



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

# **ESTUDO DOS PARÂMETROS METEOCEANOGRÁFICOS DE UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por:

**ADRIANO MAGALHÃES DA PAIXÃO E SILVA**

Orientador: Msc. Thaís Angélica da Costa Borba (UFPA)

Coorientador: Prof. Dr. Marcelo Rollnic (UFPA)

---

BELÉM  
2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

---

## **TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

# **ESTUDO DOS PARÂMETROS METEOCEANOGRÁFICOS DE UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado por:

**ADRIANO MAGALHÃES DA PAIXÃO E SILVA**

---

BELÉM  
2017

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

---

Silva, Adriano Magalhães da Paixão e, 1994 -

Estudo dos parâmetros meteoclimatológicos de um estuário amazônico / Adriano Magalhães da Paixão e Silva. – 2017.

xv, 60 f. : 30 cm

Inclui bibliografias

Orientador: Thaís Angélica da Costa Borba

Coorientador: Marcelo Rollnic

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2017.

1. Estuários - Amazônia. 2. Meteorologia - Amazônia. 3. Oceanografia - Amazônia. I. Título.

---

CDD 22 ed.: 551.461809811

Elaborado por  
Lucia de Fátima Imbiriba de Sousa  
CRB-2/652



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**FACULDADE DE OCEANOGRAFIA**

**ESTUDO DOS PARÂMETROS  
METEOCEANOGRÁFICOS DE UM ESTUÁRIO  
AMAZÔNICO**


**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO APRESENTADO POR:  
ADRIANO MAGALHÃES DA PAIXÃO E SILVA**

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em OCEANOGRAFIA


Data de Aprovação: 06 de setembro de 2017

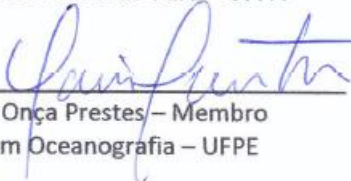
Conceito: Excelente

Banca Examinadora:

  
Msc. Thais A. da Costa Borba – Orientadora  
Mestre em Geofísica Marinha – UFPA

  
Prof. Dr. Marcelo Rollnic – Coorientador  
Universidade Federal do Pará – UFPA

  
Prof. Dr. Sury de Moura Monteiro – Membro  
Universidade Federal do Pará – UFPA

  
MSc. Yuri Onça Prestes – Membro  
Mestre em Oceanografia – UFPE

Dedico este trabalho a minha avó Conceição,  
A melhor e mais amável velhinha que esse mundo já teve.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço,

Primeiramente, a minha preguiça por ter dado uma trégua (na maior parte do tempo) e ter me deixado começar e terminar esse trabalho.

Aos meus pais, que independente das nossas desavenças, sei que estão torcendo pelo meu sucesso. E sei que posso contar com eles sempre.

Ao meu irmão, André, pelos momentos (infelizmente, poucos) de descontração que sempre tivemos em casa, e por ter me apresentado o jogo de celular mais viciante e irritante que eu poderia conhecer para relaxar durante as minhas pausas do TCC.

Ao Prof. Dr. Marcelo Rollnic, por ter me dado a oportunidade de ingressar no laboratório de oceanografia física. E por ter me dado uma grande ajuda (embora ele mesmo não saiba) em dois grandes momentos durante a graduação, e por isso serei eternamente grato.

A minha Orientadora, Thaís Borba, pelos puxões de orelha e por saber lidar com a minha preguiça. Por ter me ajudado bastante na realização desse estudo. E por ter sido a melhor orientadora que eu poderia ter.

A minha atual namorada, Aline Di Paula, a qual um dia pode não ser mais minha namorada, mas independente disso, é uma das melhores pessoas que podiam ter entrado na minha vida.

Ao Léo Morais, por toda parceria desde o primeiro trabalho do primeiro semestre do curso, e por sempre me incluir nos planos futuros, como comprar um Bar (inclusive, o sonho ainda vive \o/).

Ao Victor Arero e Adriel Carneiro, pela amizade, por todas as boas conversas, os bons conselhos (os quais foram os melhores) e pelas conversas incríveis que nunca imaginei que fosse um dia ter.

Aos demais integrantes dos “Amigos da Neide”, por toda amizade e bons momentos que já me proporcionaram.

A todo pessoal do LOF e GEOFMAR (atual LAPMAR) pelo acolhimento e boa recepção ao laboratório.

Aos colegas de curso, por essa caminhada maluca que foi a graduação. Em especial, a Carolina Ramos, pela grande amiga que se mostrou ser (E dá-lhe rodizio!!)

Aos professores de oceanografia pela dedicação a formação e ensino dos alunos (por mais difícil que seja), em especial a Prof Sury Monteiro, por ser a melhor professora da Oceanografia (UFPa).

E a todas as outras pessoas que já passaram pela minha vida e me transformaram na pessoa que sou hoje.

*"No matter what you do in life,  
it's not legendary unless your friends are there to see it"*

**Barney Stinson**

## RESUMO

A zona costeira amazônica (ZCA) abriga algumas dezenas de estuários e canais de maré; possui características meteoceanográficas distintas do restante do Brasil; e sofre influência do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS). Devido ao grande número de estuários e a dimensão da ZCA, há uma grande lacuna no conhecimento sobre as condições meteorológicas, e por isso, esse trabalho teve como objetivo descrever os parâmetros meteoceanográficos, em função da sazonalidade, maré, e ocorrência de fenômeno ENOS. O trabalho foi realizado no rio Mojuim, norte do Brasil, próximo a desembocadura de um grande estuário (do rio Pará), os quais estão sob influência de regime de meso a macromaré semidiurno e com clima quente úmido classificado como AWA'A'. Dados de precipitação, ventos, temperatura (do ar e da água) e condutividade da água foram coletados a partir de uma estação meteoceanográfica fixa programada para fazer medições a cada 5 minutos de janeiro de 2016 até abril de 2017. Foram calculados valores de salinidade, e valores diários e mensais desses e dos demais parâmetros físicos citados anteriormente, além de analisada a influência da ENOS na precipitação e relacionado os parâmetros hidrológicos e atmosféricos, através da correlação de Pearson. Os resultados de precipitação exibiram valores mais elevados durante janeiro a abril, e menores valores de agosto a dezembro de 2016, com chuvas bem distribuídas ao longo dos meses, com exceção do mês de janeiro e dezembro. Durante os meses analisados, a precipitação foi elevada no El Niño, e baixa na La Niña. Os ventos apresentaram direção predominante para nordeste e com velocidade máxima de 10 m/s e ventos da 3 a 5 m/s mais frequentes; com ventos mais definidos nos meses menos chuvosos e com uma variação da intensidade influenciada pela temperatura do ar. Essa última teve uma variação sazonal pouco significativa, porém os meses de maio, junho e julho apresentaram amplitude térmica mensal alta, em relação aos demais meses. Nos meses analisados, a salinidade variou de 0 a 30, e mostrou variação forte com a maré e a precipitação nos períodos sazonais. Assim como, a temperatura da água sofreu grande influência da temperatura do ar, porém com uma variação sazonal menor do que a mesma. Logo, a região apresentou 3 períodos sazonais bem marcados (como já observado por outros autores); efeito inverso da precipitação durante o ENOS; influência dos ventos alísios na direção e da temperatura do ar na intensidade dos ventos; baixa variação sazonal da temperatura do ar e da água; e variação sazonal da salinidade semelhante à outras localidades da zona costeira amazônica.

Palavras-chave: Meteoceanografia. Fenômeno ENOS. ZCA. Rio Mojuim. Amazônia.

## ABSTRACT

The Amazon coastal zone (ZCA) is home to some dozens of estuaries and tidal channels; has meteoceanographic characteristics distinct from the rest of Brazil; and is influenced by the El Niño - Southern Oscillation (ENSO) phenomenon. Due to the large number of estuaries and the size of the ZCA, there is a great gap in the knowledge about the meteorological conditions, and for that reason, the objective of this work was to describe the meteoceanographic parameters, due to the seasonality, tide, and occurrence of ENSO phenomenon. The work was carried out in the Mojuim river, north of Brazil, near the mouth of a large estuary (of the river Pará), which are under the influence of meso to macrotidal semidiurnal and with warm humid climate classified as AWA'A. Precipitation, wind, temperature (air and water) and water conductivity data were collected from a fixed meteoceanographic station scheduled to take measurements every 5 minutes from January 2016 to April 2017. Salinity values, daily and monthly values were calculated of these and of the other physical parameters mentioned above, besides analyzing the influence of ENOS on the precipitation and related the hydrological and atmospheric parameters, through the Pearson correlation. The precipitation results showed higher values during January to April, and lower values from August to December of 2016, with rains well distributed throughout the months, except for the month of January and December. During the analyzed months, precipitation was high in El Niño, and low in La Niña. The winds showed predominant direction to the northeast and with a maximum speed of 10 m / s and winds of 3 to 5 m / s more frequent; with more defined winds in the months less rainy and with a variation of the intensity influenced by the temperature of the air. This last had a small seasonal variation, but the months of May, June and July presented a monthly high thermal amplitude, in relation to the other months. In the analyzed months, the salinity varied from 0 to 30, and showed strong variation with the tide and the precipitation in the seasonal periods. As well as, the temperature of the water was influenced greatly by the air temperature, but with a seasonal variation smaller than the same. Therefore, the region presented 3 well-marked seasonal periods (as already observed by other authors); reverse effect of precipitation during ENSO; influence of the trade winds in the direction and the temperature of the air in the intensity of the winds; low seasonal variation of air and water temperature; and seasonal variation of salinity similar to other localities in the Amazon coastal zone.

Keyword: Meteoceanography. Phenomenon ENOS. ZCA. Mojuim river. Amazonia.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Representação gráfica de uma onda de maré hipotética (em azul), com alguns elementos de maré indicados. ....	7
Figura 2 - Representação esquemática da variação da maré de acordo com as fases da lua.....	8
Figura 3 – Mapa de Localização. (A) Brasil - América do Sul, (B) Estado do Pará – Brasil, (C) Costa Nordeste do Pará, (D) Região de São Caetano de Odivelas apresentando os rios Mojuim e Mocajuba, e o ponto de coleta (em vermelho) do presente estudo.. ....	11
Figura 4 - Mapa batimétrico do rio Mojuim, com os valores de profundidade evidenciados em cores. ....	12
Figura 5 - Distribuição espacial da Geologia (a) e da Geomorfologia (b) do município de São Caetano de Odivelas/PA. ....	13
Figura 6 - Precipitação média anual para o estado do Pará (Brasil). ....	15
Figura 7 - Variabilidade sazonal média da direção do vento. ....	16
Figura 8 – Variabilidade sazonal de velocidade e direção de ventos no município de Salinópolis (2008 e 2009). ....	16
Figura 9 - (A) Estação Meteoceanográfica montada no rio Mojuim, (B) Estação Meteorológica GMX600, (C) Sensor Inteligente CT2X e (D) Data Logger da Campbell Scientific. ....	19
Figura 10 – Precipitação acumulada a cada mês de 2016, evidenciando a porcentagem de quanto choveu em relação ao ano todo. ....	24
Figura 11 – Precipitação acumulada diária de cada mês de 2016. ....	25
Figura 12 – Número total de dias seco (vermelho) e chuvosos (azul) para cada mês de 2016.	26
Figura 13 - Precipitação total mensal para os meses sob influência da ENOS. ....	28
Figura 14 – Frequências de intensidade e direção de todos os registros de ventos do ano de 2016. ....	29

Figura 15 - Frequências de intensidade e direção do Vento dos meses de janeiro a junho do ano de 2016.....	30
Figura 16 - Frequências de intensidade e direção do Vento dos meses de julho a dezembro do ano de 2016.....	31
Figura 17 - Velocidade e direção do vento, em função da variação do dia (D) para noite (N) nos cenários 1 e 2, onde os marcadores D e N correspondem à 12:00 do dia e da noite. ....	32
Figura 18 - Velocidade e direção do vento, em função da variação do dia (D) para noite (N) nos cenários 3 a 6, onde os marcadores D e N correspondem à 12:00 do dia e da noite. ....	33
Figura 19 - Análise da direção do vento e precipitação para as sizígias e quadraturas, dos períodos chuvoso, intermediário e seco.....	33
Figura 20 - Variação da temperatura do ar e velocidade do vento nos cenários de amostragem definidos do ano de 2016.....	34
Figura 21 - Médias mensais e valores máximos e mínimos absolutos da temperatura do ar, nos meses de 2016.....	35
Figura 22 – Amplitude térmica mensal obtida entre a diferença dos valores absolutos das temperaturas máximas e mínimas de cada mês de 2016. ....	36
Figura 23 - Médias, máximas e mínimas diárias de salinidade para os meses de janeiro a junho de 2016.....	37
Figura 24 - Salinidade em função da oscilação da maré de sizígia e quadratura, para os períodos chuvoso e intermediário.....	38
Figura 25 - Gráfico de dispersão entre salinidade e maré, durante o sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário, com os respectivos coeficientes de correlação (r). ....	39
Figura 26 - Salinidade em função da Amplitude da Maré para os períodos chuvosos e intermediário.....	40

Figura 27 – Médias mensais e valores máximos e mínimos absolutos da temperatura da água, nos meses analisados de 2016.....	41
Figura 28 - Temperatura do ar (vermelho) e da água (azul) em função da maré, durante as maré de sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário. ....	42
Figura 29 - Gráfico de dispersão entre temperatura do ar e temperatura da água, durante o sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário, com os respectivos coeficientes de correlação (r).....	42
Figura 30 - Classificação dos meses de 2016 quanto a precipitação nos intervalos quantílicos. ....	43
Figura 31 - Variação de salinidade no ano de 2016, com valores de medição feita por Valentim (2017), e pela estação meteoceanográfica. ....	45

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Definições dos elementos da maré, com seus nomes e respectivos conceitos. ....	6
Tabela 2 – Tabela de amostragem de dados coletados, com suas respectivas datas de início, de fim, e frequência de medições.....	19
Tabela 3 – Processamento específicos dos dados hidrológicos e meteorológicos. ....	20
Tabela 4 - Tabela de cenários definidos, com seus respectivos períodos, para análises de relação entre parâmetros. ....	22
Tabela 5 - Tabela do Índice de Niño Oceânico (ONI) dividido em triênios, onde valores em vermelho indicam o evento de El Niño e os valores em azul indicam o evento de La Niña.....	27
Tabela 6 - Grau de correlação dos valores do coeficiente de correlação de Pearson. ....	46

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	ivv
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>EPÍGRAFE</b> .....	vi
<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	viii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xiii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 JUSTIFICATIVA .....	2
<b>2 OBJETIVO</b> .....	4
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	4
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	5
3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
3.1.1 Estuários .....	5
3.1.2 Maré .....	6
3.1.3 Salinidade .....	8
3.1.4 Fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) .....	9
3.1.5 Método estatístico de correlação de Pearson .....	9
3.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	11
3.2.1 Aspectos Morfológicos .....	12
3.2.2 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos .....	13
3.2.3 Aspectos Climatológicos .....	14
3.2.4 Aspectos Oceanográficos .....	17
3.3 AMOSTRAGEM .....	18
3.4 TRATAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	20
3.4.1 Maré .....	20

3.4.2 Precipitação .....	20
3.4.3 Ventos .....	21
3.4.4 Temperatura do ar .....	21
3.4.5 Salinidade .....	21
3.4.6 Temperatura da água .....	21
3.4.7 Relação de parâmetros .....	21
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>24</b>
4.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS .....	24
4.1.1 Precipitação .....	24
4.1.2 Ventos .....	29
4.1.3 Temperatura do Ar .....	35
4.2 PARÂMETROS HIDROGRÁFICOS .....	37
4.2.1 Salinidade .....	37
4.2.2 Temperatura da Água .....	41
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>43</b>
5.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS .....	43
5.2 PARÂMETROS HIDROGRÁFICOS .....	45
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>47</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>48</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>53</b>
<b>APÊNDICE A – TRECHO MODIFICADO (EM VERMELHO) DA ROTINA ONDAPARAMET .....</b>	<b>54</b>
<b>APÊNDICE B – TEMPERATURA MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS DIÁRIAS DO AR DO ANO DE 2016 .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE C – TEMPERATURA MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS DIÁRIAS DA ÁGUA DOS MESES DE JANEIRO A JULHO DE 2016 .....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>57</b>

<b>ANEXO A – FICHA TÉCNICA DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA GMX600 MAXI MET DA GILL .....</b>	<b>58</b>
<b>ANEXO B – FICHA TÉCNICA DO SENSOR INTELIGENTE CT2X DA SEAMETRICS .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO C – DATA LOGGER DA CAMPBELL SCIENTIFIC .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Zona Costeira Amazônica (ZCA) abrange os estados do Amapá, Pará e Maranhão, e se medida em linha reta, sua extensão atinge mais de 2.200 km (Lima *et al.* 2015). Em comparação com outras regiões costeiras, a ZCA é uma região que possui características meteorológicas bem peculiares, como uma região tropical de elevada precipitação anual, chegando a atingir até 3.300 mm/ano; temperaturas elevadas (que ultrapassam os 20°C), e que mesmo apresentando dois períodos sazonais distintos (seco e chuvoso), possui variação térmica sazonal muito pequena (Pereira *et al.* 2009, Moraes *et al.* 2005).

A porção oriental da ZCA, no perímetro da costa paraense, chamada de Salgado Paraense, é extremamente irregular, por ser constituída por um conjunto de reentrâncias (“falsas rias”), e por isso, acaba abrigando pouco mais de duas dezenas de estuários de baixa descarga fluvial (muitas das vezes, com conexões entre si, feitas por áreas de inundação ou por ligação direta de dois canais de maré). Esses estuários possuem extensas planícies de maré arenosas e lamosas, assim como outras feições costeiras típicas de latitudes tropicais úmidas; e estão sob influência de regimes de meso a macromaré (Costa *et al.* 1991, Nittrouer & Demaster 1996, El-Robrini *et al.* 2006, Asp *et al.* 2012, Lima *et al.* 2015).

A ZCA, como um todo, sofre influência de mecanismos atmosféricos como: a zona de convergência intertropical (ZCIT), vórtices ciclônicos de alto nível, ventos alísios e o El Niño – Oscilação Sul (ENOS) (Ferreira & Mello 2005), que é um fenômeno que interfere nas características climáticas da circulação de grande escala, causando anomalias de temperatura registradas nas águas do oceano Pacífico Equatorial, que por sua vez, altera o comportamento climático, como intensidade dos ventos alísios, precipitação, secas, cheias e frentes frias que atingem norte brasileiro (Marcuzzo & Romero 2013), dentre outras regiões do mundo.

