

## 5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

---

Neste Capítulo é apresentada uma descrição geral dos principais aspectos ambientais relevantes referentes aos meios físico, biótico e socioeconômico que caracterizam a região a ser afetada pela implementação do sistema de produção de óleo e gás da P-48 em Caratinga, na Bacia de Campos (RJ).

O presente diagnóstico visa caracterizar os principais aspectos ambientais da região, estruturados conforme apresentado a seguir:

**Ambiente Físico:** Meteorologia, Geologia - Geomorfologia e Oceanografia (qualidade da água);

**Ambiente Biótico:** Comunidades Planctônicas, Bentônicas e Nectônicas e Unidades de Conservação;

**Ambiente Socioeconômico:** Caracterização das Comunidades e Atividades Pesqueiras, Caracterização das Atividades Turísticas e Geração de Empregos Diretos e Indiretos.

Para um melhor entendimento da localização geográfica dos diferentes estudos utilizados como base neste diagnóstico, a figura a seguir apresenta os principais campos petrolíferos localizados na Bacia de Campos.

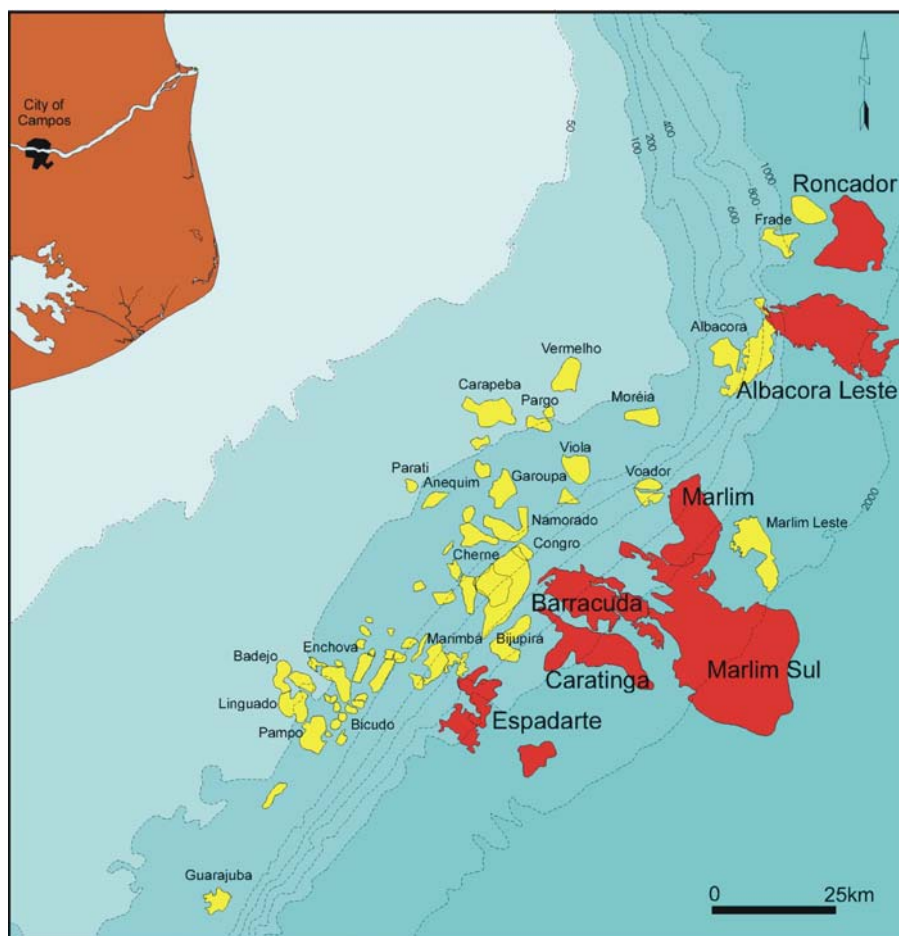


Figura 5.1-a Localização dos principais campos petrolíferos na Bacia de Campos.

Além disto, são apresentados os planos e programas ambientais propostos e em desenvolvimento na área a ser afetada pela produção do Sistema Definitivo de Caratinga, bem como a legislação ambiental aplicável ao projeto.

## 5.1. MEIO FÍSICO

### 5.1.1. Meteorologia

#### 5.1.1.1 Clima Geral

##### a. A circulação regional da atmosfera

O campo de Caratinga está situado na região central do alinhamento de campos petrolíferos da bacia de Campos, ao sul de Barracuda, cerca de 100 km da costa, sob lâmina d'água entre 850 a 1350 m, ocupando uma área de 233 km<sup>2</sup>. Os limites geográficos do campo variam entre 22°35'S e 22°45'S de latitude e entre 40°07'W e 40°21'W de longitude. A unidade de produção (FPSO P-48) apresenta localização proposta de 22°39'44,5"S e 40°14'29,6"W, em lâmina d' água de 1040m.

O Atlântico Sul é o único oceano tropical que não conhece os furacões e tufões. Na latitude do Rio de Janeiro, há uma forte interação meridional entre o clima tropical e o subtropical. O clima é periodicamente afetado pelas oscilações dos fenômenos El Niño e La Niña, que ocorrem no Oceano Pacífico. Em anos de La Niña, o clima é mais seco e frio; ao passo que, nos anos de El Niño, há mais chuvas (enchentes) e temperaturas bem mais elevadas do que o normal.

Neste item será feita uma descrição dos aspectos da circulação geral sobre a Região Sudeste, que determinam seu clima e sua meteorologia. Observa-se nesta região uma grande variação sazonal das características da circulação geral, sendo apresentado por meio dos mapas das pressões normais ao nível do mar, médias de 30 anos, de 1961 a 1990.

As figuras 5.1.1-a e 5.1.1-b apresentam a distribuição das pressões ao nível do mar, na América do Sul, respectivamente no mês de janeiro e julho (Satyamurty *et al.*, 1998). O cinturão das altas pressões na latitude dos 30° aparece no Pacífico representado pela área do anticiclone do Oceano Pacífico, e no Atlântico Sul pelo anticiclone do Atlântico Sul. Sobre o continente, em qualquer época do ano, as pressões são relativamente mais baixas, sendo mínimas no verão e máximas no inverno. O anticiclone do Atlântico Sul é mais intenso no inverno e o anticiclone do Pacífico é mais forte no verão. Esses centros de alta se afastam do continente na estação das chuvas, no verão. O anticiclone do Atlântico Sul oscila durante o ano, mudando a posição de seu centro de 27°S e 15°W, no inverno, para 33°S e 5°W no verão. A velocidade e o modo dessas migrações do centro do anticiclone determinam as variações de temperatura e das precipitações na Região Sudeste do Brasil.

