-se 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 espriam 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 das Serras 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 de 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 a céu claro, de cor azul, livre de nebulosidade e ausência de qualquer hidrometeoro.

5.3.1.3 Caracterização Climática da Área de Influência Direta

5.3.1.3.1 Sistemas de Circulação Atmosférica

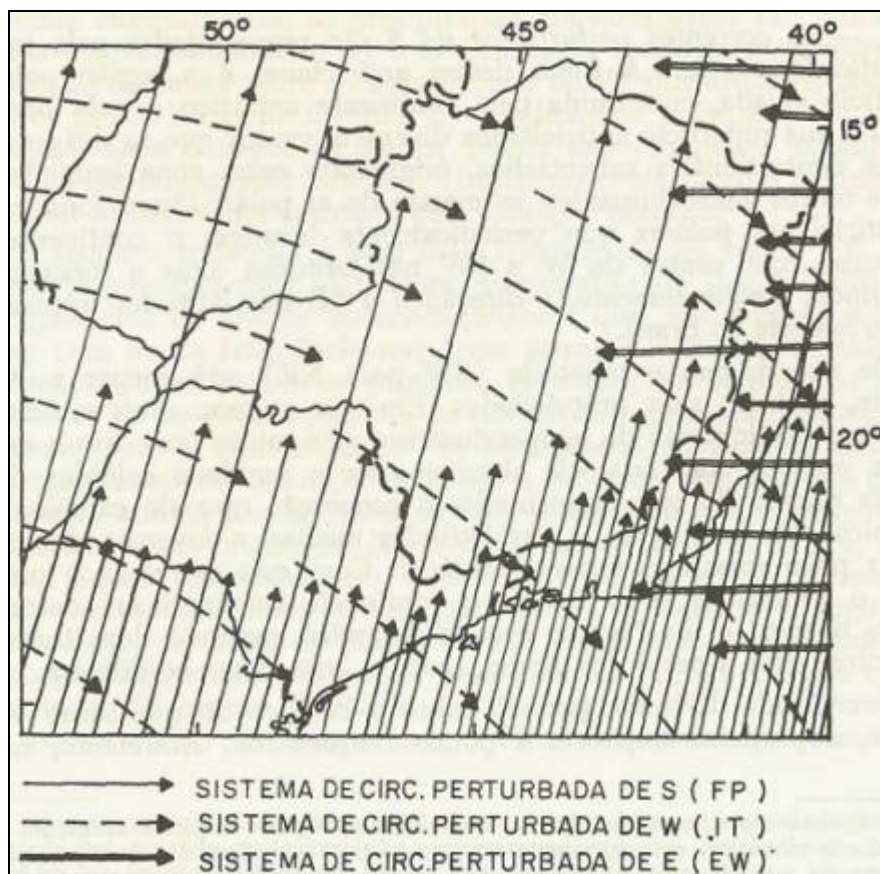
O clima e as condições meteorológicas de uma região são fortemente condicionados pela localização geográfica (latitude) e relevo, que, em ação conjunta com os grandes sistemas atmosféricos, controlam a distribuição pluviométrica, evaporação, temperatura, umidade do ar e regime de ventos da região. A região sudeste está situada entre os paralelos 14° e 25° sul, resultando daí que quase todas as suas terras estão localizadas na zona tropical.

Segundo Nimer (1989), durante todo ano, nas regiões tropicais do Brasil, à exceção do oeste da Amazônia, sopram freqüentemente ventos de leste (E) a nordeste (NE) oriundos das altas pressões subtropicais, ou seja, do anticiclone semifixo do Atlântico Sul, ou ventos de componente variável de ocasionais núcleos de alta do inferior.

Na região Sudeste do Brasil, durante todo o ano sopram freqüentemente ventos de E a NE (Sistema de Correntes de Nordeste a Leste) oriundos das altas pressões subtropicais, ou seja, do anticiclone semifixo do Atlântico Sul. Esta massa de ar tropical possui temperaturas relativamente elevadas, fornecidas pela intensa radiação solar e do solo das latitudes tropicais, além de forte umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima, que fica em geral limitada à camada superficial, o que lhe dá um caráter de homogeneidade e estabilidade, mantendo o tempo estável e geralmente ensolarado. Essa condição é a predominante no Sudeste do Brasil (NIMER, 1989).

Na região Sudeste, a chegada de correntes perturbadas apresentadas na Figura 5.3.1.3.1-1 normalmente provocam instabilidades e bruscas mudanças do tempo, geralmente acompanhadas de chuvas. Elas são denominadas de Sistema de Correntes Perturbadas de Sul, Sistema de Correntes Perturbadas de Oeste e Sistema de Correntes Perturbadas do Leste.

FIGURA 5.3.1.3.1-1
SISTEMAS DE CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA PERTURBADA DO SUDESTE
BRASILEIRO



Fonte: NIMER, 1989.