Assim, a ocorrência deste fenômeno é vista como agente de anomalias climáticas no contexto geral, principalmente no regime pluviométrico (Minuzzi *et al.* 2006), uma vez que, a mudança das fases (El Niño e La Niña) desse fenômeno causam alterações no regime pluviométrico, o que acarreta alterações em parâmetros oceanográficos de estuários, como a salinidade, um dos principais parâmetros físico-químico dos ambientes estuarinos. Onde a salinidade é importante parâmetro, por: afetar diretamente estruturas de comunidades de plantas e animais; afetar potenciais usos humanos para corpos d’água (Kennish 1999, Vieira 2015); afetar as condições que afetam a solubilidade dos gases (como oxigênio e nitrogênio) em estuários (Bianchi 2007), e ser um determinante para definir limites e características dos estuários (Miranda *et al.* 2002).

Nesse contexto, se encontra o estuário do rio Mojuim, estuário esse que margeia o município de São Caetano de Odivelas (nordeste do estado do Pará). E que por fazer parte da ZCA, sofre influência nos parâmetros meteoceanográficos, em decorrência do fenômeno ENOS.

Sendo assim, este trabalho pretende investigar variações e relações de parâmetros atmosféricos e hidrológicos a partir de uma serie temporal de 1 ano de dados do estuário do rio Mojuim.

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Os estuários são ambientes que possuem como características altas concentrações de nutrientes e grande importância na produtividade primária. Servem de habitat natural para peixes, mamíferos e aves. E ainda representam local de desova para inúmeras espécies de peixe de valor comercial e de rota de aves migratórias (Moraes 2007).

Além da grande relevância ecológica que esses ambientes possuem, há também atividades econômicas relacionadas que são constantemente desenvolvidas nesses ambientes como: tráfego de embarcações, indústria pesqueira, construção civil, exploração de recursos naturais e a presença de portos.

Em meio a esse contexto, está inserida a ZCA a qual possui grande importância ambiental, social e econômica, sendo caracterizada por uma ocupação de baixa densidade demográfica, a qual é constituída principalmente por comunidades tradicionais extrativistas e coletoras (Nicolodi & Peterman 2010). Ela também sustenta um enorme potencial pesqueiro, o qual é fonte de alimento, comércio, renda e lazer para grande parte da população, especialmente as que residem nas margens dos rios (Santos & Santos 2005).

O município de São Caetano de Odivelas, Costa do Salgado Paraense faz parte da reserva extrativista marinha Mocapajuba e suas principais atividades econômicas estão ligadas a esse recurso hídrico da ZCA, entre elas, a atividade pesqueira, extração de caranguejo e pesca esportiva (MMA 2014).

Esse município é um ponto estratégico para pesquisa, por se encontrar próximo a desembocadura do estuário do rio Pará, um importante canal de transporte do continente para o oceano, por apresentar escoamento próximo ao apresentado pelo estuário do rio Amazonas (Borba 2016); e além disso, existem poucas estações meteorológicas na ZCA, onde as 3 estações mais próximas de São Caetano de Odivelas estão localizadas em Soure (ilha do Marajó), Belém e Tracuateua (55, 100 e 141 quilômetros, respectivamente).

Portanto, a realização desse trabalho é uma forma de contribuir com o acervo de dados meteoceanográficos na ZCA tão escassos (entre a ilha do Marajó e o município de Bragança) região essa com grande importância econômica, social e ambiental; e conhecer melhor a dinâmica desses ambientes estuarinos que são comuns na região. Além de, ratificar a sazonalidade distinta da região do estuário do rio Mojuim.

## 2 OBJETIVO

Descrever os aspectos meteoceanográficos em um do estuário amazônico (estuário do rio Mojuim), e verificar se há variações desses aspectos em função da sazonalidade, da maré, e da ocorrência de fenômeno ENOS.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar a variação da velocidade e direção predominante dos ventos ao longo de um ano.
- Analisar a variação da precipitação ao longo de um ano.
- Analisar a variação da precipitação em função da ocorrência do fenômeno ENOS.
- Analisar a variação da temperatura do ar ao longo de um ano.
- Analisar a variação da temperatura da água em função da sazonalidade e da oscilação da maré.
- Analisar e quantificar a variação da salinidade em função da sazonalidade e da oscilação da maré.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste subtópico serão enfatizados alguns pontos que serão necessários para o entendimento desse estudo. Os quais, são: Estuários, Maré, Salinidade, Fenômeno ENOS e Método estatístico de correlação de Pearson.

##### 3.1.1 Estuários

Os ambientes estuários presentes por todo o mundo, independentemente de qualquer clima. Esses ambientes apresentam como principal característica a variação espacial contínua de variáveis ambientais como salinidade, na turbidez da coluna de água, nutrientes, gases dissolvidos, metais traços. E, em comparação com habitats aquáticos adjacentes, mostram uma redução gradual da diversidade, mas não de produtividade de espécies de animais e plantas (Elliot & Mclusky 2002).

Os estuários tiveram diversas definições ao longo dos anos, onde cada definição variava de acordo com o a linha do conhecimento que cada autor se baseava (como morfodinâmica ou propriedades da água), gerando definições das mais simples, como Ketchum (1951) que fala “*Um estuário é um corpo de água em que a água fluvial se mistura e dilui a água do mar mensuravelmente*”, a definições mais amplas e complexas, como Elliot & Mclusky (2002) que fala “*Estuário é onde começam e terminam os limites dos critérios relativos em termos de sua biologia, física, química, natureza geográfica e unidades sócio-econômicas*”. Além de outras definições como a de Pritchard (1967), que fala “*Estuário é um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce proveniente da drenagem continental*”, a qual essa é a mais adotada na área de oceanografia física (Miranda *et al.* 2002).

Os estuários podem também ser classificados de diferentes formas, como quanto à Geomorfologia (Pritchard 1960), amplitude das marés (Hayes 1975), processos hidrodinâmicos (Dalrymple *et al.* 1992), morfologia (Fairbridge 1980, Perillo 1995), estratificação salina (Stommel 1953), dentre outras.

Como esse estudo leva em consideração a influência da maré como os limites do estuário e suas conexões que o mesmo possa ter com demais afluentes, a descarga de água doce, dentre outras coisas, e tem foco parâmetros salinidade, foi considerado a definição de estuário proposta Perillo (1995) que fala “*Estuário é um corpo de água costeiro semifechado que estende seu*

*limite até a influência da maré, dentro do qual a água marinha, que entra por uma ou mais conexões com o mar aberto, ou qualquer outro corpo de água salina, é significativamente diluída com água doce proveniente da drenagem do continente, podendo sustentar espécies biológicas eurihalinas em parte ou em todo o seu ciclo de vida”.*

### 3.1.2 Maré

A maré é a variação periódica do nível do mar sob a influência de forças astronômicas, e que também pode ser afetada pelas condições meteorológicas e climáticas de um ambiente (Franco 1997). Essa variação do nível do mar ocorre em decorrência da influência gravitacional que corpos celestes causam uns aos outros, sendo essa influência explicada pela Lei da Gravitação Universal. No nosso planeta, os principais corpos celestes que influenciam as águas oceânicas são a lua e o sol (Camargo & Harari 2015).

Antes de dar continuidade ao pensamento, é necessário definir os elementos que a maré possui. A partir da figura 1 podemos definir os elementos de maré citados na tabela 1.

Tabela 1 - Definições dos elementos da maré, com seus nomes e respectivos conceitos

<b>Elementos da Maré</b>	<b>Conceitos</b>
<b>Nível Médio</b>	É considerado como o nível equivalente ao nível que existiria na ausência das forças gravitacionais.
<b>Ciclo de Maré</b>	Definido como o comprimento de onda, sendo a distância entre dois pontos consecutivos da maré.
<b>Preamar</b>	Maior altura que a maré alcança dentro de um ciclo de maré.
<b>Baixa-mar</b>	Menor altura que a maré chega dentro de um ciclo de maré.
<b>Amplitude de Maré</b>	Distância vertical entre a Preamar e a Baixa-mar consecutivas.
<b>Altura da Maré</b>	Distância vertical entre a Preamar (ou Baixa-mar) e o nível médio.
<b>Enchente</b>	Intervalo onde o nível do mar aumenta, indo da Baixa-mar para a Preamar
<b>Vazante</b>	Intervalo onde o nível do mar diminui, indo da Preamar para a Baixa-mar

Fonte: Adaptado de Suguio (1922).

Com isso em mente, os movimentos orbitais entre a Terra, Lua e Sol causam mudanças nas variações do nível do mar, a partir do alinhamento dos 3 corpos citados. Essas mudanças são vistas dentro de um ciclo lunar (28 dias), por conta da Lua ser o principal corpo celeste que influencia no nível do mar. Dentro de um ciclo lunar são vistos vários ciclos de maré os quais cada ciclo pode ter um período de 12,4 horas (semidiurno), 24,8 horas (diurno) de duração, ou, como ocorre em alguns lugares, uma variação entre um regime diurno e semidiurno (Camargo & Harari 2015).

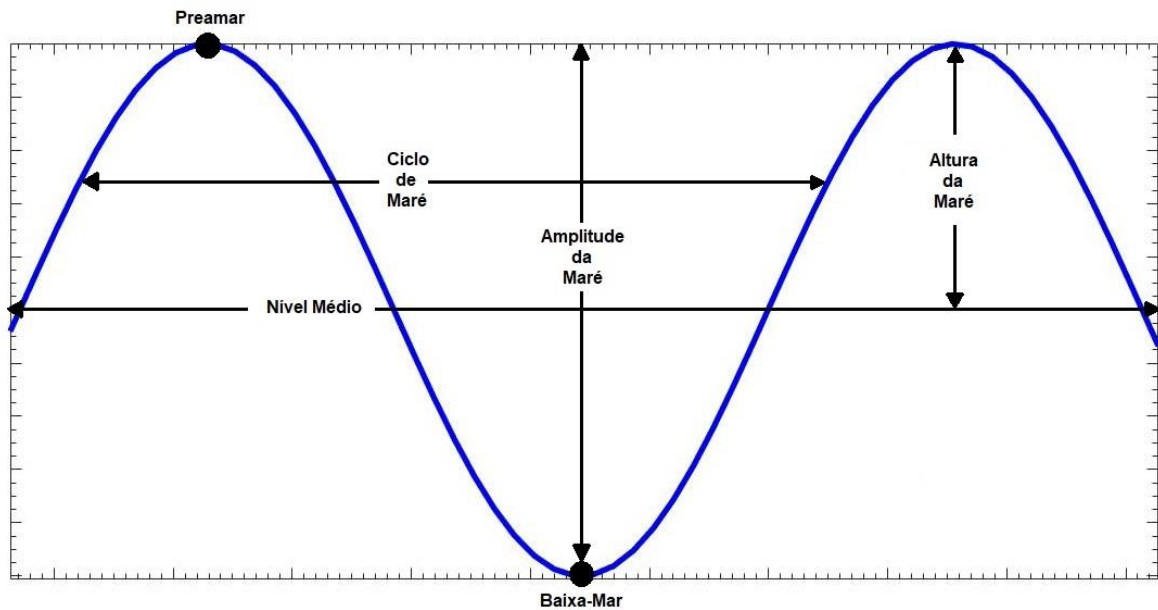


Figura 1 - Representação gráfica de uma onda de maré hipotética (em azul), com alguns elementos de maré indicados.

Fonte: Autor (2017).

Durante os estágios de lua cheia e lua nova, a posição relativa da Terra-Lua-Sol resulta numa soma das forças gravitacionais, ocasionando a chamada Maré de Sizígia, o qual apresenta as maiores alturas de maré. E durante os estágios de lua minguante e lua crescente, a posição relativa da Terra-Lua-Sol resulta numa subtração das forças gravitacionais, ocorrendo assim a chamada Maré Quadratura, onde são observadas as menores amplitudes de maré (Figura 2).



Figura 2 - Representação esquemática da variação da maré de acordo com as fases da lua.  
Fonte: Santos (2013).

A partir das amplitudes máximas ( $H_{m\acute{a}x}$ ) que ocorrem os ambientes costeiros, Davies (1964) classificou esses ambientes em micromaré ( $H_{m\acute{a}x} > 2$  metros), mesomaré ( $2 < H_{m\acute{a}x} < 4$  metros), macromaré ( $4 < H_{m\acute{a}x} < 6$  metros) e hipermaré ( $H_{m\acute{a}x} > 6$  metros)

Outro ponto importante a ser ressaltado é que a maré é somatória de várias forçantes, as quais podem ser tanto astronômicas como causadas pela geografia do ambiente. Essas forçantes são chamadas de componentes harmônicas da maré, onde cada componente possui uma fase e amplitude que dependem dos registros maregráficos de cada local (Pugh 1987, Camargo & Harari 2015).

### 3.1.3 Salinidade

A presença de sais dissolvidos na água, como  $Na^+$  e  $Cl^-$ , afeta as propriedades físico-químicas da água, como a sua densidade, o ponto de congelamento, a capacidade de difundir corrente elétrica (condutividade elétrica), dentre outras propriedades (Bianchi 2007).

A medida da quantidade total de sais dissolvidos em um determinado volume de água do mar foi definida como salinidade. Para determinar a salinidade, foram encontrados muitos métodos, como: a quantidade (em gramas) de todas as substâncias dissolvidas após a evaporação de 1 quilograma de água do mar (método gravimétrico), ou a quantidade (em

gramas) de todos a matéria sólida precipitada através de uma titulação com nitrato de prata (método de titulação de Knudsen) (Möller-Junior & Assef 2015).

Atualmente, a salinidade é obtida pelo método indutivo, onde esse método é baseado na relação direta que a salinidade possui com a condutividade elétrica, e a dependência que essa última possui com a temperatura da água. Em 1978, foi introduzida a Escala Prática de Salinidade (Practical Salinity Scale), onde os valores de salinidade são dados a partir da razão entre condutividade de uma amostra de água e a de uma água-padrão, chamada de água de Copenhague (que foi padronizada para uma solução com 32,4356 gramas de cloreto de potássio em 1 quilograma de água). Atualmente o meio acadêmico utiliza a unidade g/kg para a salinidade obtida através do método indutivo (IOC *et al.* 2010).

### 3.1.4 Fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS)

O fenômeno ENOS possui duas fases: El Niño e La Niña; os quais são as fases quentes e frias, respectivamente, de um padrão de clima recorrente em todo o Pacífico tropical. Esse padrão pode alternar irregularmente a cada dois a sete anos, e cada fase desencadeia perturbações previsíveis de temperatura, precipitação e ventos (NOAA 2017).

Basicamente, na região do norte e nordeste do Brasil, a fase de El Niño causa menos chuvas, enquanto na fase da La Niña é causada mais chuvas, embora a interação desse evento com a região amazônica seja muito mais complexa, o que dificulta em analisar efeitos que realmente ocorrem nessa região (NOAA 2017, Cavalcante 2007).

### 3.1.5 Método estatístico de correlação de Pearson

Figueiredo-Filho e Silva Junior (2009) fizeram um estudo explicando detalhadamente e de fácil entendimento acerca desse método estatístico.

Basicamente, a correlação de Pearson é um método estatístico usado para apontar se duas variáveis estão relacionadas entre si, e o resultado, o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ), é uma medida de associação linear entre variáveis, ou seja, é o valor que mensura a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas, através de uma variância compartilhada entre ambas as variáveis.

O valor de  $r$  é calculado pela equação abaixo:

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left( \frac{x_i - \bar{X}}{S_x} \right) \left( \frac{y_i - \bar{Y}}{S_y} \right)$$

Onde  $x_i$  é o valor observado, assim como  $y_i$ .  $\bar{X}$  e  $\bar{Y}$  são a média das variáveis  $X$  e  $Y$ , respectivamente. E  $S_x$  e  $S_y$  indicam o desvio padrão das duas variáveis.

Os valores de  $r$  variam de -1 a +1, onde o sinal sugere se as variáveis se correlacionam de forma inversa (sinal negativo) ou diretamente (sinal positivo) proporcionais, enquanto que o valor sugere o grau de relação entre as variáveis. Embora a interpretação dos valores de  $r$  varie de pesquisador para pesquisador, os valores extremos (0 e 1) são um consenso, no qual quanto mais próximo de 0 menor o grau de dependência das variáveis, e quanto mais próximo de 1 maior é grau de dependência.

### 3.2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estuário do rio Mojuim faz parte da microrregião do salgado, na meso-região do nordeste paraense, localizado entre os meridianos  $48^{\circ} 04' 00''$  e  $48^{\circ} 00' 00''$  W e os paralelos e  $0^{\circ} 42' 00''$  e  $0^{\circ} 46' 00''$  S. O rio Mojuim banha o município de São Caetano de Odivelas, o qual está localizado a 120 quilômetros da capital do Estado do Pará, Belém, e desagua diretamente no Oceano Atlântico (Figura 3).

