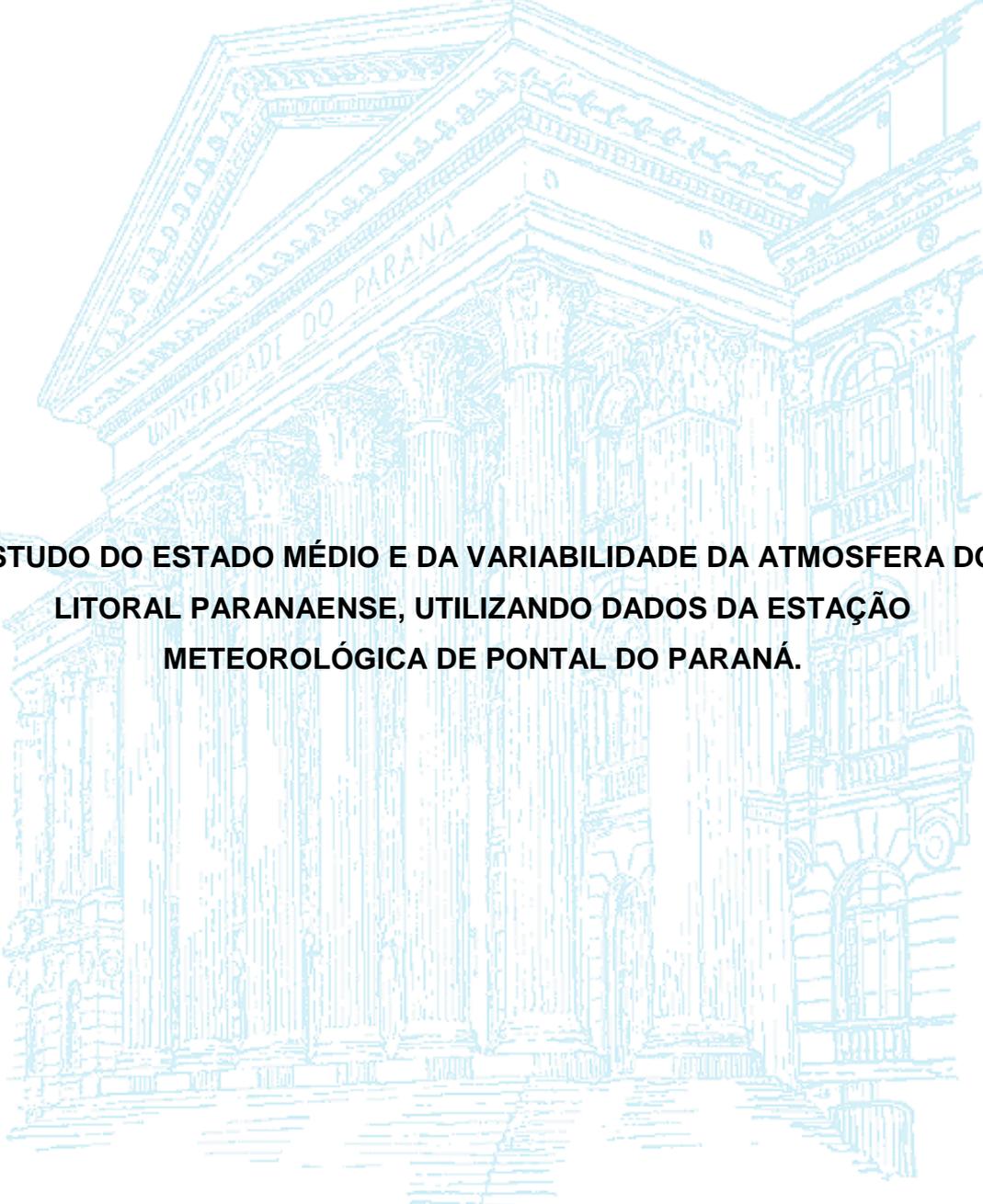


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ISABEL MOTTINHA FOMIN



**ESTUDO DO ESTADO MÉDIO E DA VARIABILIDADE DA ATMOSFERA DO
LITORAL PARANAENSE, UTILIZANDO DADOS DA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA DE PONTAL DO PARANÁ.**

PONTAL DO PARANÁ

2013

ISABEL MOTTINHA FOMIN

**ESTUDO DO ESTADO MÉDIO E DA VARIABILIDADE DA ATMOSFERA DO
LITORAL PARANAENSE, UTILIZANDO DADOS DA ESTAÇÃO
METEOROLÓGICA DE PONTAL DO PARANÁ.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, Curso de Graduação em Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Sandin Dourado

PONTAL DO PARANÁ

2013

CATALOGAÇÃO NA FONTE:
UFPR / SIBI - Biblioteca do Centro de Estudos do Mar
Lilam Maria Orquiza - CRB-9/712

F872e Fomin, Isabel Mottinha
Estudo do estado médio e da variabilidade da atmosfera do litoral paranaense, utilizando dados da estação meteorológica de Pontal do Paraná. / Isabel Mottinha Fomin. – Pontal do Paraná, 2013.
52 f.; 29 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Sandin Dourado.

Monografia (Graduação) – Curso de Oceanografia, Centro de Estudos do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná.

1. Clima. 2. Variação sazonal. 3. Estação de Pontal do Paraná. I. Título. II. Dourado, Marcelo Sandin. III. Universidade Federal do Paraná.

CDD 551.5271

TERMO DE APROVAÇÃO

Isabel Mottinha Fomin

“Estudo do estado médio e da variabilidade da atmosfera do litoral paranaense utilizando dados da estação meteorológica de Pontal do Paraná”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:

Prof.Dr.Eduardo Marone-CEM/UFPR

MSc.Christiane Osório Machado-ONS



Prof.Dr.Marcelo Sandin Dourado-CEM/UFPR
Presidente

Pontal do Paraná, 13 de dezembro de 2013

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a minha mãe maravilhosa e aos meus irmãos heróis por todo o apoio e amor sem dimensão.

Agradeço ao meu professor, orientador e amigo Marcelo Dourado. Por ter acreditado em mim quando eu, perdida que só, cheguei ao seu laboratório dizendo que queria trabalhar em algo útil, que não fosse apenas um trabalho para ser esquecido na biblioteca. Por ter me apresentado a meteorologia, que eu tanto gostei e me identifiquei. Por sua amizade e seu ombro amigo para toda e qualquer hora. Pelas risadas, pizzas do Karranka, cafés e chimarrões compartilhados. Minha eterna gratidão Marcelo.

Aos meus, colegas, amigos e grandes amigos que de uma forma ou de outra ajudaram para a finalização desse trabalho e de todo o curso. Ana, Erika, Diógenes (aka Cata), Renan, Liege, Évelyn, Taynara, Felipe (tintin), Gabriel (goiano), Bruno, Karina, Kaline, entre tantos outros.

Aos professores que eu jamais esquecerei, seja de suas aulas ou das conversas pelos corredores, Paulo Lana, Carlos Soares, Marcelo Lamour, Eduardo Marone, Wilson Soares, Hedda,

E a todos que de alguma forma fizeram parte da minha vida nesses 5 anos de Oceanografia e de Pontal do Sul.

RESUMO

A temperatura do ar, precipitação e vento são os elementos atmosféricos que mais influenciam o ambiente e podem ser consideradas as principais variáveis meteorológicas caracterizadoras do clima. Este trabalho tem como objetivo analisar o estado médio da atmosfera da região de Pontal do Paraná e sua variabilidade, utilizando dados de temperatura, precipitação e vento relacionando a temperatura e precipitação com anos de El Niño e La Niña. Os dados utilizados são provenientes da estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar para o período de 1996 a 2010. Entre os resultados, nota-se que a temperatura apresenta um comportamento típico para médias latitudes, com máximos no verão, média de 24,4°C, e mínimos no inverno, 17,3°C. As temperaturas foram em média 1°C mais elevadas nos anos de El Niño do que em anos de La Niña. A precipitação média anual ficou em 2433 mm e a média mensal de 224 mm, sendo que não foi verificado meses ou estação seca, e sim períodos de menor precipitação. A estação chuvosa se estende de setembro até abril. O número de dias com chuva na região é em média 17 dias por mês e os eventos de dias consecutivos com chuva são em média 3. Durante o período de estudo, a precipitação total nos anos de El Niño foi, em média, 2761 mm/ano, enquanto os de La Niña 2401 mm/ano, uma diferença de 360 mm. A média da velocidade do vento para o período foi de 3,3 m/s, com máximos em novembro, 4 m/s, e mínimos em junho, 2,6 m/s. A distribuição da frequência diurna mostra que os ventos mais intensos, acima de 7,4 m/s, são mais frequentes no período da noite e os menos intensos, de 0,6 a 1,7 m/s, ocorrem no período da manhã. As direções do vento durante o verão e primavera são predominantes de Leste, Sudeste e Sul. No outono as direções mais frequentes são Sudeste, Sul e Sudoeste e no inverno a predominante é a direção Sul. Na variação diurna, leste e sudeste são predominantes durante os períodos da tarde e noite e ventos de sudoeste mais são frequentes durante a manhã e madrugada.

Palavras chave: Clima, variação sazonal, estação de Pontal do Paraná.

ABSTRACT

The air temperature, precipitation and wind are the atmospheric elements which most influence the environment and can be considered the main meteorological variables characterizing the climate. This study aims to analyze the average state and the variability of the atmosphere for the region of Pontal do Parana, using data measurements of temperature, precipitation and wind, correlating the temperature and precipitation of the years with the occurrence of El Niño and La Niña. The data analyzed belongs to the meteorological station Center of Marine Studies and it was collected in the period of 1996 to 2010. The results showed that the temperature presents a typical behavior for middle latitudes, with a average maximum in summer corresponding 24.4°C and minimum in winter, 17.3°C. Temperatures were on average 1°C higher in El Niño years than La Niña years. The rainfall annual average was 2433 mm, and the monthly average reached 224 mm. There were no observed dry months or seasons, but there were periods of low rainfall. The rainy season extends from September to April with an average of 17 days of precipitation per month. The average of consecutive days with rain was 3 days per month. During the period of study, the total rainfall in El Niño years was on average 2761 mm/year, while La Niña 2401 mm/year, a difference of 360 mm. The average wind speed for the period was 3.3 m/s, with peaks in November reaching 4 m/s and at minimum in June with 2.6 m/s. The frequency distribution of the wind during the day shows that stronger winds, above 7.4 m/s, are more frequent during the night and less intense in the morning, usually ranging between 0.6 m/s and 1.7 m/s. Wind directions during the summer and spring are predominantly from the East, Southeast and South. In the autumn, the most frequent directions are the Southeast, South and Southwest. In the winter the predominant direction come from the South. In the general diurnal variation, east and southeast are prevalent during afternoons and evenings, on the other hand, southwest winds are more frequent during the morning and night.