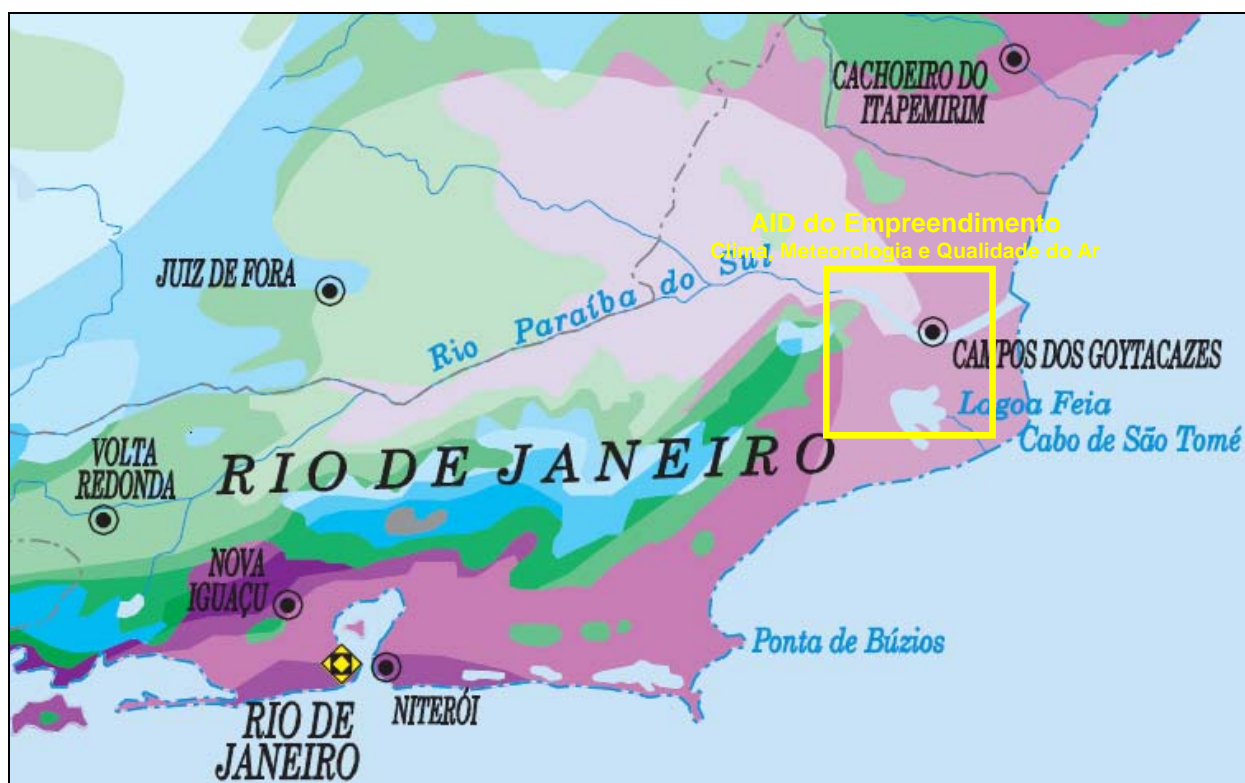
5.3.1.3.2 Classificação Climática

Conforme a classificação geral de Köppen, a AID apresenta um clima do grupo C, ou seja, clima mesotérmico com temperatura média dos 3 (três) meses mais frios compreendidos entre 18°C e superior a -3°C, e temperatura média do mês mais quente superior a 10°C.

Observando-se o tipo e o subtipo climático, classifica-se o clima da AID como Cwa, isto é, tropical quente e úmido com inverno seco e temperatura do mês mais quente superior a 22°C.

Observando espacialmente as características climáticas da AID, tomando como base o Mapa de Clima do Brasil (IBGE, 2002), verifica-se a predominância do grupo climático quente e úmido com três meses secos, não obstante possa também ser verificada na AID uma pequena parcela da região onde o clima é quente e semi-úmido, conforme apresentado na Figura 5.3.1.3.2-1.

FIGURA 5.3.1.3.2-1
DOMÍNIO CLIMÁTICO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA



Fonte: IBGE, 2002.

Legenda	Domínio	Subdomínio	Variedade
	Quente	Úmido	3 meses secos



5.3.1.3.3 Caracterização das Variáveis Climáticas

Nesta seção são apresentados os resultados de análises realizadas para a caracterização do comportamento típico das variáveis: precipitação pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, evaporação, radiação solar (insolação), nebulosidade, direção e velocidade do vento.

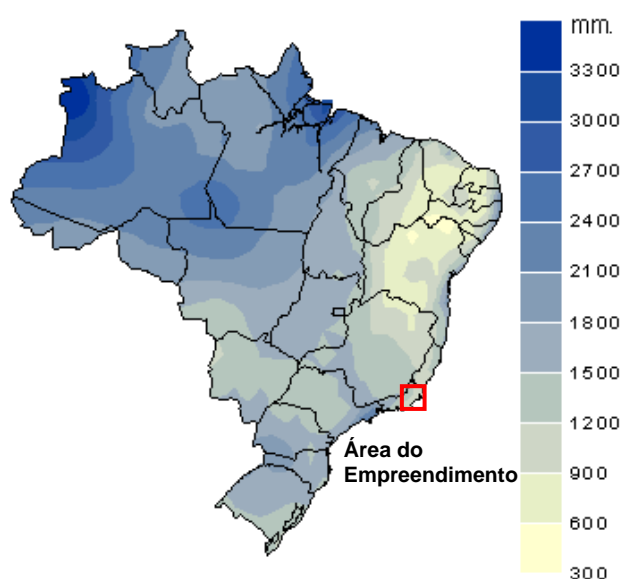
Todos os dados foram caracterizados de acordo com a base de dados apresentada na Tabela 5.3.1.1-1.

