



Universidade Federal do Pará



Faculdade de Meteorologia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DIEMERSON LIMA DA CONCEIÇÃO

ANÁLISE HORÁRIA DA VELOCIDADE DO VENTO REFERENTE AOS PERÍODOS DIURNO E NOTURNO EM LOCALIDADE LITORÂNEA NO NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ

**GEOCIÊNCIAS
U F P A**

**BELÉM-PARÁ
SETEMBRO-2015**

DIEMERSON LIMA DA CONCEIÇÃO

**ANÁLISE HORÁRIA DA VELOCIDADE DO
VENTO REFERENTE AOS PERÍODOS DIURNO E
NOTURNO EM LOCALIDADE LITORÂNEA NO
NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado a Faculdade de Meteorologia
do Instituto de Geociências da
Universidade Federal do Pará - UFPA,
em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em
meteorologia

Orientador: Prof. Dr. José de Paulo
Rocha da Costa.

**BELÉM-PARÁ
SETEMBRO-2015**

Dados Internacionais de Catalogação de Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Conceição, Diemerson Lima da, 1989-

Análise horária da velocidade do vento referente aos períodos diurno e noturno em localidade litorânea no Nordeste do estado do Pará / Diemerson Lima da Conceição. – 2015.

37 f : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: José de Paulo Rocha da Costa

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Meteorologia, Belém, 2015.

1. Ventos – Salinópolis (PA) - velocidade. 2. Manga – Salinópolis (PA). I. Título.

CDD 22 ed. 551.518098115

DIEMERSON LIMA DA CONCEIÇÃO

**ANÁLISE HORÁRIA DA VELOCIDADE DO
VENTO REFERENTE AOS PERÍODOS DIURNO E
NOTURNO EM LOCALIDADE LITORÂNEA NO
NORDESTE DO ESTADO DO PARÁ**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
Faculdade de Meteorologia do Instituto de
Geociências da Universidade Federal do Pará -
UFPA, em cumprimento às exigências para
obtenção do grau de Bacharel em Meteorologia.

Data de aprovação: ____/____/____.

Conceito: _____

Banca examinadora:

Prof. José de Paulo Rocha da Costa - Orientador
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. Hernani Jose Brazão Rodrigues
Doutor em Meteorologia
Universidade Federal do Pará

Prof. João De Athaydes Silva Junior
Doutor em Ciências Socioambientais
Universidade Federal do Pará

Dedico à minha mãe, Doralice Lima
À meu pai, Francisco Romano da Conceição
E para toda a minha família

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a **Deus** por me guiar durante todas minhas escolhas, por me abençoar sempre, nas vitórias e nas derrotas e sempre ao meu lado me dando forças.

Agradeço aos meus pais **Francisco Romano da Conceição** e **Doralice Lima** por sempre estarem ao meu lado, por me darem a educação e o conhecimento para conseguir trilhar o meu caminho, acima de tudo por sempre acreditarem no meu potencial.

Aos meus irmãos **Elissandra Lima da Conceição** e **Danúbio Lima da Conceição** por estarem do meu lado durante minha criação sempre me protegendo e torcendo pelo meu sucesso, e acreditando nos meus sonhos como se fossem deles.

A todos os meus **demais familiares** pois sempre me desejaram sucesso e me deram forças para nunca desistir dos meus sonhos, em especial minhas três sobrinhas que amo **Vanessa Evelyn, Valeria Romana e Lana Beatriz**.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. José de Paulo Rocha da Costa**, por me ajudar em todas as minhas dificuldades, não apenas com o TCC, mas também em todo meu curso.

Aos demais **Professores da Faculdade de Meteorologia** por todo o conhecimento passado durante o curso.

Agradeço a todos meus **amigos de Faculdade**, especialmente a **Samyr Chebly, Wagner Santos, Jamilly Dias, Abnõa da Costa, Maissa Carvalho, André Oliveira, Kamila Souza, Rafael Sacramento, Inayan Fronzina, Adiane Alcântara, Thallis Sampaio** por estarem do meu lado durante toda a vida acadêmica me ajudando.

Por fim a todas as pessoas que me ajudaram de alguma forma durante minha graduação, se não lembrei o nome de qualquer forma saibam que estou muito grato por tudo.

“O prêmio por uma coisa bem feita é tê-la feito”

Ralph Waldo Emerson

RESUMO

O vento é uma variável meteorológica importante, no entanto, pouco estudada em relação a outras, como precipitação, temperatura, umidade e radiação. Sua importância só é destacada, quando ocorrem situações que geram prejuízos para a população, tal como ocorrem nas tempestades. O estudo do vento também pode fornecer subsídio para projetos e estudos relacionados com a arquitetura, produção agrícola, hidrologia, meio ambiente, saúde e aproveitamento eólico para geração de energia. Considerando-se a importância de se conhecer o curso diário do vento, no presente trabalho, analisou-se a velocidade do vento, referente aos períodos diurno e noturno dos meses considerados secos e chuvosos, para os anos de 2012 e 2013. O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de ecossistema costeiro “Modesto Rodrigues (latitude: 00°39’45’’ S, longitude: 47°15’56’’ W e altitude de 20 metros), situado na localidade de Cuiarana, município de Salinópolis região nordeste do Pará. Os dados de velocidade do vento utilizados para realizar esse estudo foram medidos a 15 metros acima do solo, em uma torre micrometeorológica, instalada em um pomar de manga rosa (cv Tommy Atkins) com 15 anos de idade, plantadas em fileiras orientadas no sentido leste oeste, com espaçamento de 10 metros entre fileiras e 10 metros entre plantas. Os dados horários de velocidade média do vento foram agrupados em valores diurnos, referente ao período compreendido das 07h00 às 18h00 e os valores noturnos no período que se estende das 19h00 às 06h00, para os meses considerados secos (setembro, outubro e novembro) e meses chuvosos (janeiro, fevereiro e março). Os resultados mostraram que a velocidade do vento apresentou aumento de valor a partir do nascer do dia e se estendendo até por volta do meio da tarde, decaindo novamente e de forma mais acentuada com o anoitecer. Foi observado que os valores médios mais elevados ocorreram no período diurno, alcançando valor máximo de 4,6 m/s. No período noturno o valor médio máximo observado foi de 3,1 m/s. Também pôde ser observado, que nos meses referentes ao período seco, os valores médios horários do vento foram mais elevados do que no período chuvoso. Outra constatação foi que os valores mais elevados da intensidade do vento ocorreram no horário entre 12h00 e 15h00 horas e os valores mínimos no período noturno entre 00h00 e 04h00.

Palavras-Chave: Velocidade do vento. Pomar de manga. Salinópolis. Cuiarana.

ABSTRACT

Wind is an important meteorological variable, however, little studied in relation to others, such as rainfall, temperature, humidity and radiation. Its importance is highlighted only when situations occur that generate losses for the population, as they occur in the storms. The wind study may also provide subsidies for projects and studies related to architecture, agriculture, hydrology, environment, health, and harnessing wind for power generation. Considering the importance of knowing the daily course of the wind, in this study, wind speed to be analyzed, referring to the day and night periods of months under dry and wet, for the years 2012 and 2013. The study was developed in the coastal ecosystem Experimental Station "Modesto Rodrigues (Latitude: 00°39'45 " S, longitude: 47°15'56 " W and altitude of 20 meters)., located in the town of Cuiarana, city of northeastern Pará Salinópolis The wind speed data used to perform this study were measured 15 meters above the ground, in a micrometeorological tower, installed in a pink mango orchard (cv Tommy Atkins) with 15-year-old planted in targeted ranks in the east west direction with spacing of 10 meters between rows and 10 meters between plants. Data schedules mean wind speed were grouped into day amounts refer to the period from 07.00 to 18.00 and the nocturnal values in the period extending from 19:00 to 6:00 a.m., for months as dry (September, October and November) and months rainy (January, February and March). The results showed that the wind speed increased by value from the dawn and extending until around the middle of the afternoon, and again declining more sharply with the dark. It was observed that higher values occurred during the day, reaching a maximum of 4.6 m / s. At night the maximum observed average value was 3.1 m / s. It can also be observed that in the months for the dry season, the wind schedules mean values were higher than in the rainy season. Another finding was that the highest values of the wind intensity occurred in the time between 12:00 and 15:00 hours and the minimum values at night between 00.00 and 04.00.