Keywords: Climate, seasonal variation, station of Pontal do Paraná.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – COMPONENTES DO SISTEMA CLIMÁTICO.	9
FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ.	11
FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO LITORAL DO PARANÁ E POSIÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PONTAL DO SUL.	18
FIGURA 4 - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PONTAL DO PARANÁ.	19
FIGURA 5 – MÉDIA SAZONAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	24
FIGURA 6 - MÉDIA INTERANUAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	26
FIGURA 7 – ANOS DE OCORRÊNCIA DE EL NIÑO E LA NIÑA.	27
FIGURA 8 – FREQUÊNCIA RELATIVA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	28
FIGURA 9 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA SAZONAL PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	31
FIGURA 10 – MÉDIA DE DIAS COM PRESENÇA DE CHUVA POR MÊS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	32
FIGURA 11 – MÉDIA DE EVENTOS CONSECUTIVOS E FREQUÊNCIA DE DIAS CONSECUTIVOS DE CHUVA PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	33
FIGURA 12 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO AO LONGO DO DIA E SAZONALMENTE PARA PERÍODO DE 1996 A 2010.	34
FIGURA 13 – PRECIPITAÇÃO TOTAL INTERANUAL SEPARADA POR ANOS DE OCORRÊNCIA DE EL NIÑO E LA NIÑA.	35
FIGURA 14 – MÉDIA SAZONAL DA VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	39

FIGURA 15 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO DIURNA DA VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	40
FIGURA 16 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO DIURNA DA DIREÇÃO DO VENTO MÉDIA, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	41
FIGURA 17 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO SAZONAL DA VELOCIDADE E DIREÇÃO VENTO MÉDIA, ONDE C INDICA CALMARIA, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.	42

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - INTERVALOS USADOS PARA VERIFICAR ERROS GROSSEIROS DAS VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS.	20
TABELA 2 – VALORES DAS MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS POR ESTAÇÕES DO ANO E PARA TODO O PERÍODO.	25
TABELA 3 - VALORES DE MÉDIA, VARIÂNCIA E DESVIO PADRÃO DA VELOCIDADE DO VENTO PARA O PERÍODO DE 1996 A 2005 COM E SEM CORREÇÃO DE PASQUILL, PARA 2006 A 2010 E PARA TODO O PERÍODO (1996 A 2010) COM E SEM CORREÇÃO.	38
TABELA 4 - ESPECIFICAÇÕES DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PONTAL DO PARANÁ.	49
TABELA 5 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DAS TEMPERATURAS MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA.	50
TABELA 6 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DE PRECIPITAÇÃO.	50
TABELA 7 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DE VENTO.	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.2	CARACTERÍSTICAS DO LITORAL DO PARANÁ	11
1.3	SISTEMAS METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A REGIÃO	12
2	OBJETIVOS	16
2.2	OBJETIVO GERAL	16
2.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3	JUSTIFICATIVA	17
4	MATERIAIS E MÉTODOS	18
4.2	ESTAÇÃO METEOROLÓGICA	18
4.2	ANÁLISE DE DADOS	20
4.2.1	Erros Grosseiros	20
4.2.2	Quantidade de Dados	20
4.2.3	Procedimentos Específicos	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5.1	TEMPERATURA	24
5.2	PRECIPITAÇÃO	31
5.3	VENTO	38
6	CONCLUSÃO	44
	REFERÊNCIAS	46
	APÊNDICES	49

1 INTRODUÇÃO

O clima é uma generalização ou a integração das condições do tempo para certo período, em uma determinada área (Vianello, 2000), sendo influenciado por diversas interações entre suas diversas componentes, *i.e.*, atmosfera, hidrosfera, criosfera, litosfera e biosfera (FIGURA 1) (Mendonça, 2008). Ele pode ser caracterizado pelo comportamento médio dos elementos atmosféricos tais como: temperatura, pluviosidade e pressão; onde as médias estatísticas devem ser estabelecidas a partir de uma série de dados de um período mínimo de 30 anos, segundo estipulado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

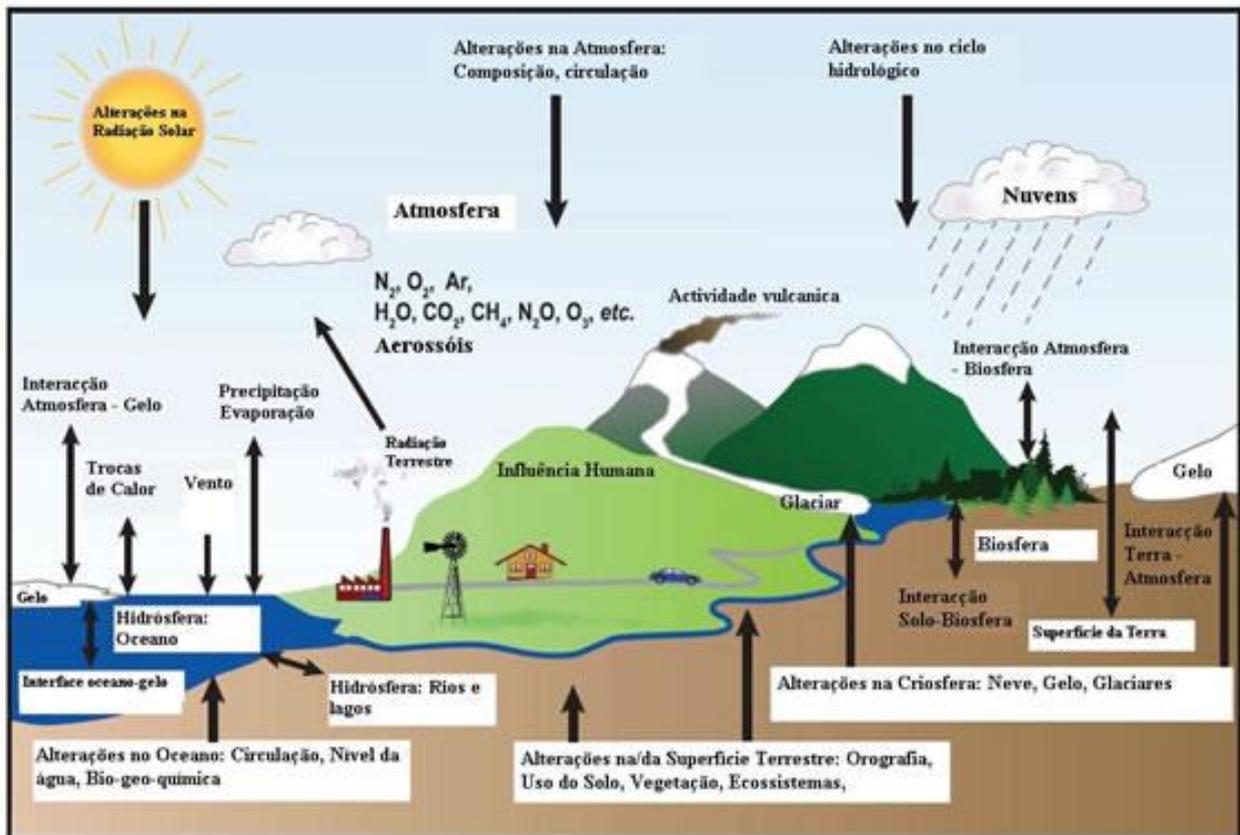


FIGURA 1 – COMPONENTES DO SISTEMA CLIMÁTICO.
 FONTE: ADAPTADO DE IPCC (2007).

Para distinguir clima de tempo é preciso saber que o clima abrange um maior número de dados do que as condições médias do tempo numa determinada área. Ele inclui considerações dos desvios em relação às médias (*i.e.*, variabilidade), condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo. Desta forma, o clima representa uma generalização enquanto o tempo lida com eventos específicos (AYOADE, 2003).

Segundo um conceito elaborado por Julius Hann¹ (1897 citado por Vianello, 2000), o clima é o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam as condições médias da atmosfera sobre cada lugar na terra. Thornthwaite² (1948 citado por Vianello, 2000) define clima como “a interação de fatores meteorológicos que concorrem para dar a uma região seu caráter e sua individualidade”. Köppen³ (1928 citado por Vianello, 2000) desenvolveu a classificação mais usada e propõe que “o clima é o somatório das condições atmosféricas que fazem de um lugar da superfície terrestre ser mais ou menos habitável para os humanos, animais e plantas” (VIANELLO, 2000).

Conhecer o comportamento do clima de uma determinada região possui grande importância, pois torna possível planejar as várias atividades desenvolvidas pelo homem, como, por exemplo: agricultura, transporte, turismo, evitando assim grandes prejuízos econômicos (KRUSCHE, 2002). Os fatores climáticos são regidos pelas características geográficas como latitude, altitude, relevo, vegetação, continentalidade, maritimidade e principalmente aos mecanismos de circulação atmosférica. Por essas diferenças o nosso planeta não apresenta um clima homogêneo.

A atmosfera não é estática. Ao contrário, está em constante agitação. As características atmosféricas mudam de lugar para

¹ Hann, J.V. **Handbuch der klimatologie**. Stuttgart, J. Engelhorn, 1. 1897.

² Thornthwaite, C.W. **An approach towards a rational classification of climate**. Geographical Review. 1948.

³ Köppen, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

lugar e com o decorrer do tempo, em escalas que variam desde os microssegundos até centenas de anos (AYOADE, 2003). Uma mudança no clima implica uma mudança na circulação geral da atmosfera, da qual o clima depende em última análise.

1.2 CARACTERÍSTICAS DO LITORAL DO PARANÁ

O município de Pontal do Paraná localiza-se no litoral norte do estado do Paraná na entrada sul da Baía de Paranaguá e está localizado entre as latitudes 25° S e 26° S e longitudes 49° O e 47°55' O (FIGURA 2).

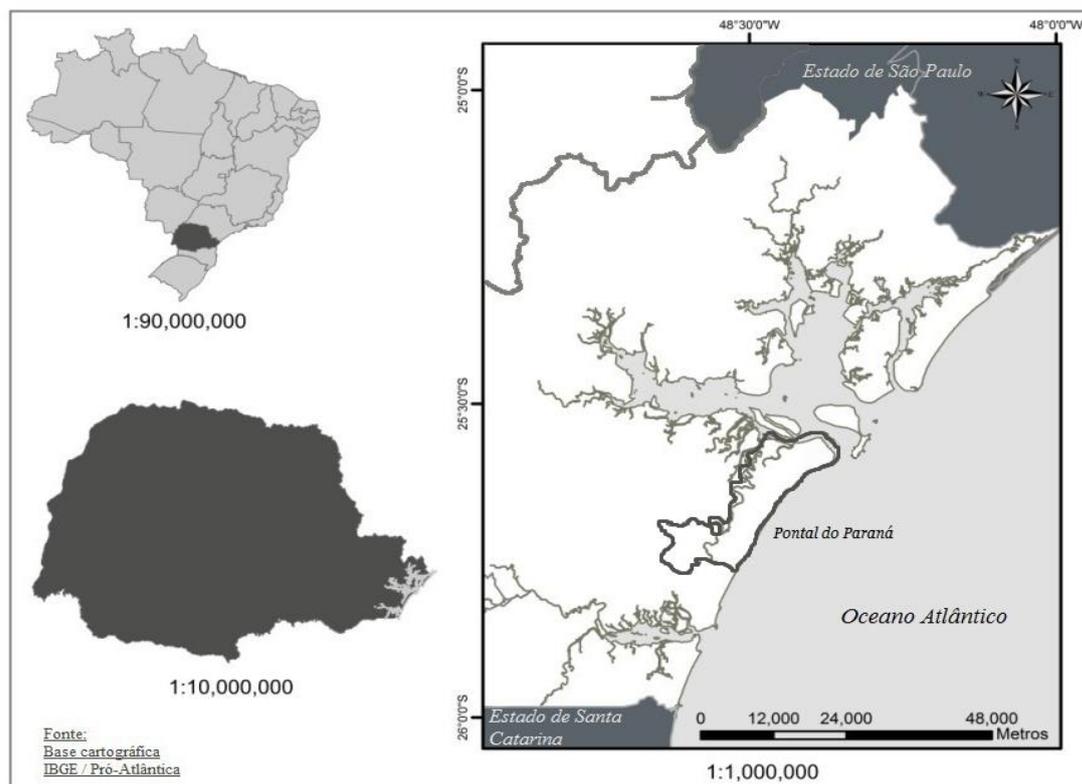


FIGURA 2 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ.
FONTE: o Autor (2013).

O litoral paranaense pode ser caracterizado como uma planície costeira que se estende latitudinalmente do Canal do Varadouro ao Norte, divisa com o estado de São Paulo, até o Rio Saí-Guaçu ao Sul, divisa com o estado de Santa Catarina.

Também possui como limites o Oceano Atlântico a leste e a oeste o Complexo Cristalino montanhoso da Serra do Mar, podendo atingir até 55 km de extensão neste sentido (BIGARELLA, 2001). Os principais adensamentos urbanos da planície costeira correspondem aos municípios de Paranaguá, Antonina, Morretes, Matinhos, Guaraqueçaba, Guaratuba e Pontal do Paraná.

A porção ocupada pela Serra do Mar no Estado do Paraná divide a planície litorânea e o Primeiro planalto Paranaense. Considerando-se a localização geográfica da região, em função da posição latitudinal e da proximidade oceânica, uma intensa insolação e evaporação, além da concentração de núcleos de condensação, que aliados à ação de frentes frias, contribuem para o acréscimo da precipitação (NIMER, 1988).