A circulação na baixa troposfera, no nível de 850 hPa ou de cerca de 1500 m, apresenta um campo de vento circular que acompanha aproximadamente as isóbaras do campo de pressão ao nível do mar (Figuras 5.1.1-a e 5.1.1-b). Os vetores-vento são mais fortes no mês de janeiro (verão).

Sobre o Rio de Janeiro, predominam ventos do quadrante norte, (Ellis *et al.*, 1986). No mês de julho (inverno), quando o anticiclone do Atlântico Sul fica mais intenso, os ventos reduzem sua velocidade ao mínimo. Os ventos alísios do quadrante leste, provenientes da área anticiclônica do Atlântico Sul, em geral atingem os Andes no Peru e na Colômbia, onde são bloqueados e defletidos para sul, tornando-se ventos de norte e noroeste, (Satyamurty *et al.*, 1998). Muitas das chuvas, em toda a Serra do Mar e na Zona da Mata no Brasil, dependem da velocidade e do ângulo de penetração desses alísios sobre a costa, em cada estação do ano.

A zona continental, entre os dois anticiclones na América do Sul, isto é, entre as latitudes de 15°S e 40°S, é reconhecida como área frontogenética pelos meteorologistas, visto que aí se formam quase todas as frentes atmosféricas. Pesquisas mais recentes indicam que existe uma corrente de jato de baixo nível, abaixo de 850 hPa, vinda de norte, e que transporta vapor de água e calor da Amazônia para a região do Paraguai e do norte da Argentina.

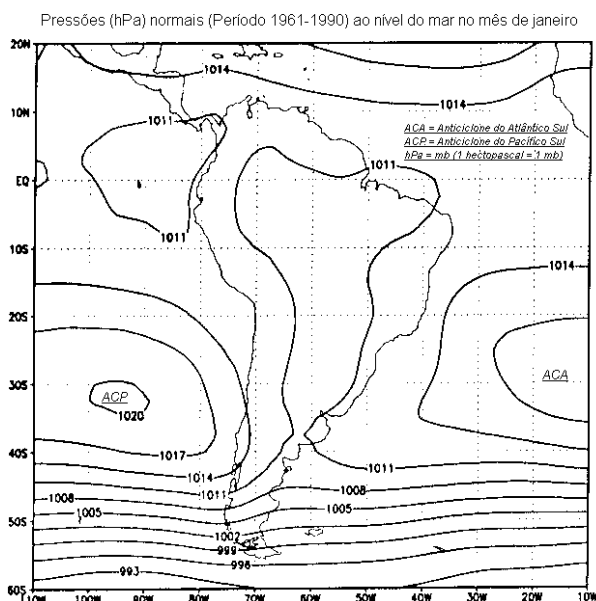


Figura 5.1.1-a. Pressões normais ao nível da superfície do mar em janeiro. Normais climatológicas do período de 1961-1990.

O Rio de Janeiro e toda a Região Sudeste do Brasil são dominados por forte atividade convectiva na estação das chuvas, portanto, uma grande parte das precipitações são de origem convectiva. Existe uma larga faixa do território da América do Sul, onde há intensa atividade convectiva no verão, que começa no oeste da Amazônia e se prolonga para a direção sudeste, indo terminar no meio do Atlântico Sul. Essa zona é conhecida pela sigla SACZ (em inglês) ou zona de convergência do Atlântico Sul. As características climáticas da SACZ são mais evidentes no verão e praticamente desaparecem no inverno.

#### b. Condições de tempo perturbado e fenômenos severos

O tempo na Região Sudeste é alterado por vários tipos de perturbações transientes, tanto de origem tropical como extratropical. As magnitudes dessas perturbações são igualmente de todas as escalas, vão desde a escala sinóptica e a mesoescala até as perturbações convectivas organizadas ou desorganizadas. Alguns dos sistemas meteorológicos violentos, como os tornados e ciclones, encontrados nos trópicos e subtropicais, não ocorrem na Região Sudeste e no oceano próximo.

Os eventos transientes de tempo, mais comuns na Região Sudeste, são as passagens das frentes frias. Os ciclones de latitude média cruzam os Andes e a Argentina acima da latitude de 35°S e, em seguida, tomam rumo este-sudeste, enquanto que a frente fria, associada com o deslocamento de seu centro de baixa pressão, move-se para nordeste.

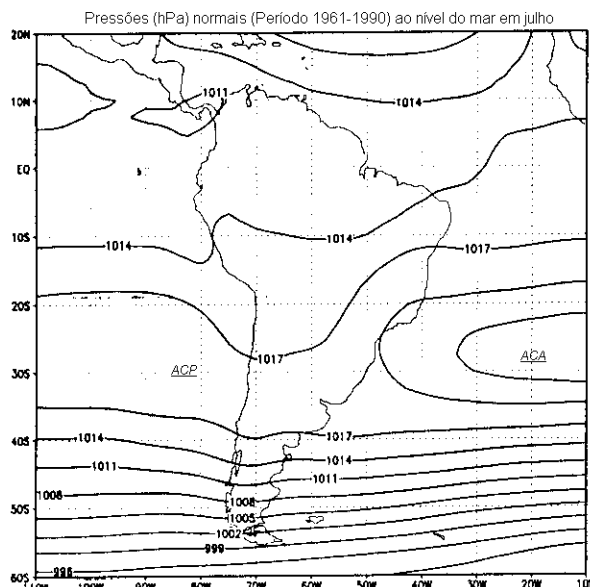


Figura 5.1.1-b. Pressões normais ao nível da superfície do mar em julho. Normais climatológicas do período de 1961-1990.

Enquanto a frente fria varre o lado leste da América do Sul, intensa atividade convectiva se desenvolve ao longo da encosta oriental dos Andes, desde a Argentina até o leste do Peru. A Figura 5.1.1-c apresenta uma estatística da frequência mensal das passagens de sistemas frontais pela Região Sudeste. Esse estudo foi baseado em 10 anos de imagens infravermelhas dos satélites meteorológicos rastreados diariamente pelo INPE, no período de 1975 a 1984 (Satyamurty *et al.*, 1998). Nas latitudes abaixo de 20°S, em média, há somente duas passagens de frentes por mês. Cerca de quatro sistemas frontais passam mensalmente entre 20°S e 25°S. Mais ao sul, a frequência das frentes aumenta. Uma grande parte das chuvas precipitadas no Rio de Janeiro se deve aos sistemas frontais.