Keywords: Wind velocity. Mango orchard. Salinópolis. Cuiarana

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Distribuição de radiação sobre o planeta.....	15
Figura 2- Circulação geral do ar na atmosfera	16
Figura 3- Brisa marítima e terrestre	17
Figura 4-Tipos de massas de ar que atuam no Brasil durante inverno e verão.....	18
Figura 5-Localização da estação experimental de ecossistema costeiro “Modesto Rodrigues”	20
Figura 6-Vista da torre micrometeorológica e do sensor de medida da velocidade do vento.....	21
Figura 7-Distribuição média da precipitação por trimestre no período 2012 e 2013	22
Figura 8- Média mensal de precipitação em Cuiarana para os anos de 2012 e 2013	23
Figura 9- velocidade média do vento nos horários diurno e noturno para os anos de 2012(a) e 2013(b) no período chuvoso (JFM).....	25
Figura 10-Velocidade média do vento nos horários diurno e noturno para os anos de 2012(a) e 2013(b) no período seco (SON).....	28
Figura 11-Curso diário da velocidade do vento em um dia do período chuvoso.....	32
Figura 12-Curso diário da velocidade do vento em um dia do período seco.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Valores horários médios da velocidade do vento (m/s) para o período chuvoso nos anos 2012 e 2013.....	26
Tabela 2-Valores horários médios da velocidade do vento (m/s) no período seco para anos 2012 e 2013.....	30
Tabela 3-Valores médios máximos e mínimos observados nos dias típicos chuvoso e seco	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMJ	-Abril, Maio, Junho
°C	- Celsius
CR1000	-Control 1000
F	- Fevereiro
J	- Janeiro
JAS	- Julho, Agosto, Setembro
JFM	- Janeiro, Fevereiro, Março
M	- Março
m/s	- Metros por segundos
N	- Novembro
OND	- Outubro, Novembro, Dezembro
O	- Outubro
SON	- Setembro, Outubro, Novembro
S	- Setembro
V.max	- Velocidade maxima
V.min	- Velocidade minima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	Vento	15
2.2	Vento em escala global	15
2.3	Vento em escala local	16
2.3.1	Brisas terrestres e marítimas.....	16
2.4	Massas de ar que atuam no Brasil	17
2.4.1	Características.....	18
3	MATERIAS E MÉTODOS	20
3.1	Localização e características do clima do local do estudo	20
3.2	Fonte dos dados	21
3.3	Metodologia	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
4.1	Curso médio horário da velocidade do vento nos períodos diurno noturno ...24	
4.1.1	Período chuvoso (JFM)	24
4.1.2	Período seco (SON).....	27
4.2	Curso diário da velocidade do vento em dia típico seco e chuvoso	31
5	CONCLUSÃO	34
	REFERENCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O vento consiste no movimento horizontal do ar resultante da diferença de pressão atmosférica entre dois locais da superfície terrestre. Esta diferença de pressão é criada por fatores térmicos e/ou mecânicos; ou seja, nas regiões que recebem maior quantidade de energia radiante ocorre convecção e, por conseguinte a ascensão do ar, que por sua vez formam os centros de baixa pressão. Já as regiões mais frias, o inverso ocorre, a estagnação do ar junto à superfície, forma assim, os chamados centros de alta pressão. Desta forma, o movimento do ar sempre ocorre das áreas de alta pressão para as de baixa pressão, como resultado do vazio deixado pela massa de ar aquecido, que tende ascender, é sempre preenchido pela massa de ar vinda dos locais de alta pressão, gerando o deslocamento horizontal do ar até que se estabeleça um equilíbrio barométrico (MARIN et al., 2008).

Vento é a única variável meteorológica que possui direção e velocidade, portanto é tratada como grandeza vetorial. A direção do vento é bastante variável no tempo e no espaço, em função da geografia do local, da rugosidade superficial, do relevo, da vegetação e da época do ano (VENDRAMINI, 1986).

O clima de uma região pode ser resultado da persistência de certos tipos de circulações locais, principalmente nas regiões litorâneas e montanhosas, que se manifestam na forma de brisas marítima/terrestre, vale/montanha e lacustre-baía (STULL, 2000; WHITEMAN, 2000). Essas circulações locais, quando afetadas por sistemas sinóticos, situação de alta pressão, sobressaem-se, enquanto na situação de baixa pressão, são sobrepostas por ventos sinóticos (WHITEMAN ; DORAN, 1993; LATINIETAL, 2003)

A variação na intensidade do vento depende de um número substancial de variáveis e parâmetros, que incluem: a radiação solar, a latitude, a convecção e a força de Coriolis (FARRUGIA, 2006). O campo de vento varia espacialmente devido a latitude e a longitude; na vertical, varia espacialmente na escala local, por causa dos efeitos geográficos; na escala regional, por causa dos efeitos sinóticos (YAMARTINO, 1984; ZANGL et al., 2001).

Devido à grande importância do vento em diversas atividades humanas, como por exemplo: estudos e projetos de construção civil, produção agrícola e aproveitamento eólico para geração de energia, o conhecimento das características dessa variável se torna

indispensável para efeito de planejamento e na viabilidade de tais atividades (SANSIGOLO, 2005; LEITE e VIRGENS FILHO, 2006; MUNHOZ e GARCIA, 2008).

Atualmente, a geração de energia eólica tem sido um dos grandes benefícios diretos que a variável vento pode trazer a uma região, principalmente as que não possuem rede elétrica, devido à sua característica renovável, pouco poluente e de menor custo, quando comparada com outras fontes de energia renovável (GARCIA et al., 1998).

Sendo o vento uma variável meteorológica importante na saúde humana e animal, atividade agrícola e hidrometeorológica, disseminação de pragas e doenças no meio ambiente, ainda é pouco estudada quando comparada com outras grandezas atmosféricas como: temperatura e umidade relativa do ar, precipitação e radiação solar, além de outras; sua importância só é ressaltada quando, situações tempestuosas geram prejuízos materiais à população e muita das vezes causando morte de pessoas e animais. Considerando a importância do vento acima citadas, o objetivo do presente trabalho foi analisar o curso diário da velocidade do vento e suas características referentes aos períodos diurno e noturno nos trimestres seco e chuvoso, na localidade litorânea de Cuiarana, município de Salinópolis, região nordeste do estado Pará.

2 REVISÃO DE LITERATURA

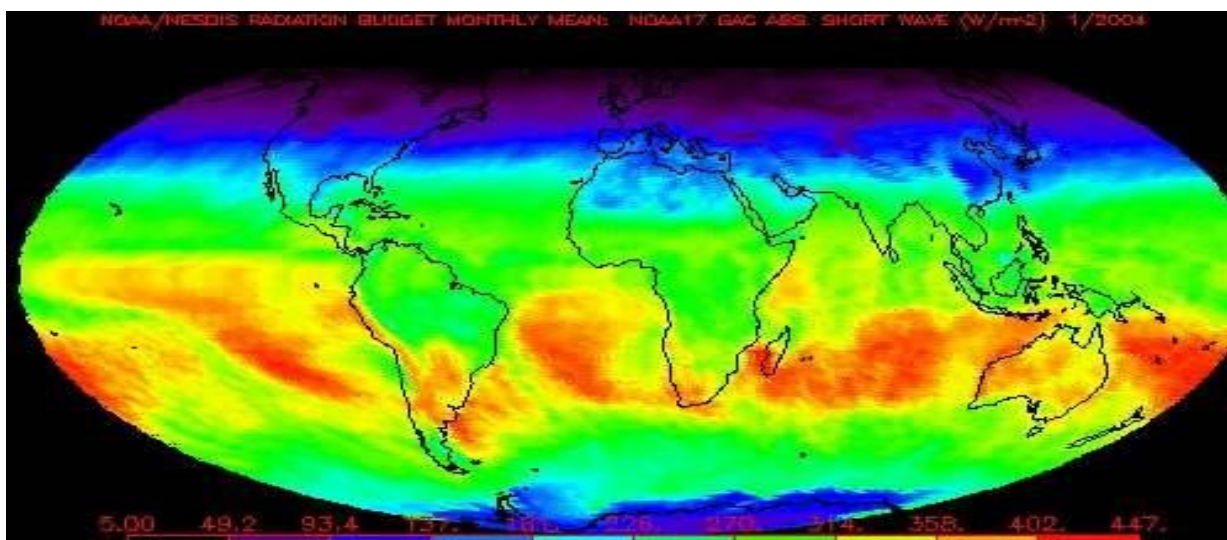
2.1 Vento

A radiação solar provoca aquecimento diferencial de porções de ar, criando os gradientes de pressão, geradores dos ventos que ocorrem tanto em escala global (latitudes e ciclos dia-noite) quanto local (mar-terra, vale-montanha), (AYOADE,1998). A intensidade e a direção dos ventos são influenciadas pela variação espacial e temporal do balanço de energia na superfície terrestre (PEREIRA et al.,2002)