Esta região também se caracteriza pela existência de dois estuários bem desenvolvidos – Guaratuba e Paranaguá (LAMOUR *et al.* 2004). Segundo Mantovanelli (1999), o complexo estuarino de Paranaguá (CEP) recebe a drenagem de cerca de 70% da bacia hidrográfica do litoral do Paraná, sofrendo, desta forma, uma grande influência do aporte de água doce, especialmente no verão onde há um excedente hídrico. Durante o inverno, há uma deficiência hídrica e nesta época a evaporação é em média sete vezes maior que a precipitação. No interior das baías de Paranaguá e Guaratuba ocorre o desenvolvimento de extensos manguezais, penetrando também nos rios que nelas deságuam.

1.3 SISTEMAS METEOROLÓGICOS QUE AFETAM A REGIÃO

Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil possui diferentes regimes climáticos (VANHONI, 2008). Estes vão desde climas equatoriais úmidos aos semi-áridos; dos temperados, com quatro estações bem definidas, aos tropicais, com apenas estações seca e chuvosa bem diferenciadas (VIANELLO, 2000).

Inúmeros mecanismos ocorrem durante todo o ano sobre o Brasil, tais como os anticiclones do Atlântico e Pacífico; à Alta da Bolívia e à baixa do Chaco, às Baixas Pressões equatoriais e às Altas Pressões Polares; as invasões de massas de ar frias e secas, provenientes do sul, em contraste com massas quentes e úmidas, que caracterizam sistemas frontais periódicos; o encontro dos alísios na faixa equatorial, que dá origem à Zona de Convergência Intertropical, predominante no norte e no nordeste do País (VIANELLO, 2000).

O clima do sul do Brasil apresenta grandes contrastes nos regimes de precipitação e temperatura. Parte deles deve-se à situação geográfica da região, na transição entre trópicos e as latitudes médias e o relevo acidentado que também contribui para esses contrastes (GRIMM, 2009). Comparando às demais regiões do país, as chuvas são bem distribuídas o ano inteiro e as quatro estações do ano são nítidas (VIANELLO, 2000). As mudanças nas condições meteorológicas observadas na região Sul do Brasil estão geralmente associadas à passagem, formação ou intensificação de frentes frias, sistemas meteorológicos típicos de latitudes médias e atuantes no litoral brasileiro em todas as épocas do ano (KOUSKY, 1979; SATYAMURTY *et al.*, 1998). Associados aos distúrbios de grande-escala, os sistemas frontais deslocam-se acompanhados de ciclones e anticiclones móveis, como o anticiclone do Atlântico Sul e o anticiclone de origem polar, alterando os campos de pressão atmosférica, de vento e de outras variáveis atmosféricas ao longo da sua trajetória (WALLACE e HOBBS, 1977).

O Anticiclone do Atlântico Sul é um centro de alta pressão que possui maior intensidade nos meses de verão e torna-se mais fraco no inverno. Este centro de divergência constitui-se na fonte principal de massas de ar tropicais marítimas. Estas massas, com temperatura elevada e alta umidade específica fornecida pela intensa evaporação marítima, intervém de maneira importante no

quadro de circulação atmosférica do Sul do Brasil, gerando uma circulação de ventos nordeste (NE) (KRUSCHE *et al.*, 2002).

Os sistemas anticiclônicos de origem polar, com maior atuação no inverno, propagam-se para baixas latitudes e apresentam grande mobilidade, transportam massas de origem polar que são estáveis no início de seu deslocamento e geralmente apresentam baixas temperaturas e baixa umidade, associando normalmente aos ventos Sul (S), Sudoeste (SO) e Sudeste (SE) (KRUSCHE *et al.*, 2002).

Esses dois sistemas de alta pressão descritos acima aparecem em uma zona de depressão que se estabelece em uma descontinuidade para qual convergem os ventos das duas massas de ar, denominada frente fria. Esse evento convergente torna o tempo instável e geralmente chuvoso, desenvolvendo uma trajetória dos anticiclones de sudoeste para nordeste ao longo do litoral sul e sudeste brasileiro (RODRIGUES *et al.*, 2004). Segundo Oliveira (1986), cerca de 6 a 7 sistemas frontais atingem, mensalmente, a região costeira do sul do Brasil.

Além das variações espaciais e sazonais do clima do sul do Brasil há também variabilidade em escala interanual, como os episódios de El Niño e La Niña, que causam significativas oscilações de chuva e temperatura. A região sul do Brasil tende a ser mais quente e chuvosa em anos de El Niño e mais fria e com menos chuva em anos de La niña (GRIMM, 2009).

O litoral do Paraná encontra-se em uma região entre a planície litorânea e a Serra do Mar, esta segunda que possui significativa contribuição para a precipitação. Os ventos de superfície tendem a divergir da alta subtropical do Atlântico e dirigir-se perpendicularmente a costa, onde ocorre um aumento abrupto imposto pela serra do mar (GRIMM, 2009). Labraga, Frumento e López (2000) mostram que essa é uma região em que a convergência vertical de umidade é significativa, o que faz com

que a precipitação dessa região seja a mais forte do litoral sul do Brasil.

Segundo Mendonça (2007), a distribuição anual da precipitação no litoral do Paraná, para o período de 1975 a 2004, está entre 1.250 e 2.000 mm e a média das temperaturas anuais encontram-se entre 14°C e 22°C. As médias da temperatura no inverno situam-se entre 10°C e 15°C, sendo registrados valores absolutos negativos e no verão médias entre 26°C e 30°C, podendo chegar a 40°C absolutos.

2 OBJETIVOS

2.2 OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo investigar o comportamento médio da atmosfera e a variabilidade sazonal das suas variáveis na região de Pontal do Paraná, durante o período de janeiro de 1996 a outubro de 2010.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar o ciclo sazonal, mensal e anual da temperatura do ar, velocidade e direção do vento e precipitação no período de 1996 a 2010;
- Investigar a variação interanual das variáveis de temperatura e precipitação e sua correlação com fenômenos El Niño e La Niña.

3 JUSTIFICATIVA

Estudos da variabilidade atmosférica, que sofrem ação e têm impacto na superfície do mar, são fundamentais para qualquer tipo de estudo de impacto ambiental e manejo na região. Este estudo fornecerá informações científicas para outros estudos em diversas áreas do Centro de Estudos do Mar e demais interessados na região de Pontal do Paraná.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados neste estudo são provenientes da estação meteorológica do Centro de Estudos do Mar (CEM) em Pontal do Paraná e compreendem dados de janeiro de 1996 a outubro de 2010.

4.2 ESTAÇÃO METEOROLÓGICA

A estação meteorológica de Pontal do Paraná está localizada no balneário de Pontal do Sul, na latitude $25^{\circ}34'S$ e longitude $48^{\circ}21'W$ (FIGURA 3), numa altitude de 4 metros acima do nível médio do mar e a aproximadamente 30 km a leste da Serra do Mar.

A estação é do tipo Telemétrica Automática, da Marca CAMPBELL, e é administrada pelo Grupo de Física Marinha (GFM) do Centro de Estudos do Mar (CEM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

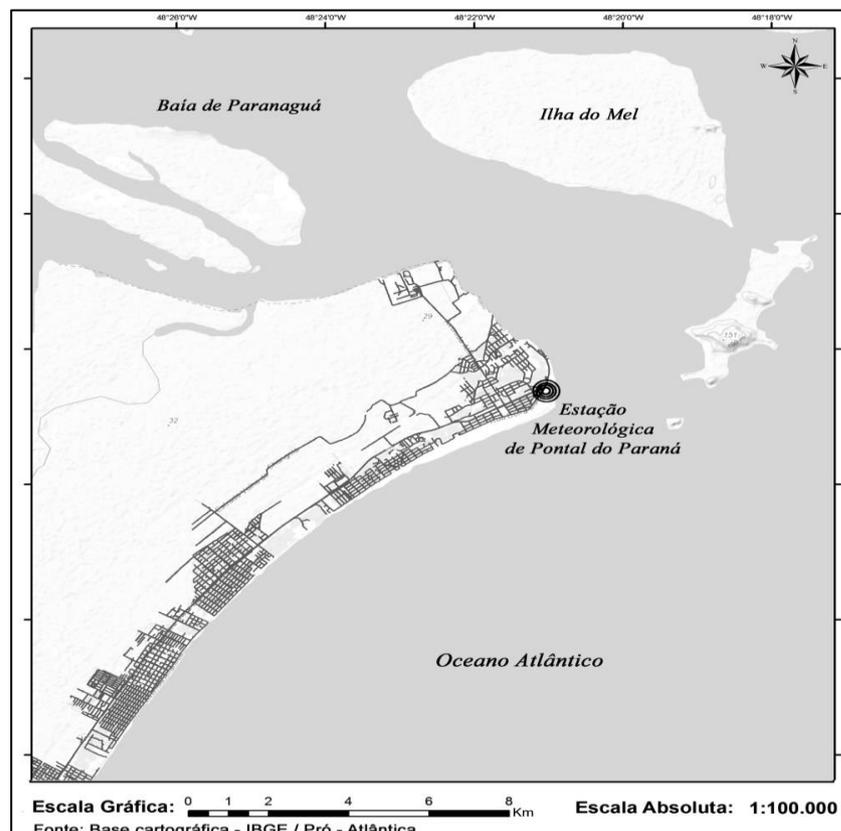


FIGURA 3 - LOCALIZAÇÃO DO LITORAL DO PARANÁ E POSIÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO CENTRO DE ESTUDOS DO MAR.

FONTE: o Autor (2013).

Inicialmente a estação havia sido instalada no topo da caixa d'água do CEM, a uma altura de 10m, iniciando a aquisição de dados em fevereiro de 1996. Em dezembro de 2002 a estação foi transferida para a sua posição atual (Figura 4).

A estação registra dados horários de precipitação, vento, umidade relativa, temperatura do ar e molhamento foliar. Os dados de pressão atmosférica são armazenados a cada 30 minutos e de radiação solar a cada 20 minutos. As especificações dos sensores de cada variável podem ser vistas no APÊNDICE A.



FIGURA 4 - ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO CENTRO DE ESTUDOS DO MAR.

FONTE: o Autor (2013)

4.2 ANÁLISE DE DADOS

4.2.1 Erros Grosseiros

A primeira fase de análise de dados é o controle de qualidade, detectando erros grosseiros. Esses erros são, na grande maioria, problemas nos instrumentos de medição. É fácil identificá-los, pois são valores que uma determinada variável jamais assumiria, como, por exemplo, temperatura do ar de 60°C ou mais. Para cada variável estudada foi utilizado um intervalo de validade da medida como sugerido por Krusche *et al.* (2002) (TABELA 1). Os valores fora do intervalo foram considerados erros grosseiros.

TABELA 1 - INTERVALOS USADOS PARA VERIFICAR ERROS GROSSEIROS DAS VARIÁVEIS ATMOSFÉRICAS.

Variável	Intervalo	
	Mínimo	Máximo
Temperatura do ar	0°C	40°C
Precipitação	0 mm	50 mm
Velocidade do vento	0 m/s	25 m/s
Direção do vento	0°	360°

FONTE – KRUSCHE *et al.* (2002).

4.2.2. Quantidade de Dados

A Organização meteorológica Mundial (OMM) definiu em 1972 que para se determinar a Normal Climatológica de uma determinada região são necessários 30 anos de dados ininterruptos. Muitas estações meteorológicas não contam com um banco de dados contínuo por um período tão longo, por isso passaram a ser aceitos estudos com 10 anos de dados.

O período escolhido para o estudo foi entre janeiro de 1996 e outubro de 2010 devido à disponibilidade de dados. Essas

séries de dados são coletadas e pré-processadas automaticamente, representando as condições meteorológicas que predominam no momento da observação na região de Pontal do Sul. Estes dados são transmitidos on-line para o CEM.

Durante o ano de 2001 houve um problema no *data logger* da estação, o que a impediu de coletar dados. Devido a demora para a chegada de um novo equipamento, a estação permaneceu sem uso de janeiro de 2001 a março de 2002, não existindo dados para este período para nenhuma das variáveis.

A temperatura do ar (média, mínima e máxima) não possui dados do ano de 2005 devido a um problema no sensor de temperatura do ar. O sensor presente na estação no período de 1996 a 2000 não coletava dados de temperatura mínima e máxima, portanto não há dados dessas duas variáveis neste período. Os dados de precipitação e vento possuem poucas falhas. No APÊNDICE A é possível ver a quantidade de meses por ano onde existem dados, de temperatura, precipitação e vento, assim como quais são os meses faltantes.