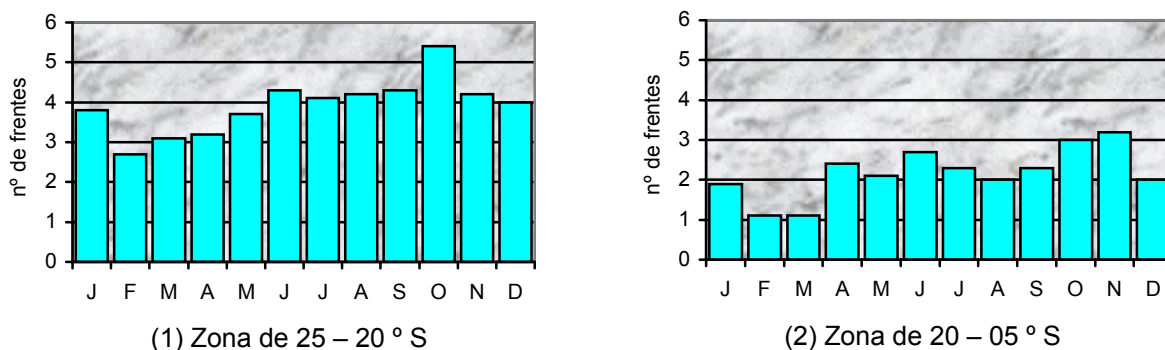


Figura 5.1.1-c. Frequências mensais das passagens dos sistemas frontais pelo Rio de Janeiro.

Nos meses de inverno, as massas de ar com altas pressões e baixas temperaturas, que acompanham as frentes frias, avançam pelo interior do continente na direção norte-nordeste, desviando para o mar na latitude de 20°S, quando perdem as próprias

características e se fundem com a alta do Atlântico. Essas massas frias causam fortes geadas nos estados do sul e, muitas vezes, as baixas temperaturas atingem os estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo, sul de Minas Gerais e áreas serranas do Estado do Rio de Janeiro. A intensidade e frequência das geadas aumentam com a altitude do lugar e a latitude mais ao sul dos 20°S.

As passagens das frentes são mais frequentes no inverno e início da primavera. Há casos de frentes frias que penetram pela Bacia Amazônica e podem inclusive cruzar a linha do equador. Na região amazônica, esse fenômeno é conhecido pelo nome de “friagem”. Algumas dessas frentes frias, que avançam profundamente para o norte, se formam na costa do Brasil, na latitude aproximada de 25°S.

#### ✓ A zona de convergência do Atlântico Sul (SACZ)

A atividade da SACZ, no verão, cria uma situação meteorológica marcante na Região Sudeste do Brasil, principalmente no Rio de Janeiro. As frentes frias de verão se deslocam rapidamente da Argentina até a Região Sudeste, fazendo uma trajetória de sudoeste para nordeste.

Ao atingir o Rio de Janeiro, essas frentes ficam estacionadas por períodos de cinco a 10 dias, produzindo precipitações médias de 300 mm no Estado do Rio de Janeiro, no norte e leste de São Paulo, no sul e oeste de Minas Gerais, no Mato Grosso do Sul e no sul e leste do Mato Grosso. No Rio de Janeiro, as grandes enchentes catastróficas aconteceram no verão, nas décadas de 60 e 70.

#### ✓ O giro dos ventos

A perturbação da passagem de uma frente fria causa uma alteração completa da direção e velocidade dos ventos à superfície. Inicialmente os ventos sopram das direções normais de nordeste (NE). Quando a frente atinge o sul do Brasil, os ventos no Rio começam a mudar, de modo geral, 30 a 40 horas antes. A primeira virada dos ventos é para norte, às vezes, precedida de períodos de calmaria, depois os ventos de norte intensificam-se e causam estagnação das brisas, que enfraquecem ou desaparecem. Nesta fase, as temperaturas sobem extremamente e, no verão, são registradas as máximas do ano. Os ventos N viram para NW, até o instante da penetração da frente, marcado pela virada dos ventos para W e SW. Cada uma dessas fases pode ser mais longa ou mais breve, dependendo da velocidade de deslocamento da frente.

#### ✓ As linhas de instabilidade tropical e as chuvas de verão

Um outro tipo de perturbação que afeta a Região Sudeste, de outubro a abril, é conhecida pelos meteorologistas como linhas de instabilidade tropical. Uma linha de instabilidade é uma onda de baixa pressão de deslocamento muito rápido, de até 60 km/h. Um aspecto marcante da linha de instabilidade são os ventos fortes e turbulentos de W a NW e a duração de sua passagem, ao redor de 3 horas. A extensão da linha pode ser de várias centenas de quilômetros. A chegada de uma linha de instabilidade é acompanhada por

ventos de rajada de 60 km/h a 90 km/h, por trovoadas e relâmpagos. Nas regiões serranas, com frequência, ocorrem chuvas de granizo. É um fenômeno que está relacionado com o forte aquecimento de verão e a queda da pressão.

Mas, o Rio de Janeiro conhece também as chamadas “chuvas de verão”, que chegam rápidas e se vão rapidamente, em menos de uma hora, porém provocam transtornos nas cidades. As chuvas de verão atingem áreas de menor amplitude que as linhas de instabilidade. Uma chuva de verão pode provocar quedas de árvores, de granizo e até enchentes, em áreas restritas.

Pela manhã, o céu sobre as serras começa claro, mas logo que a incidência solar aumenta, vão aparecendo as nuvens cumulus. Algumas dessas nuvens, com o tempo, alcançam grande desenvolvimento vertical e se transformam em cumulus-nimbus (nuvens de trovoada e granizo). Na maior parte das ocorrências, as chuvas limitam-se à área serrana, entretanto, essas nuvens depois de formadas podem ser deslocadas em direção ao mar pelos ventos de NW a W.

#### ✓ **Furacões, tempestades tropicais, tornados e ventos máximos esperados**

O Atlântico Sul é uma área livre dos furacões e tempestades tropicais, como aquelas que ocorrem no Caribe, América Central e Golfo do México, dos violentos ciclones do Oceano Índico e dos tufões do Mar da China.

No Brasil, não há estudos metódicos dos tornados, embora ocorram tormentas, com alguma frequência, de efeitos similares. Segundo um estudo de Fujita (1973), nos trópicos, entre as latitudes de 20° e o Equador, não ocorrem tornados. O mesmo autor criou uma escala de zero a seis para medir a velocidade destruidora dos tornados e de todos os tipos de vendavais. O Quadro 5.1.1-a apresenta a escala de Fujita (The Tornado Project, 1999).



Quadro 5.1.1-a. Classificação das velocidades máximas dos ventos segundo Fujita.