2.2 Vento em escala global

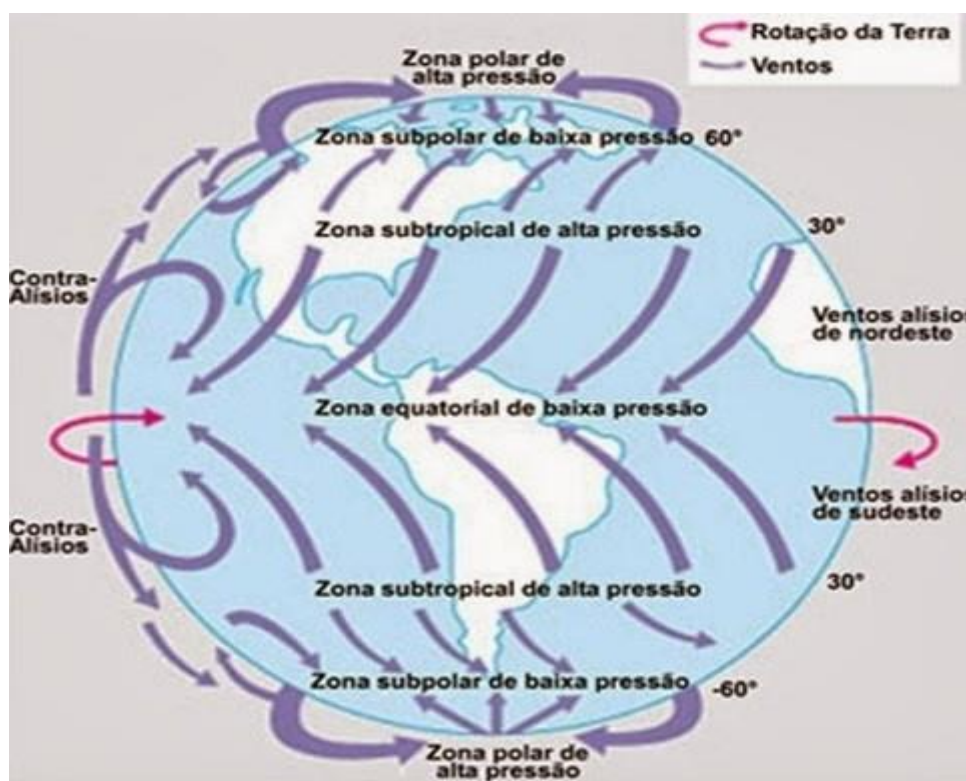
A movimentação do ar é influenciada, principalmente, pela distribuição desigual da energia solar sobre a superfície do Planeta (Figura 1) e pela rotação da Terra. A desigual distribuição da energia varia em função da latitude e das estações do ano, sendo que as áreas situadas nas baixas latitudes recebem mais energia do que perdem por emissão para o espaço e, nas latitudes médias e elevadas, observa-se o contrário (MENDONÇA; DANI-OLIVEIRA, 2007). Segundo estes autores esta transferência de energia se dá através de centros de pressões, que podem ser reconhecidos como de alta pressão, os quais são denominados anticiclônicos ou de baixa pressão, chamados de ciclônicos ou depressões. Estes campos de pressão organizam-se em faixas zonais paralelas à linha do equador (Figura 2), no entanto também apresentam irregularidades em função da influência do relevo, bem como da desigual repartição entre terras e mares

Figura 1- Distribuição de radiação sobre o planeta



Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA,2004)

Figura 2- Circulação geral do ar na atmosfera



Fonte: Santos (2014)

2.3 Vento em escala local

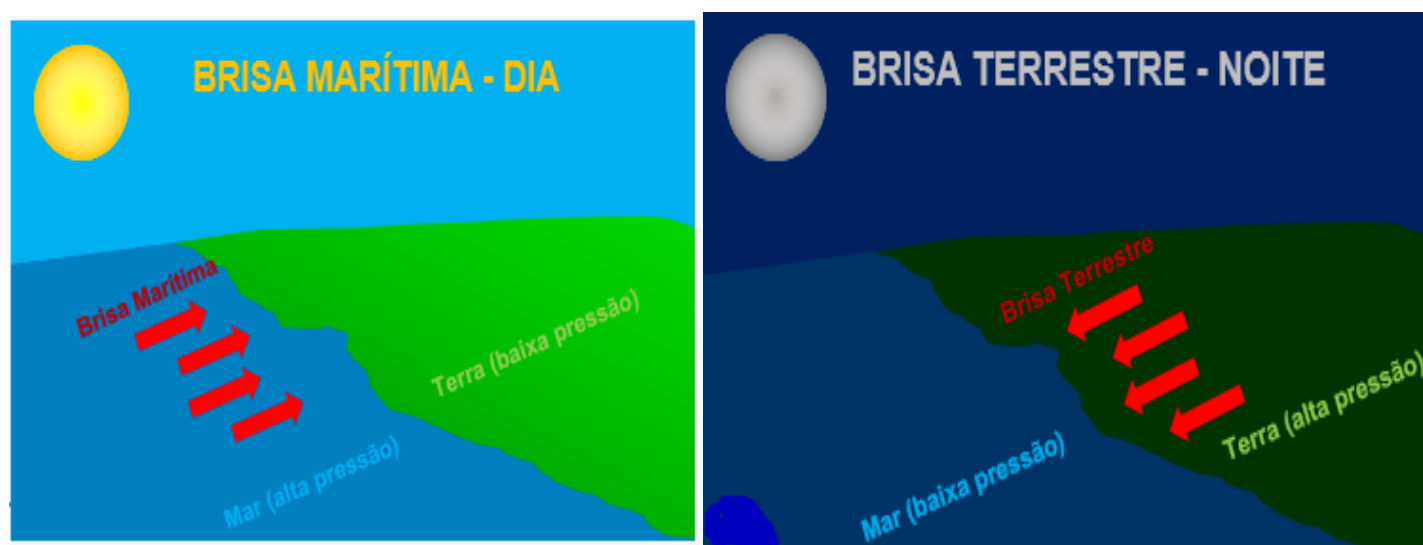
As diferenças de temperatura localizadas em superfícies distintas, como por exemplo, terra e água ou em níveis topográficos diferentes como topo e fundo de vale dão origem a ventos de caráter regional e local. Ocorrendo uma troca de propriedades de energia e massa entre os ventos e as superfícies, desta forma, as características de temperatura, umidade, quantidade de material particulado, velocidade e direção dos ventos sofrem mudanças em relação às características locais, como descontinuidade no terreno ou na topografia da superfície (OKE, 1987)

2.3.1 Brisas terrestres e marítimas

Brisas terrestres e marítimas ocorrem basicamente pelas diferenças térmicas entre a superfície terrestre e o oceano. Durante o dia a superfície terrestre se aquece mais rápido do que a aquática, contribuindo para a formação de uma célula convectiva sobre a mesma, assim, uma área de baixa pressão desenvolve-se sobre o continente e uma de alta pressão sobre a

superfície aquática. O gradiente barométrico formado pela interação de ambos os sistemas faz com que, o ar escoe em direção ao continente gerando a brisa marítima. Já no período da noite o solo também perde calor mais facilmente do que a água e assim, o gradiente de pressão inverte-se, resultando no deslocamento do ar da superfície terrestre para a aquática, configurando a brisa terrestre (Figura 3).