4.2.3. Procedimentos Específicos

Para determinar as médias climatológicas de um dado elemento X foi utilizado o método mostrado por Sugahara, 1999. Calcula-se, primeiro, a média mensal para cada mês i e para cada ano individual j (por exemplo, para janeiro de 1996), através da média aritmética de respectivos dados diários.

$$\bar{X}_{ij} = \frac{\sum_k X_k}{N}$$

Para calcular a frequência das variáveis foi estipulado o intervalo de classe pela regra de Sturges (CRESPO, 1997):

$$K = 1 + 3,3(\log_{10} n)$$

onde n é o número total de elementos do conjunto de dados.

Para determinar a amplitude dos intervalos de classe (h) foi utilizada a fórmula:

$$h = \frac{[x_{imáx} - (x_{imin} - 1)]}{K}$$

onde K é o numero de intervalos de classe e $x_{imáx}$ e x_{imin} são respectivamente o maior e menor valor do conjunto de dados.

Devida à mudança da posição da estação meteorológica, os dados da velocidade do vento precisaram passar por correção. No período entre 1996 e 2005 a estação estava instalada no topo da caixa d'água do Centro de Estudos do Mar, com altura de 10m, e posteriormente foi transferida para a posição atual, em uma área de restinga, a cerca de 50m da antiga posição. Assim sendo, os dados da velocidade do vento de 1996 a 2005 foram corrigidos para a altura do nível do mar. Para isso foi utilizada a equação proposta por Pasquill (1949), citada por Munhoz e Garcia (2008):

$$(V_1/V_2) = (H_1/H_2)^{0.143}$$

onde V_1 e V_2 são as velocidades para as alturas H_1 (10m, altura atual do sensor da velocidade do vento) e H_2 (20m, altura antiga (10m) somado a altura atual do sensor (10m)).

Para determinar a direção da velocidade do vento médio foi utilizada a metodologia de Mitsuta (EPA, 2000), na qual a velocidade do vento é decomposta em suas componentes zonal e meridional e a direção média é calculada a partir das médias das componentes, como segue:

$$u = -|V| \sin \theta_i$$

$$v = -|V| \cos \theta_i$$

$$\Theta = \arctg (v/u)$$

$$\text{Se } (\Theta \leq 180) \Theta = \Theta + 180$$

$$\text{Se } (\Theta \geq 180) \Theta = \Theta - 180$$

onde V é a velocidade do vento em m/s, u e v são as componentes zonal e meridional respectivamente, θ_i a direção do vento e Θ a direção média do vento, ambos em graus.

O próximo passo consistiu em calcular as médias diárias, mensais e anuais para cada variável atmosférica de acordo com Manual de Observações Meteorológicas do INMET (1999) e, finalmente, um estudo do estado médio da atmosfera e sua variabilidade foi feito.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão deste estudo foram separados em temperatura, precipitação e vento, abordando suas variações anuais, sazonais, diurnas e de frequência.

5.1 TEMPERATURA

Na análise da temperatura da região de Pontal do Paraná foram plotados gráficos sazonais, anuais, e de frequência com os valores de temperatura do ar média, mínima e máxima.

A FIGURA 5 e a TABELA 2 mostram a evolução das temperaturas médias, mínimas e máximas do ar para a região de Pontal de Pontal do Paraná e os valores das médias das temperaturas para cada estação do ano. A variação sazonal característica é apresentada.

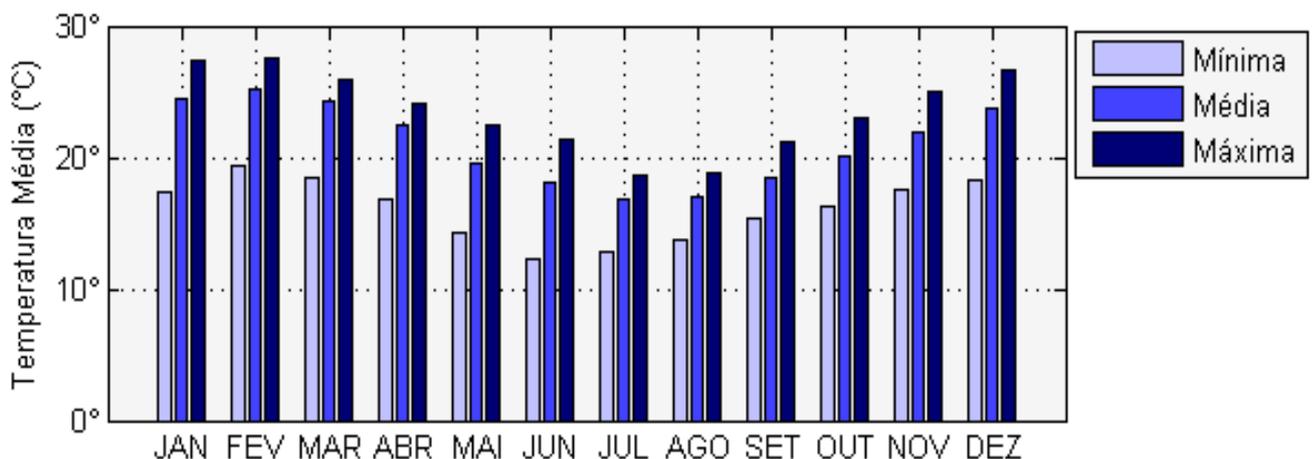


FIGURA 5 – MÉDIA SAZONAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Nota-se que, tanto para as temperaturas mínimas quanto para as médias e máximas, os valores mais elevados são encontrados nos meses de verão, com máximos de 19,4°C, 25°C,

27,5°C, no mês de fevereiro, para a temperatura mínima, média e máxima, respectivamente. Os mínimos são encontrados no inverno, com valores de 16,7°C para a temperatura média, 18,6°C para máxima, ambas encontradas em julho, e 12,3°C para a temperatura mínima, observada em junho. As amplitudes das temperaturas mínimas, médias e máximas foram respectivamente 7°C, 8,4°C e 8,9°C.

TABELA 2 – VALORES DAS MÉDIAS DAS TEMPERATURAS MÍNIMAS, MÉDIAS E MÁXIMAS POR ESTACÕES DO ANO E PARA TODO O PERÍODO.

	Mínima	Média	Máxima
Verão	18,3°C	24,4°C	27,2°C
Outono	16,5°C	22,1°C	24,1°C
Inverno	12,9°C	17,3°C	19,6°C
Primavera	16,4°C	20,1°C	23°C
Méd. Período	16°C	21°C	23,4°C

A variação anual das temperaturas médias, máximas e mínimas é mostrada na FIGURA 6. Cabe salientar, que devido ao primeiro sensor não coletar os dados de temperaturas mínimas e máximas, a série de dados começa apenas em 2002 e existe uma falha na série em 2005 devido à um problema no sensor. Evidentemente esta discussão só pode ser feita com a informação disponível. Valores em vermelho representam anos de El Niño e azul, anos de La Niña.

As temperaturas médias apresentaram pouca variabilidade anual, com média de 21°C. O ano mais quente foi o de 2009, ano de ocorrência do El Niño, com 22,9°C. Já a menor média ocorreu no ano de 2008, ano de La Niña, com 18,7°C. A média para os anos de El Niño foi de 21,6°C e para os de La Niña de 20,4°C. Ou seja, na média, anos de El Niño foram 1,2°C mais quentes que anos de La Niña, para o período.

A menor e maior média anual, para o período, das temperaturas mínimas são de 16°C e 19,1°C nos anos de 2004 e 2002, respectivamente. Ambos anos de El Niño. Em média, a temperatura mínima média anual, para os anos de El Niño foi de 17,5°C e, para anos de La Niña, 16,5°C. Assim, para em anos El Niño, a temperatura mínima média foi 1°C maior que em anos La Niña.

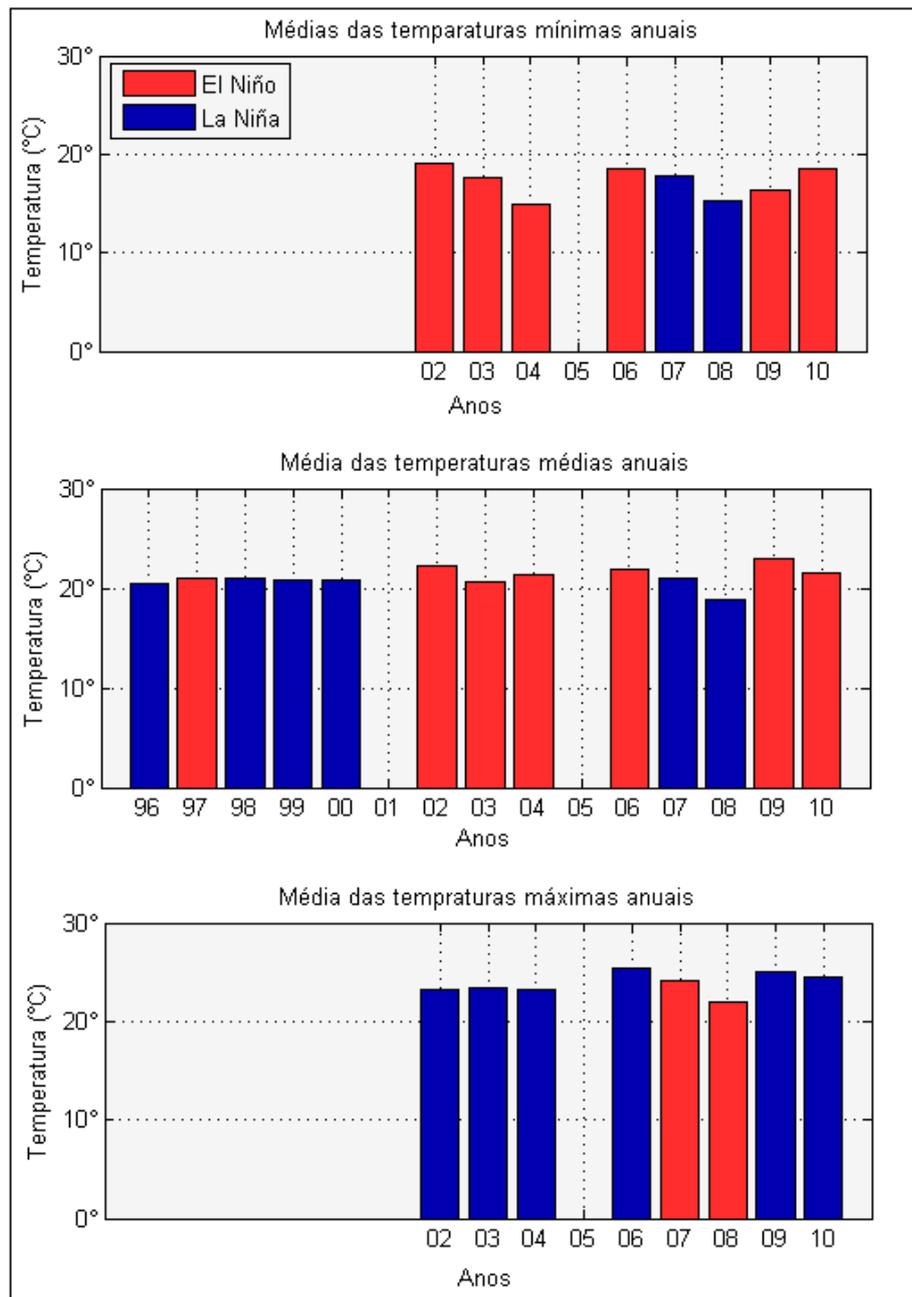


FIGURA 6 - MÉDIA INTERANUAL DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

A média interanual das temperaturas máximas mostra que o ano com maior valor foi um ano de ocorrência de El Niño, 2006, com 25,3°C. O ano com a menor média foi 2008, La Niña, com média de 21,9°C. A média do período foi 23,4°C. Em média, as temperaturas máximas em anos de Lã Niña foram de 23°C e, em anos de El Niño, 24,1°C. Assim, anos El Niño tem valores médios de temperaturas máximas 1,1°C maiores que anos de La Niña.

Para facilitar a discussão, a FIGURA 7 foi adicionada, contendo as ocorrências de El Niño e La Niña ao longo dos anos.