# DA ESCALA-F	FASE DE INTENSIDADE DOS TORNADOS	VELOCIDADE DO VENTO MPH	VELOCIDADE DO VENTO (Km/h)	TIPO DE DANOS CAUSADOS
F0	Ventania	40 - 72	64 - 116	Alguns danos às chaminés das casas; quebra de galhos de árvores; arranca árvores de raízes pouco profundas; danifica sinais e placas de trânsito.
F1	Moderado	73 - 112	117 - 180	O limite inferior é o início da velocidade dos furacões; destelha casas; automóveis em movimento são jogados para fora da estrada; Abrigos de acampamento de canteiro de obra podem ser destruídos.
F2	Significante	113 - 157	181 - 253	Danos consideráveis; arranca a estrutura do teto das casas; casas de madeira são demolidas; caminhões-baús são tombados; grandes árvores são partidas ou arrancadas; objetos leves são lançados.
F3	Severo	158 - 206	253 - 332	A estrutura do telhado e paredes de casas bem construídas são derrubadas; trens são tombados; a maior parte das árvores das florestas são arrancadas.
F4	Devastador	207 - 260	333 - 419	Casas bem construídas são arrasadas; estruturas com fundações fracas são atiradas para longe; carros são atirados.
F5	Incrível	261 - 318	420 - 512	Casas bem estruturadas em concreto são levantadas de suas fundações e lançadas a grandes distâncias onde se desintegram. Objetos do tamanho de automóveis voam pelo ar a mais de 100 m de distância; as árvores são descascadas; estruturas de concreto reforçado com aço são muito danificadas.
F6	Inconcebível	319 - 379	513 - 610	Mísseis, tais como carros e geladeiras, causariam muitos danos secundários que não poderiam ser diretamente identificados como estrago de escala F6. Se um nível desse for atingido, a evidência da ocorrência somente poderia ser percebida pela observação do padrão do remoinho ao nível do chão, visto que não poderia ser identificável pelos estudos de engenharia.

Fujita criou um mapa dos Ventos de Velocidades Máximas Esperadas (EMW), vento considerado máximo de 99,9 % dos tornados. Definiu também um Vento de Velocidade Máxima Não Esperada (UMW), definido como o vento máximo de uma em cada 1000 tempestades, ou 0,1 %. Neste estudo, o litoral brasileiro está classificado como área sujeita a ventos máximos da classe F1 e a ventos de velocidades máximas não esperadas (UMW) da classe F2.



No Estado do Rio de Janeiro não há estudos da força dos efeitos dos vendavais. Mas, não é raro o noticiário informar, durante o verão, que o “blackout” ocorrido na Região Sudeste foi devido à destruição de torres de alta-tensão pelas tempestades. São freqüentes, também, notícias da destruição de vilas e bairros em cidades do Paraná e do interior de São Paulo por tornados, segundo o noticiário da imprensa (De Schwarzkopft, 1992). Em Angra dos Reis, principalmente na Baía da Ilha Grande, foram registrados vendavais, que podem ser classificados como tormentas. Em 2001, o noticiário da TV no Rio de Janeiro exibiu a gravação de uma tromba-d’água avistada sobre o mar por quem estava nas praias de Ipanema e do Leblon. As trombas-d’água possuem características similares aos tornados que ocorrem em terra.

Tormenta é definida pelos meteorologistas como um vento muito forte, que se caracteriza por um início súbito, com duração de minutos e decréscimo muito rápido de velocidade. Um vento é classificado como tormenta se perdurar por mais de dois minutos com velocidade acima de 8 m/s. Do contrário, trata-se de uma rajada de vento.

Rajada é um aumento súbito e curto da velocidade do vento. É de caráter mais transiente do que uma tormenta e é acompanhada de intervalos de calmaria ou redução significativa da velocidade. A duração de uma rajada não pode ser maior do que 20 segundos. Na definição náutica, a rajada é uma tempestade local muito severa que produz ventos, trovões, relâmpagos, nuvens e na maioria das vezes precipitação.

As maiores velocidades dos ventos observadas em Arraial do Cabo no período de 11 anos de 1965 a 1980 são apresentadas no Quadro 5.1.1-b. Nota-se que o primeiro vento máximo foi de 30,5 m/s, de sudoeste (SW), e o segundo de 9,0 m/s, de sul-sudoeste (SSW). O vento máximo do quadrante oeste certamente estava associado à entrada de uma frente fria.

Quadro 5.1.1-b. Velocidades máximas dos ventos observadas em Arraial do Cabo, no período 1965 – 1980.

DIREÇÃO	VENTOS MÁXIMOS (m/s)
N	7,0
NNE	7,5
NE	7,0
ENE	7,5
E	6,5
ESE	6,5
SE	5,5
SSE	6,0
S	7,0
SSW	9,0
SW	30,5
WSW	8,0
W	8,0
WNW	6,5
NW	6,0
NNW	5,5

O Departamento Nacional de Meteorologia registrou um vento máximo de 29,9 m/s, na estação do Aterro do Flamengo, em 23/01/89. Todavia, existem registros de ventos máximos no Rio de Janeiro de 34,4 m/s, durante uma tempestade. Mais recentemente, na primavera de 1997, a empresa operadora da Ponte Rio-Niterói registrou ventos de 132 km/h (36,7 m/s), quando a ponte oscilou e teve que ser fechada. Segundo a escala de Fujita, aquele vendaval teve força de classe F1 e poderia lançar os veículos em movimento para fora da pista.

#### ✓ Trovoadas, relâmpagos e granizo

Somente as nuvens do tipo cumulus-nimbus (CB) possuem desenvolvimento vertical suficiente para produzir o fenômeno dos granizos, relâmpagos e trovoadas concomitantes. Na Região Sudeste, no verão, o nível de congelamento atmosférico é encontrado a cerca de 4 km de altura. Ao descer abaixo desse nível, os granizos começam a se fundir. Nas áreas costeiras e baixas, é caso raro acontecer precipitações de granizo, mas, quando ocorrem, os grãos de gelo chegam ao chão com tamanho bastante diminuído. Sobre as serras e as terras altas, principalmente no verão, a frequência de chuvas de granizo é bastante elevada.

#### ✓ Nevadas e geadas

Na área litorânea da Região Sudeste, não há registro de ocorrência de nevadas e geadas. Entretanto, na parte montanhosa (Serra da Mantiqueira, Itatiaia e Bocaina) há registros de fracas nevadas. As geadas nessas áreas são mais frequentes nos meses de maio a agosto. Geralmente acontecem depois da passagem de uma frente fria acompanhada por um anticiclone polar. Ao nível do mar, nas manhãs frias de inverno, chega ar frio escoado das montanhas geladas. Em algumas partes do litoral do Rio de Janeiro, as temperaturas podem cair até 7°C (Nimmer, 1977).