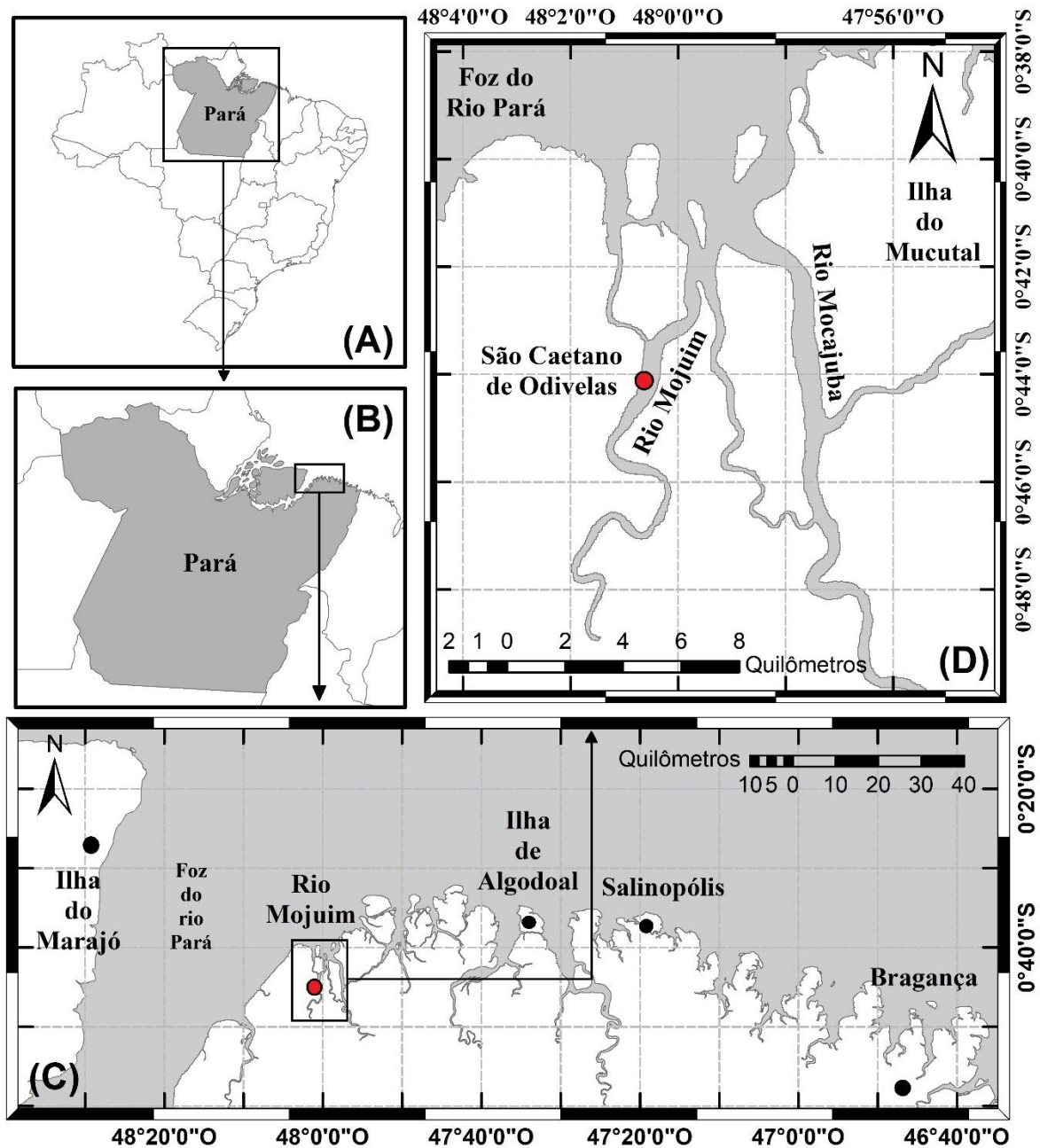


Figura 3 – Mapa de Localização. (A) Brasil - América do Sul, (B) Estado do Pará – Brasil, (C) Costa Nordeste do Pará, (D) Região de São Caetano de Odivelas apresentando os rios Mojuim e Mocajuba, e o ponto de coleta (em vermelho) do presente estudo.

Fonte: Autor (2017).

### 3.2.1 Aspectos Morfológicos

O rio possui 36 quilômetros de extensão (desde a nascente até a foz que desagua no Oceano Atlântico), corre no sentido Sul-Norte, e é caracterizado por meandros em grande parte de seu trajeto, e possui uma profundidade média igual a 4,5 metros (Figura 4) (Rocha 2015, Santos 2016).

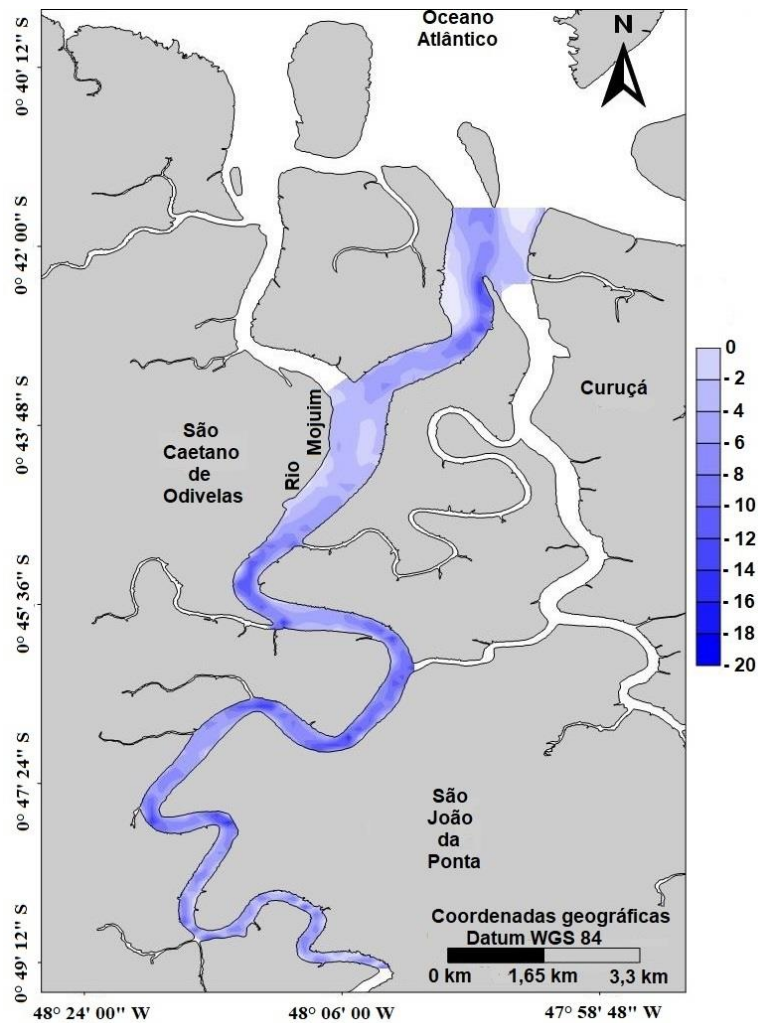


Figura 4 - Mapa batimétrico do rio Mojuim, com os valores de profundidade evidenciados em cores.  
Fonte: Adaptado de Rocha (2015).

Assim como outros estuários da ZCA, o rio Mojuim possui conectividade hidrodinâmica com outro rio (o rio Mocajuba), através de um canal de maré, assim havendo troca de água entre os dois rios (Santos 2016), como pode ser visto nas figuras 3 e 4.

### 3.2.2 Aspectos Geológicos e Geomorfológicos

Geologicamente, a região está situada em terrenos com idades menores de dois milhões de anos, pertencentes a duas épocas, o Holoceno e o Pleistoceno (Figura 5a), ambas do período Neogeno (MMA 2014), onde:

- Holoceno: ocupa uma área de aproximadamente 117,6 km<sup>2</sup> (26,9% dos terrenos da região), é caracterizado por depósitos de pântanos e mangues, constituídos por sedimentos pelíticos, argilo-siltosos, com muita matéria orgânica, em ambiente flúvio-marinho e/ou litorâneo.
- Pleistoceno: área de 320,3 km<sup>2</sup> (73,1% dos terrenos da região) caracterizada por cobertura detrito-laterítica com características sedimentares argilo-arenosas amareladas, caoliníticas, alóctones e autóctones, de parcial a totalmente pedogenizados, que foram gerados por processos alúvio-coluviais.

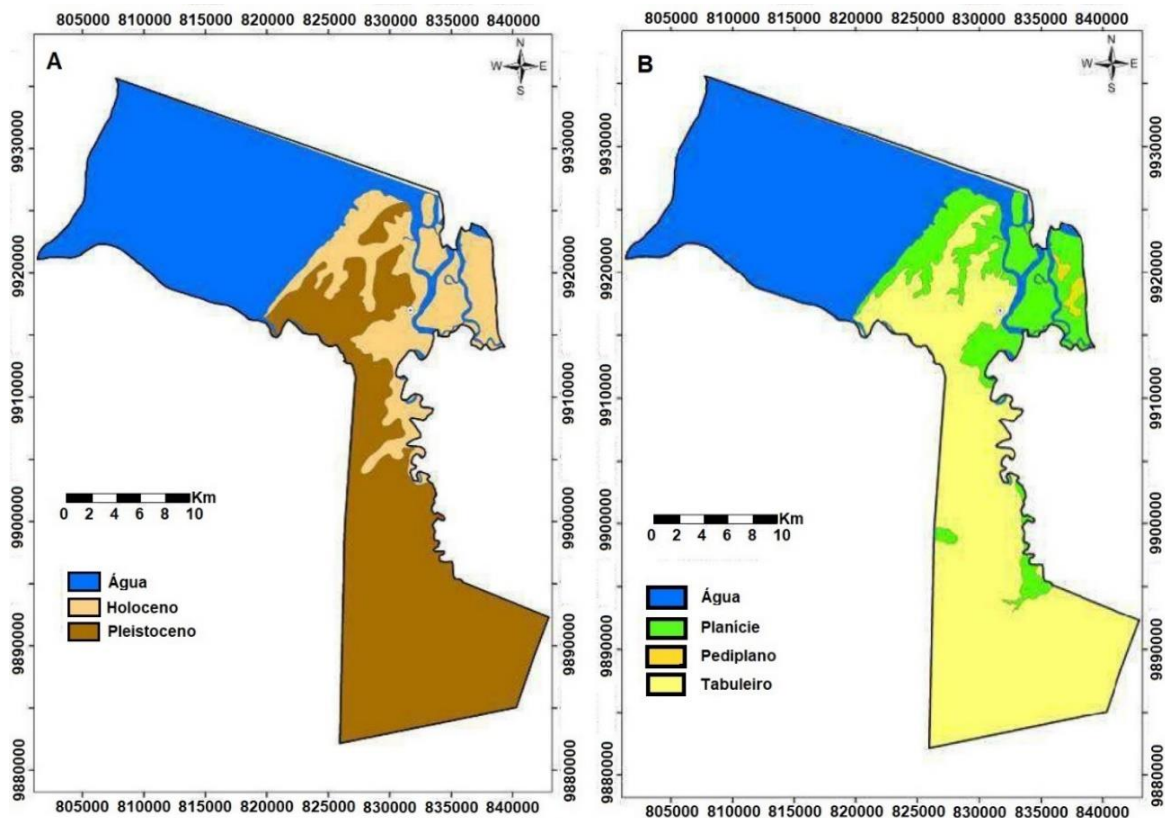


Figura 5 - Distribuição espacial da Geologia (a) e da Geomorfolgia (b) do município de São Caetano de Odivelas/PA.

Fonte: Adaptado de MMA (2014).

Do ponto de vista geomorfológico, a região é dividida em 3 classes: Pediplano, Planície e Tabuleiro (Figura 5b), os quais, cobrem 1%, 22,4% e 76,6%, respectivamente, da área da região de São Caetano de Odivelas (739,7 km<sup>2</sup>).

Os Pediplanos são superfícies de aplainamento elaboradas durante fases sucessivas de retomada de erosão, sem que haja perda das características de aplainamento, em que os processos geram sistemas de planos inclinados e, às vezes, levemente côncavos. Os Pediplanos são as áreas de “terra firme” da região de São Caetano de Odivelas que são rodeadas por áreas de mangue, e que comumente são chamadas de “ilhas” (MMA 2014).

As Planícies são resultado da combinação de processos de acumulação fluvial e marinha, sujeita ou não a inundações periódicas, podendo comportar canais fluviais, manguezais, cordões arenosos e lagunas. Ocorre nas baixadas litorâneas, próximo às embocaduras fluviais (IBGE 2008). Nesta classe encontram-se planícies fluvio-marinhas, que são as áreas de mangue, e planícies marinhas, que são as áreas das praias da região (MMA 2014).

Os Tabuleiros são definidos por vales rasos, apresentando vertentes de baixa a média declividade, esculpidas em rochas sedimentares, e que resultam da instauração de processos de dissecação atuando sobre a superfície de aplainamento (IBGE 2008).

### 3.2.3 Aspectos Climatológicos

A região do nordeste paraense é influenciada por um clima tropical úmido, segundo a classificação de Thornthwaite & Mather (1955), classificando a mesma como AWA'A' (Costa *et al.* 1996), ou seja, clima muito úmido, megatérmico, com deficiência moderada de água no período de agosto a dezembro, com total anual de evapotranspiração equivalente a 1449 mm e concentração de evapotranspiração potencial nos 3 meses mais quentes (outubro, novembro e dezembro) igual a 28%.

A região também não possui estações bem definidas, somente dois períodos sazonais distintos: período chuvoso (que apresenta média de precipitação de 1.657 mm), o qual se estende de janeiro a junho, sendo que 54% da precipitação anual ocorre entre os meses de fevereiro a abril, e março é o mês mais chuvoso; e período seco (com média de precipitação de 487 mm) que se estende de julho a dezembro, onde de agosto a outubro chove o equivalente a 5% da precipitação anual, e setembro é o mês menor taxa de precipitação (Moraes *et al.* 2005).

Entretanto, na região do estuário do rio Mojuim, Valentim (2017) determinou 3 períodos distintos, sendo eles: período chuvoso (janeiro a abril), período intermediário (maio a junho) e período seco (agosto a dezembro); através de uma análise de percentil feita a partir de dados de precipitação do município de Tracuateua.

Segundo Martorano (1993), a região apresenta uma média anual de 2500 milímetros, o que também é apontado por um relatório técnico feito pela Diretoria De Recursos Hídricos (2013), como mostra a figura 6.

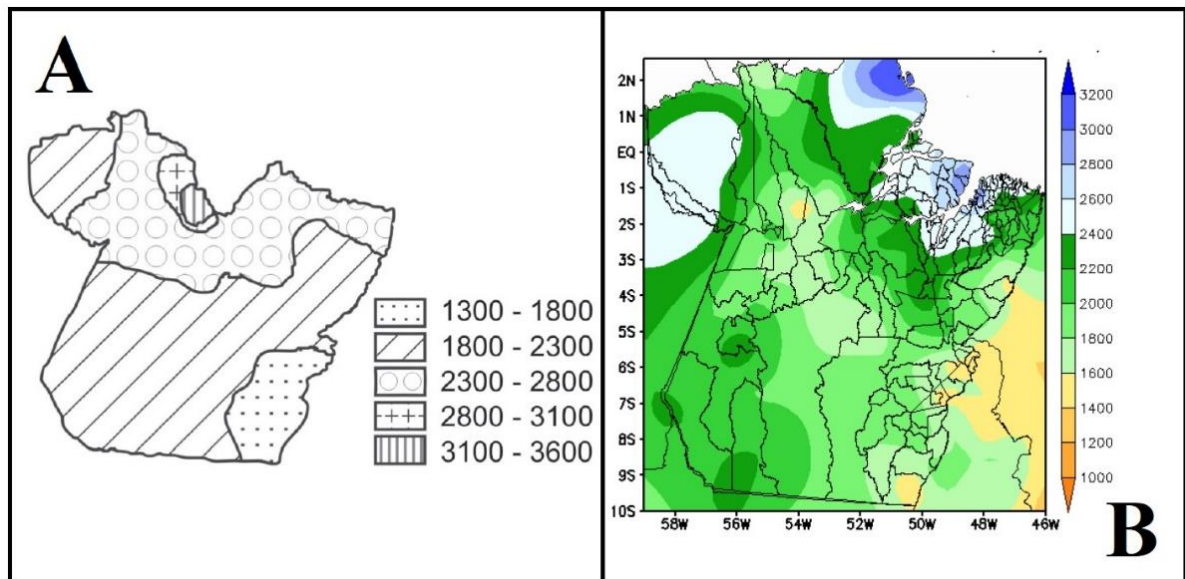


Figura 6 - Precipitação média anual para o estado do Pará (Brasil).  
Fonte: (A) Moraes *et al.* 2005 e (B) DRH 2013.

A temperatura do ar na porção costeira na ilha do Marajó (80 km de distância de São Caetano de Odivelas), mantém alta no decorrer do ano todo, apresentando valores médios acima de 27°C, e com pouca variação sazonal (variação média mensal entre 25 a 29°C) (Lima *et al.* 2005, Moraes *et al.* 2005).

Para o estado do Pará, a umidade relativa do ar também se mantém alta durante o ano todo, estando acima de 80%, chegando a atingir cerca de 89% durante fevereiro, março e abril, por conta das menores temperaturas que ocorrem nesse trimestre chuvoso, (Lima *et al.* 2005, Moraes *et al.* 2005). Durante o período chuvoso, a umidade relativa varia entre 88% e 78%, enquanto que durante o período seco varia 76% e 67% (Silva Junior *et al.* 2006).

Ainda segundo Silva Junior *et al.* (2006), que fez um estudo no estuário do rio Caeté (140 km de distância de São Caetano de Odivelas), os ventos da região mostram uma predominância para a direção Nordeste (indicando que está intimamente ligado aos ventos alísios), onde, durante o período seco, a predominância é de vento na direção Nordeste (cerca de 87% dos registros), e durante o período chuvoso, a predominância é dividida entre ventos na direção Norte e Nordeste (42% e 40% dos registros, respectivamente), como pode ser visto na figura 7.

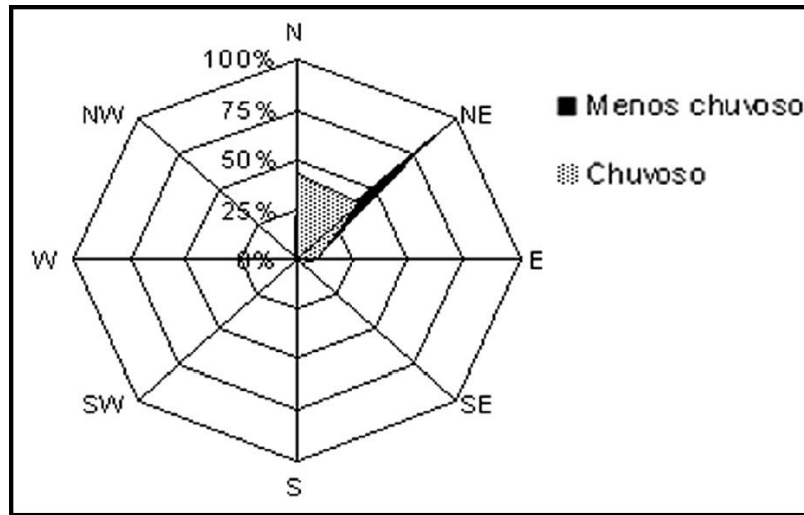


Figura 7 - Variabilidade sazonal média da direção do vento.  
Fonte: Silva Junior *et al.* (2006).

Pereira (2012) obteve em Salinópolis (75 quilômetros de São Caetano de Odivelas), durante os meses de julho a dezembro, velocidade média entre 2,84 e 4,36 m/s para direção Nordeste; e durante os meses de janeiro a junho, a velocidade média variou entre 1,40 e 3,06 m/s, que sopraram das direções Norte a Nordeste (Figura 8).