Ocorrência de El Niño		Ocorrência do La Niña	
1877 - 1878	1888 - 1889	1886	1903 - 1904
1896 - 1897	1899	1906 - 1908	1909 - 1910
1902 - 1903	1905 - 1906	1916 - 1918	1924 - 1925
1911 - 1912	1913 - 1914	1928 - 1929	1938 - 1939
1918 - 1919	1923	1949 - 1951	1954 - 1956
1925 - 1926	1932	1964 - 1965	1970 - 1971
1939 - 1941	1946 - 1947	1973 - 1976	1983 - 1984
1951	1953	1984 - 1985	1988 - 1989
1957 - 1959	1963	1995 - 1996	1998 - 2001
1965 - 1966	1968 - 1970	2007 - 2008	-
1972 - 1973	1976 - 1977		
1977 - 1978	1979 - 1980		
1982 - 1983	1986 - 1988		
1990 - 1993	1994 - 1995		
1997 - 1998	2002 - 2003		
2004 - 2005	2006 - 2007		
2009 - 2010	-		

Legenda:	Forte	Moderada	Fraco
----------	---	--	---

Legenda:	Forte	Moderada	Fraco
----------	---	--	---

FIGURA 7 – ANOS DE OCORRÊNCIA DE EL NIÑO E LA NIÑA.
FONTE: CPTEC, 2013.

Para a distribuição da frequência das temperaturas mínimas, médias e máximas, foi estipulado o intervalo de classe de 0°C a 28°C para a temperatura mínima, com amplitude de 2,8°C entre os intervalos e de 0°C a 40°C para as temperaturas médias e máximas, com amplitude de 3,4°C, calculados pela regra de Sturges.

Observa-se na FIGURA 8 que as temperaturas mínimas no intervalo de 16,8°C a 19,5°C foram as mais frequentes,

totalizando 22,19% dos dados, seguidas do intervalo de 14°C a 16,7°C com 21,53% do total dos dados. 29,5% dos valores de temperatura média encontram-se no intervalo de classe entre 20,4°C e 23,7°C seguido pelo intervalo de 17°C a 20,3°C, com 29,2%. Para as temperaturas máximas o intervalo com mais frequência foi o de 20,4°C a 23,7°C com 27,5% do total de dados.

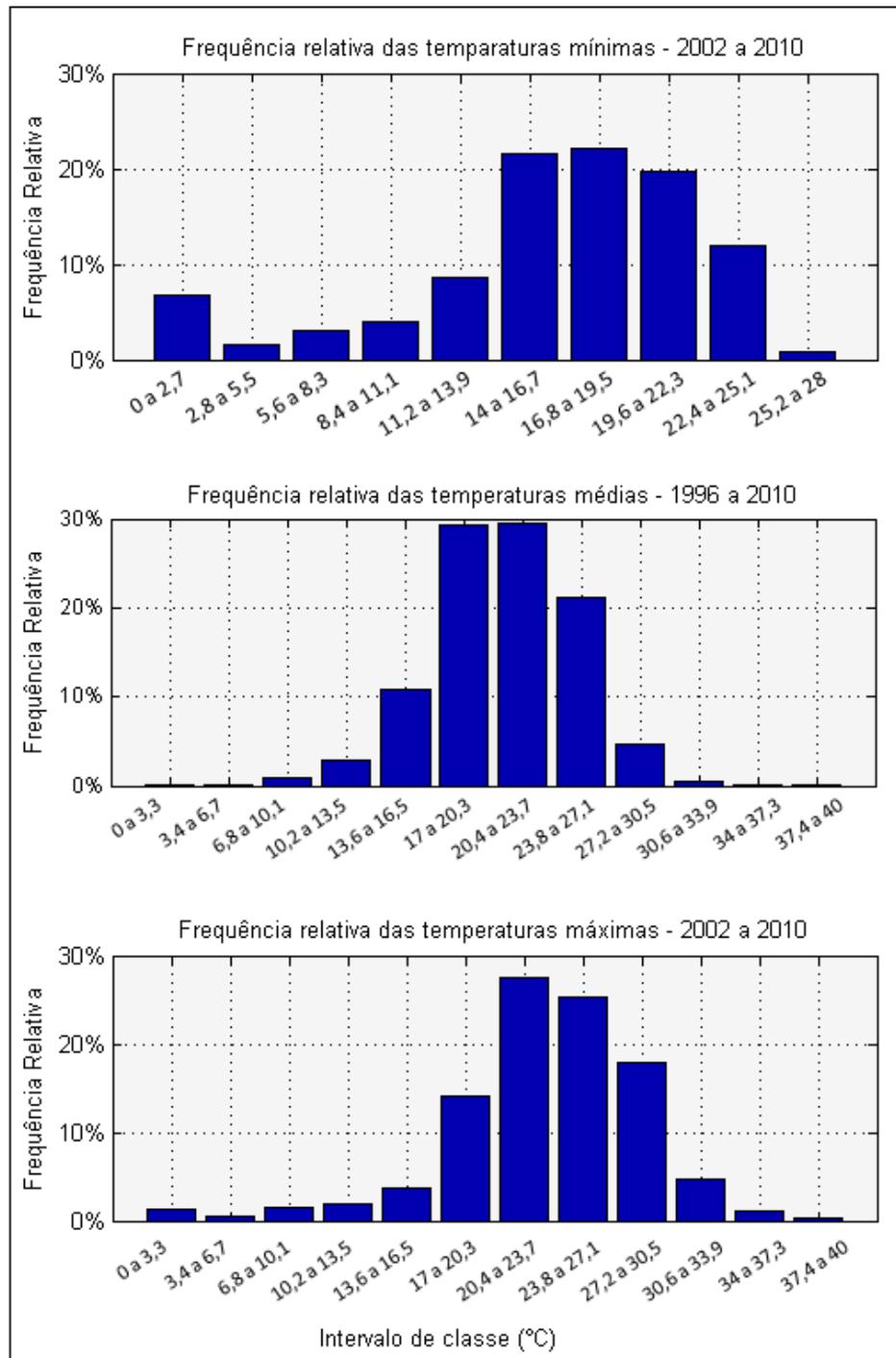


FIGURA 8 – FREQUÊNCIA RELATIVA DAS TEMPERATURAS MÁXIMAS E MÍNIMAS PARA O PERÍODO DE 2002 A 2010 E DAS TEMPERATURAS MÉDIAS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Nesta seção foram apresentados os resultados da temperatura média, mínima e máxima do ar.

Existem vários fatores que influenciam a distribuição da temperatura do ar, como a quantidade de insolação recebida, as características da superfície, a distâncias dos corpos hídricos, o relevo, a origem dos ventos e correntes oceânicas, as massas de ar (GRIMM, 2009).

As temperaturas do litoral do Paraná são influenciadas pela corrente do Brasil, que estende o clima quente e úmido dos trópicos para o sul (GRIMM, 2009). As menores médias no inverno ocorrem devido aos fatores climáticos dinâmicos que atuam sobre a região neste período, como a Frente Polar Atlântica (FPa) e a Massa Polar Atlântica (MPa) (JORGE, 2009).

As massas de ar tropicais são mais intensas no verão, especialmente nos meses de janeiro e fevereiro, o que faz com que as temperaturas desses dois meses sejam mais elevadas. No inverno, as massas polares são as mais intensas, sendo os meses de julho e agosto os que mais recebem essas massas (JORGE, 2009).

Durante as estações de outono e primavera, estações de transição, é possível identificar uma mudança gradual na temperatura (Figura 5), sem uma queda acentuada, que pode ser explicada pela presença das massas de ar polares e tropicais que ainda atingem a região nestas épocas do ano. As polares são mais atuantes no outono e as tropicais na primavera. Entretanto estas massa de ar chegam com menor intensidade se comparado com as que atuam durante inverno e o verão (JORGE, 2009).

De uma maneira geral os resultados mostraram que anos El Niño são em média 1°C mais quentes que anos La Niña. Estes resultados corroboraram o estudo de Barros *et al.* (2002) sobre os efeitos das ocorrências de El Niño e La Niña na região sul do Brasil e a influência do El Niño – Oscilação Sul (ENOS) sobre a

temperatura e precipitação. O autor identificou que os efeitos não são tão fortes para a temperatura quanto para a precipitação. Durante o inverno nos anos com episódios de ENOS, existem significativas anomalias positivas de temperatura nos subtrópicos da América do Sul, com seu centro no norte da Argentina, mas estendendo-se para o sul do Brasil. Essas anomalias resultam da advecção por ventos em baixos níveis, de temperaturas mais quentes vindas do norte.

5.2 PRECIPITAÇÃO

Para o estudo da precipitação da região de Pontal do Paraná foram analisadas as médias dos totais mensais das precipitações, a média da quantidade de dias com chuva assim como da quantidade de eventos com dias consecutivos de chuva. Além disto, a variação da precipitação total é associada com anos de El Niño e La Niña.

A FIGURA 9 mostra a variação sazonal das médias dos totais mensais de precipitação para o período. Observa-se um ciclo sazonal bem marcado com máximo de 391 mm em janeiro (com média de 315 mm para o verão). Estes valores estão associados a atuação predominante da Massa Tropical Atlântica na região durante o verão, o que acentua a precipitação nessa época (VANHONI, 2008). Por sua vez, um mínimo de 105 mm é observado para o mês de agosto (média de 133 mm para o inverno).

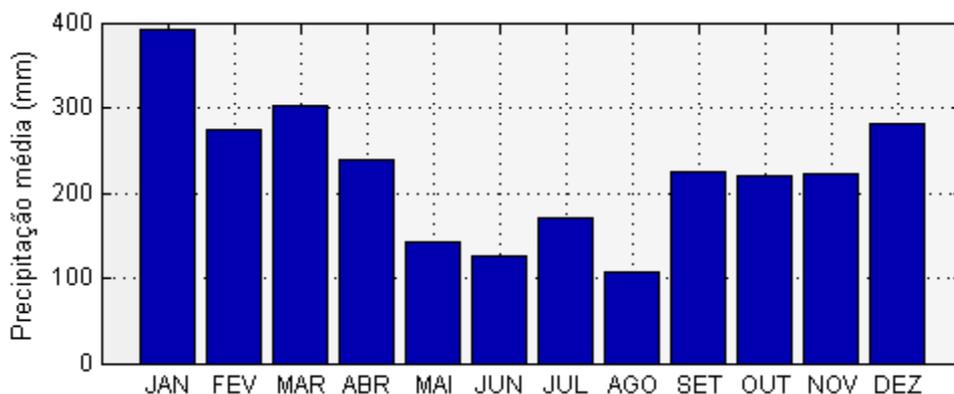


FIGURA 9 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA SAZONAL PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Analisando o número médio de dias com chuvas por mês (FIGURA 10), observamos que Janeiro foi o mês com mais dias de chuva, em média 21 dias, sendo este mês também o com maior concentração de chuva. Além de Janeiro, os meses de Março e

Outubro também apresentaram médias iguais ou superiores a 20 dias com chuva por mês. O mês com menor número de dias de chuva é Agosto, com média de 12 dias, que também é o mês com a menor média de precipitação.

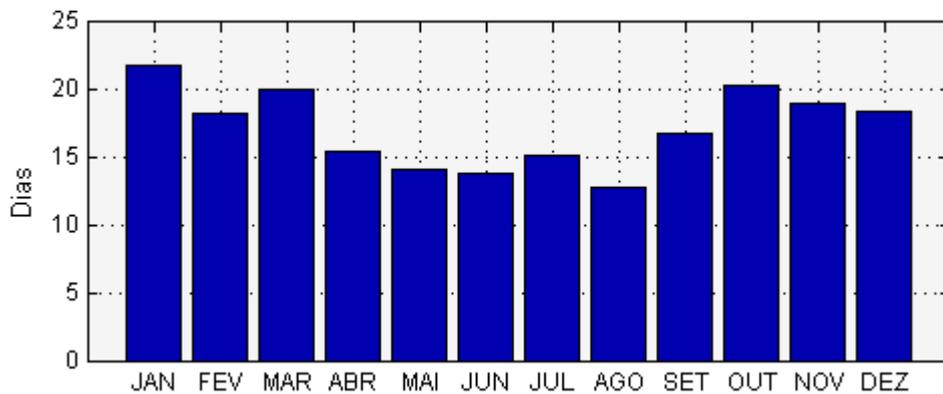


FIGURA 10 – MÉDIA DE DIAS COM PRESENÇA DE CHUVA POR MÊS PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Além da média de dias com chuva num determinado mês, investigamos, também, a ocorrência de dias consecutivos com chuva (FIGURA 11). Esses eventos podem conter dois ou até trinta e um dias consecutivos por mês, embora a média máxima encontrada tenha sido de 20 dias.