Figura 3- Brisa marítima e terrestre

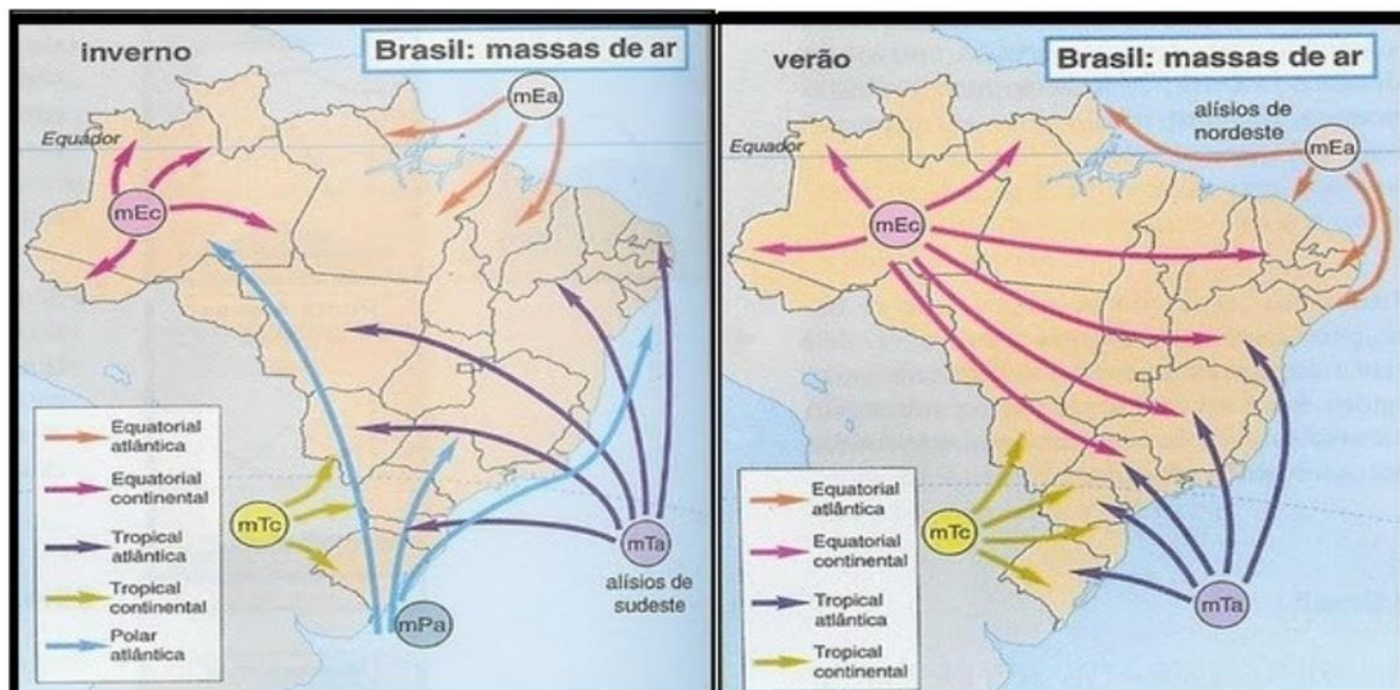


Fonte: Geografiaopinativa.blogspot.com(2013)

2.4 Massas de ar

Massas de ar são volumes de ar definido pela sua temperatura e teor de vapor de água. Cobrem centenas ou milhares de quilômetros quadrados que adquirem as mesmas características da superfície que está abaixo dela. As massas de ar são classificadas de acordo com a latitude e as suas regiões de origem continental ou marítima. O ar atmosférico está sempre em movimento, na forma de massas de ar ou vento, as principais massas de ar atuantes no Brasil são: massa equatorial atlântica, equatorial continental, tropical atlântica, tropical continental (Figura 4).

Figura 4- Tipos de massas de ar que atuam no Brasil durante inverno e verão



Fonte: uol.com.br(2013)

2.4.1 Características

A massa Equatorial Atlântica, suas características: quente e com elevada umidade, origem: Oceano Atlântico, na região da linha do Equador onde atua: dominando a parte litorânea da Amazônia e do nordeste em alguns momentos do ano.

A massa Equatorial Continental, suas características: quente e úmida, origem: Amazônia, região central do estado do Amazonas, onde atua: no inverno atua, principalmente, nos estados do Amazonas, Acre e Roraima. Já no verão, atua numa área maior, atingindo também os estados da região centro-oeste do Brasil, podendo atingir também as áreas oeste dos estados de São Paulo e Minas Gerais.

A massa Tropical Atlântica, suas características: quente e úmida, origem: na região do Atlântico Sul, onde atua: no verão atua mais nos estados das regiões sudeste e sul. Já no inverno, pode atingir também as regiões nordeste e centro-oeste.

A massa Tropical Continental, suas características: quente e com baixos índices de umidade Origem: região nordeste da Argentina, onde atua: de baixa intensidade, atingi somente os estados que fazem fronteira com Paraguai e Argentina.

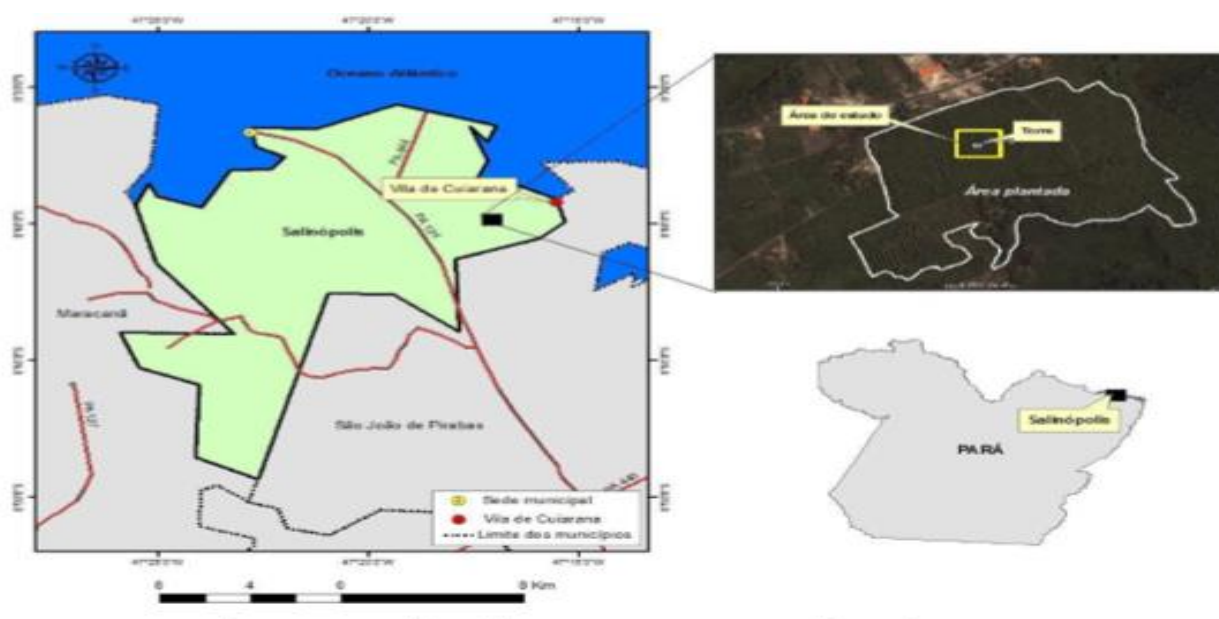
A massa Polar Atlântica, suas características: fria e úmida, origem: Antártida (polo sul) onde atua: no inverno sua ação é intensa. Atua, principalmente, nos estados do sul e Sudeste do Brasil. É responsável pelo frio e baixas temperaturas no inverno nestas regiões. Essa massa de ar pode também, no inverno, atingir o litoral nordestino, baixando as temperaturas e provocando chuvas. Pode atuar também, no inverno, na região da Amazônia.

3 MATERIAS E MÉTODOS

3.1 Localização e características do clima do local do estudo.

O estudo foi desenvolvido na Estação Experimental de ecossistema costeiro “Modesto Rodrigues (latitude: 00°39’45’’S; longitude: 47°15’56’’W e altitude de 20 metros), situado na vila de Cuiarana, município de Salinópolis região nordeste do Pará (Figura 5). O local do estudo compreende uma área de pomar de manga rosa (cv. Tommy Atkins), com 22 hectares, plantada em fileiras orientadas no sentido leste oeste, com espaçamento de 10 metros entre fileiras e entre plantas, que possuem altura média de 7 metros. O clima característico da região é tropical quente e úmido, segundo a classificação de koeppen, a região é muito propícia a ocorrência de elevados totais pluviométricos em virtude de estar localizada em área de alta instabilidade atmosférica decorrente da interação entre o oceano e o continente. A umidade relativa do ar média anual é de aproximadamente 80% e a temperatura média anual do ar varia entre 26,8 e 28,0°C. Os valores máximos de precipitação ocorrem no período de fevereiro a maio e os mais baixos ocorrem nos meses de setembro a novembro. As principais atividades econômicas desenvolvidas no município são: pequenos plantios de hortaliças, agricultura familiar, turismo e a pesca.