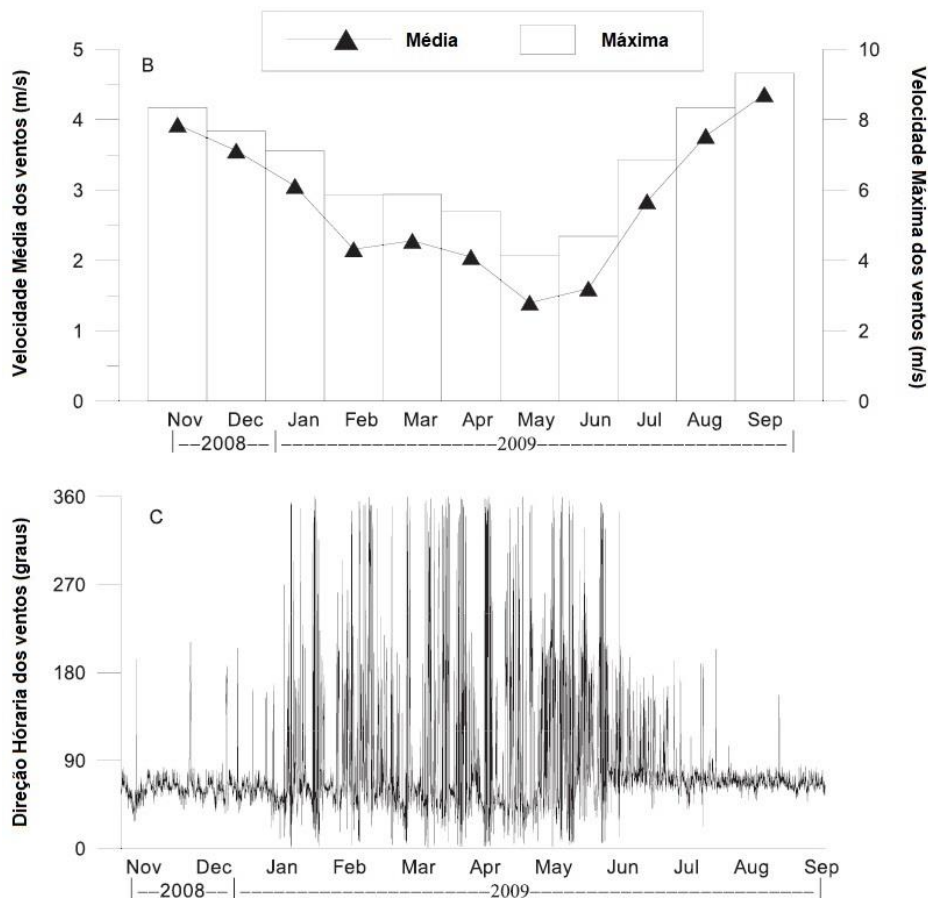


Figura 8 – Variabilidade sazonal de velocidade e direção de ventos no município de Salinópolis (2008 e 2009).  
Fonte: Pereira *et al.* (2012).

### 3.2.4 Aspectos Oceanográficos

#### 3.2.4.1 Maré

A costa nordeste paraense está sob influência de um regime de meso a macromaré, de natureza semidiurna, com amplitude máxima de 5,5 metros, tendo uma amplitude média de, na maré de sizígia, de 4,8 metros e, na maré de quadratura, de 2,5 metros (DHN 1994 apud Baia 2016).

É visto uma amplitude de maré de 5 metros na desembocadura do estuário do rio Mojuim (Rocha 2015), o qual sofre atenuação estuário acima, chegando a 2 metros de amplitude num ponto do rio a 24 quilômetros de distância da desembocadura, como foi visto por Santos (2016).

#### 3.2.4.2 Velocidade da Corrente da Maré

No mês de março (durante o período chuvoso), no rio Mojuim, a velocidade da corrente vazante varia entre 0,6 a 1,8 m/s para a jusante, enquanto que, a enchente varia entre 0,20 a 1,30 m/s para a montante. Já no mês de setembro (durante o período seco), a velocidade da corrente de vazante, varia entre 0,20 e 1,67 m/s para a jusante, enquanto que, na enchente, varia entre 0,40 e 1,90 m/s para a montante (Rocha 2015).

Rocha (2015) observou também que o rio Mojuim apresenta uma maré simétrica, onde a enchente e a vazante duram 6 horas e 30 minutos; as estofas de preamar e baixa-mar possuem valores de velocidade 0 (definindo bem esses estágios da maré), tanto para o período seco quanto para o chuvoso.

As correntes de vazantes são mais intensas no período chuvoso, do que no período seco, em virtude da pluviosidade, e por isso é transportado mais água doce para fora do estuário, do que água salgada para dentro do estuário. Vale ressaltar também que, ambas as correntes (de enchente e de vazante) são mais fortes no período chuvoso, do que no período seco (Rocha 2015).

#### 3.2.4.3 Transporte de Volume

Durante o período chuvoso, o rio Mojuim apresenta valores de transporte de volume instantâneo durante o pico da enchente de 3.270,18 m<sup>3</sup> para a montante, e de 4.406,66 m<sup>3</sup>, para a jusante, no pico de vazante. Enquanto que, no período seco, possui, respectivamente, 2.688,39 m<sup>3</sup> (montante) e 4.162,14 m<sup>3</sup> (jusante), para os picos de enchente e vazante (Rocha 2015).

Já no quesito transporte resultante, o rio apresenta 95,87 m<sup>3</sup>/s (durante o período chuvoso) e 82,38 m<sup>3</sup>/s (durante período seco), ambos para a montante. Mostrando que o estuário do rio Mojuim é do tipo importador, independentemente se for durante o período chuvoso ou seco, porém a descarga é mais intensa no período chuvoso (Rocha 2015). É bom ressaltar que Rocha (2015), analisou somente a desembocadura principal, e desconsiderou os canais de ligação que o estuário do rio Mojuim possui com o estuário do rio Mocajuba, bem como uma segunda ligação com o oceano Atlântico.

### 3.3 AMOSTRAGEM

Foram coletados dados de precipitação, temperatura do ar, vento (intensidade e direção), temperatura da água e condutividade da água, com uma frequência de 5 minutos, por uma estação meteoceanográfica fixa (situada nas coordenadas 0° 44' 18.89" S e 48° 00' 46.82" O) sobre um trapiche situado no rio Mojuim, num ponto do rio que margeia a cidade de São Caetano de Odivelas – Pará (Ponto em vermelho - figura 1d).

A estação meteoceanográfica (figura 9a) é autossustentável energeticamente, por ser alimentada por energia solar através de painéis fotovoltaicos de 6 watts, e é composta por 4 partes (dispositivos): uma Estação Meteorológica GMX600 Maxi Met da GILL (figura 9b), um Sensor Inteligente CT2X da Seametrics (figura 9c), um Data Logger da Campbell Scientific (figura 9d) e um Modem GSM.

A estação meteorológica mede parâmetros como: temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão barométrica, direção e velocidade do vento ultrassônico, ponto de orvalho, e precipitação; o Sensor CT2X mede condutividade da água e temperatura da água com opções de profundidade; o Data Logger é responsável por assimilar e armazenar os dados gerados pelos 2 sensores. O Modem GSM transmite os dados (em tempo real) ao Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho (LAPMAR), onde os dados são acessados através do software Loggernet também da Campbell Scientific.

A Ficha técnica dos sensores pode ser encontrada nos Anexos A, B e C.

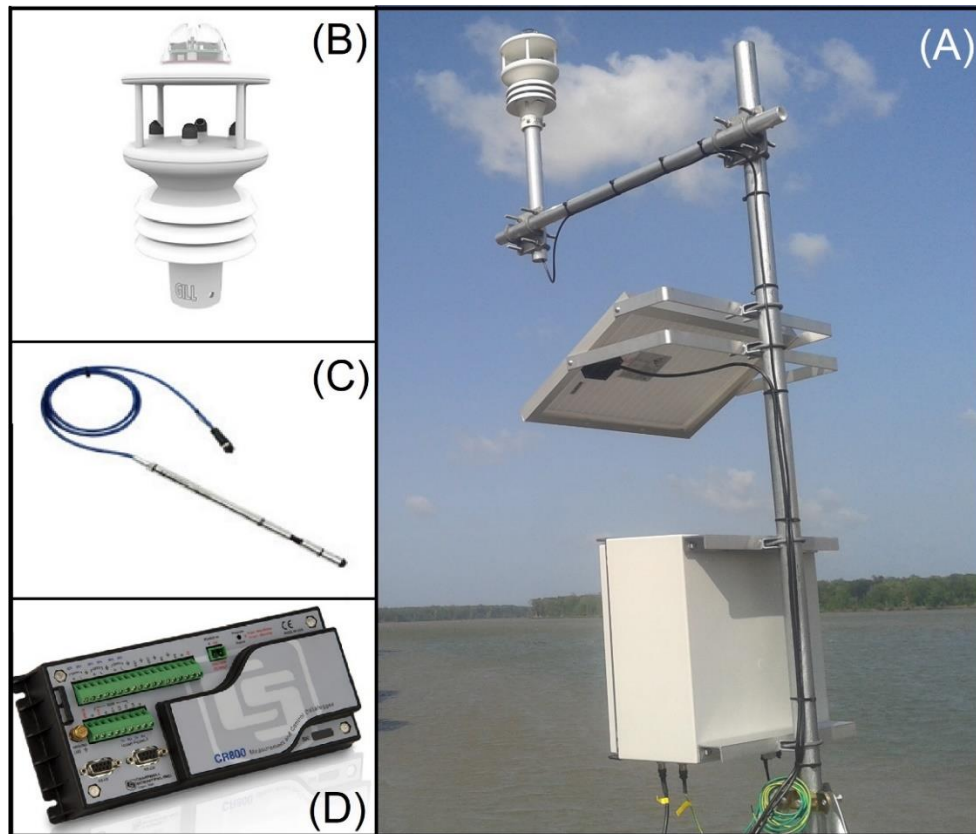


Figura 9 - (A) Estação Meteocanográfica montada no rio Mojuim, (B) Estação Meteorológica GMX600, (C) Sensor Inteligente CT2X e (D) Data Logger da Campbell Scientific.

Após 6 meses de uso contínuo, a estação meteocanográfica apresentou falha nas medições nos parâmetros hidrológicos, fazendo com que só fosse possível utilizar, de forma confiável, dados de janeiro a julho, de alguns parâmetros, como pode ser na tabela 2, onde cada parâmetro possui suas respectivas datas de início e fim.

Tabela 2 – Amostragem de dados coletados, com suas respectivas datas de início, de fim, e frequência de medições.

<b>Amostragem</b>			
<b>Parâmetros</b>		<b>Data Inicial</b>	<b>Data Final</b>
<b>Parâmetros Hidrológicos</b>	<b>Condutividade (Salinidade)</b>	01/01/2016	01/07/2016
	<b>Temperatura da Água</b>	01/01/2016	01/08/2016
<b>Parâmetros atmosféricos</b>	<b>Temperatura do Ar</b>	01/01/2016	31/12/2016
	<b>Ventos</b>	01/01/2016	31/12/2016
	<b>Precipitação</b>	01/01/2016	01/04/2017

### 3.4 TRATAMENTO DE DADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Em laboratório, os dados obtidos foram tratados em plataforma MatLab para serem analisados e comparados entre si. Alguns dados passaram por processamentos específicos, os quais estão indicados na tabela 3.

Tabela 3 – Processamento específicos dos dados hidrológicos e meteorológicos.

<b>Dados</b>	<b>Método de processamento</b>
<b>Maré</b>	T_Tide (Pawlowicz et al, 2002)
<b>Precipitação</b>	Multiplicador de correção (5/60)
<b>Ventos</b>	WindRose (Pereira, 2015)
<b>Salinidade</b>	Seawater (Morgan, 2010)

#### 3.4.1 Maré

Foram coletados mais de 50 dias de dados de altura da maré, com frequência de 10 minutos, com auxílio de um sensor de pressão, no mesmo local da estação meteoceanográfica. Esses dados foram coletados durante os meses de fevereiro a abril de 2014.

Com essa série de dados de maré foi feita uma análise das componentes harmônicas da maré com auxílio do pacote de rotinas T\_Tide (Pawlowicz *et al.* 2002), obtendo as amplitudes e fases das principais componentes harmônicas da maré, e em seguida foi realizar uma previsão da altura da maré para todos os meses de 2016 com auxílio do mesmo pacote de rotinas citado anteriormente.

Após a previsão de maré calculou-se os valores (em metros) da amplitude da maré, modificando a rotina ondaparamet descrita por Lima (2016) (Apêndice A) que calcula os principais parâmetros de onda, podendo assim ser identificados os períodos de maré de sizígia e maré de quadratura durante os meses de 2016, a partir da variação dos valores de amplitude de maré.

#### 3.4.2 Precipitação

A estação emitiu dados de precipitação em milímetros por hora (mm/h) a cada 5 minutos, por isso foi necessária uma correção dos valores através da formula:

$$\text{Precipitação Corrigida} = \text{Precipitação Bruta} * (5/60)$$

Onde (5/60) é o multiplicador necessário para a correção dos valores para o que realmente foi acumulado durante cada 5 minutos.

A partir dos valores corrigidos da precipitação foi calculado os valores acumulados para cada dia e para cada mês. Foi também calculado a quantidade de dias secos para cada mês, onde o limiar entre dia seco e chuvoso usado foi de 1 mm (Polade *et al.* 2014).

### 3.4.3 Ventos

Os dados de direção do vento emitidos pela estação tiveram como referência o zero graus (0°) como a direção norte, e os ângulos crescentes para o sentido horário. Foi utilizada a rotina WindRose descrita por Pereira (2015) para a análise para o ano todo e para cada mês de 2016, onde foi considerada todas as medições de direção e intensidade de ventos.

### 3.4.4 Temperatura do ar

Com os dados em graus Celsius (°C) foram calculados os valores médios, mínimos e máximos para cada dia e média para cada mês. Foi calculado também a amplitude térmica média de cada mês, o qual é a diferença entre os valores absolutos das temperaturas máximas e temperaturas mínimas de cada mês.

### 3.4.5 Salinidade

A partir dos dados de condutividade e temperatura da água, e com auxílio do pacote de rotinas SeaWater, descrita por Morgan (2010) que calcula a pressão da coluna d'água através da latitude e profundidade do sensor (ambos iguais a 1) foram obtidos valores de salinidade através do método indutivo, o qual também é calculado pela mesma rotina citada acima. Após isso foram determinados valores de salinidade diária (médias, mínimas e máximas) e valores médios de salinidade para cada 12,5 horas (tempo médio esse para cada ciclo de maré).

### 3.4.6 Temperatura da água

Tal como a temperatura do ar, foram calculados os valores médios, mínimos e máximos para cada dia e média para cada mês de temperatura da água.

### 3.4.7 Relação de parâmetros

Para algumas análises, foram definidos alguns cenários (6) para relacionar os parâmetros, onde todos possuem duração de 3 dias (72 horas). Esses cenários podem ser vistos na tabela 4.

Tabela 4 - Cenários definidos, com seus respectivos períodos, para análises de relação entre parâmetros.

<b>Denominação do Cenário</b>	<b>Maré</b>	<b>Período</b>
<b>Cenário 1</b>	Sizígia	Chuvoso
<b>Cenário 2</b>	Quadratura	
<b>Cenário 3</b>	Sizígia	Intermediário
<b>Cenário 4</b>	Quadratura	
<b>Cenário 5</b>	Sizígia	Seco
<b>Cenário 6</b>	Quadratura	

#### 3.4.7.1 Análise de Precipitação, segundo influência ENOS:

Foi utilizado para análise o trimestre JFM (Janeiro – Fevereiro – Março) dos anos de 2016 e 2017, os quais, segundo NOAA (2017), o trimestre de 2016 foi definido como evento de El Niño forte e o trimestre de 2017 foi definido como evento de La Niña fraca. Com isso definido, foram determinados valores totais mensais de precipitação para os meses do trimestre JFM.

#### 3.4.7.2 Análise de Ventos

Para analisar os parâmetros foi utilizado os valores a cada 5 minutos de direção e velocidade do vento, e os parâmetros, precipitação e temperatura do ar, com a mesma frequência dos ventos (a cada 5 minutos).

A análise da relação entre ventos e a precipitação foi feita por conta de conhecimento popular (principalmente de trabalhadores do ramo marítimo, como pescadores) onde é visto mudanças nas direções do vento com a chegada de nuvens de chuva.

A análise da relação entre ventos e temperatura do ar foi realizada devido à influência da temperatura do ar sobre a pressão, e dessa sobre os ventos.

#### 3.4.7.3 Análise de Salinidade e Maré

Para relacionar os dois parâmetros foi utilizado os valores a cada 5 minutos de salinidade com os valores de maré, para fazer análise de correlação de Pearson e demonstrar a em gráficos de dispersão. As correlações de Pearson foram feitas como forma de quantificar a relação entre os parâmetros de salinidade e maré

E foram utilizados valores médios a cada 12,5 horas de salinidade para relacionar com a altura da maré.

#### 3.4.7.4 Análise de Temperatura do ar e temperatura da água

Também foram utilizados os valores os valores a cada 5 minutos de ambos os parâmetros para fazer a relação de ambos para fazer análise de correlação de Pearson e demonstrar a em gráficos de dispersão. As correlações de Pearson foram feitas com mesmo intuito do item anterior.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS

Nessa seção serão apresentados os resultados dos parâmetros: precipitação, ventos e temperatura do ar.

#### 4.1.1 Precipitação

A precipitação anual do ano de 2016 foi igual a 2048 mm. Os primeiros meses do ano (janeiro a abril) se mostraram mais chuvosos (79,73% da precipitação total de 2016), principalmente os meses de fevereiro e março, que apresentaram precipitação mensal em torno de 450 – 500 mm. A partir do mês de maio houve uma diminuição na precipitação mensal, onde a mesma se manteve em torno de 100 – 150 mm até o mês de julho. Após isso, de agosto em diante, observa-se os meses mais secos do ano (onde choveu 2,72 % da precipitação total de 2016), os quais não ultrapassam 50 mm/mês, sendo o mês de novembro o mais seco, onde a precipitação mensal foi igual a zero (figura 10).