Junho foi o mês com o maior número de eventos consecutivos, com média de 6,1 eventos e o mês com menor número de eventos foi janeiro, com média de 3,4.

O maior número de casos com chuvas consecutivas foi de dois dias, com 26% da frequência de ocorrência. Com três dias consecutivos a frequência dos casos diminuiu para 17,4% e com quatro dias para 13,4%.

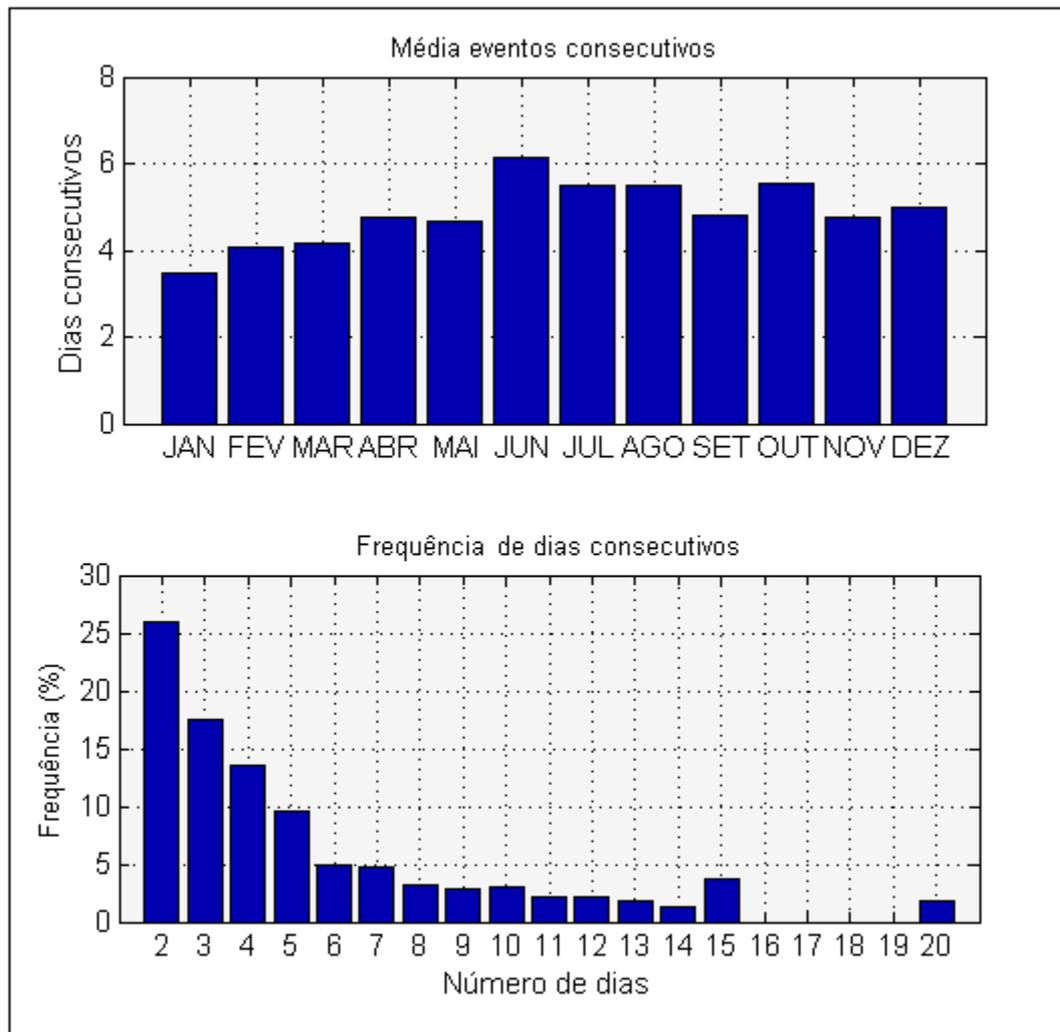


FIGURA 11 – MÉDIA DE EVENTOS CONSECUTIVOS E FREQUÊNCIA DE DIAS CONSECUTIVOS DE CHUVA PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Uma análise da distribuição da precipitação ao longo do dia, sugerida por Dereczynski *et al.* (2009), foi elaborada considerando a frequência de ocorrência da precipitação para madrugada (0h – 6h), manhã (6h – 12h), tarde (12h – 18h) e noite (18h – 0h), sazonalmente. A FIGURA 12 apresenta os resultados da frequência de ocorrência da precipitação ao longo do dia para cada uma das estações.

Observa-se que em todas as estações existe uma tendência de concentração dos eventos de chuva durante o período noturno

com 43,8% no verão, (estação mais chuvosa), 34,2% no outono, 38,7% no inverno e 40,5% na primavera.

Com exceção do verão, em que a menor frequência das chuvas foi na parte da manhã (17%), nas demais estações do ano elas ocorrem no período da tarde, com 16,5% no outono, 17,4% e 18,2% na primavera.

A maior frequência da precipitação no período da noite pode ser explicada devido ao maior aquecimento local, com formação de nebulosidade convectiva no final da tarde e influência da brisa marítima, ocasionando a precipitação nos período da noite (DERECZYNSKI *et al.*2009).

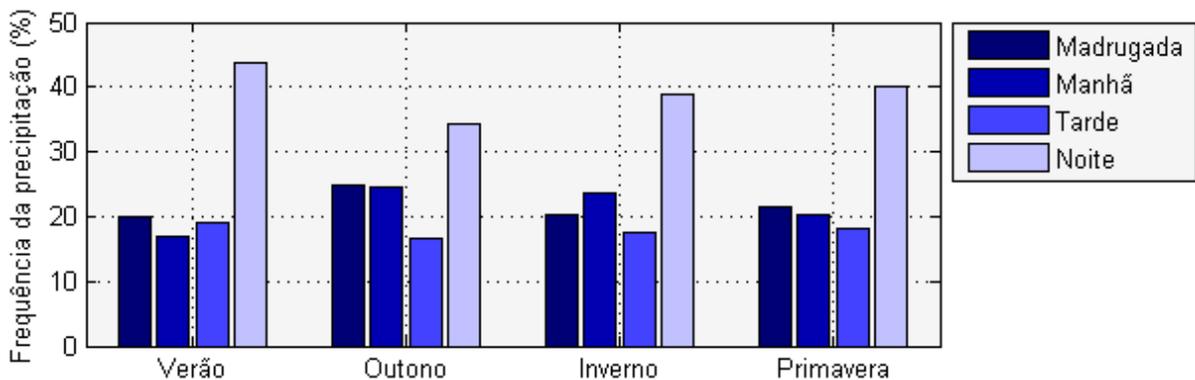


FIGURA 12 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO AO LONGO DO DIA E SAZONALMENTE PARA PERÍODO DE 1996 A 2010.

A média dos totais interanuais de precipitação para o período estudado, na região de Pontal do Paraná, foi de 2508 mm/ano. A amplitude foi de 3462 mm, com mínimo de 1495 mm/ano em 2007 e máxima em 2004, com 4841 mm/ano (FIGURA 13). É importante notar que em 2001 e 2002 a série não chegou a seis meses de dados e por isto foram excluídas.

A relação dos dados com anos de El Niño e La Niña é melhor definida do que os dados de temperatura. Os anos com maiores taxas de precipitação foram 2003, 2004 e 2005, todos anos de El Niño, com precipitação de 3673 mm, 4841 mm, 3798 mm

respectivamente e o ano com a menor taxa (2007), com taxa de precipitação de 1495, foi ano de ocorrência de La Niña. Os anos de El Niño obtiveram a média de 2761 mm/ano, enquanto os de La Niña 2401 mm/ano.

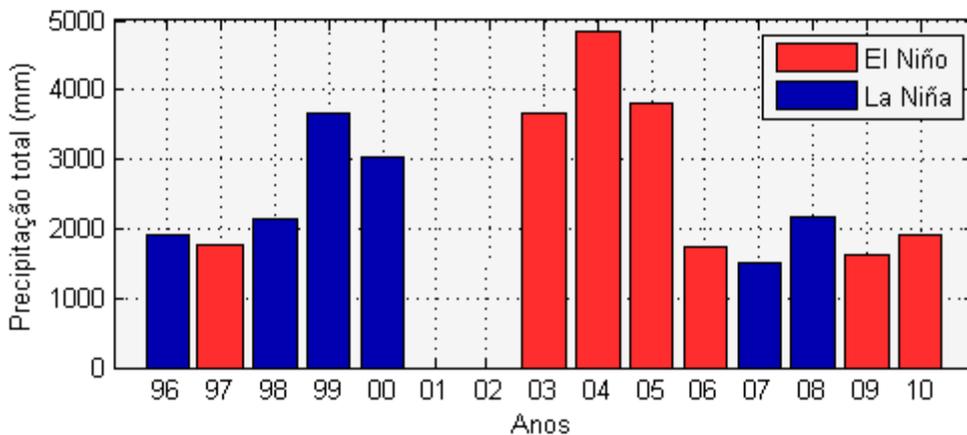


FIGURA 13 – PRECIPITAÇÃO TOTAL INTERANUAL SEPARADA POR ANOS DE OCORRÊNCIA DE EL NIÑO E LA NIÑA.

Nesta seção será discutida a variação da precipitação em diversas escalas de tempo.

Os meses de dezembro a março apresentam os maiores valores de precipitação (FIGURA 13). Nestes meses o centro permanente de alta pressão do Atlântico que atua próximo aos 22°S de latitude, na região litorânea dos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, sofre um pequeno deslocamento para sudeste, afastando-se do litoral e dando condições para que se desencadeiem duas fontes alimentadoras de chuva. A primeira, proveniente de sistemas frontais vindas do sul e uma segunda devida à intensificação do centro de baixa pressão na região do Chaco, que, associada com a circulação do ar proveniente da Amazônia, faz com que o Estado do Paraná tenha índice pluviométrico, nesta época do ano, superior aos outros Estados do sul do Brasil. Nos meses de junho, julho e agosto, o lcentro de baixa pressão na região do Chaco não é tão intenso; o

centro de alta pressão do Atlântico mantém seu centro mais próximo do continente fazendo com que haja condições menos favoráveis ao ingresso de frentes frias na região (DUQUIA e COSTA, 1987).

Verificou-se que não há período de seca na região. A estação chuvosa se estende de setembro até abril, onde há um decréscimo da média em 97 mm. Maio é o mês de transição entre a estação de alta precipitação para a estação menos chuvosa. Vanhoni e Mendonça (2008) identificaram que as variações da precipitação no litoral do Paraná são resultantes de processos como a circulação atmosférica, a influência dos oceanos, a presença da serra do mar e fenômenos de ordem externa como o El Niño.

Uma análise do número dias de chuva mostrou que, em média, janeiro foi o mês com maior número de dias com chuva, 21, e agosto com menor quantidade, 12. Entretanto, janeiro é o mês que apresenta menor número de dias consecutivos de precipitação, enquanto junho apresenta o maior número de dias consecutivos. Este fato pode estar relacionado com o tipo de precipitação. No verão, chuvas convectivas são mais intensas, mas de curta duração. No inverno, chuvas associadas às frentes frias, são menos intensas, mas podem durar muitos dias. Duquia et al. (2001) identificou que, no litoral do Paraná as chuvas são mais persistentes, se comparado com outras regiões do estado, devido a sua proximidade com o oceano, que proporciona uma umidade constante.

O estudo da frequência de ocorrência da precipitação durante o dia mostra que, as precipitações em Pontal do Paraná ocorrem principalmente entre 18 e 24h. Isto pode estar associado a uma maior disponibilidade de vapor d'água devido ao aquecimento diurno.

Durante o período de estudo, a precipitação total nos anos de El Niño alcançaram a média de 2761 mm/ano, enquanto os de La Niña 2401 mm/ano. Ou seja, uma diferença de 360 mm.