Precipitação Pluviométrica

A região apresenta o total de chuvas da ordem de 1.100 mm e aproximadamente 78 dias de chuva por ano. As estações seca e chuvosa são bem definidas. A estação menos seca compreende os meses de inverno (junho, julho e agosto).

O mapa climático apresentado na Figura 5.3.1.3.3 -1 apresenta as normais climatológicas de precipitação pluviométrica acumulada anual produzidas pelo INMET com base nas séries de 1961 a 1990.

FIGURA 5.3.1.3.3-1
MAPA CLIMÁTICO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA ACUMULADA ANUAL - 1931-1990



Fonte: INMET.



Complementando com maior resolução espacial e temporal a caracterização da precipitação pluviométrica da região, nas Figuras 5.3.1.3.3-2 e 5.3.1.3.3-3 são apresentados, respectivamente, os valores médios mensais de precipitação pluviométrica e número de dias de chuva compilados com a utilização das séries de dados medidos nas 7 estações pluviométricas analisadas.

Observa-se nos gráficos apresentados que, apesar da maioria das estações meteorológicas estarem localizadas no entorno da AID demarcada, a precipitação pluviométrica na região apresenta um comportamento bastante similar, inclusive quanto à sazonalidade, corroborando assim com a classificação climática da AID.

FIGURA 5.3.1.3.3-2
MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

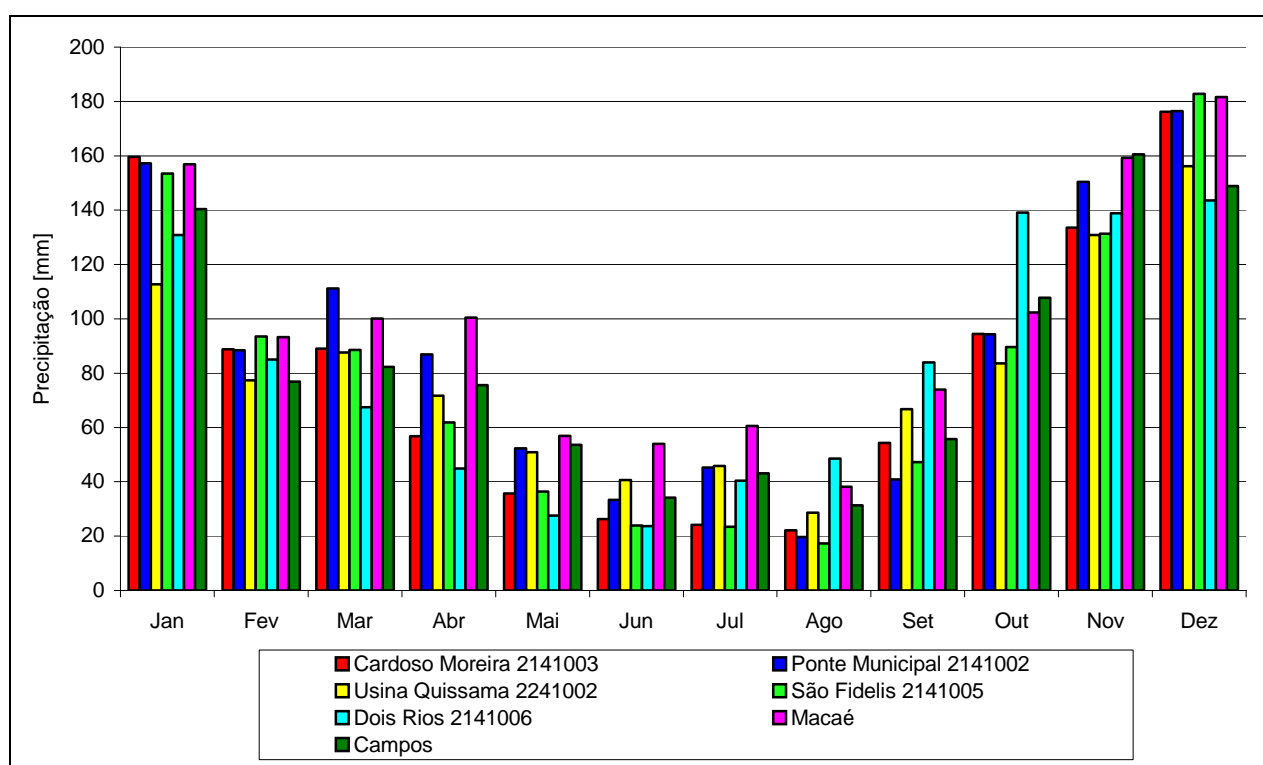
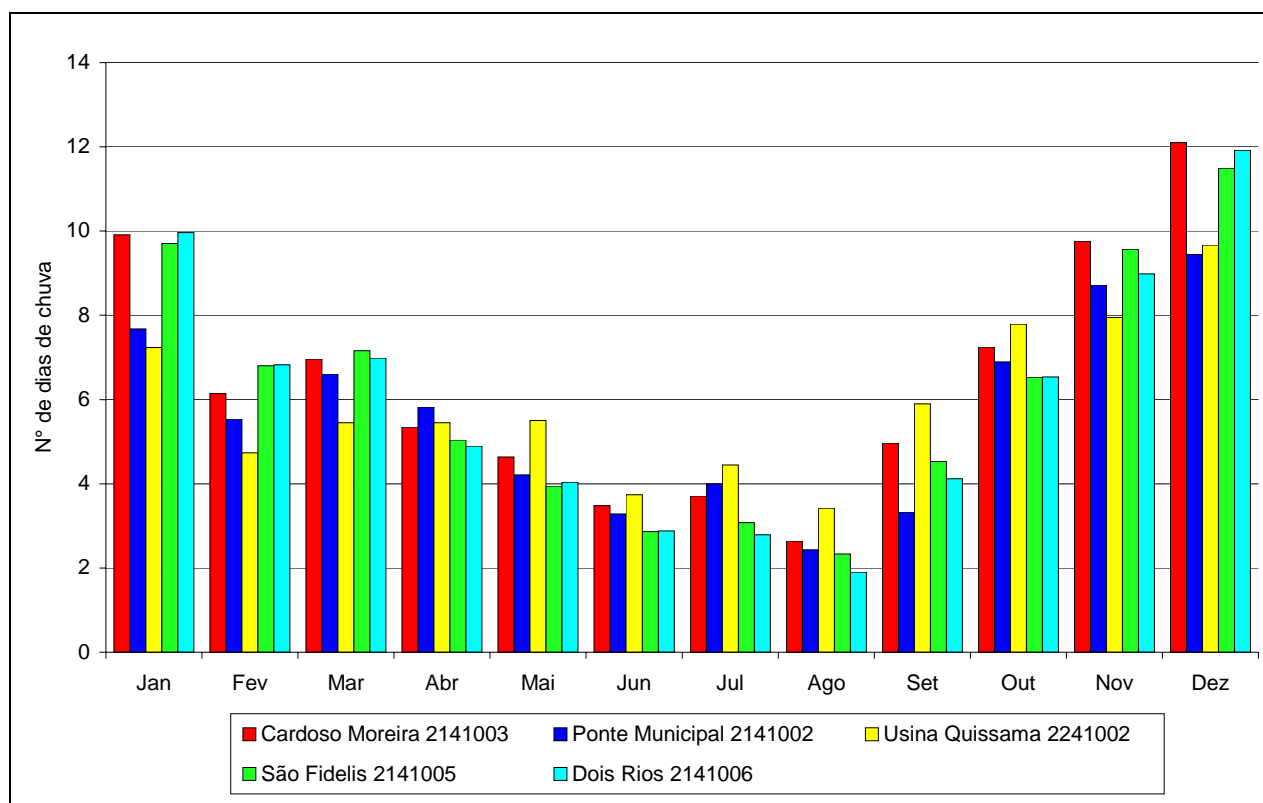