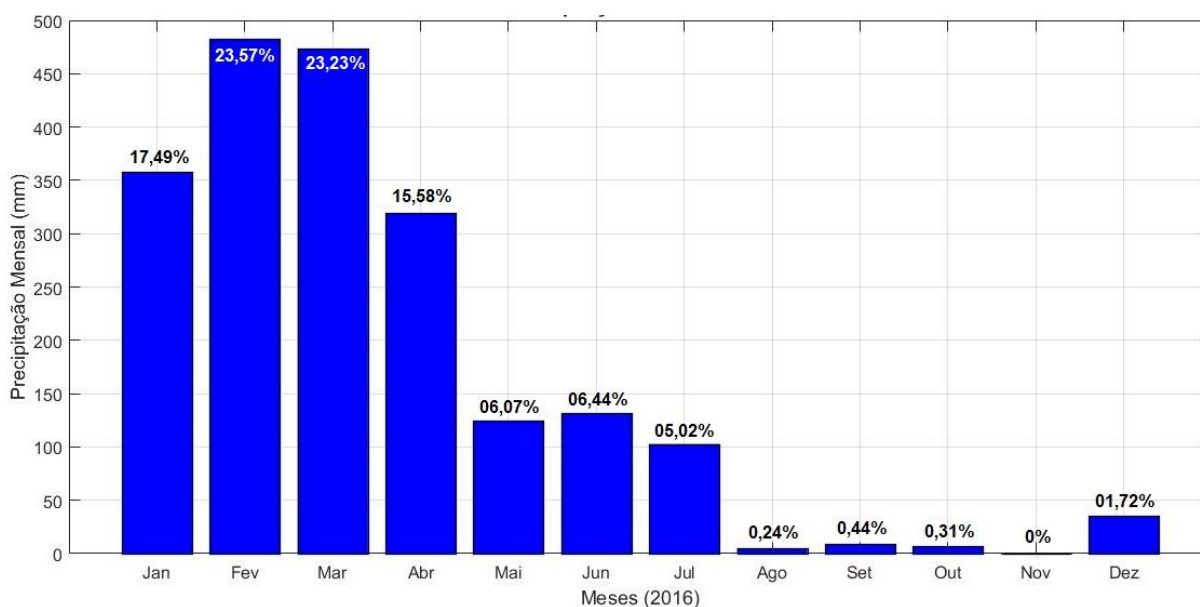


Figura 10 – Precipitação acumulada a cada mês de 2016, evidenciando a porcentagem de quanto choveu em relação ao ano todo.

A precipitação diária nos meses de janeiro a abril mostrou os maiores valores do ano de 2016. E, embora fevereiro tenha sido o mês com mais chuvas no ano, o dia que mais choveu ocorreu em janeiro (3ª mês mais chuvoso do ano), com valor da precipitação diária igual 77,1 mm (figura 11).

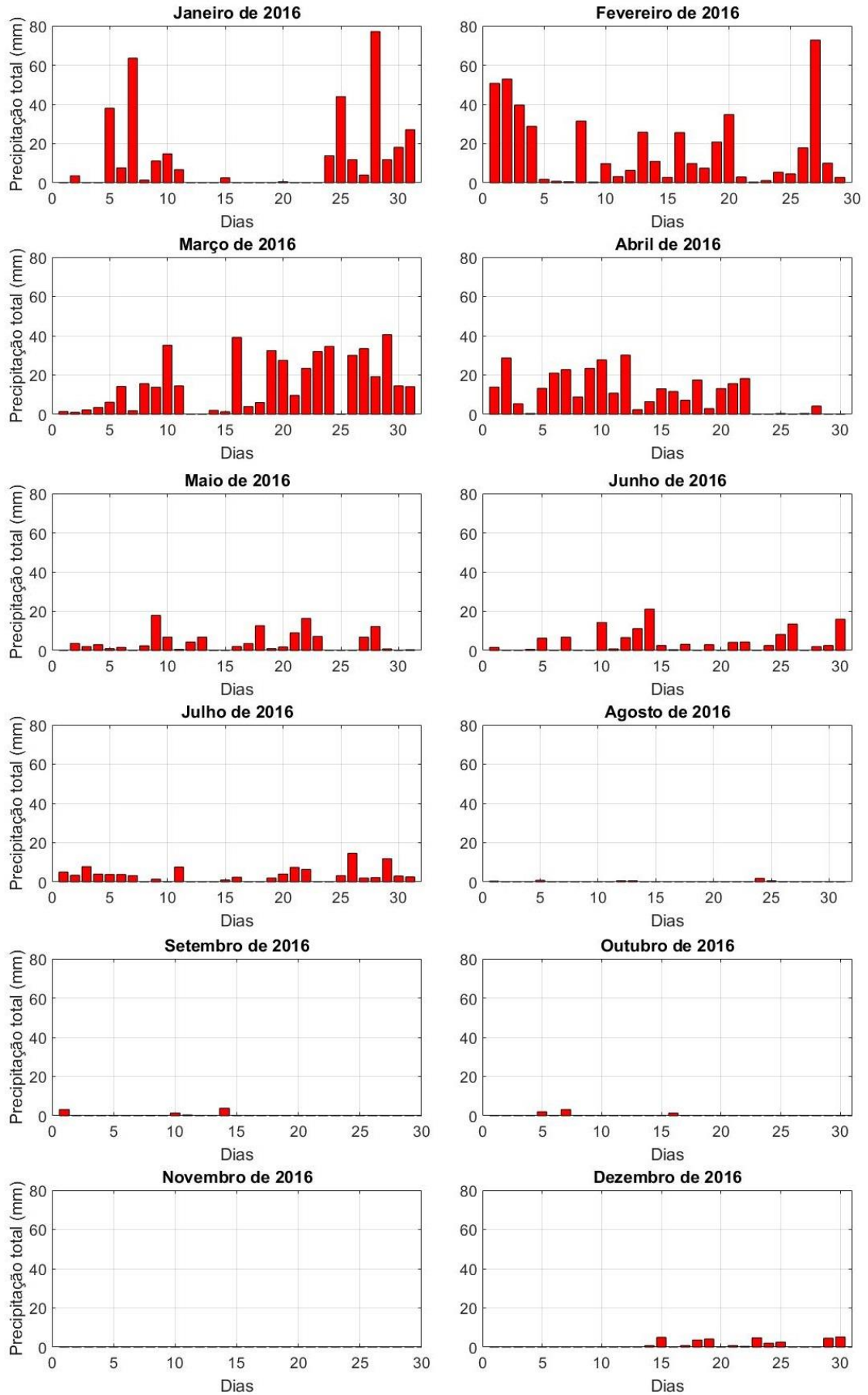


Figura 11 – Precipitação acumulada diária de cada mês de 2016.

A partir de fevereiro foi observado uma diminuição nos valores de precipitação diária até o mês de novembro, onde poucos dias em fevereiro e março ultrapassaram 40 mm, mas a maior parte dos dias com chuva mostraram valores de precipitação na faixa de 20 a 40 mm. Em abril 80% dos dias mostraram valores de precipitação inferiores a 20mm (figura 11).

Nos meses de maio a julho, a precipitação diária continuou diminuindo, onde menos de 12% dos dias ultrapassaram os 10 mm. De agosto a novembro, onde a maior parte dos dias não teve chuva, e nos poucos dias em que ocorreu chuva, não ultrapassaram os 5 mm.

E em dezembro, a primeira quinzena do mês apresentou sem registro de chuva, mas a partir do dia 14, a precipitação diária volta a aumentar (embora não passe os 5 mm/dia) (figura 11).

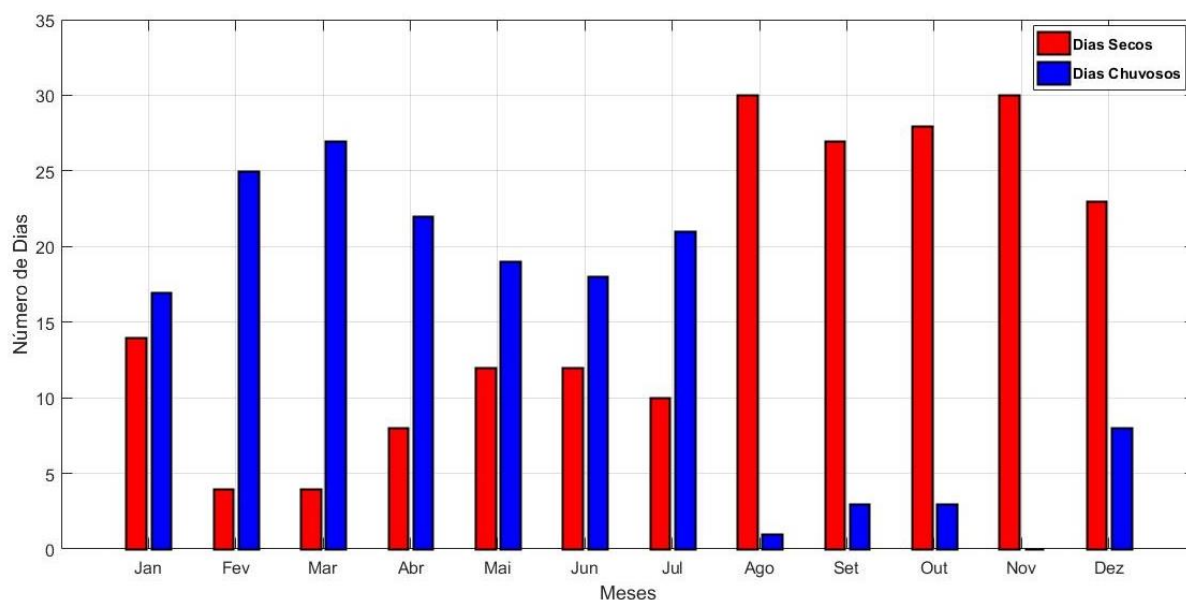


Figura 12 – Número total de dias seco (vermelho) e chuvosos (azul) para cada mês de 2016.

Os meses de janeiro a julho apresentaram mais de 15 dias chuvosos (metade do mês) em seus respectivos meses. Onde, dentre esses meses, janeiro foi o mês que apresentou menor número de dias chuvosos (17 dias), e março apresentou o maior número de dias chuvosos do ano (27 dias) (figura 12).

Já os meses de agosto a dezembro, foram os meses com maior número de dias secos do ano, (pelo menos 20 dias secos em cada). Dentre eles, dezembro apresentou o menor número de dias seco (igual a 23 dias), enquanto que, agosto e novembro, apresentaram o maior número de dias secos do ano (ambos com 30 dias secos) (figura 12).

Vale ressaltar que, o mês de janeiro foi bem heterogêneo com relação aos demais do ano, pois foi um mês com bastantes dias secos (14 dias), mas também um mês em que choveu bastante (mais de 350 mm) (figuras 11 e 12).

#### 4.1.3.1. Influência do El Niño – Oscilação Sul.

Do final de 2015 até o meio de 2016 foi caracterizado por um evento de El Niño forte, enquanto que o final de 2016 até o início de 2017 foram marcados por evento de La Niña fraca, como pode ser visto pelos valores do Índice de Niño Oceânico (ONI), na tabela 5 (NOAA 2017).

Tabela 5 - Índice de Niño Oceânico (ONI) dividido em triênios, onde valores em vermelho indicam o evento de El Niño e os valores em azul indicam o evento de La Niña.

	Meses (Trimestres)											
	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2016	2,2	2,0	1,6	1,1	0,6	0,1	-0,3	-0,6	-0,8	-0,8	-0,8	-0,7
2017	-0,4	-0,1	0,2	0,4	0,5	--	--	--	--	--	--	--

Fonte: NOAA (2017)

Assim, no ano de 2016, os meses de janeiro, fevereiro e março apresentaram uma precipitação mensal total de 358, 482 e 473 mm, respectivamente. Enquanto que, no ano de 2017, durante os mesmos meses, a precipitação total mensal apresentou valores de 253, 188 e 160 mm, respectivamente, mostrando que o trimestre de 2016 choveu 117,85 % a mais que o trimestre de 2017. Vale ressaltar que, as maiores diferenças ocorreram nos meses de fevereiro e março onde durante esses meses em 2016 choveu mais que o dobro do que nos mesmos meses em 2017 (figura 13).

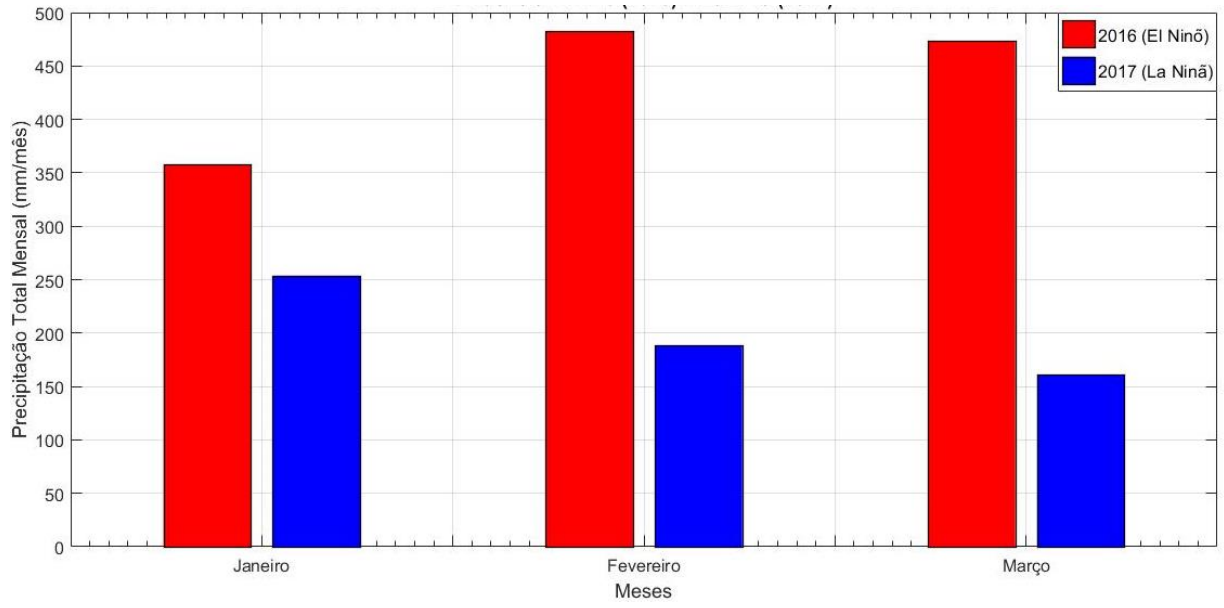


Figura 13 - Precipitação total mensal para os meses sob influência da ENOS.

#### 4.1.2 Ventos

Durante o ano de 2016, a região do estuário do rio Mojuim, apresentou ventos que variam de 0,07 a 10,01 m/s, com predominância na direção Norte-Nordeste, onde a frequência para essa direção foi maior que 55%. E a faixa de velocidade de 3,00 a 5,00 m/s foi a que teve maior ocorrência durante o ano (figura 14).

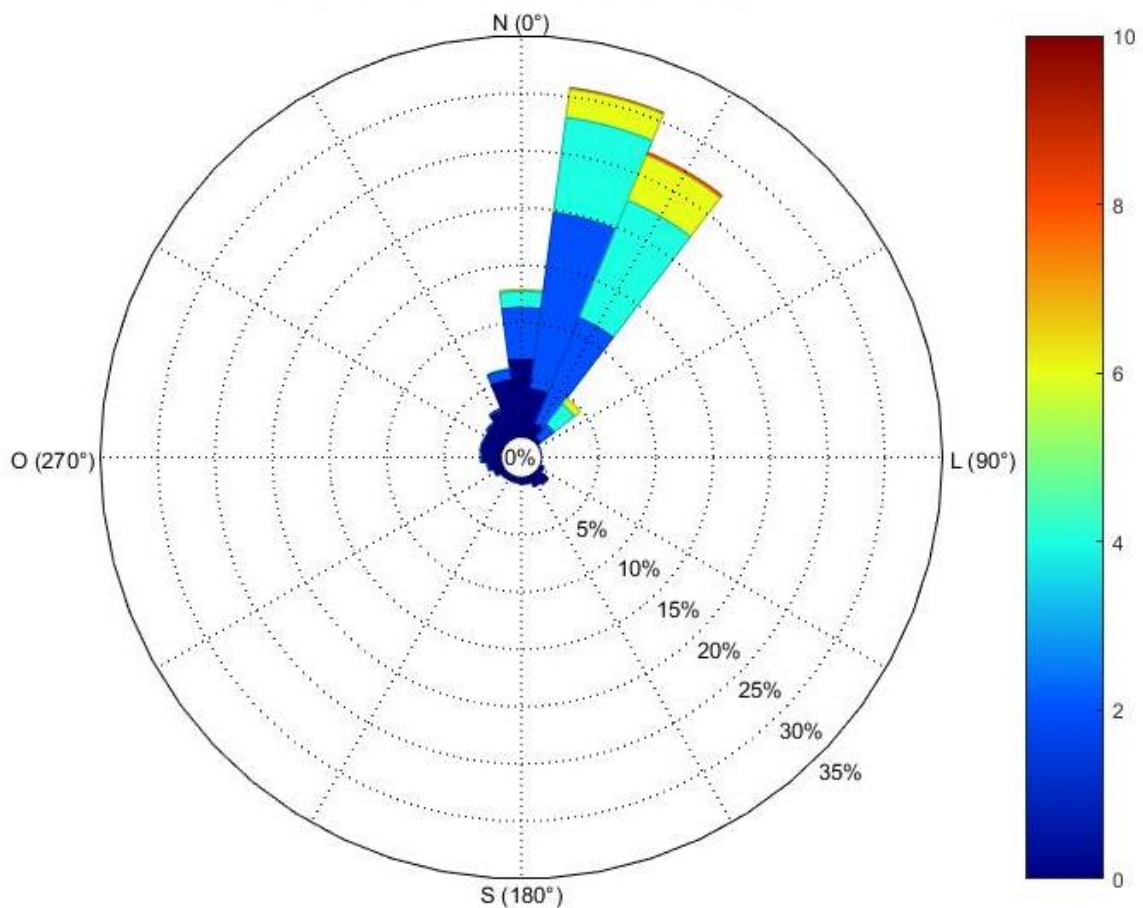


Figura 14 – Frequências de intensidade e direção de todos os registros de ventos do ano de 2016.

Os meses de maio, julho e julho apresentaram as maiores velocidades média de vento (5,87, 7,20 e 7,42 m/s), enquanto que os meses de janeiro a abril e dezembro apresentaram as menores velocidades médias (2,20 a 3,20 m/s). Os demais meses (agosto a novembro) mantiveram os valores de velocidade média em torno de 4,10 m/s.