O fenômeno de El Niño exerce um bloqueio no avanço das massas polares fazendo-as perdurarem por mais tempo na região ocasionando maiores precipitações. Já os principais impactos da atuação do fenômeno La Niña no Sul do Brasil referem-se às passagens rápidas de frentes frias sobre a região, com tendência a diminuição da precipitação nos meses de junho a fevereiro (OLIVEIRA, 2005).

5.3 VENTO

Nesta sessão serão apresentados os resultados, sazonais, diurnos e de frequência da velocidade e direção do vento.

Conforme explicado no capítulo de Procedimentos Específicos (pg 22), os dados de velocidade do vento precisaram passar por correção. A TABELA 3 mostra os valores de média, variância e desvio padrão da velocidade do vento para os períodos 1996 a 2005 antes e depois da aplicação da correção de Pasquill, para o período de 2006 a 2010 (quando a estação já havia sido transferida) e para toda a série (1996 a 2010).

TABELA 3 - VALORES DE MÉDIA, VARIÂNCIA E DESVIO PADRÃO DA VELOCIDADE DO VENTO PARA O PERÍODO DE 1996 A 2005 COM E SEM CORREÇÃO DE PASQUILL, PARA 2006 A 2010 E PARA TODO O PERÍODO (1996 A 2010) COM E SEM CORREÇÃO.

Período	Correção	Média (m/s)	Variância	Desvio padrão
1996 a 2005	Antes	3,57	5,35	2,31
	Depois	3,24	4,34	2,08
2006 a 2010		3,4	4,4	2,1
1996 a 2010	Antes	3,51	5,02	2,24
	Depois	3,29	4,46	2,11

Observa-se que depois da correção a velocidade do vento tem uma redução de aproximadamente 7%, o que era esperado devido ao seu comportamento logarítmico. Os valores médios da velocidade do vento, antes e após a correção, para o período de 1996 a 2005 (respectivamente 3,57 m/s e 3,24 m/s) estão próximos ao valor médio obtido para o período de 2006 a 2010 (3,4 m/s). No entanto a variância e desvio padrão posteriores estão com valores mais próximos do que os valores anteriores à

correção. Assim, a série corrigida será utilizada na sequência deste trabalho.

A FIGURA 14 mostra a distribuição sazonal da velocidade média do vento obtida para toda a série de dados. Observa-se que o mês que apresenta a maior intensidade média da velocidade do vento é novembro, com 4 m/s e junho é o de menor intensidade, com 2,6 m/s. A média para todo o período foi de 3,3 m/s. É possível notar que a velocidade do vento segue o mesmo padrão da temperatura, aumentando com a proximidade do verão e diminuindo com o inverno. Com isso é possível identificar que o vento tem íntima ligação com a temperatura.

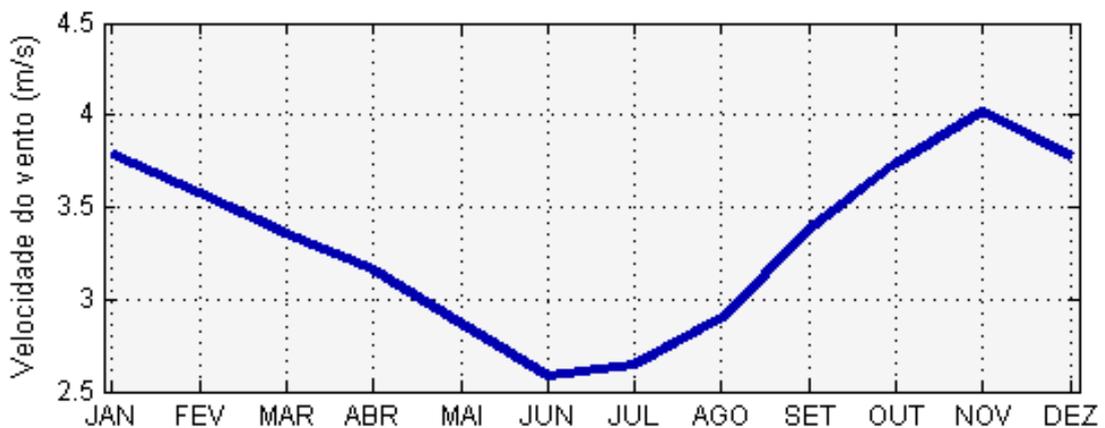


FIGURA 14 – MÉDIA SAZONAL DA VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

A frequência da variação diurna da velocidade do vento é mostrada na FIGURA 15. As definições dos horários dos períodos foram os mesmos utilizados para a precipitação. É possível observar que os ventos menos intensos, de 0,6 a 1,7 m/s, ocorrem com maior frequência no período da madrugada e da manhã, com 30,6% e 37,1%, respectivamente. Esses dois períodos também possuem a maior frequência de calmaria, respectivamente 30,7% e 35,5%. Os ventos médios (3,4 a 5,2 m/s) se encontram com maior

frequência no período da tarde, atingindo 40,4% do total do período. Os ventos mais intensos são mais frequentes no período da noite, com velocidades acima de 7,4 m/s atingindo 45,1% da frequência total para o período noturno.

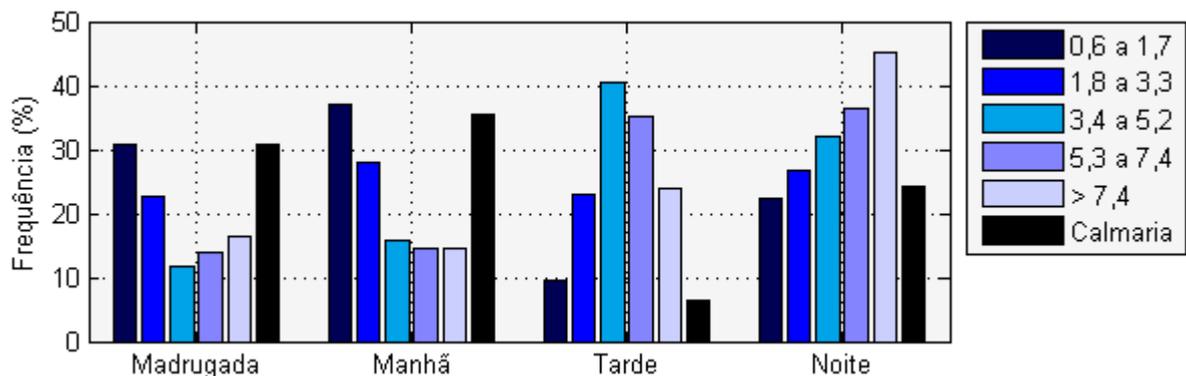


FIGURA 15 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO DIURNA DA VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA EM M/S, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

A mesma análise para a frequência da velocidade do vento foi feita para a direção e é apresentada na FIGURA 16. O período da madrugada apresentou menores frequências dos quadrantes NE-L-SE, totalizando 19,5% do período. Os quadrantes SO-O-NO foram os mais frequentes, com 55,7%. O período da manhã obteve sua maior frequência no quadrante SO-O-NO com 54,6%. No período da tarde as direções mais frequentes se invertem, passando a ser o quadrante L-SE-S, com 69,1% de frequência, com predominância da direção sudeste, totalizando 28,1% de todo o período. No período da noite as principais direções são as de nordeste e leste, com 38,7% do total das direções do vento noturnas.

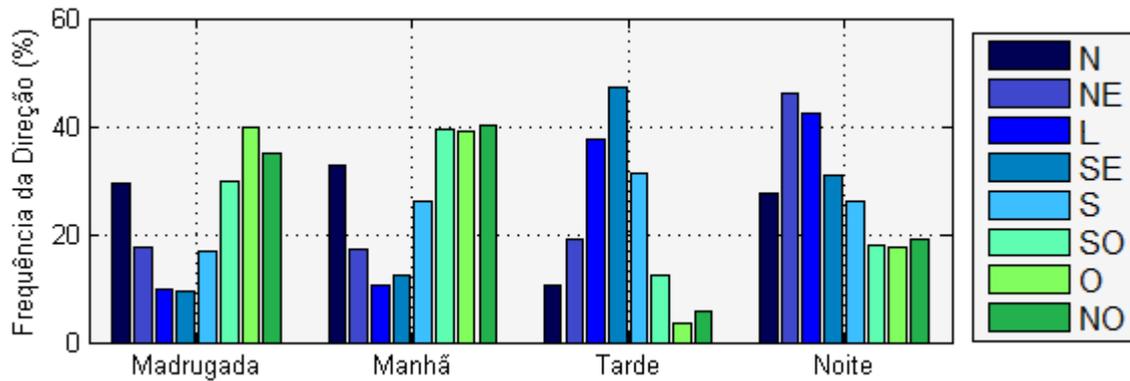


FIGURA 16 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO DIURNA DA DIREÇÃO DO VENTO MÉDIA, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

A FIGURA 17 mostra a distribuição de frequência da velocidade e direção do vento média durante as estações do ano. Observa-se que os ventos predominantes no verão e primavera encontram-se nas direções leste, sudeste e sul e durante o inverno nas direções sudeste, sul e sudoeste. As direções dos ventos mais frequentes também apresentaram as velocidades mais intensas, acima de 5,3 m/s. No verão as direções predominantes representaram 56% das observações. A Velocidade média para esse período foi de 3,7 m/s. No outono a atuação dos ventos nos quadrantes E-SE diminuíram 11% e os ventos de SO-O aumentaram 9% em relação ao verão. A velocidade média do vento nesta estação foi de 3,1 m/s. No inverno há a predominância do vento Sul, com 18% das observações e uma velocidade média de 2,7 m/s. Já na primavera a frequência dos ventos E e SE aumentaram 13% em relação ao inverno, sendo que as direções S-SE-E somaram 59% da frequência de ventos, com velocidade média de 3,7 m/s.

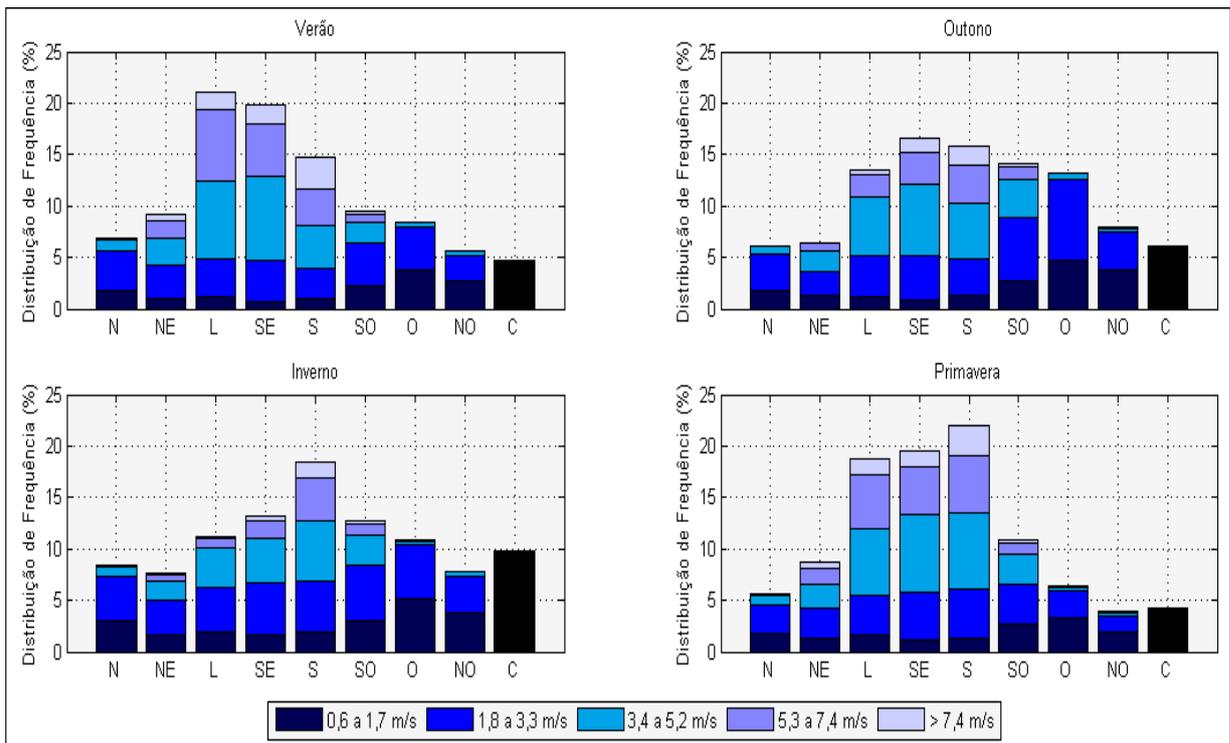


FIGURA 17 – FREQUÊNCIA DA VARIAÇÃO SAZONAL DA VELOCIDADE E DIREÇÃO VENTO MÉDIA, ONDE C INDICA CALMARIAS, PARA O PERÍODO DE 1996 A 2010.