FIGURA 5.3.1.3.3-3
NÚMERO DE DIAS DE CHUVA POR MÊS



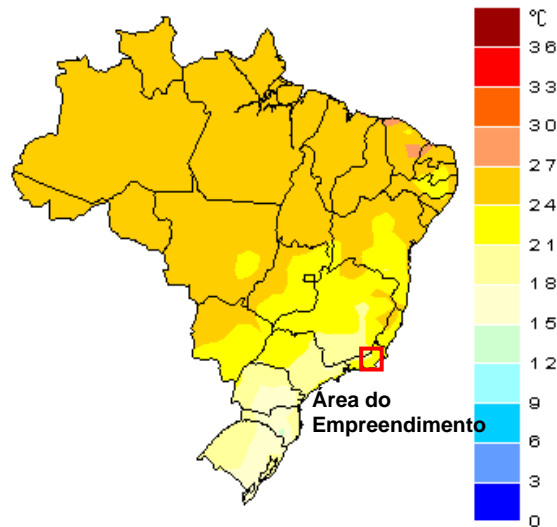
Temperatura do Ar

A temperatura média na AID apresenta variações ao longo dos meses do ano. De acordo com as normais climatológicas obtidas das séries históricas medidas nas estações Macaé e Campos, as médias mensais variam de 20,9°C a 26,8°C, sendo a média anual igual a 23,5°C.

As Figuras 5.3.1.3.3-4 e 5.3.1.3.3-5 apresentam, respectivamente, as análises de temperatura do ar baseadas no mapa climático de normais do INMET e as médias mensais obtidas da análise das normais climatológicas específicas, disponibilizadas pelo SIMERJ, para Macaé e Campos.