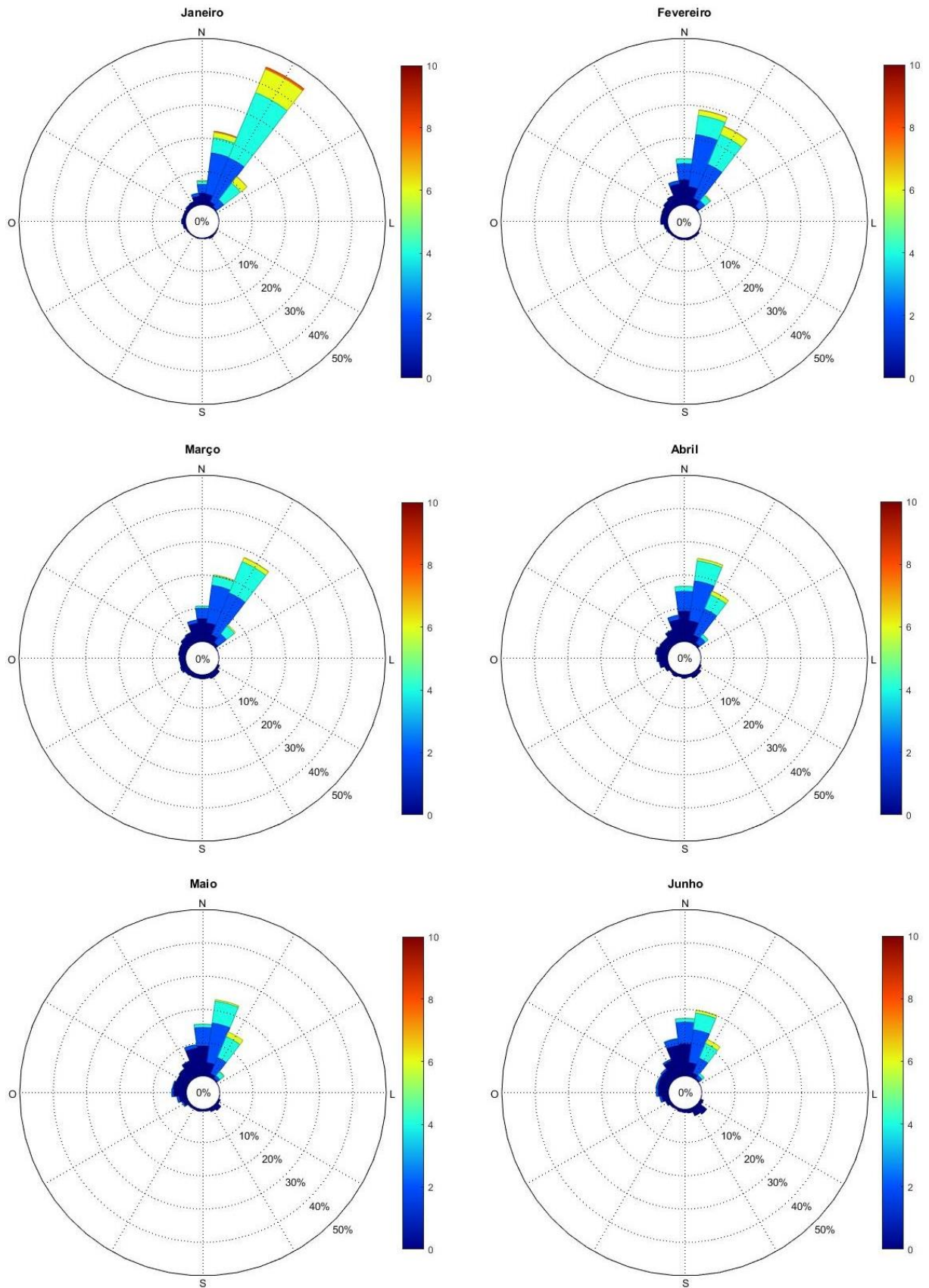


Figura 15 - Frequências de intensidade e direção do Vento dos meses de janeiro a junho do ano de 2016.

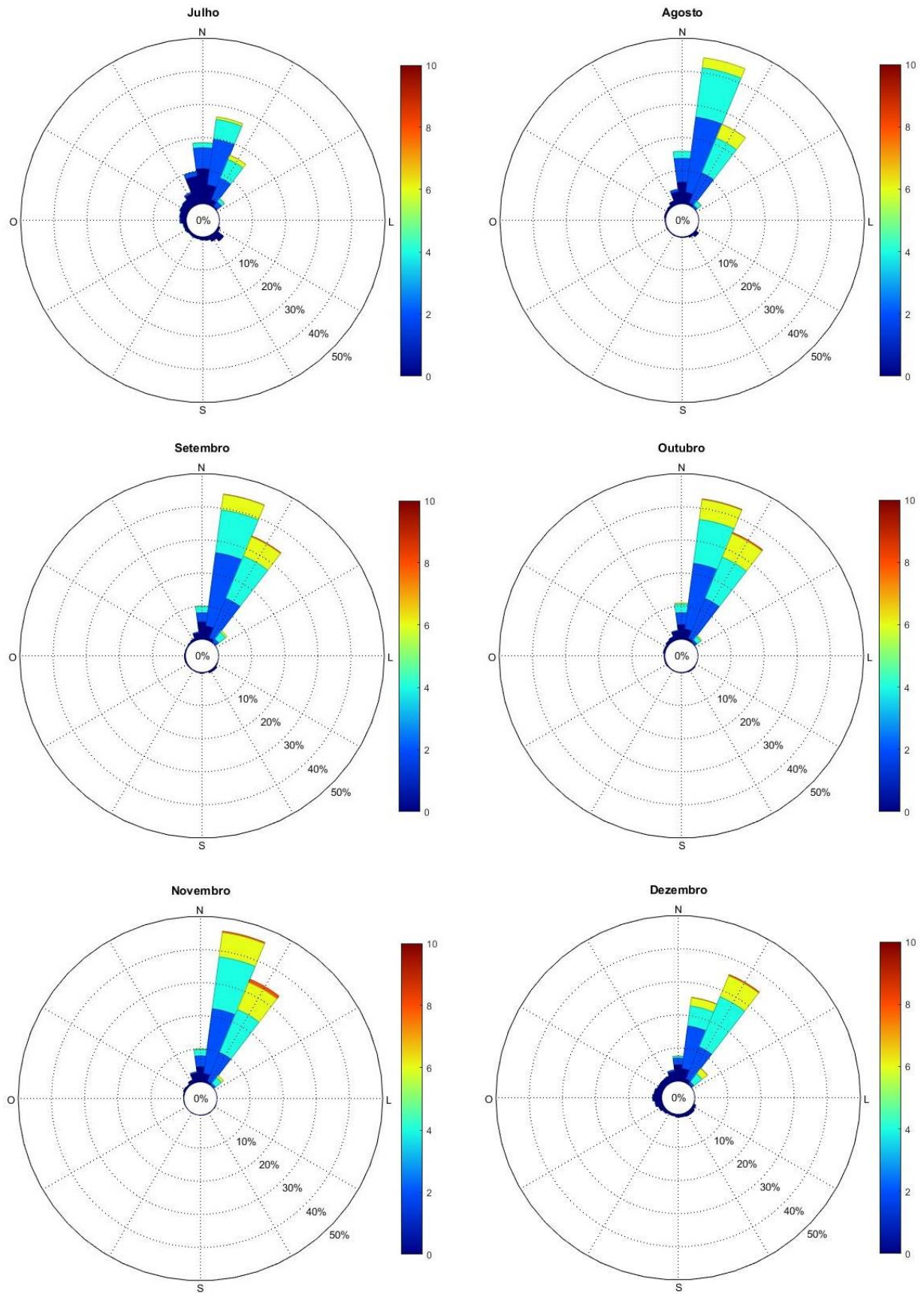


Figura 16 - Frequências de intensidade e direção do Vento dos meses de julho a dezembro do ano de 2016.

Durante o mês de janeiro e os meses de agosto a dezembro, foi possível observar que a direção norte-nordeste foi predominante (ventos mais frequentes para essa direção), com a frequência para a direção nordeste chegando próximo a 50%. Vale ressaltar também, que o mês de janeiro apresentou a direção mais definida (predominante) dentre todos os meses (figura 15 e 16).

Já nos meses de fevereiro a julho, os ventos mais fracos (0 a 1,00 m/s) se apresentaram sem uma direção bem definida (com registros para direções sudeste, oeste e noroeste). Já os ventos mais fortes (2,00 m/s ou maiores), continuaram a predominar para direção norte-nordeste, porém com uma frequência menor (em torno de 25%). O mês de junho se destaca por ter ventos mais desordenados (com maior variação em relação a direção), onde a maior frequência chega somente a 20% (norte – nordeste) (figura 15 e 16).

#### 4.1.2.1 Análise dos Ventos

Para essa análise foram utilizados os cenários mostrados na tabela 4.

Na figura 17 e 18, é possível observar que a presença de ventos em direções diferentes da direção nordeste não tem relação com a mudança do dia para noite, já que é possível ver que durante o dia também há ventos em outras direções como leste, sudeste e sul. Porém, pode-se observar nas mesmas figuras que, a presença de ventos distintos da direção predominante (nordeste) ocorre em momentos do dia que os ventos são menos intensos (fracos) (figura 17 e 18).

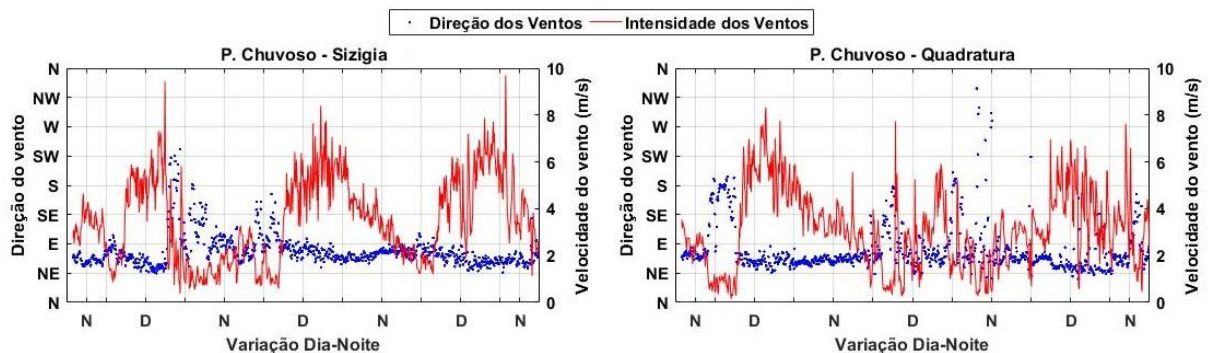


Figura 17 - Velocidade e direção do vento, em função da variação do dia (D) para noite (N) nos cenários 1 e 2, onde os marcadores D e N correspondem à 12:00 do dia e da noite.

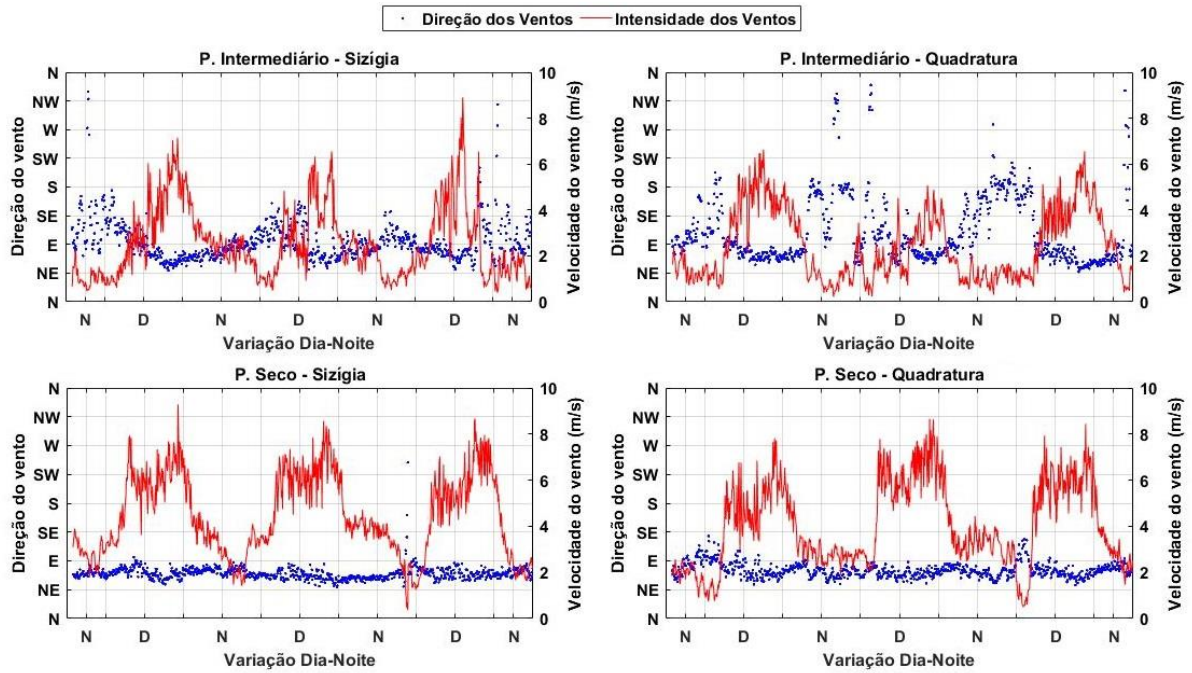


Figura 18 - Velocidade e direção do vento, em função da variação do dia (D) para noite (N) nos cenários 3 a 6, onde os marcadores D e N correspondem à 12:00 do dia e da noite.

Analisando a ocorrência dos ventos de direções diferentes da direção predominante (nordeste) com a precipitação, foi encontrado que, em alguns momentos, quando chove, ocorrem mudanças na direção dos ventos predominantes, como pode ser visto nos cenários dos períodos chuvoso. Enquanto que, no período intermediário, quase não se vê a relação entre as chuvas e as mudanças na direção dos ventos. E no período seco, não há essa relação (figura 19).

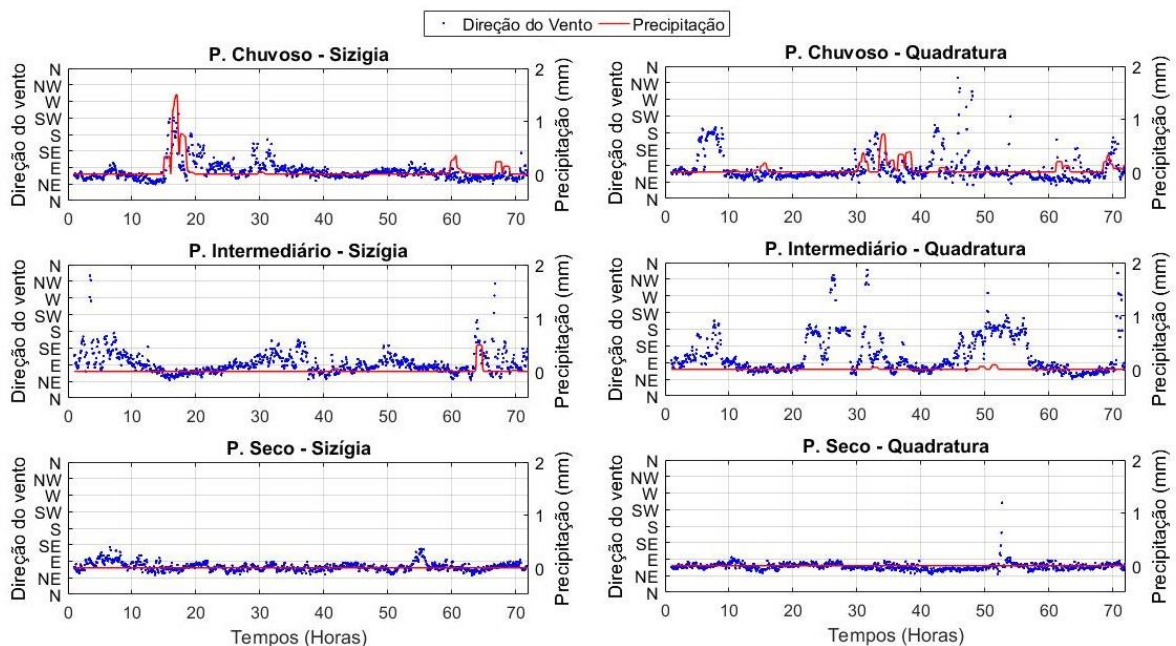


Figura 19 - Análise da direção do vento e precipitação para as sizígias e quadraturas, dos períodos chuvoso, intermediário e seco.

Devido a relação direta que os ventos e a temperatura do ar possuem com a pressão atmosférica, a intensidade dos ventos mostrou uma forte ligação com as variações da temperatura do ar, onde ambos variaram conjuntamente e de forma direta com as variações da temperatura ao longo do dia (figura 20).

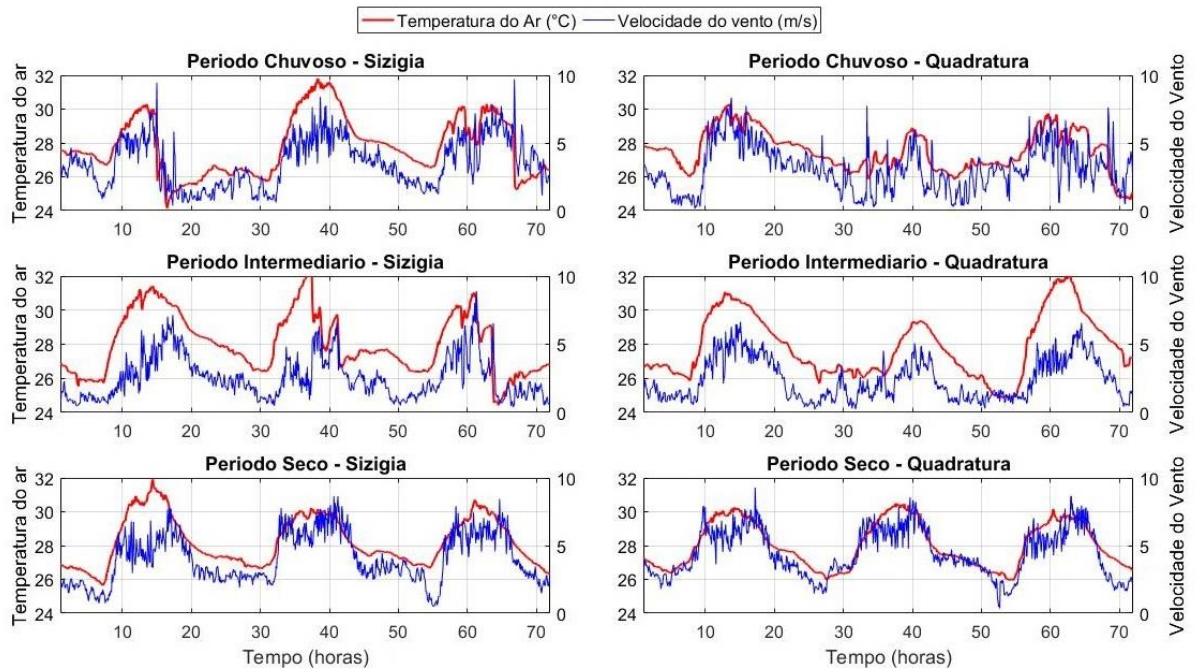


Figura 20 - Variação da temperatura do ar e velocidade do vento nos cenários de amostragem definidos do ano de 2016.

### 4.1.3 Temperatura do Ar

A temperatura média mensal, na região do Mojuim, variou entre 27,0 a 28,3°C, onde, apresentou os menores valores durante os meses de fevereiro, março, junho e julho, e os maiores valores nos meses de outubro e novembro (figura 21).