#### ✓ Ressacas

As ressacas são um fenômeno oceanográfico de causa meteorológica. Manifestam-se na costa brasileira como uma seqüência de grandes ondas, que elevam o nível do mar, que invadem as praias e represam os estuários dos rios. No Rio de Janeiro, as avenidas litorâneas cobrem-se de água e areia. Em outras regiões, o mar destrói casas e ruas. As ressacas se originam nas áreas de convergência ciclônica do Atlântico Sul.

### 5.1.1.2 Clima Local

O clima dos oceanos é estudado por áreas enumeradas segundo o método proposto por Marsden, no início do século XVIII. Por este sistema, as observações meteorológicas são distribuídas em quadrados de 10° de latitude por 10° de longitude, sobre um mapa de projeção de Mercator. Os quadrados enumerados de Marsden cobrem todo o globo

terrestre desde 80° norte até 70° sul. O campo de Caratinga encontra-se no quadrado de # 376.

A latitude da área, muito próxima do Trópico de Capricórnio, está dentro da zona tropical do Hemisfério Sul. O clima local esperado deve ser tropical muito úmido e quente. Nesta análise do clima, vai ser usado o método de classificação de Wladimir Köppen. Segundo o método de Köppen, os climas da Terra estão divididos em cinco grupos, que correspondem a cinco das mais importantes paisagens vegetais do Globo. Os cinco grupos, designados com letras maiúsculas de A até E, compreendem 11 tipos de clima mais importantes, denotados por letras minúsculas. Esses tipos podem ainda ser diferenciados por uma terceira letra minúscula. A análise do clima da área do campo de Caratinga será baseada nos dados e normais climatológicas de Arraial do Cabo. Os dados meteorológicos oceânicos disponíveis serão empregados na análise das condições locais.

Serão aplicados os dados climáticos da Estação da Companhia Álcalis, publicados no Anuário Estatístico do Estado do Rio de Janeiro, referentes ao período de 1970 a 1987 (fornecidos pelo INMET). Esses dados foram recomendados pelo INMET para serem empregados enquanto não há uma série de 30 anos, necessária para a determinação das normais climatológicas de Arraial do Cabo.

O clima de Arraial do Cabo é tropical quente e úmido, sem estação fria, isto é, todos os meses apresentam temperatura média acima de 18°C. A área possui pelo menos dois meses secos no inverno e apresenta um tipo de paisagem de savanas tropicais. Sua amplitude térmica entre o mês mais quente e o mais frio é inferior a 5°C. Por isso, seu clima pode ser classificado como do tipo Aw segundo a classificação de Köppen.

#### a. Normais climatológicas

A primeira característica importante do clima dos oceanos tropicais é sua homogeneidade espacial e temporal. Enquanto sobre o continente há uma forte variação diária de temperatura, no meio do oceano essa variação fica entre 1°C e 2°C. A amplitude térmica anual no litoral do Estado do Rio é de aproximadamente 6,5°C, mas em Arraial do Cabo é inferior a 5°C. Em direção ao interior, distante da orla marítima, essas amplitudes térmicas vão ficando sempre maiores, à medida que se afasta da influência do mar. A superfície líquida possui definitivamente uma influência conservativa, exceto nas interfaces de encontro das correntes frias com as águas quentes tropicais, ou nas áreas de ressurgência de águas frias, como na região de Arraial do Cabo.

As médias, máximas e mínimas das temperaturas do ar (°C) na estação da Álcalis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987 são apresentadas no Quadro 5.1.1-c. A temperatura média do mês mais frio foi de 21,2°C, em agosto. Os meses mais quentes foram março e fevereiro com 25,4°C. A média anual da temperatura foi de 23,2°C. O mês com a maior média das máximas foi fevereiro, com o valor de 29,1°C. O mês com a média das mínimas mais baixas foi julho, com o valor de 18,6°C.

Quadro 5.1.1-c. Médias, máximas e mínimas das temperaturas (°C) do ar na estação da Álcalis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Média	25,1	25,4	25,4	24,2	22,8	21,6	21,3	21,2	21,3	22,4	23,3	24,5	23,2
Máxima	28,7	29,1	28,8	27,4	26,1	24,9	24,7	24,3	24,3	25,2	26,5	27,9	26,5
Mínima	22,3	22,7	22,7	21,5	20,0	18,8	18,6	18,7	19,0	19,7	20,7	21,8	20,5

O Quadro 5.1.1-d apresenta os valores máximos e mínimos da temperatura absoluta na estação da Álcalis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987. Destaca-se que a temperatura máxima absoluta observada foi de 36,5°C, em 6/1/1972, e a mínima absoluta foi de 12,0°C, em 8/7/1975.

Quadro 5.1.1-d. Temperaturas (°C) máximas e mínimas absolutas na estação da Álcalis (Arraial do Cabo) no período de 1970 a 1987.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
Máxima	36,5	34,0	34,0	33,6	32,5	31,6	33,8	30,8	30,5	32,7	36,2	35,5	36,5
Mínima	18,6	19,0	19,0	17,2	14,1	12,3	12,0	12,6	14,8	15,9	16,1	17,6	12,0

As curvas das temperaturas da superfície do mar e do ar no subquadrado de Marsden, na área do Campo de Caratinga, apresentam padrões similares à curva das temperaturas normais de Arraial do Cabo (Figura 5.1.1-d). Pode-se observar que a temperatura do ar, no mar, acompanha de perto (diferença de 0,9°C) a temperatura da superfície do mar. Entretanto, nota-se que o ar é mais ágil em repercutir as mudanças das estações; o mar é mais lento em responder à redução ou aumento da incidência solar. Em relação às temperaturas do continente, em Arraial do Cabo, observa-se que o mês mais frio é agosto, enquanto no mar, o mês mais frio é setembro. A retenção de calor pelo mar, no verão, forma um estoque que vai sendo perdido lentamente durante o inverno. Daí, o efeito estabilizador da temperatura oferecido pelo mar às regiões litorâneas.

Uma comparação das temperaturas do ar e da superfície do mar, no subquadrado de Marsden (área do Campo de Caratinga) com as temperaturas normais de Arraial do Cabo é apresentada na Figura 5.1.1-d a seguir.