Figura 5- Localização da estação experimental de ecossistema costeiro “Modesto Rodrigues “



Fonte: Lima e Souza(2012)

3.2 Fontes dos dado

Os dados de velocidade do vento referentes aos anos de 2012 e 2013 utilizados na elaboração desse estudo foram medidos, em uma torre micrometeorológica, em um nível de 15 metros de altura (Figura 6), instalada no pomar de manga rosa acima descrito. Os valores médios horários da velocidade do vento utilizado nesse estudo foram medidos através de anemômetros analógicos da marca Young-USA Conectado a um sistema de aquisição de dados datalogger (CR 1000 da Campbell Scientific, Inc.), com programação para efetuar leitura dos registros a cada 10 segundos e armazenar as medias a cada 30 minutos.

Figura 6- Vista da torre micrometeorológica e do sensor de medida da velocidade do vento.



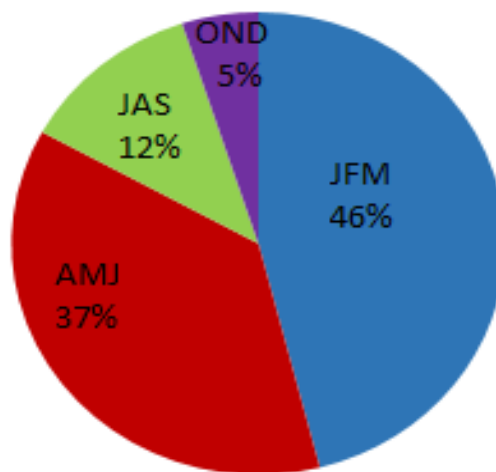
Fonte: Elaborado pelo autor

Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Metodologia

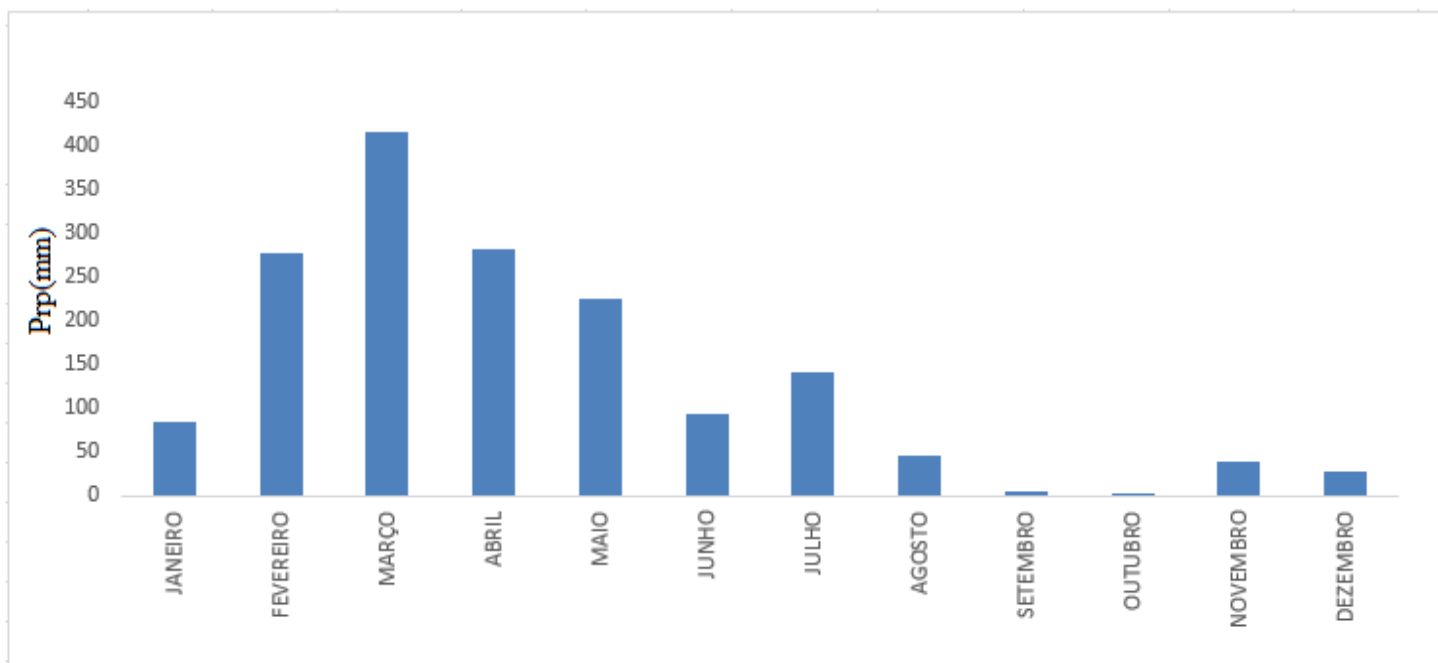
Os dados horários de velocidade média do vento foram organizados em planilhas eletrônicas do Excel. Os dados foram agrupados em valores diurnos, relativo ao horário compreendido das 07h00 às 18h00 e os valores noturnos no período que se estende das 19h00 às 06h00, referentes aos trimestres chuvoso e seco. O trimestre chuvoso compreende os meses de janeiro, fevereiro e março (JFM) e o trimestre seco os meses de setembro, outubro e novembro (OND). O estabelecimento dos trimestres seco e chuvoso para a região do estudo foi feita com base na Figura 7, a qual mostra a distribuição média da precipitação por período trimestral observados nos referidos anos de 2012 e 2013, além de se basear na média mensal de precipitação de ambos os anos na região (Figura 8). O curso diário do vento, referente a um dia típico no trimestre seco e no trimestre chuvoso foi também analisado. As análises horárias da intensidade do vento foram feitas através de gráficos e tabelas para fins de uma melhor visualização dos resultados e obtenção das conclusões sobre as características da velocidade do vento no local do estudo.

Figura 7- Distribuição média da precipitação por trimestre no período 2012 e 2013



Fonte: Gonçalves, I. M. (2014)