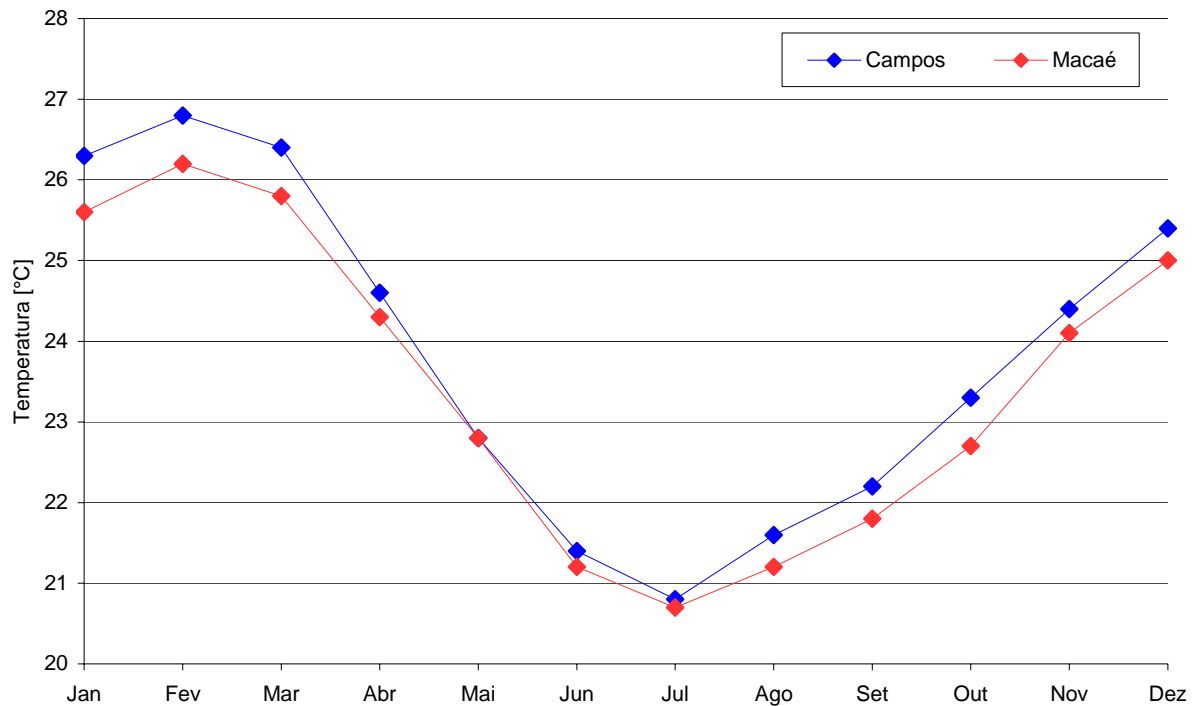


FIGURA 5.3.1.3.3-4
MAPA CLIMÁTICO DE TEMPERATURA MÉDIA ANUAL - 1931-1990



Fonte: INMET

FIGURA 5.3.1.3.3-5
MÉDIAS MENCIAIS DE TEMPERATURA (NORMAIS 1961-1990)



Fonte: SIMERJ

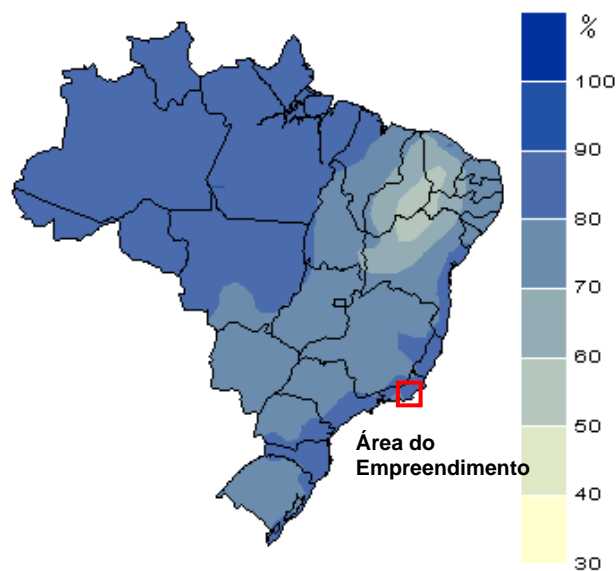


Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar é geralmente elevada. Em média, esta fica em torno de 80% ao longo de todo o ano, com variação de até 10% em torno da média.

As Figuras 5.3.1.3.3-6 e 5.3.1.3.3-7 apresentam, respectivamente, as análises de umidade relativa do ar baseadas no mapa climático de normais do INMET e as médias mensais obtidas da análise das normais climatológicas específicas, disponibilizadas pelo SIMERJ, para Macaé e Campos.

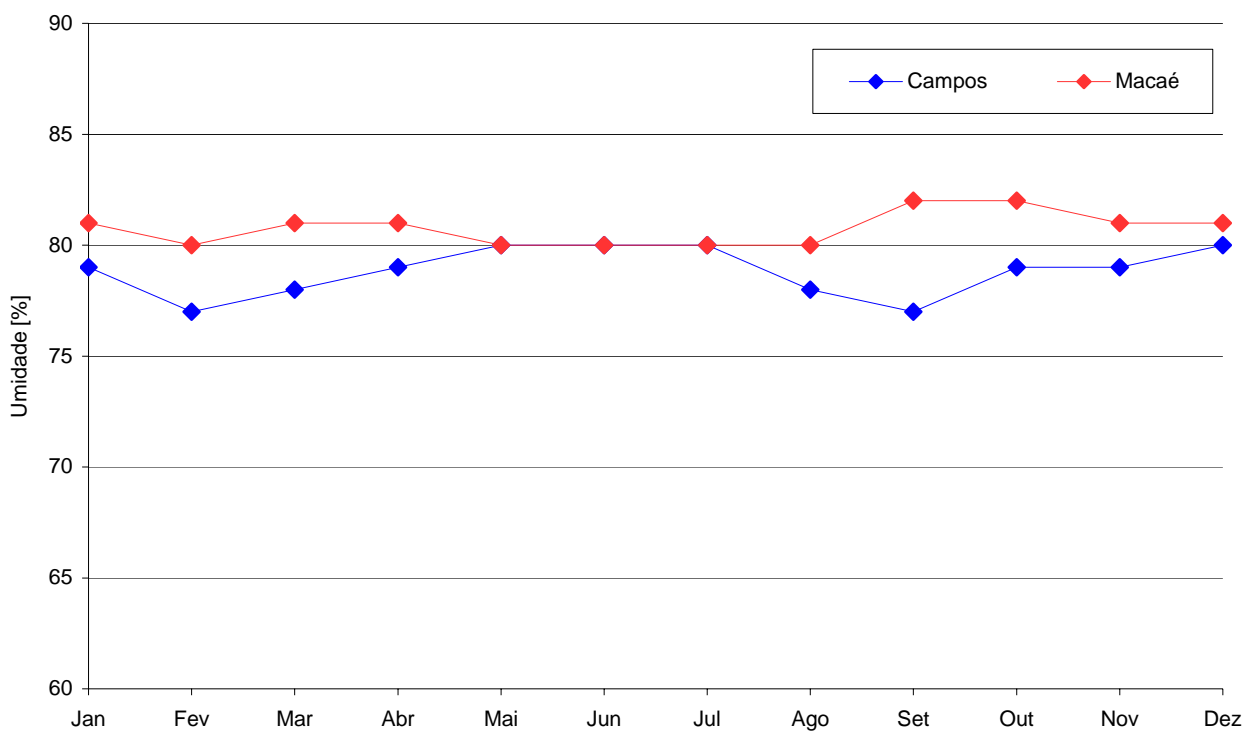
FIGURA 5.3.1.3.3-6
MAPA CLIMÁTICO DE TEMPERATURA UMIDADE RELATIVA DO AR - 1931-1990