Nesta sessão serão apresentados os resultados, sazonais, diurnos e de frequência da velocidade e direção do vento.

Os resultados deste trabalho mostram que a velocidade do vento possui maior intensidade durante novembro e menor em junho, com média anual de 3,3 m/s. Durante o verão, as componentes de Leste, Sudeste e Sul representam 56% das observações. Embora os ventos mais intensos estejam presentes nas componentes leste e sudeste, eles são mais frequentes na componente sul. Estes ventos de leste e Sudeste estão associados com o anticiclone do Atlântico e com a brisa marinha. Os ventos de sul estão associados com sistemas frontais que atingem a região mesmo no verão, embora com intensidade mais fraca.

Segundo Grimm, 2009 a principal influência sobre os ventos de superfície na região sul do Brasil é o sistema de alta pressão

do Atlântico Sul, que está presente em todas as estações do ano, com mais intensidade no inverno, quando está mais para norte e para oeste, adentrando o continente. No verão, está deslocado mais para leste e para sul.

A distribuição de frequência diurna da direção e velocidade do vento (FIGURAS 15 e 16) mostram que ventos de leste e sudeste são predominantes durante os períodos de tarde e noite e ventos de oeste e sudoeste são mais frequentes durante os períodos da manhã e madrugada. Este processo reflete os efeitos de brisa marinha e brisa terrestre respectivamente.

Durante o dia, o vento sopra do mar para a terra e, em sentido contrário, durante a noite. Em geral ocorrem em uma camada atmosférica pouco profunda, próximo à superfície, resultando num escoamento quase nulo. Pela manhã, a diferença de temperatura entre a terra e o mar é pequena. À medida que o sol se eleva, a terra se aquece mais rapidamente que o mar (devido ao calor específico das rochas ser maior que a água), resultando numa baixa pressão sobre a terra. A força devido ao gradiente de pressão horizontal determina um escoamento à superfície, do mar para a terra. Na região terrestre aquecida, a convecção dá origem a uma corrente ascendente, escoando o fluxo de ventos da terra para o mar (VIANELLO, 2000).

6 CONCLUSÃO

Neste estudo a variabilidade da Temperatura do ar média, mínima e máxima, a precipitação e o vento foram investigados em escalas horárias, sazonais e interanuais com os dados da estação meteorológica de Pontal do Sul para o período de 1996 a 2010.

A evolução das temperaturas médias, mínimas e máximas do ar para a região mostra um ciclo sazonal característico, com máximos no verão e mínimos no inverno refletindo o ciclo solar e a influência da passagem de massas de ar polar de forte intensidade no inverno. Valores máximos de 19,4°C, 25°C, 27,5°C, no mês de fevereiro, foram encontrados para a temperatura mínima, média e máxima, respectivamente. Já os valores mínimos de 16,7°C para a temperatura média e 18,6°C para máxima, são encontradas em julho, enquanto que, para a temperatura mínima, 12,3°C, é encontrada em junho. De uma maneira geral, anos El Niño são da ordem de 1°C mais quentes que anos de La Niña.

Observa-se um ciclo sazonal bem marcado também na precipitação, com máximo de 391 mm em janeiro (com média de 315 mm para o verão). Estes valores estão associados à atuação predominante da Massa Tropical Atlântica na região durante o verão, o que acentua a precipitação nessa época (VANHONI, 2008). Por sua vez, um mínimo de 105 mm é observado para o mês de agosto (média de 133 mm para o inverno). Dois fatores geográficos tem influência na precipitação da região. A presença da Serra do Mar, atuando como uma tampa, e sua localização costeira, que proporciona alimentação de umidade constante faz com que a região litorânea apresente a maior quantidade total de precipitação anual, o maior número de dias com chuva e também o maior número de dias consecutivos de chuva quando comparado a outras regiões do estado do Paraná (KIM et al., 2001).

Os ventos predominantes encontram-se nas direções leste, sudeste e Sul, representando aproximadamente 56% do total das observações. A frequência de ventos mais intensos (valores

iguais ou maiores que 7,4 m/s) também se encontram predominantemente nestas direções.

REFERÊNCIAS

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para trópicos**. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos; coordenação editorial de Antonio Christofolletti.- 4. Ed. Editora Bertrand. Rio de Janeiro, RJ. 1996.

BARROS, V.; GRIMM, A. M.; DOYLE, M. E. **Relationship between temperature and circulation in Southeastern South America and its influence from El Niño and La Niña events**. J. Meteor. Soc. Japan, v. 80, p. 21-32, 2002.

BIGARELLA, J.J. **Contribuição ao estudo da Planície Litorânea do estado do Paraná**. Brazilian Archives of Biology and Technology, Jubilee Volume (1946-2001): 65-110p. Brasil. Rio de Janeiro, 2001;

CRESPO, A. A. **Estatística fácil**. 15ª Ed. Saraiva, São Paulo, SP, 1997.

DERECZYNSKI, C. P.; OLIVEIRA, J.S.; MACHADO, C. O. **Climatologia da Precipitação no Município do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.24, n.1, 24-38, 2009.

EPA. **Meteorological Monitoring Guidance for Regulatory Modeling Applications**. EPA Publication No. EPA-454/R-99-005. Office of Air Quality Planning & Standards, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC. 2000.

GRIMM, A. M. **Clima da região sul do Brasil in Tempo e clima no Brasil**. / Iracema F. A. Cavalcanti [et al.] organizadores. Oficina de Textos. São Paulo, 2009.

INMET. **Manual de Observações Meteorológicas**. Instituto Nacional de Meteorologia. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. 3ª Ed. Brasília, DF. 1999.

KIM, I. S.; DUQUIA C.G. **Um estudo climático das variações de precipitação diária no estado do Paraná**. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro. 2000.

KIM, I. S.; BENETI, C. A.; VISSOTO JUNIOR D. 2001. **Um estudo de climatologia diária da temperatura mínima, máxima e chuva acumulada e uma aplicação de “Model Output Statistics” (MOS) para a previsão de curto prazo no estado do Paraná**. Revista Brasileira de Geofísica. Vol. 19(2) 2001.

KOUSKY, V. E. **Frontal Influences on Northeast Brazil**. American Meteorological Society: Monthly Weather, São José dos Campos. SP. p. 1140-1153. 9 set 1979.

KRUSCHE, N. **Normais climatológicas provisórias de 1991 a 2000 para Rio Grande, RS** / Nisia Krusche, Jaci Maria Bilhalva Saraiva, Michelle Simões Reboita. – Rio Grande, 2002.

LABRAGA, J. C.; FRUMENTO, O.; LÓPEZ, M. **The atmospheric water vapor cycle in South America and the tropospheric circulation**. Journal of Climate, v. 13, p. 1899-1915, 2000.

LAMOUR, M.R.; SOARES, C.R.; CARRILHO, J.C. 2004. **Mapas de parâmetros texturais de sedimentos de fundo do Complexo Estuarino de Paranaguá – PR**. Boletim Paranaense de Geociências, 55: 77-82p.

MAACK, R. **Geografia Física do Estado do Paraná**. 3. Ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MANTOVANELLI, A. **Caracterização da dinâmica hídrica e do material particulado em suspensão na Baía de Paranaguá e em sua bacia de drenagem**. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, 149p. 1999.

MENDONÇA, F; DANNI-OLIVEIRA, MORESCO, I. **Climatologia: Noções básicas e clima do Brasil**. Oficina de Textos. São Paulo, 2007.

MUNHOZ, F. C.; GRACIA A. **Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava-SP**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.1, 2008. 30-34 p.

NIMER, E. Clima. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**. V. 2. Rio de Janeiro: IBGE, 1988.

OLIVEIRA, A. S. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a Convecção da Amazônia**. Dissertação (mestrado) – INPE, São José dos Campos, SP. 1986. 115f.

OLIVEIRA, G. S. **El Niño / La Niña**. Tópicos em Meio Ambiente e Ciências Atmosféricas. INPE, 2005.

SATYAMURTY, P.; MATTOS, L.F, NOBRE, C.A.; SILVA, D.P.L. **Tropics – South America**. In: **Meteorology of the Southern Hemisphere**. Ed. Kauly, D. J. and Vicent, D. G., Meteorological Monograph. American Meteorological Society, Boston, 1998. 119-139.}

RODRIGUES, M. L. G. **Climatologia de frentes frias no litoral de Santa Catarina.** / Maria Laura Guimarães Rodrigues, Davide Franco, Shigetoshi Sugahara. Revista Brasileira de Geofísica. Santa Catarina, 2004.

SUGAHARA, Shigetoshi. **Normais climatológicas das estações de superfície do Brasil, para o período de 1961 – 1990.** São Paulo: Instituto de Pesquisa Meteorológica /UNESP, Campus Bauru, 1999.

VANHONI, F; MENDONÇA, F. **O clima do litoral do estado do Paraná.** Revista Brasileira de Climatologia, p. 49. Curitiba, 2008.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia básicas e aplicações.** / Rubens Leite Vianello, Adil Rainier Alves. – Viçosa: UFV, 2000.

APÊNDICES

Apêndice A

TABELA 4 - ESPECIFICAÇÕES DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE PONTAL DO PARANÁ.

Datalogger		CR10X – 27832 – Campbell		
Tipo de sensor:	Limites (max/min)	Data Instalação	Fabricante	Modelo
Sensor de Precipitação	Boca 400	10/04/2002	TEXAS	TE525
Sensor de Temperatura do ar	- 40 + 60°C	05/08/2003	GEFRAN	T220.2.1.B
Sensor de Umidade Relativa	0 a 100%	05/08/2003	GEFRAN	T220.2.1.B
Sensor de Vento	0,5 a 60 m/s	10/04/2002	YOUNG	MARINER
Sensor de Pressão Atmosférica	500 a 1.050 hPa	10/04/2002	VAISALA	CS 105
Sensor de radiação solar	0 A 1.000 W/m ²	10/04/2002	LI-COR	LI 200 X
Sensor de molhamento foliar	0-1	10/04/2002	CLIMERH	A 2002

TABELA 5 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DAS TEMPERATURAS MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA.

	Total de meses no ano com dados			Meses faltantes		
	T Média	T Mínima	T Máxima	T Média	T Mínima	T Máxima
1996	12	N/D	N/D	-	-	-
1997	12	N/D	N/D	-	-	-
1998	12	N/D	N/D	-	-	-
1999	12	N/D	N/D	-	-	-
2000	12	N/D	N/D	-	-	-
2001	N/D	N/D	N/D	-	-	-
2002	9	9	9	Jan a Mar	Jan a Mar	Jan a Mar
2003	12	12	12	-	-	-
2004	6	5	5	Jul a Dez	Jun a Dez	Jun a Dez
2005	1	1	1	Jan a Nov	Jan a Nov	Jan a Nov
2006	12	12	12	-	-	-
2007	9	12	12	Out a Dez	-	-
2008	4	8	8	Fev a Abr; Ago a Dez	Fev a Mai	Fev a Mai
2009	5	10	10	Fev a Ago	Jul e Ago	Jul e Ago
2010	10	10	10	Nov e Dez	Nov e Dez	Nov e Dez

TABELA 6 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DE PRECIPITAÇÃO.

	Total de meses por ano	Meses Faltantes
1996	12	
1997	12	
1998	12	
1999	12	
2000	12	
2001	X	
2002	9	Jan a Mar
2003	12	
2004	12	
2005	12	
2006	12	
2007	12	
2008	11	Mai
2009	12	
2010	10	Nov e Dez

TABELA 7 - QUANTIDADE DE MESES COM DADOS POR ANO DE VENTO

	Total de meses por ano	Meses Faltantes
1996	12	
1997	12	
1998	12	
1999	12	
2000	12	
2001	X	
2002	9	Jan a Mar
2003	12	
2004	12	
2005	12	
2006	12	
2007	12	
2008	12	
2009	12	
2010	10	Nov e Dez