Figura 8- Média mensal de precipitação em Cuiarana para os anos de 2012 e 2013



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

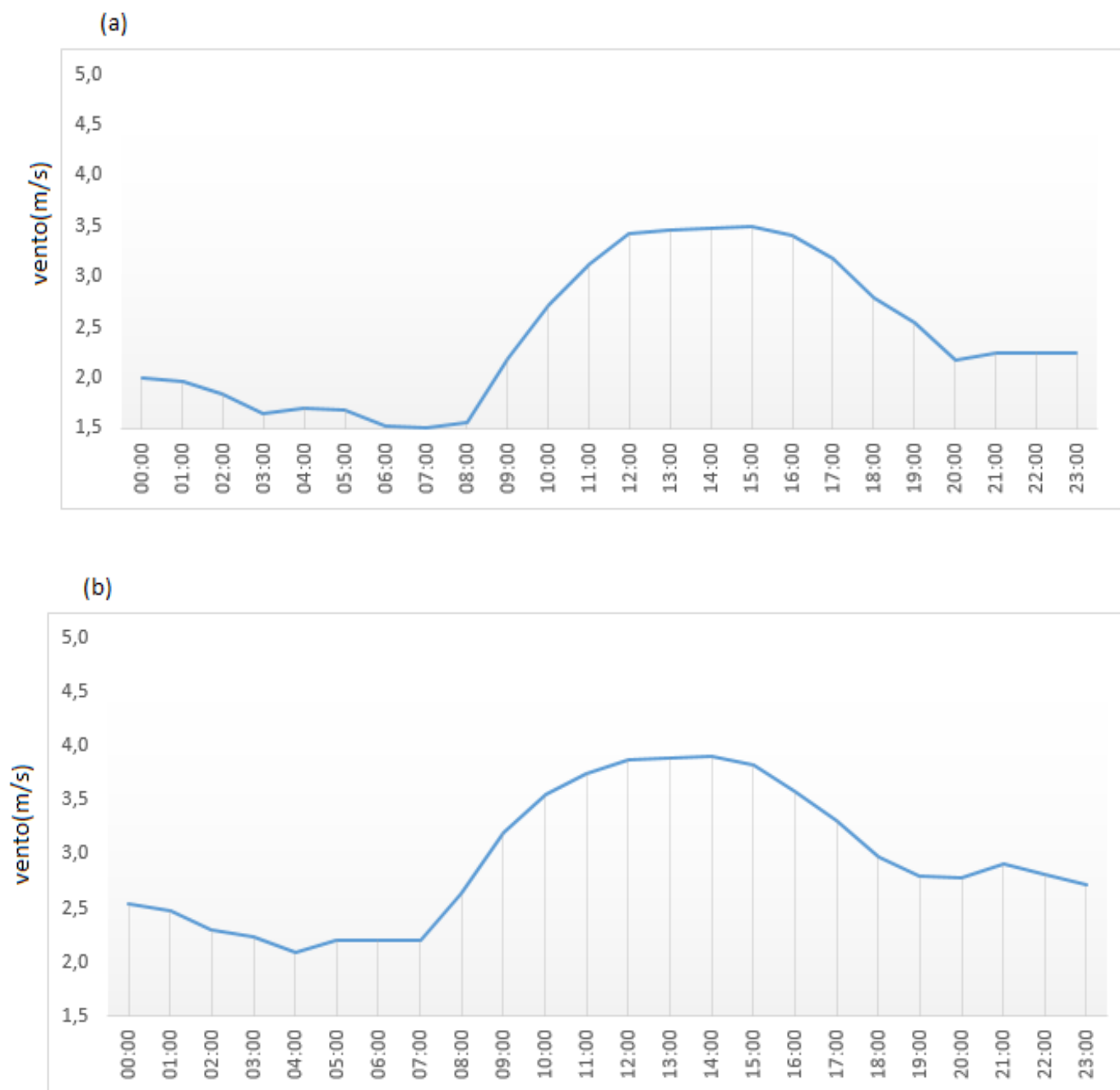
4.1 Curso médio horário da velocidade do vento nos períodos diurno e noturno

O curso médio da velocidade do vento para os períodos seco e chuvoso serão apresentados e comentados nos itens a seguir.

4.1.1 Período chuvoso (JFM)

A Figura 9 mostra os valores da velocidade média do vento nos horários diurno e noturno para os meses com alto índice pluviométrico ou período chuvoso (JFM) para os anos de 2012 (Figura 9 a) e 2013 (Figura 9b). Nos gráficos pode ser observado em ambos os anos que a velocidade média do vento no período diurno se mostrou mais intensa do que no período noturno; onde podem ser observados valores médios máximos de 3,5 m/s em 2012 (Figura 9a) e 3,9 m/s em 2013 (Figura 9b). Para o período noturno pode ser visto que os valores máximo da intensidade do vento em 2012 foi de 2,5 m/s (Figura 9a) e em 2013, máximo de 2,9 m/s (Figura 9b). Os resultados acima observados mostraram-se concordantes com estudo realizado por Vianelo e Alves (1991), onde afirmaram, que o curso da velocidade média do vento está diretamente relacionado à chegada de radiação solar. Na comparação da velocidade média do vento de 2012 e 2013, pode ser percebido que não houve diferenças significativas nos valores observados, tanto no período diurno, quanto no noturno.

Figura 9- Velocidade média do vento nos horários diurno e noturno para os anos de 2012(a) e 2013(b) no período chuvoso (JFM).



Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 1 mostra os valores horários médios da velocidade do vento, referente ao período chuvoso nos anos 2012 e 2013. Em termos de valores médios mensais, as médias observadas no ano de 2013 foram maiores do que aquelas verificadas em 2012; ainda pode ser vista que o mês de janeiro, tanto em 2012 como em 2013 apresentou maior velocidade do vento no período, com valores de 2,8 e 3,1 m/s respectivamente. As médias mais baixas no referido período, com valores de 2,1 m/s em 2012 e 2,8 m/s em 2013 foram observados em março, mês com maior incidência de precipitação na nossa região. Com relação ao horário de ocorrência dos valores máximos e mínimos da velocidade do vento, foi observado que os eventos das máximas ocorreram no horário das 12h00 às 15h00 horas e os mínimos no intervalo horário das 00h00 às 04h00 horas.

Tabela 1-Valores horários médios da velocidade do vento (m/s) para o período chuvoso nos anos 2012 e 2013.

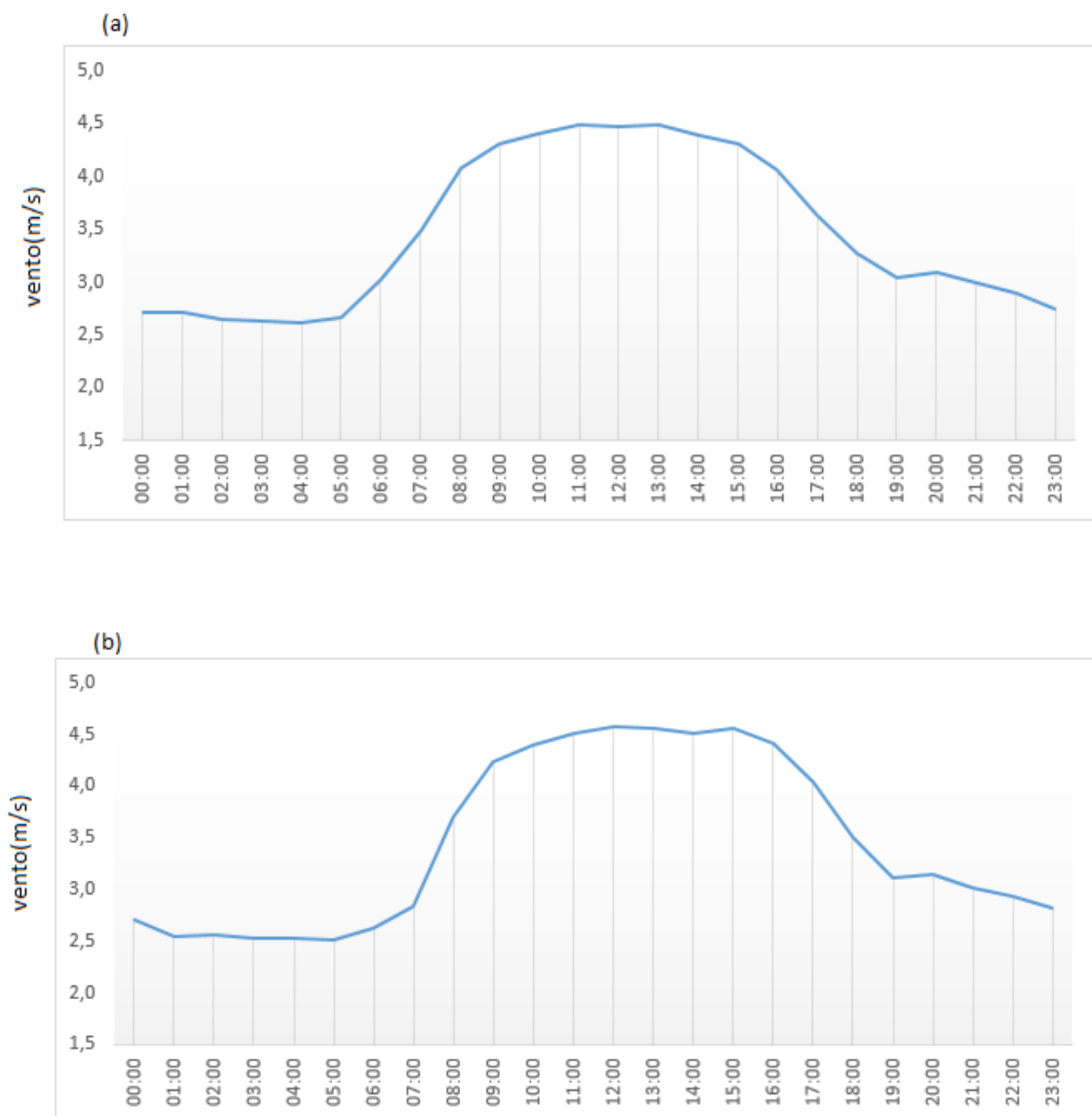
2012				2013			
Hora	J	F	M	Hora	J	F	M
00:00	2,38	1,96	1,65	00:00	2,68	2,49	2,48
01:00	2,28	2,08	1,52	01:00	2,66	2,34	2,43
02:00	2,15	1,83	1,55	02:00	2,34	2,19	2,38
03:00	1,92	1,65	1,36	03:00	2,35	2,16	2,18
04:00	2,02	1,76	1,34	04:00	2,30	2,04	1,92
05:00	2,21	1,71	1,14	05:00	2,36	2,06	2,20
06:00	2,02	1,51	1,04	06:00	2,28	2,14	2,20
07:00	1,87	1,49	1,13	07:00	2,30	2,11	2,20
08:00	1,87	1,57	1,23	08:00	2,85	2,47	2,57
09:00	2,55	1,98	2,06	09:00	3,40	3,11	3,09
10:00	2,90	2,49	2,79	10:00	3,81	3,43	3,41
11:00	3,40	2,78	3,18	11:00	3,99	3,56	3,70
12:00	3,79	3,14	3,34	12:00	4,00	3,97	3,66
13:00	3,65	3,34	3,40	13:00	4,01	4,05	3,61
14:00	3,86	3,42	3,15	14:00	3,99	3,94	3,77
15:00	3,72	3,43	3,31	15:00	3,92	3,89	3,69
16:00	3,75	3,23	3,25	16:00	3,77	3,62	3,36
17:00	3,62	3,19	2,71	17:00	3,41	3,35	3,17
18:00	3,33	2,76	2,28	18:00	3,07	3,10	2,76
19:00	2,94	2,47	2,22	19:00	2,91	2,82	2,65
20:00	2,35	2,08	2,07	20:00	2,84	2,85	2,65
21:00	2,48	2,25	2,03	21:00	2,99	2,86	2,86
22:00	2,70	2,09	1,96	22:00	3,00	2,88	2,58
23:00	2,70	2,11	1,91	23:00	2,88	2,65	2,60
Média mensal	2,8	2,3	2,1	Média mensal	3,1	2,9	2,8