Os valores de temperatura máxima e mínima mantiveram o mesmo padrão de variação das médias diárias (na maior parte do ano), porém a temperatura máxima do ar apresentou o maior valor durante o mês de junho (32,84° C) e o menor valores no mês de janeiro (31,04° C). Já as temperaturas mínimas variaram de 22,97° C (mês de dezembro) a 24,91° C (mês de novembro) (figura 21).

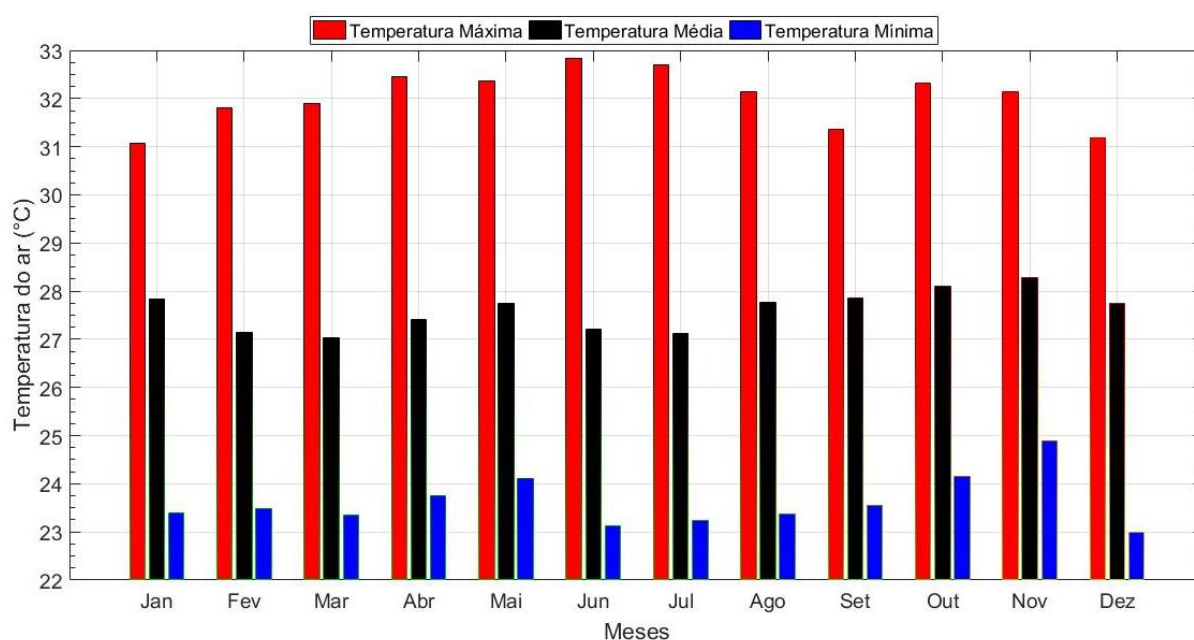


Figura 21 - Médias mensais e valores máximos e mínimos absolutos da temperatura do ar, nos meses de 2016.

Variação das temperaturas máximas, médias e mínimas diárias do ar, no decorrer de todos os meses de 2016 pode ser encontrado no Apêndice B.

Os meses de junho e julho foram os meses com maiores amplitudes térmicas mensais, chegando a uma diferença, entre a máxima e mínima, de 9,75°C no mês de junho. E, os meses de janeiro, setembro e novembro, apresentaram menores amplitudes térmicas mensais (entre 7,25 – 7,75°C), com destaque para o mês de novembro que teve a menor amplitude térmica do ano (figura 22).

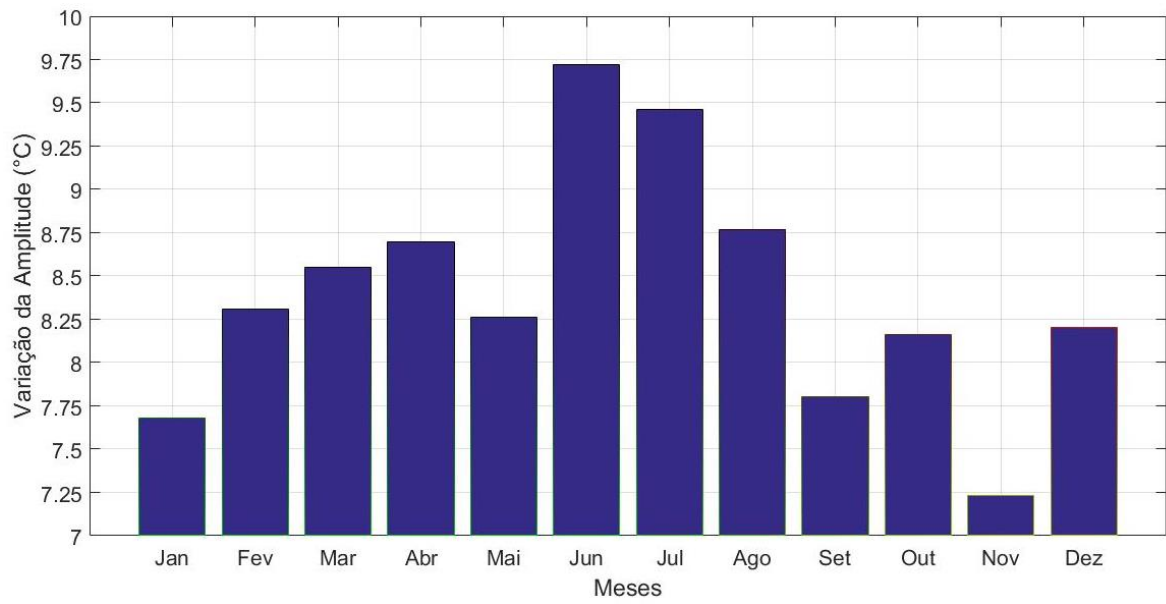


Figura 22 – Amplitude térmica mensal obtida entre a diferença dos valores absolutos das temperaturas máximas e mínimas de cada mês de 2016.

## 4.2 PARÂMETROS HIDROGRÁFICOS

Nessa sessão serão apresentados os resultados de salinidade e temperatura da água. Lembrando que, as análises feitas nos subtópicos 4.2.1.1, 4.2.2.1 e 4.2.2.2 são referentes aos meses indicados na tabela 4.

### 4.2.1 Salinidade

O mês de janeiro apresentou os maiores valores de salinidade além de a maior variação diária de salinidade. No primeiro dia de janeiro, a salinidade variou de 15 a 30 g/kg, mas no decorrer do mês a salinidade foi diminuindo até chegar variação diária entre 5 e 9 g/kg. O mês de fevereiro apresentou esses mesmo valores nos seus primeiros dias, os quais vão diminuindo até chegar numa variação diária entre 1,5 e 3 g/kg no início de abril (figura 23).

A partir do meio de abril a salinidade volta a aumentar até chegar numa salinidade média próximo de 9 g/kg na segunda semana de maio. Após isso, a salinidade diminui levemente, para valores em torno de 7 g/kg e se mantem assim até o final de junho, não ultrapassando os valores de 5 e 10 g/kg (figura 23).

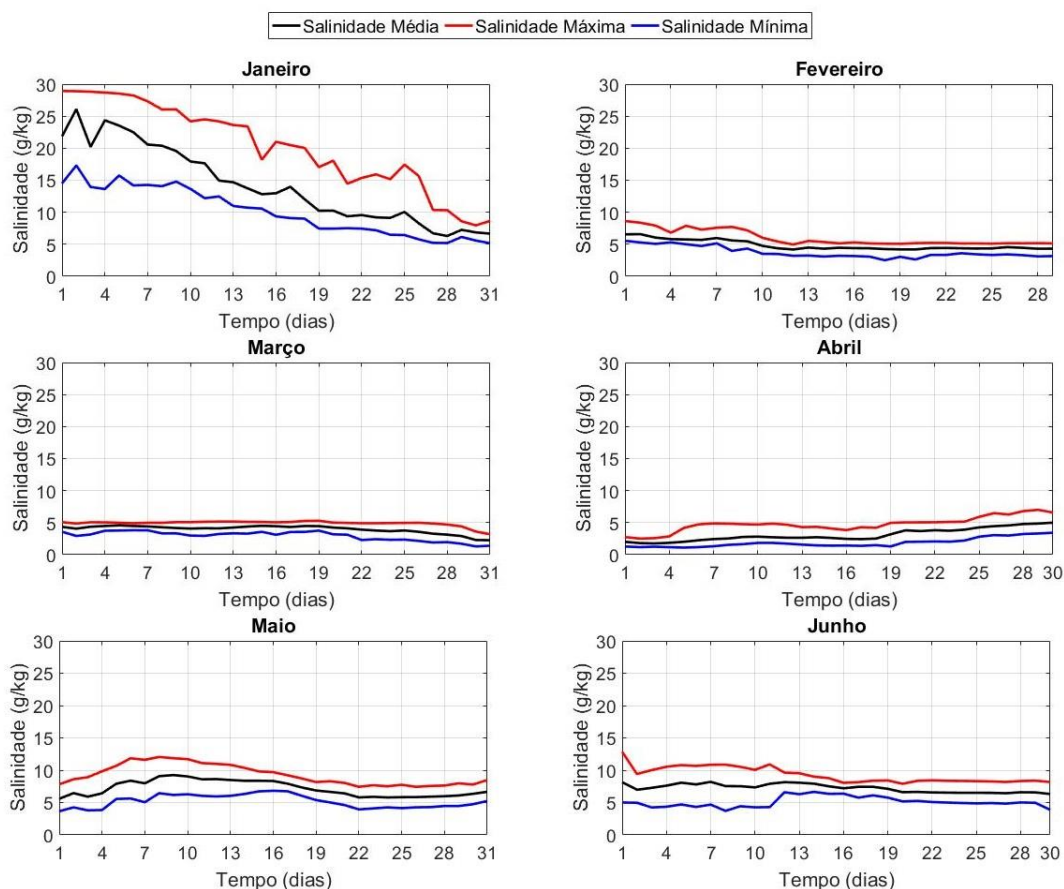


Figura 23 - Médias, máximas e mínimas diárias de salinidade para os meses de janeiro a junho de 2016.

#### 4.2.1.1 Relação Salinidade e Maré

A relação Salinidade e Maré foi realizada a partir dos cenários de 1 a 4 (tabela 4).

Após relacionar os valores de salinidade com a amplitude da maré, foi observado que no cenário 1 (período chuvoso – sizígia), no início da enchente, a salinidade respondia a entrada da maré (aumentando junto a maré), mas antes de chegar a preamar a salinidade deixava de apresentar sinal de resposta a maré (figura 24). Além disso, a salinidade apresentou um tempo de resposta a maré igual a 65 minutos.

Já no cenário 2 (período chuvoso – quadratura), foi possível ver a resposta normal da salinidade a entrada de água salgada no estuário na maior parte do ciclo de maré, onde, durante a baixa-mar, a salinidade foi menor e foi aumentando de acordo com a subida da maré até a preamar (figura 24). E foi obtido um tempo de resposta à maré igual a 55 minutos.

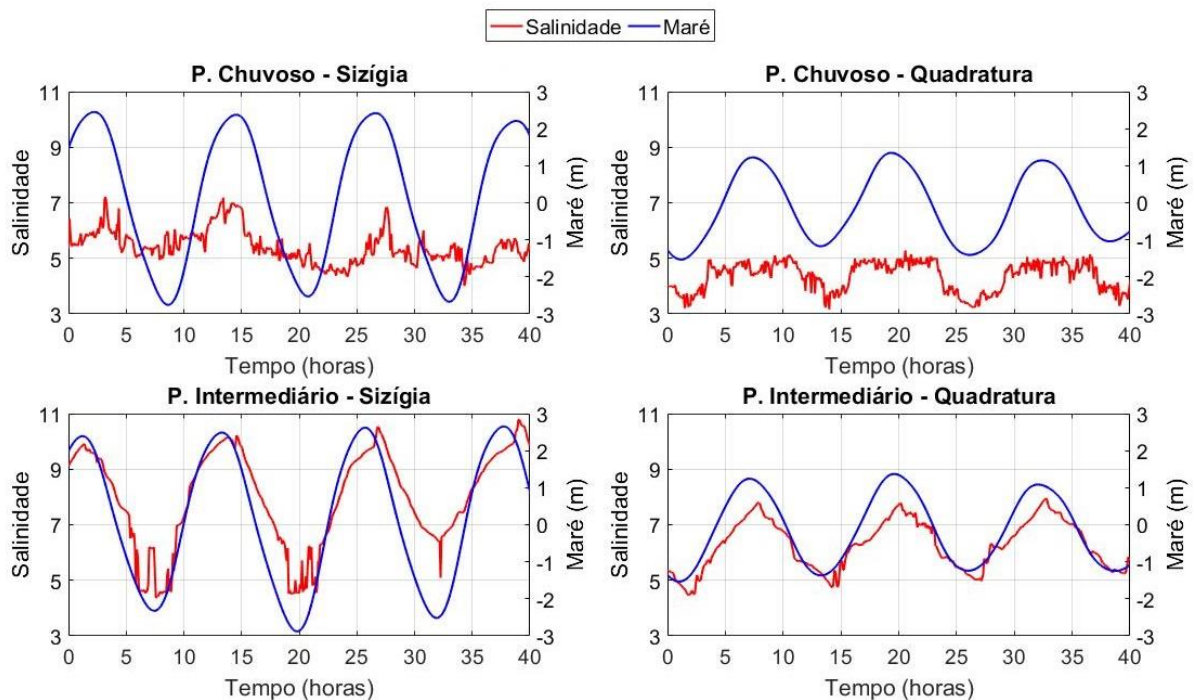


Figura 24 - Salinidade em função da oscilação da maré de sizígia e quadratura, para os períodos chuvoso e intermediário.

Nos cenários 3 (período intermediário – sizígia) e 4 (período intermediário – quadratura), foi observado que a salinidade respondeu bem a entrada da maré no estuário, aumentando a salinidade com o aumento da maré até a preamar, e diminuindo com a maré até a baixa-mar. Vale ressaltar que durante a maré de sizígia, a salinidade variou de 5 a 10 g/kg, e durante a maré de quadratura, variou de 5 a 8 g/kg (figura 24). E também foram obtidos tempos de resposta da salinidade à maré igual a 60 e 75 minutos, respectivamente, aos cenários 3 e 4.

A partir do método estatístico de correlação de Pearson, foram obtidos os coeficientes de correlação ( $r$ ) para cada um dos cenários citados anteriormente, e os mesmos foram indicados em cada um dos gráficos da figura 25, onde, neles são apresentados valores bem distintos (embora todos positivos), que foram de 0,37 a 0,90.

Na figura 25 é possível observar que a salinidade variou mais com a maré nos cenários 3 e 4 (período intermediário) do que nos dois primeiros cenários correspondentes ao período chuvoso. E embora o valor de  $r$  ser relativamente alto, a salinidade variou pouco no cenário 2.

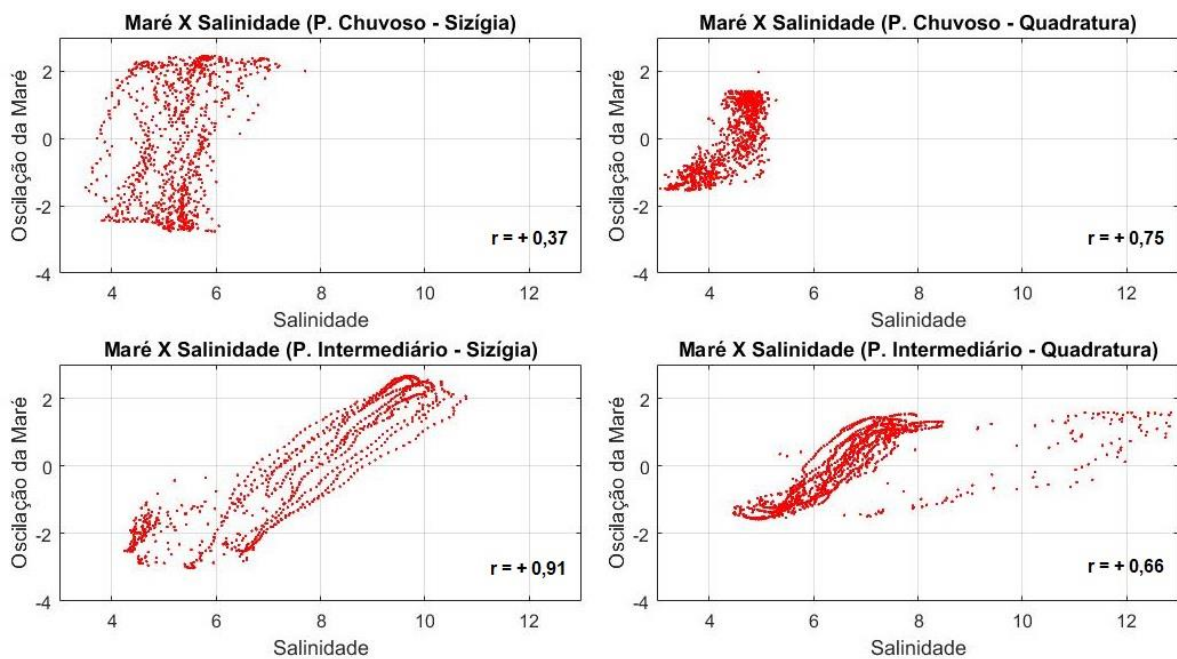


Figura 25 - Gráfico de dispersão entre salinidade e maré, durante o sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário, com os respectivos coeficientes de correlação ( $r$ ).

Outro ponto importante, é mostrado na figura 26 (médias a cada 12,5 horas de salinidade e maré), onde é possível ver que as mudanças de maré de sizígia para maré de quadratura, e vice-versa, não influencia nos valores de salinidade, nem no período chuvoso, nem no período intermediário. Mostrando que não há relação entre a salinidade e as mudanças de maré de sizígia e quadratura.