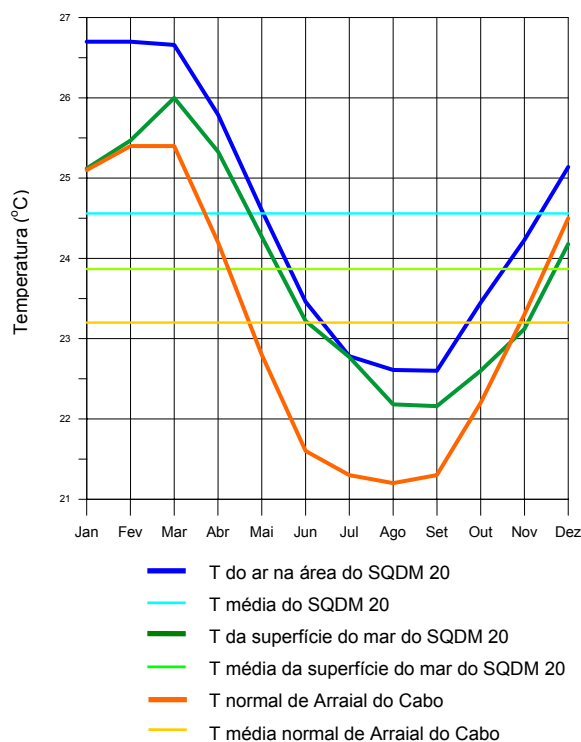


Figura 5.1.1-d: Comparação das temperaturas do ar e da superfície do mar no subquadrado de Marsden (área do Campo de Caratinga) com as temperaturas normais de Arraial do Cabo.

As precipitações apresentam distribuição anual bimodal. No início do outono e do verão, aumentam as chuvas e, no inverno, diminuem. Nos meses de janeiro e fevereiro as chuvas são reduzidas e retornam mais intensas no início da primavera. A média anual acumulada foi de 770,9 mm. O mês mais seco foi agosto, com 37,6 mm (Quadro 5.1.1-e). A precipitação máxima de 24 horas aconteceu no outono, no dia 5/4/1987. É interessante observar que as chuvas máximas de 24 horas foram maiores do que as médias mensais dos meses de janeiro até agosto. Durante o ano, no período considerado, houve uma média de 113 dias de chuvas. O mês menos pluvioso foi fevereiro que teve em média seis dias.

Quadro 5.1.1-e. Umidade relativa (UR %), taxa de evaporação (mm), dias de chuva, precipitações (mm) máximas de 24 horas e totais mensais na estação da Álcis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
24 horas	97,2	100,7	65,2	138,0	81,5	49,4	57,5	37,6	51,6	59,0	61,2	94,0	138,0
Dias	10	6	8	10	10	8	8	8	10	11	12	12	113
Chuva	78,1	44,1	52,8	78,3	69,1	43,9	44,7	36,1	61,0	80,7	81,0	101,1	770,9
Evaporação	80,9	78,5	77,4	74,4	71,2	67,5	78,3	79,8	83,3	78,7	79,8	78,6	928,4
U. R.	82	82	82	80	81	81	80	81	81	82	82	82	81

A umidade relativa na região é elevada, como costuma ser nas orlas dos oceanos tropicais. Em Arraial do Cabo, varia de 80% a 82%, durante todo o ano, sendo a média de

81%. Na área oceânica do SBDM 20, a umidade relativa média do ar é de cerca de 82% (Quadro 5.1.1-e).

A taxa de evaporação é menor em julho, todavia, é praticamente constante todo o ano. A taxa mensal de evaporação variou de um máximo de 83,3 mm, em setembro, ao mínimo de 67,5 mm, em junho. No ano, a taxa total de evaporação foi de 928,4 mm (Quadro 5.1.1-e), sendo bastante superior ao total das precipitações de 770,9 mm. Segundo estimativas bem fundamentadas, nos oceanos tropicais ocorre uma taxa de evaporação máxima entre as latitudes de 15 e 20 graus, com valores da ordem de 940 mm/a (Blair & Fite, 1964).

A nebulosidade, em Arraial do Cabo, é sempre pouca. Vai de um mínimo de 36 % do céu coberto, em fevereiro, a um máximo de 60 % no verão. Condições de cobertura de nuvens semelhantes devem ser esperadas na área de Caratinga.

A pressão foi máxima no mês de julho (1018,8 hPa), quando o anticiclone do Atlântico Sul está mais próximo do continente e com a crista central na latitude aproximada de 20 graus. O quadro 5.1.1-f e a Figura 5.1.1-e apresentam as pressões normais em Arraial do Cabo e as pressões médias no subquadrado de Marsden. As curvas de variação mensal da pressão nos dois locais exibem um padrão bastante similar, sendo a pressão na área do campo de Caratinga mais elevada cerca de 1 hPa. Essa diferença de pressão se deve à maior proximidade da área ao centro do anticiclone do Atlântico Sul.

Quadro 5.1.1-f. Pressão (hPa) atmosférica na estação da Álcis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
1011,2	1012,3	1012,1	1014,5	1015,8	1017,7	1018,8	1017,7	1017,4	1014,6	1012,3	1011,0	1014,6

A duração da insolação média anual foi de 2.463,2 horas (Quadro 5.1.1-g). O número de horas mensais de insolação, em Arraial do Cabo, não está fortemente correlacionado com a duração dos dias, mas, sim, com a nebulosidade. Por isso, o mês de setembro, no início da primavera, teve a menor insolação (156,2 horas), justamente quando os sistemas frontais passam com mais frequência na região.

Quadro 5.1.1-g. Insolação (horas) mensal na estação da Álcis de Arraial do Cabo no período de 1970 a 1987.

JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANO
239,8	235,2	227,8	196,3	214,3	201,1	218,5	203,7	156,2	179,1	189,6	201,6	2463,2

A pressão é máxima no mês de julho, quando o anticiclone do Atlântico Sul está mais próximo do continente, com a crista central na latitude de 20 ° S, entre a Cidade do Rio de Janeiro e Vitória, no Espírito Santo. Nos meses de verão, de novembro a março, o forte aquecimento do Planalto Central do Brasil destrói a parte ocidental do anticiclone e, em seu lugar, se expande uma baixa pressão que chega ao litoral. Na área de Caratinga, as pressões são cerca de 1 hPa mais elevadas que no litoral, visto que o campo está mais próximo do centro do anticiclone do Atlântico Sul (Figura 5.1.1-e).