Fonte: INMET



FIGURA 5.3.1.3.3-7
MÉDIAS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA DO AR (NORMAIS 1961-1990)



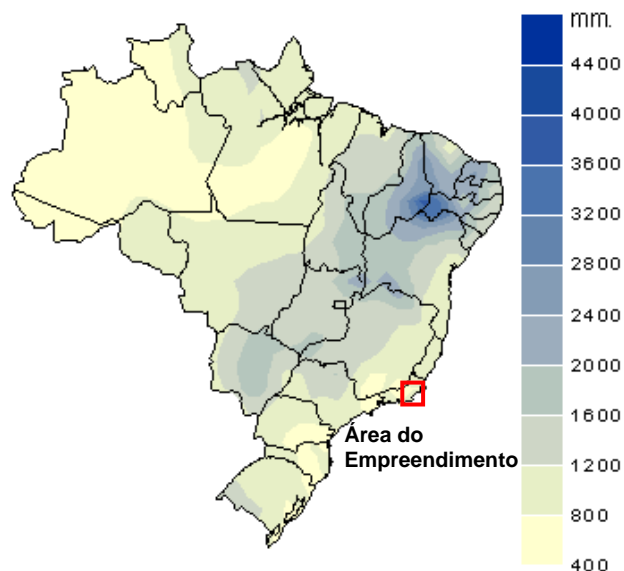
Fonte: SIMERJ.

Evaporação

De acordo com as normais climatológicas do INMET, a evaporação acumulada anual situa-se entre 800 e 1.200 mm, conforme pode ser visto na Figura 5.3.1.3.3-8.



FIGURA 5.3.1.3.3-8
MAPA CLIMÁTICO DE EVAPORAÇÃO - 1931-1990

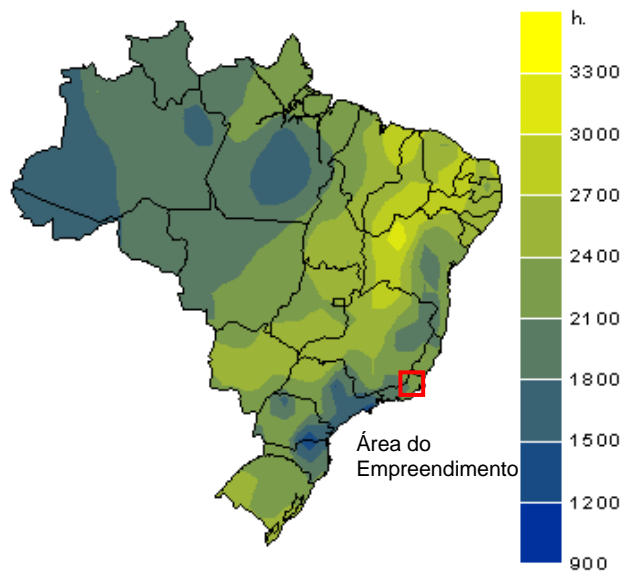


Fonte: INMET.

Insolação

A insolação determina o número de horas de exposição à luz solar que ocorre em determinada região. De acordo com as normais climatológicas do INMET, na área de influência direta do empreendimento, a insolação média anual normalizada situa-se entre 2.100 e 2.400 horas de sol. A Figura 5.3.1.3.3-9 apresenta o mapa climático do total de horas anuais de insolação.

FIGURA 5.3.1.3.3-9
MAPA CLIMÁTICO DE INSOLAÇÃO - 1931-1990

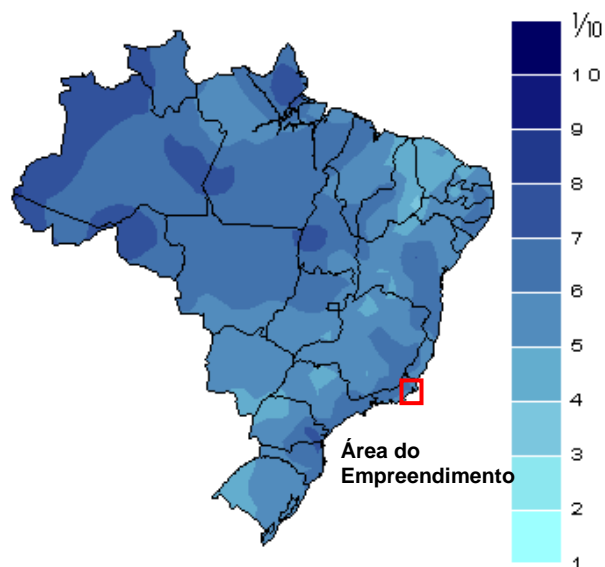


Fonte: INMET.