Fonte: Elaborado pelo autor

4.1.2 Período seco (SON)

A Figura 10 mostra o curso da velocidade do vento nos horários diurno e noturno para trimestre seco (SON) do ano de 2012 (Figura 10 a) e ano de 2013 (Figura 10 b). Pode ser visto que a velocidade média do vento mais elevada ocorreu no período diurno tanto em 2012 quanto em 2013. Em 2012 o valor máximo observado foi de 4,49 m/s (Figura 10 a) e em 2013, a intensidade máxima foi de 4,55 m/s (Figura 10 b). Na comparação entre os valores horários do período diurno e noturno, dos trimestres JFM e SON, pode ser percebido que a velocidade do vento, no período diurno foi mais elevada, podendo se ressaltar que, no trimestre SON, os valores diurnos e noturnos foram superiores aqueles observados no trimestre JFM. Isto é, na região estudada, a intensidade do vento apresentou tendência de elevação a partir do início do ano, quando a condição ambiente se apresenta nublada e chuvosa, para o fim do ano, quando o céu se apresenta com baixa nebulosidade e ausência de precipitação quase que por completa.

Figura 10- Velocidade média do vento nos horários diurno e noturno para os anos de 2012(a) e 2013(b) no período seco (SON).



Fonte: elaborado pelo autor

A Tabela 2 mostra os valores horários médios da velocidade do vento, referente ao período seco. Em termos de valor médio mensal, pode ser visto que as médias observadas no ano de 2012, com exceção do mês de setembro, que foi ligeiramente maior que a média de setembro de 2013, as demais foram iguais, significando que nesse período as variações nas características do vento praticamente inexistem e quanto comparamos com o período JFM, percebemos significativa diferenças no padrão característico do vento. Com relação ao horário de ocorrência dos valores máximos e mínimos da velocidade do vento, foi observado que esses eventos ocorreram no horário das 12h00 às 15h00 horas e os mínimos no intervalo horário das 00h00 às 04h00 horas. Situação parecida foi observada no trimestre JFM, significando que apesar da diferença entre período seco e chuvoso, verificou-se que existe semelhança no período horário da ocorrência dos valores máximo e mínimos da intensidade do vento entre esses trimestres. Comparando as médias mensais dos trimestres seco e chuvoso, por ser percebido que, as do trimestre chuvoso foram bem menores do que aquelas observadas no trimestre seco.

Tabela 2- Valores horários médios da velocidade do vento (m/s) no período seco para anos 2012 e 2013

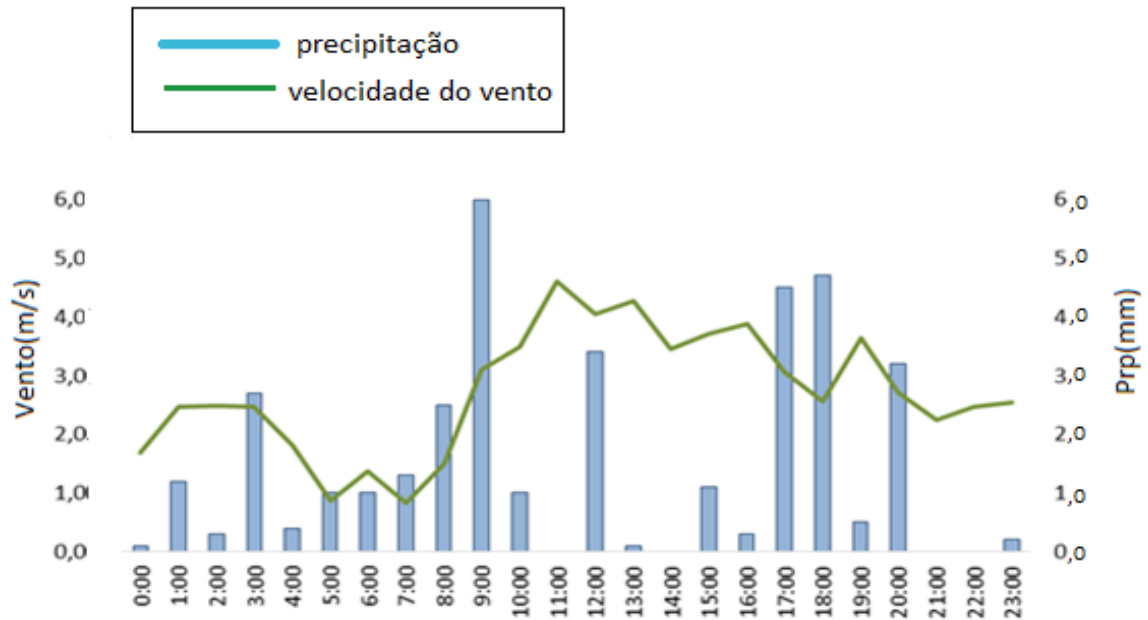
2012				2013			
Hora	S	O	N	Hora	S	O	N
00:00	2,55	2,83	2,77	00:00	2,55	2,96	2,61
01:00	2,62	2,82	2,68	01:00	2,43	2,81	2,39
02:00	2,62	2,74	2,56	02:00	2,31	2,95	2,41
03:00	2,69	2,81	2,37	03:00	2,41	2,88	2,32
04:00	2,81	2,77	2,24	04:00	2,33	2,88	2,37
05:00	2,78	2,87	2,34	05:00	2,50	2,77	2,25
06:00	3,35	3,19	2,51	06:00	2,70	2,81	2,37
07:00	4,09	3,54	2,82	07:00	2,93	3,00	2,58
08:00	4,27	4,26	3,70	08:00	3,75	3,94	3,38
09:00	4,42	4,56	3,93	09:00	4,32	4,36	3,99
10:00	4,54	4,57	4,10	10:00	4,54	4,44	4,20
11:00	4,50	4,76	4,20	11:00	4,65	4,49	4,38
12:00	4,57	4,69	4,14	12:00	4,73	4,52	4,45
13:00	4,71	4,58	4,15	13:00	4,79	4,48	4,40
14:00	4,47	4,57	4,09	14:00	4,73	4,46	4,32
15:00	4,28	4,52	4,14	15:00	4,67	4,57	4,42
16:00	3,90	4,25	4,00	16:00	4,50	4,40	4,32
17:00	3,27	3,91	3,74	17:00	4,07	4,11	3,92
18:00	3,16	3,44	3,24	18:00	3,55	3,54	3,40
19:00	3,09	3,20	2,85	19:00	3,19	3,20	2,95
20:00	3,09	3,22	2,98	20:00	3,05	3,31	3,05
21:00	2,93	3,08	2,96	21:00	2,79	3,24	3,00
22:00	2,74	2,95	2,98	22:00	2,74	3,16	2,92
23:00	2,57	2,88	2,80	23:00	2,71	3,03	2,72
Média mensal	3,5	3,6	3,3	Média mensal	3,4	3,6	3,3