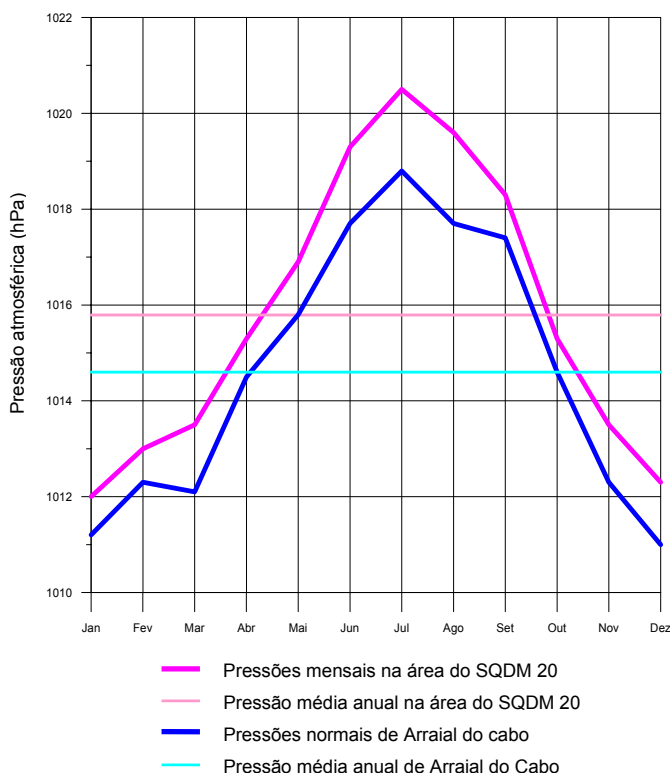


Figura 5.1.1-e. Pressões mensais e médias anuais na área do SQDM 20 e pressões normais e médias anuais de Arraial do Cabo.

### b. Ventos de superfície na área do projeto

Em média, os ventos alísios sopram de ES-E, nos trópicos do Hemisfério Sul. Entretanto, no lado ocidental do anticiclone do Atlântico Sul, na zona costeira entre 15 e 30 graus, os alísios sopram predominantemente de NE e de E.

Os dados meteorológicos da estação da Álcalis indicam ventos predominantes dos setores NE (21,6 %), NNE (19,3 %) e ENE (16,1 %), durante todo o ano (Figura 5.1.1-f). Os dados horários indicaram velocidade média geral de 2,5 m/s. A frequência das calmarias é muito baixa, de apenas 3,6 %. As velocidades de vento menores que 0,5 m/s caracterizam uma condição de calmaria. As velocidades mais frequentes (40,5 %) estão no intervalo de 3 m/s a 5 m/s e as velocidades maiores que 5 m/s ocorrem somente em 4,7 % do tempo. Na faixa de 1-2 m/s há uma frequência de 27,3 % e, no intervalo de 2-3 m/s, de 24,0 %.

Em Arraial do Cabo, os ventos de SW e dos setores vizinhos (WSW e SSW) aparecem com frequências de 6 % a 7 %. Observa-se uma velocidade média de 2,5 m/s e direção predominante de NE, vindo em seguida os setores laterais NNE e ENE (Figura 5.1.1-f).



**ROSA DOS VENTOS DE ARRAIAL DO CABO**  
**Estação Álcalis - Período 1965-1980**

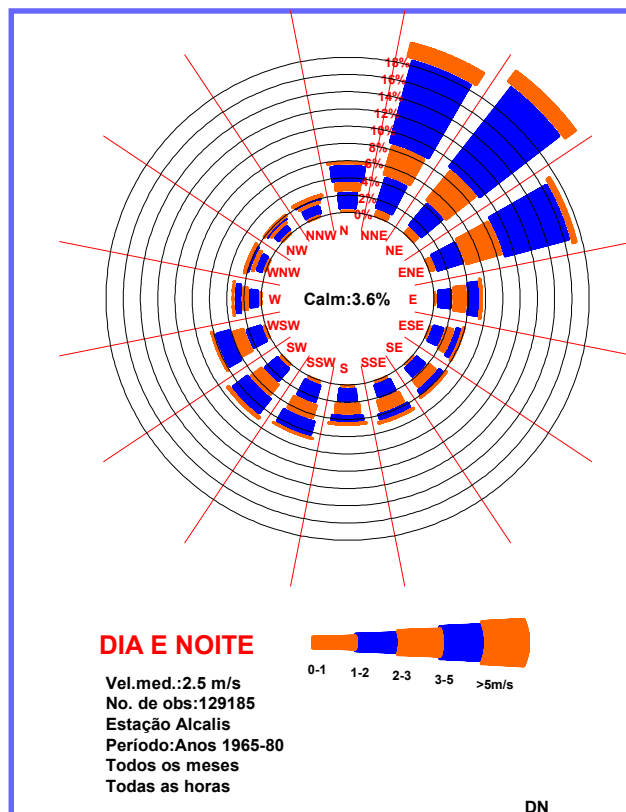
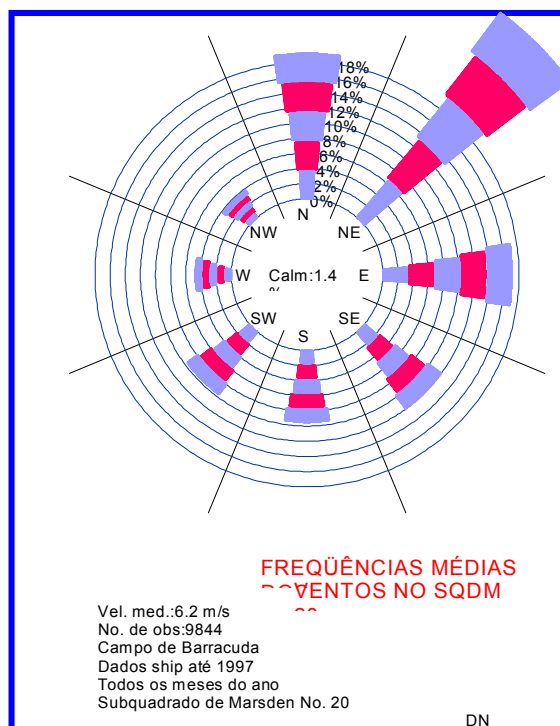


Figura 5.1.1-f. Rosa dos ventos de Arraial do Cabo, estação da Álcalis, período de 15 anos de dados (1965-1980).

A Figura 5.1.1-g apresenta a rosa dos ventos do subquadrado de Marsden # 20, no qual está localizado o campo de Caratinga. O banco de dados da DHN contém as frequências dos ventos distribuídos por oito setores de direção e respectivas velocidades médias, por isso não é possível desenhar uma rosa dos ventos mais refinada como foi feito para Arraial do Cabo. Não obstante, à distância aproximada de 190 km, a este-nordeste de Arraial do Cabo, a região de Caratinga e Arraial apresentam regimes de vento muito similares, com predominância absoluta de ventos de nordeste (NE). Os ventos do quadrante noroeste (NW) são muito pouco frequentes, como em Arraial do Cabo. Em média, as velocidades dos ventos no mar são duas vezes maiores que no litoral.