Nebulosidade

A nebulosidade ou cobertura de nuvens média anual para a área de influência direta do empreendimento situa-se entre 4 e 5 décimos, conforme apresentado na Figura 5.3.1.3.3-10.

FIGURA 5.3.1.3.3-10
MAPA CLIMÁTICO DE NEBULOSIDADE - 1931-1990



Fonte: INMET



Direção e Velocidade do Vento

Na AID do empreendimento não foram identificadas estações de monitoramento da direção e velocidade do vento que apresentassem séries de dados com suficiência, consistência e representatividade para a elaboração de um diagnóstico confiável do regime de ventos nela incidente.

Por outro lado, a estação meteorológica mais próxima da AID que apresenta uma série de dados de direção e velocidade do vento compatível com o diagnóstico de clima e meteorologia é a estação Macaé, operada pelo SIMERJ. Todavia, os registros disponibilizados nesta estação são armazenados de 3 em 3 h, o que por sua vez também não é suficiente para uma determinação mais precisa do regime de ventos na região do empreendimento, apesar de serem indicadores de predominâncias e tendências. Vale ressaltar ainda que a hipótese de transposição dos dados medidos na estação Macaé para a AID da UTE poderia resultar em erros significativos, haja vista a forte influência costeira no regime de ventos de ambas as localidades, que por sua vez apresentam orientações de suas porções terrestres bem diferenciadas em relação ao oceano.

Para suprir esta lacuna de informações meteorológicas relativas ao vento e a outras variáveis de superfície e de altitude necessárias à modelagem de qualidade do ar, foi realizada uma modelagem da meteorologia de mesoescala da AID delimitada para o compartimento atmosférico, utilizando o modelo meteorológico numérico denominado WRF, mundialmente consagrado e recomendado pela Agência de Proteção Ambiental Americana (EPA).

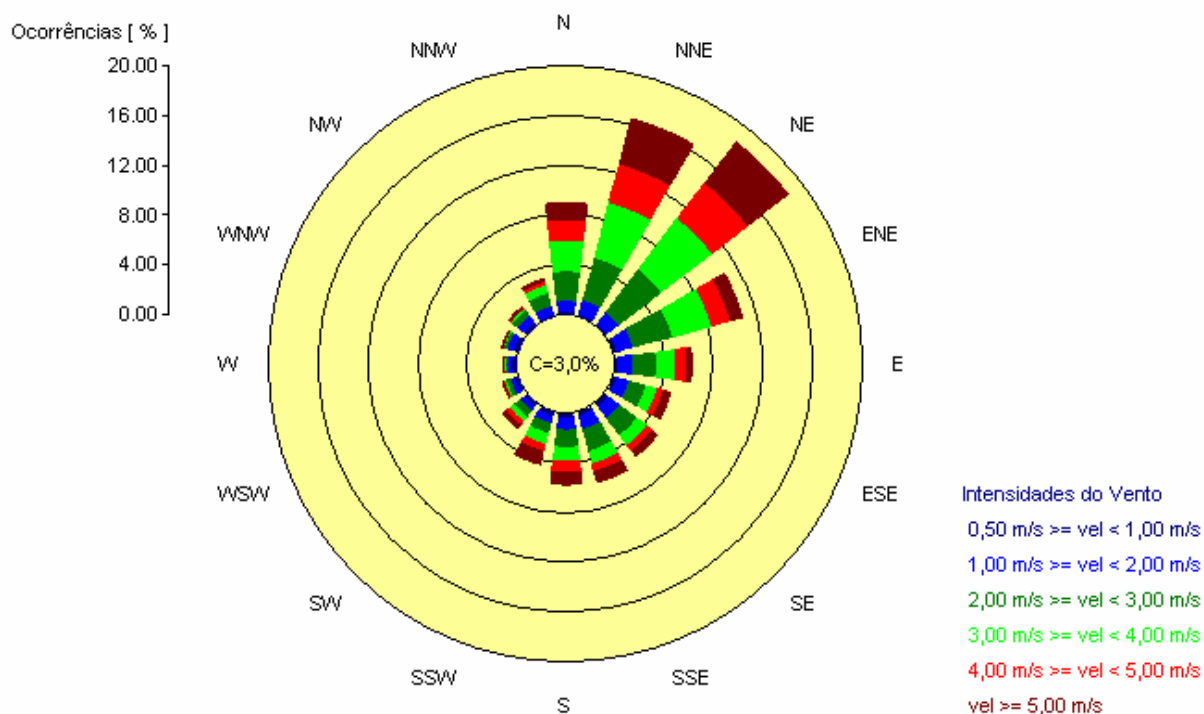
Nesta tarefa, o WRF é utilizado para transferir para uma escala regional (mesoescala) os dados históricos registrados por modelos meteorológicos globais, que por sua vez são gerados com base em fontes de informações meteorológicas espalhadas por todo o mundo (estações de solo, satélites, balões, navios, bóias marinhas, radares, etc.). É uma tarefa de grande complexidade, que exigiu a obtenção dos dados meteorológicos de grande escala junto ao NCEP nos EUA, que possui um banco de dados meteorológicos de análises globais com base em registros históricos dos últimos 50 anos. A modelagem com o WRF exige processamento em computadores de alto desempenho (cluster da EcoSoft), o que por sua vez requer limitações para o período de dados a ser reproduzido para uso no presente estudo. Desta forma, optou-se pela reprodução de uma base de dados meteorológicos regional para o período de agosto de 2004 a outubro de 2007, tomados como médias horárias, 24 horas por dia. Este conjunto de dados foi também utilizado para a determinação do prognóstico da qualidade do ar que demonstra as alterações nas concentrações de poluentes na atmosfera decorrentes da operação do empreendimento.