Fonte: Elaborado pelo autor

4.2 Curso diário da velocidade do vento em dias típicos do período seco e chuvoso

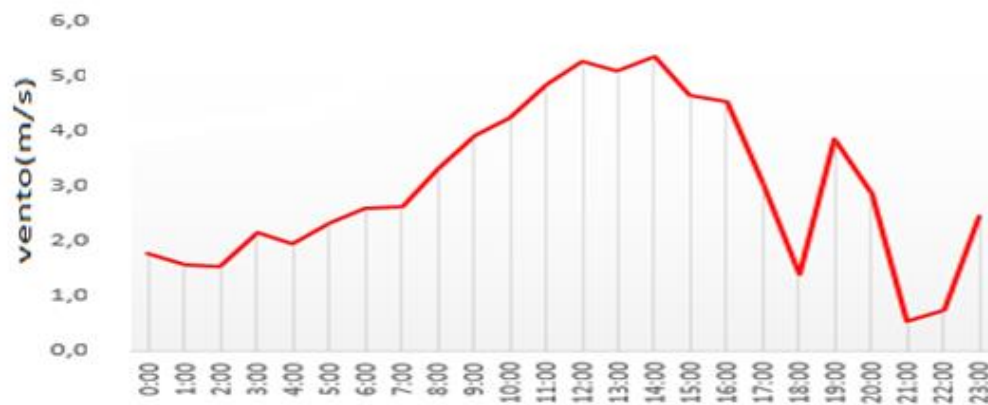
A Figura 7 mostra o curso diário da velocidade do vento em um dia típico do período chuvoso, o dia analisado foi 01/01/2013, enquanto a Figura 8 mostra o curso diário da velocidade do vento em um dia típico do período seco, o dia selecionado foi 1/09/2013. Podemos observar que a velocidade do vento apresentou tendência de elevação da intensidade a partir do nascer do sol e se estendendo até por volta do meio da tarde; decrescendo de intensidade posteriormente com o anoitecer. Na comparação entre os dias analisados, os resultados demonstraram que no dia seco, os valores da velocidade no horário diurno foram maiores, com velocidade máxima de 5,3 m/s (Figura 8), enquanto do dia chuvoso o valor máximo foi de 4,6 m/s (Figura 7). Por outro lado, no período noturno do dia chuvoso foram registrados valores ligeiramente maiores do que os verificados no período noturno do dia seco; alcançando velocidade de 3,7 m/s (Figura 8). Acredita-se que isso possa ter acontecido em decorrência de evento de chuva que normalmente é acompanhado com rajada de vento. Esta tendência da velocidade do vento no período diurno ser maior do que no período noturno deve-se principalmente ao aquecimento do solo durante o dia, o qual também vai aquecendo o ar, que ascende, sendo ocupado por um ar mais frio, originando um gradiente térmico que, por sua vez, origina um gradiente de pressão causando o deslocamento do ar da zona de maior pressão para a zona de menor pressão no período noturno. Como o gradiente térmico é menor durante a noite, Senambi (2004), afirma que a velocidade do vento também se torna menor.

Figura 11- Curso diário da velocidade do vento em um dia do período chuvoso



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 12- Curso diário da velocidade do vento em um dia do período seco



Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 3 mostra os valores máximos, mínimos, médias da velocidade do vento nos horários diurno e noturno e media do dia seco e chuvoso. O dia seco analisado na Figura 12 foi o que registrou maior velocidade do vento, máxima (5,4 m/s), media diurna (4,1 m/s) e media do dia (3,1 m/s). Por outro lado, o dia chuvoso (Figura 11) registrou os maiores valores da velocidade mínima e media noturna. Pode-se ainda ressaltar que a amplitude da velocidade do vento no dia seco foi maior do que a do dia chuvoso.

Tabela 3- Valores médios máximos e mínimos observados nos dias típicos chuvoso e seco

Dia	V.max	V.min	Media diurna	Media noturna	Media dia
Chuvoso	4,60 m/s	0,83 m/s	3,21 m/s	2,23 m/s	2,72 m/s
Seco	5,36 m/s	0,53 m/s	4,03 m/s	2,03 m/s	3,03 m/s

Fonte: Elaborado pelo autor

5 CONCLUSÃO

- A velocidade do vento apresentou tendência de elevação no decorrer do dia, com maiores valores observados no período diurno;
- No trimestre seco (SON) foram registradas os maiores valores da velocidade do vento;
- Os valores mais elevados da velocidade foram registrados no horário das 12 às 15h00 horas e os valores mínimos no horário das 00 às 04h00 horas;
- Os valores mais baixos da velocidade do vento foram observados no mês de março e os mais elevados no mês de outubro;
- O dia seco registrou os maiores valores da velocidade do vento, máxima, media diurna e media do dia;
- A amplitude da velocidade do vento no dia seco foi maior do que a do dia chuvoso.

REFERÊNCIAS

- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BERUSKI, G. C.; LEITE, M.L.; VIRGENS FILHO, J. S.; ADACHESKI, P. A.; OLIVEIRA, A.V. **Análise probabilística da velocidade média e caracterização da direção predominante do vento no município da Lapa/PR**. Curitiba: Editora UFPR. R. RAÍÇA n. 17, 2009.
- FARRUGIA, P.S; MICALLEF, A. Comparative analysis of estimators for wind direction standard deviation. **Meteorological Applications**, v.13, n.1, p.29-41, 2006
- GARCIA, A.; MUNHOZ, F.C. Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava – SP. São Paulo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n.1, p. 30-34, 2008.
- GONÇALVES, L. M. **Característica temporal da precipitação no período 2012-2013 em Cuiarana-Salinópolis, região Nordeste do estado do Pará**. Belém: UFPA, 2015.
- LEITE, M.L.; FILHO, J.S.V. Avaliação da velocidade média e direção predominante do vento em Ponta Grossa – PR. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.14, n. 2, p. 157-167, 2006
- MARIN, F. R.; ASSAD, E. D.; PILAU, F. G. **Clima e ambiente: introdução à climatologia para ciências ambientais**. Campinas – SP: Embrapa Informática Agropecuária, 2008.
- MARTINS, D. O. Comportamento dos ventos na região de Botucatu, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22, 1993, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola; CEPIAC, 1993. 1413 p.
- MENDONÇA, F.; DANI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo – SP: Oficina de Textos, 2007.
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. 2nd ed. London: Routledge, 1987.
- PEREIRA, A.R.; ANGEIOCCI, I.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478 p
- SANSIGOLO, C. A. Distribuição de probabilidade de velocidade e potência do vento. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, p 207-214, 2005.
- SERVIÇO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMBI). **Aprendendo meteorologia**. Disponível em: <http://www.senambi.gob.pe.pefaprediendo/apen_meteo.htm>. 16 de março de 2015.
- STULL, RB. **Meteorology for scientists and engineers**. Massachusetts: Brooks/Cole Pacific Grove, 2000.

VENDRAMINI, E.Z. **Distribuições probabilísticas de velocidades do vento para avaliação do potencial energético eólico**. 1986. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Botucatu, 1986.

VIANELLO, R. L.; ALVES A. R.. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, Minas Gerais: Imprensa universitária, 1991.

WAGNER, C.S. **Velocidade e direção predominante dos ventos no Estado do Paraná**. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1989. 56 p. (Boletim Técnico, 26).

WHITHEMAN, C.D.; DORAN, J.C. The relationship between overlying synoptic-scale flows and winds within a Valley. **Journal Applied Meteorology**, n. 32, p.1669-1682, 1993.

YAMARTINO, R.J. A Comparison of several "Single-Pass" estimators of the standard deviation of wind direction. **Journal of Climate and Applied Meteorology**, v. 23, n.13, p. 62-66, 1984.