Observa-se uma velocidade média de 6,2 m/s e direção predominante de NE, vindo em seguida os setores laterais N e E. Embora essa rosa dos ventos tenha apenas oito setores de direção, pode ser comparada com a rosa dos ventos de Arraial do Cabo, onde os ventos predominantes são igualmente de NE. A frequência das calmas é de apenas 1,4 % (Figura 5.1.1-g).



**ROSA DOS VENTOS DA ÁREA DO CAMPO  
DADOS SHIP DO BANCO DE DADOS**

Figura 5.1.1-g. Rosa dos ventos na área de Caratinga, baseada em 9.844 observações de navio (ship), armazenadas no banco de dados da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha.

A PETROBRAS coletou dados de intensidade e direção de ventos na Bacia de Campos, durante o período de 07/87 a 07/97. O quadro abaixo sintetiza a série de dados obtidos a partir de medições de intensidade e direção dos ventos no período. Observa-se a dominância dos ventos do quadrante N-NE na região, os mais intensos e freqüentes durante o período.

Quadro 5.1.1-h. Percentagem de ocorrência conjunta da intensidade e direção do vento na Baía de Campos. Período : 07/87 até 07/97.

VARIÇÃO DE INTENSIDADE (m/s)	DIREÇÃO								TOTAL	%	DIREÇÃO MÉDIA
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW			
0.0 – 1.0	271	174	139	132	178	123	94	105	1216	1.87	45.16
1.0 – 2.0	255	321	258	240	242	181	186	148	1831	2.82	78.58
2.0 – 3.0	407	749	617	411	417	299	277	204	3381	5.20	79.55
3.0 – 4.0	549	1025	936	715	582	401	293	272	4473	7.34	86.63
4.0 – 5.0	752	1566	1238	994	797	481	262	281	6371	9.80	84.98
5.0 – 6.0	882	1845	1356	1062	819	523	219	193	6899	10.61	81.84
6.0 – 7.0	1311	2538	1292	1131	927	553	180	165	8098	12.45	71.10
7.0 – 8.0	1207	2482	1028	815	811	515	119	100	7077	10.88	65.57
8.0 – 9.0	1379	2673	822	651	641	428	136	68	6798	10.45	54.25
9.0 – 10.0	1299	2069	411	342	388	303	96	54	4962	7.63	42.38
10.0 – 11.0	1186	2022	311	229	371	269	76	36	4500	6.92	39.64
11.0 – 12.0	983	1279	168	147	210	184	53	30	3054	4.70	33.67
12.0 – 13.0	651	867	137	72	144	128	25	9	2033	3.13	32.26
13.0 – 14.0	484	983	105	47	127	159	45	4	1954	3.00	31.31
14.0 – 15.0	232	381	34	15	35	70	25	2	794	1.22	26.70
15.0 – 16.0	147	425	8	18	21	63	34	2	718	1.10	24.53
16.0 – 17.0	66	116	1	9	13	34	7	5	251	.39	19.92
17.0 – 18.0	23	83	1	5	10	9	13	2	146	.22	22.41
18.0 – 19.0	19	43	0	2	3	0	2	0	69	.11	28.68
19.0 – 20.0	19	36	0	0	3	2	2	0	62	.10	25.74
20.0 – 21.0	11	21	0	2	1	2	1	0	38	.06	29.06
21.0 – 22.0	3	8	0	1	0	0	0	0	12	.02	26.68
22.0 – 23.0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	.00	93.00
23.0 – 24.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.00	-
24.0 – 25.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	.00	-
<b>Total</b>	<b>12136</b>	<b>21707</b>	<b>8862</b>	<b>7040</b>	<b>6741</b>	<b>4727</b>	<b>2145</b>	<b>1680</b>	<b>65049</b>		
<b>%</b>	<b>18.66</b>	<b>33.38</b>	<b>13.63</b>	<b>10.82</b>	<b>10.36</b>	<b>7.27</b>	<b>3.30</b>	<b>2.58</b>			
<b>Intensidade média</b>	<b>8.23</b>	<b>8.22</b>	<b>6.13</b>	<b>6.10</b>	<b>6.54</b>	<b>6.99</b>	<b>5.69</b>	<b>4.78</b>			

Fonte: SIMO, Baía de Campos

### ✓ Ventos alísios

Os ventos alísios se originam nas áreas das cristas anticiclônicas subtropicais. Sopram sobre todos os trópicos a partir das zonas de alta pressão. No Hemisfério Sul, sopram geralmente de sudeste e no Hemisfério Norte de nordeste. Esses ventos são parte importante do sistema geral da circulação atmosférica do Planeta. Os alísios são mais bem desenvolvidos na parte oriental e equatorial das altas subtropicais. Ao longo da costa brasileira, entre Vitória e o litoral catarinense, os alísios de SE aparecem com pouca frequência, na maior parte do tempo manifestam-se como ventos de E a NE. São ventos típicos da superfície e seu alcance vertical é normalmente de 1000 m a 1500 m. Os alísios se caracterizam pela constância da direção e, de certo modo, pela constância da velocidade (Blair & Fite, 1964).

### ✓ A inversão dos ventos alísios e a altura da camada de mistura turbulenta

Um fenômeno importante das altas subtropicais é a conhecida inversão dos ventos alísios. É uma inversão de temperatura suspensa característica dos ventos alísios da parte oriental dos oceanos tropicais. Do lado ocidental, a inversão de temperatura é mais fraca e a camada de inversão mais alta. A causa dessa inversão é a forte subsidência de ar das camadas mais elevadas. A corrente de ar descendente é comprimida contra a camada de mistura sobre a superfície marítima. Nesse processo, o ar é aquecido adiabaticamente e fica muito seco, enquanto que a camada de ar dos alísios, sempre em contato com a superfície líquida, é úmida e tem temperaturas próximas das temperaturas da superfície do mar. A forte estabilidade atmosférica, que se cria no processo, impede a mistura de ar das duas camadas sobrepostas, em baixo uma camada úmida e mais densa, por cima uma camada quente e seca (Nimmer, 1977).

A turbulência da camada de mistura sobre o mar e a evaporação formam nuvens cumulus. Essas nuvens nascem e se desenvolvem, no intervalo de tempo de 15 a 30 minutos, e não duram mais do que uma hora. Seu topo alcança as alturas entre 1000 m a 2000 m, onde encontra a camada de inversão suspensa. Essas nuvens podem se formar de modo organizado, em seqüências, criando avenidas transversais à direção dos ventos ou alinhadas em sua direção.