As Figuras 5.3.1.3.3-11 e 5.3.1.3.3-12 apresentam as rosas dos ventos obtidas das análises das séries temporais de direção e velocidade do vento da estação Macaé e geradas pelo Modelo WRF para uma estação virtual localizada próxima às chaminés da UTE MPX, visando uma comparação preliminar dos resultados modelados com os resultados medidos na região.

Observa-se em ambas as rosas dos ventos a predominância das direções provenientes do setor nordeste (NE), com maior predominância das direções nordeste (NE), norte-nordeste (NNE) e leste-nordeste (ENE). Em ambas as estações são identificadas velocidades médias do vento iguais a 3,3 m/s, e o percentual de calmaria apresentado foi de 4,6% para a estação Macaé e 3,0% para a estação virtual WRF UTE MPX. Vale ressaltar que a estação Macaé encontra-se a 110 km de distância do local pretendido para a instalação da UTE MPX. Mesmo assim, observa-se grande similaridade das movimentações das massas de ar de superfície em ambas as localidades, o que corrobora os resultados calculados por modelagem meteorológica para a localidade do empreendimento.

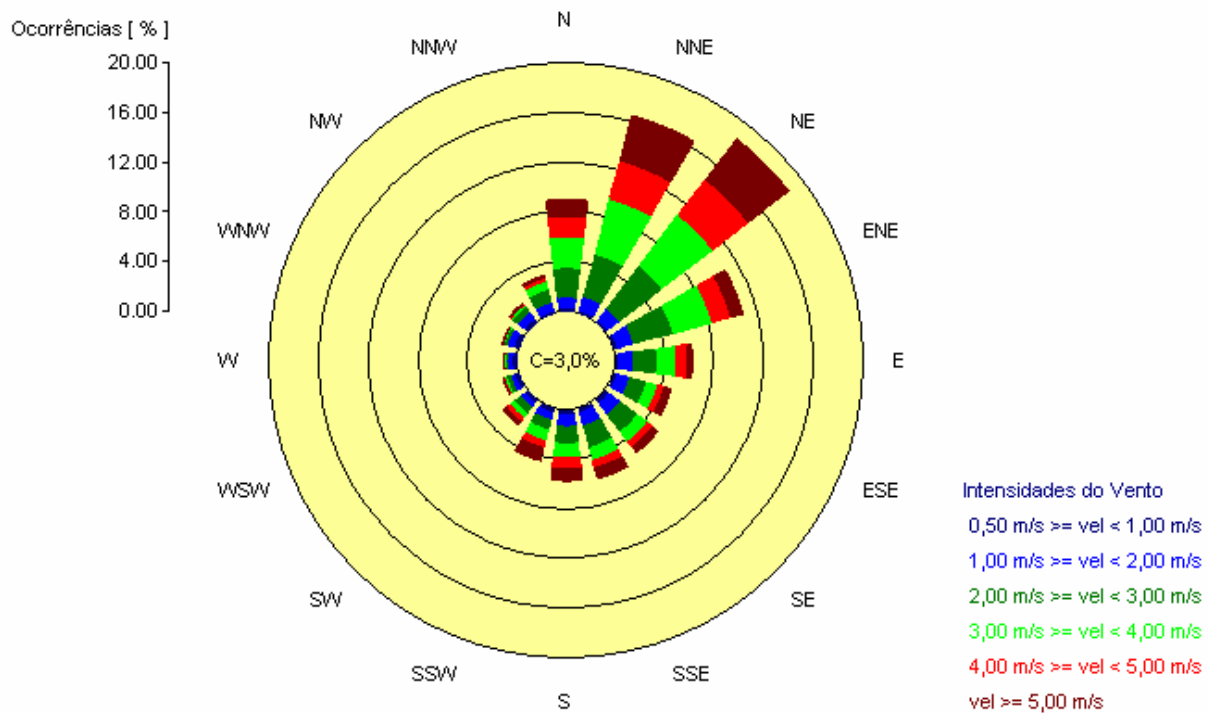
FIGURA 5.3.1.3.3-11
ROSA DOS VENTOS - MACAÉ - JAN/2005 A DEZ/2006



Fonte: Estação Meteorológica de Macaé (SIMERJ).



FIGURA 5.3.1.3.3-12
ROSA DOS VENTOS - ESTAÇÃO VIRTUAL UTE PORTO DO AÇU - AGO/2004 A
OUT/2007



Fonte: Modelo WRF - Estação Virtual UTE Porto do Açu.