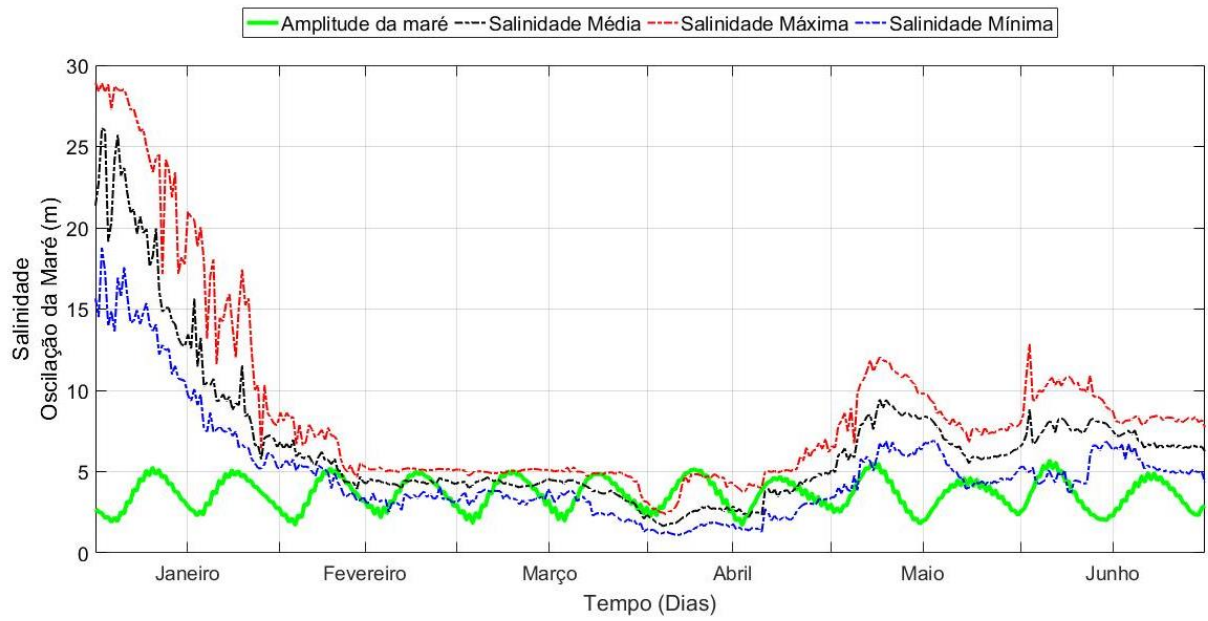


Figura 26 - Salinidade em função da Amplitude da Maré para os períodos chuvosos e intermedário.

## 4.2.2 Temperatura da Água

A temperatura média da água variou entre 27,0 a 27,8°C (meses de março e janeiro, respectivamente), onde os menores valores foram nos meses de março e julho, e o maiores valores foram nos meses de janeiro e maio. No decorrer dos sete meses, as temperaturas máximas foram aumentando, variando de 29,6°C (fevereiro) a 31,5°C (maio). Enquanto que, a temperatura mínima variou entre 23,1° C (junho) a 24,1° C (maio) (figura 27).

Variação das temperaturas máximas, médias e mínimas diárias da água, no decorrer dos 7 pode ser encontrado no Apêndice C.

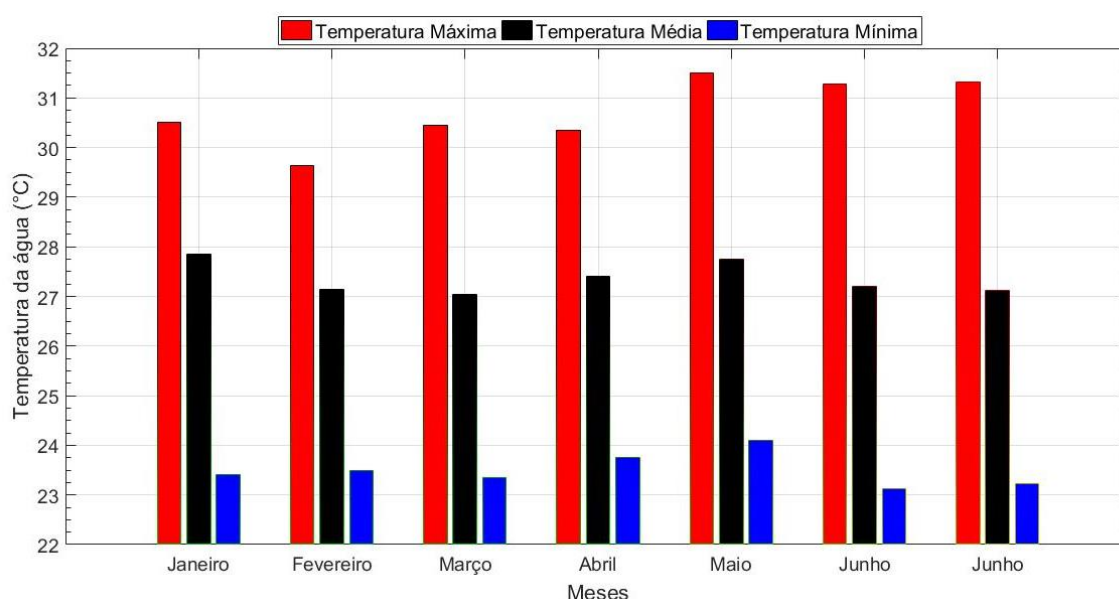


Figura 27 – Médias mensais e valores máximos e mínimos absolutos da temperatura da água, nos meses analisados de 2016.

### 4.2.2.1 Relação Temperatura da água e Temperatura do ar

Nesse subtópico também foi utilizado os mesmos cenários citados no tópico 4.2.1.1.

Como a temperatura da água sofre influência direta da insolação solar, em todos os cenários foi possível observar variação conjunta da temperatura da água com a temperatura do ar (embora não seja perceptível em todos os momentos), principalmente com as variações bruscas da temperatura do ar, já que a temperatura da água se manteve quase que constante independente do horário do dia (figura 28).

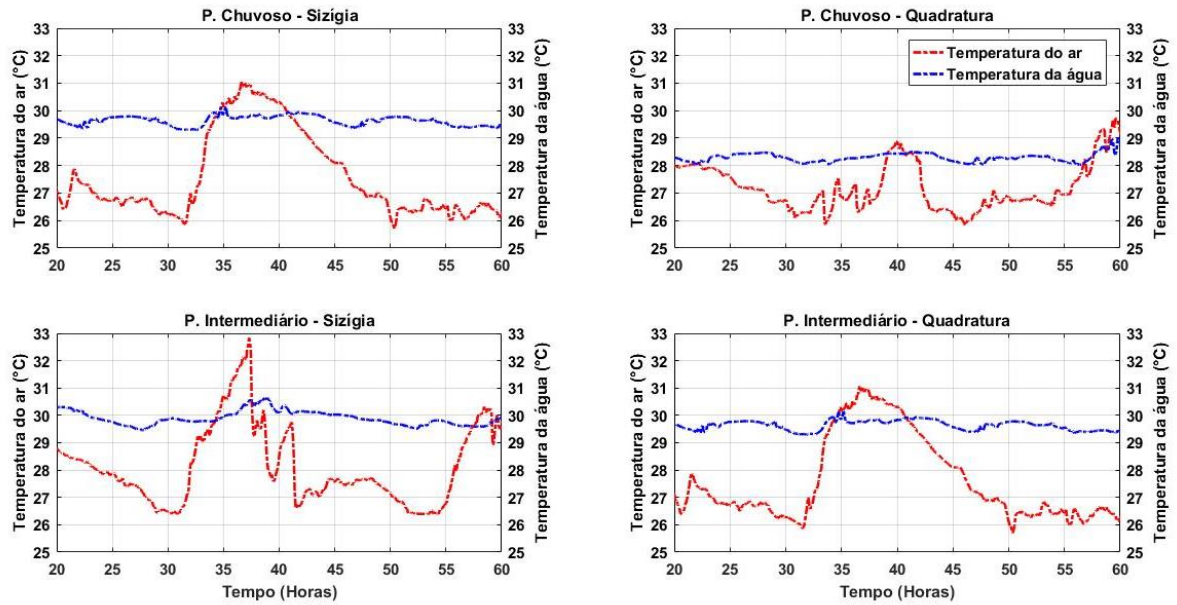


Figura 28 - Temperatura do ar (vermelho) e da água (azul) em função da maré, durante as maré de sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário.

E os coeficientes de correlação ( $r$ ) obtidos foram bem próximos nos 4 cenários, indo de + 0,47 a + 0,66 (figura 29).

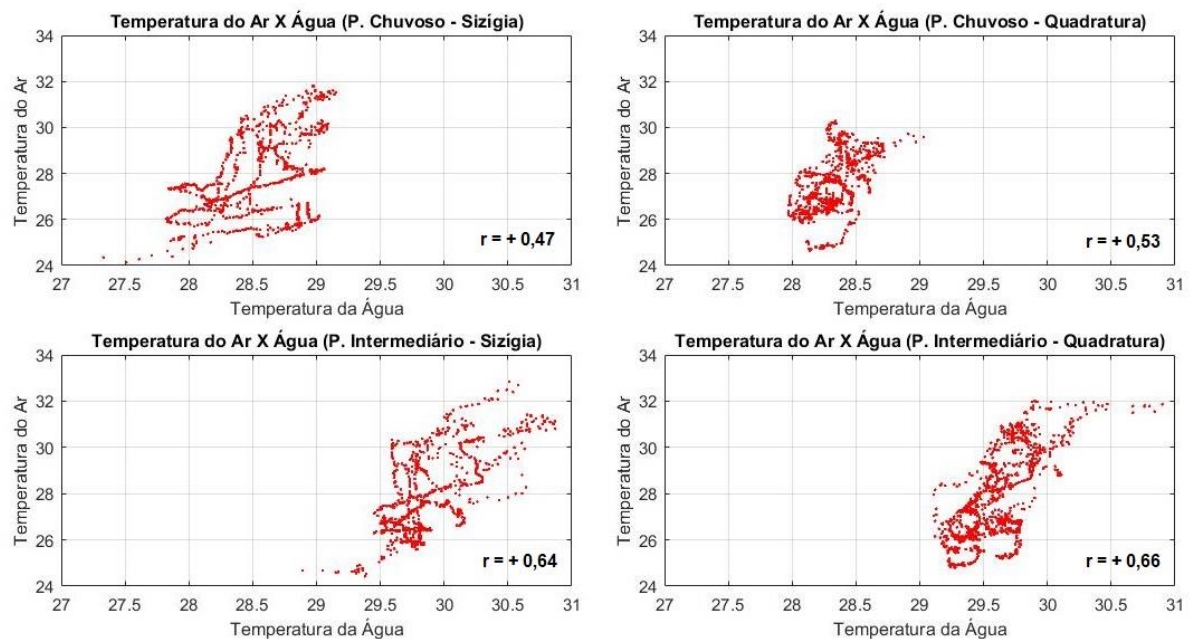


Figura 29 - Gráfico de dispersão entre temperatura do ar e temperatura da água, durante o sizígia e quadratura do período chuvoso e intermediário, com os respectivos coeficientes de correlação ( $r$ ).

Algo parecido com as figuras 25 ocorre na figura 29, que em relação aos outros valores de  $r$ , o cenário 2 apresenta um valor alto mesmo a temperatura da água ter variado pouco com a do ar.

## 5 DISCUSSÃO

### 5.1 PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS

Diferente de muitos estudos que só apontaram dois períodos distintos para a região amazônica (período seco e período chuvoso), na região do rio Mojuim foi possível ver 3 períodos com base na precipitação total mensal, como apontou Valentim (2017) (figura 30), onde, o período chuvoso se estendeu de janeiro a abril (490 a 320 mm/mês); de maio a julho (135 a 100 mm/mês) o período intermediário, e de agosto a dezembro (35 a 0 mm/mês) se estendeu o período seco.

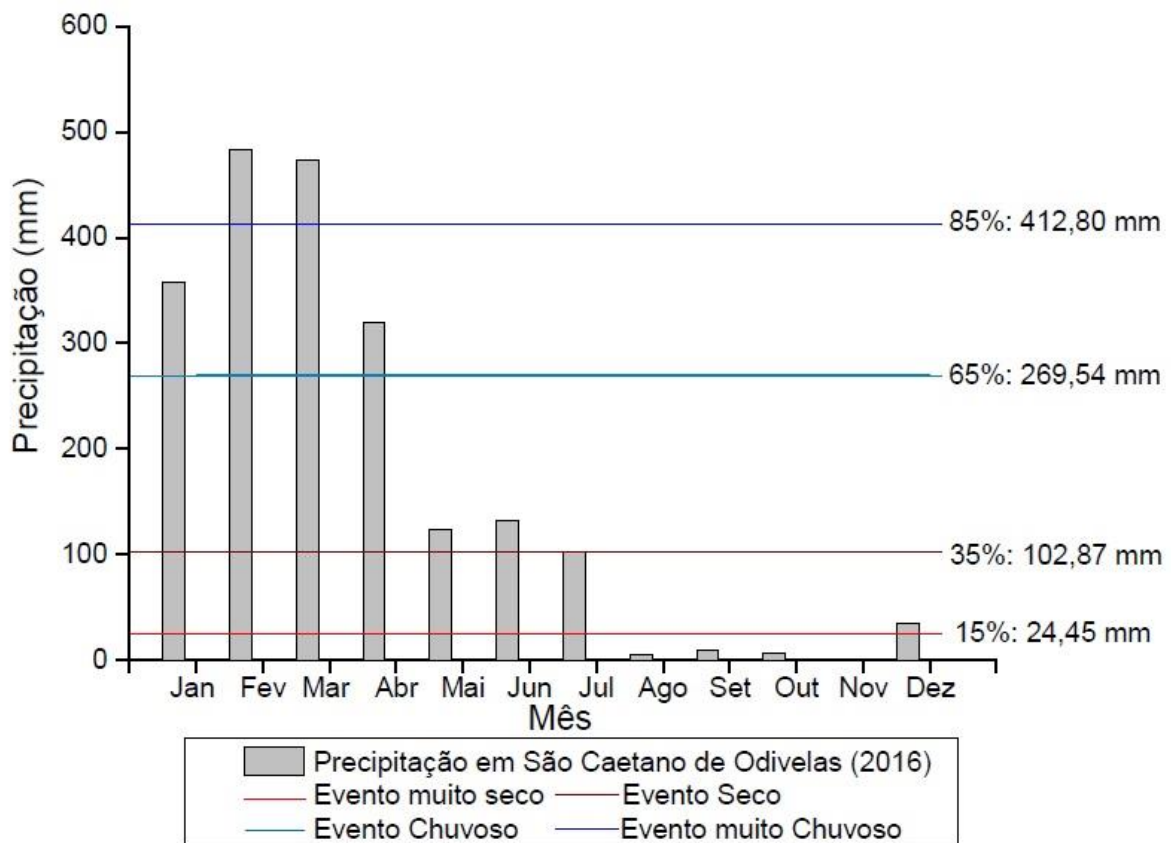


Figura 30 - Classificação dos meses de 2016 quanto a precipitação nos intervalos quantílicos.  
Fonte: Valentim (2017).

Por mais que não seja apontado 3 períodos distintos em outros estudos na ZCA, em locais próximos a Bragança (nordeste do Pará) como o estuário do rio Caeté (Silva Junior *et al.* 2006, Sousa *et al.* 2008, Sousa *et al.* 2009) e o estuário do rio Taperaçu (Magalhães *et al.* 2015), a precipitação mensal possui níveis semelhantes ao do rio Mojuim. Diferente do município de

Salinópolis, onde nos meses de maio a julho, a precipitação mensal se manteve elevada semelhante aos meses de janeiro a abril.

Outro ponto importante é a influência que o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) causa nos níveis de precipitação da ZCA. Mostrando que, pelo menos nos meses que registram os eventos da ENOS, a região do rio Mojuim reagiu de forma inesperada, com precipitações mais elevadas no período de El Niño, e mais baixas no período de La Niña, algo inverso do que Grimm *et al.* (1998a, 1998b) e Silva-Junior *et al.* (2002) apontaram para região amazônica.

Segundo Silva Junior *et al.* (2006) e El-Robrini (2006), os ventos na região costeira amazônica (região próxima à O° de latitude) estão intimamente ligados aos ventos alísios, e é algo que pode ser visto na região do rio Mojuim, onde os ventos predominaram para direção norte-nordeste durante a maior parte do ano, algo também apontado por Sousa *et al.* (2008), Sousa *et al.* (2009) no rio Caeté, por Pereira *et al.* (2012) em Salinópolis, e por Matos *et al.* (2012), na Ilha de Algodal (50 quilômetros de São Caetano de Odivelas).

Também é possível ver que há influência da sazonalidade nos ventos, onde nos meses com chuva foi visto uma diminuição na frequência dos ventos na direção norte-nordeste (embora essa direção ainda seja mais predominante), enquanto que no período seco, a predominância da direção norte-nordeste (principalmente nordeste) tenha sido bem maior do que nos meses chuvosos, algo que também foi visto no estuário do rio Caeté por Silva Junior *et al.* (2006), Sousa *et al.* (2008) e Sousa *et al.* (2009); e por Pereira *et al.* (2012) no município de Salinópolis.

Além disso, é visto que ventos mais fortes ocorrem com maior frequência nos meses do período seco ou nos meses que onde a temperatura foi elevada na maior parte do tempo (Ribeiro 2001, Silva Junior *et al.* 2006, Sousa *et al.* 2008, Sousa *et al.* 2009, Pereira *et al.* 2012), que é devido ao maior aquecimento diferencial da superfície (Ribeiro 2001) onde temperaturas mais altas causam ventos mais intensos, como visto na figura 20, devido a influência que a temperatura do ar causa no gradiente de pressão. Além disso, foram vistos ventos com valores de velocidade maiores no rio Mojuim do que nas outras localidades citadas.

A temperatura do ar no rio Mojuim, apresentou variação média entre 27,0 a 28,3°C, uma variação média semelhante a vista por Lima *et al.* (2005) e por Pereira *et al.* (2012). Porém, a variação sazonal de temperatura do ar seguiu tão como no município de Salinópolis, onde nos meses mais chuvosos a temperatura média foi menor, e nos meses secos a média aumentou, de acordo com os níveis de precipitação visto em São Caetano de Odivelas. Vale lembrar também, que a amplitude térmica seguiu a baixa amplitude característica da região amazônica (em torno

de 8°C), com exceção aos valores semelhantes a ilha do Marajó que possui uma variação de até 20° C; onde mesmo no mês de junho a amplitude térmica do na região do rio Mojuim (maior que 9,75°C) chegou próximo a da ilha do Marajó. Entretanto, esse valor de amplitude térmica durante junho, pode ser explicado, talvez, que junho tenha tido dias bem quentes e noite muito frias.

## 5.2 PARÂMETROS HIDROGRÁFICOS

Os valores de salinidade variaram tão como visto por Valentim (2017) e Rocha (2015), durante os meses de janeiro a junho. Com a salinidade elevada no início de janeiro (final do período seco), com valores de 15 a 30 g/kg; baixa do final de janeiro até abril (período chuvoso), com valores de 0 a 10; e voltando a subir aos poucos em junho e julho (período intermediário), com valores de 5 a 15 g/kg. Após isso, os valores de salinidade voltam a ser elevados, como viu Valentim (2017) na figura 31.

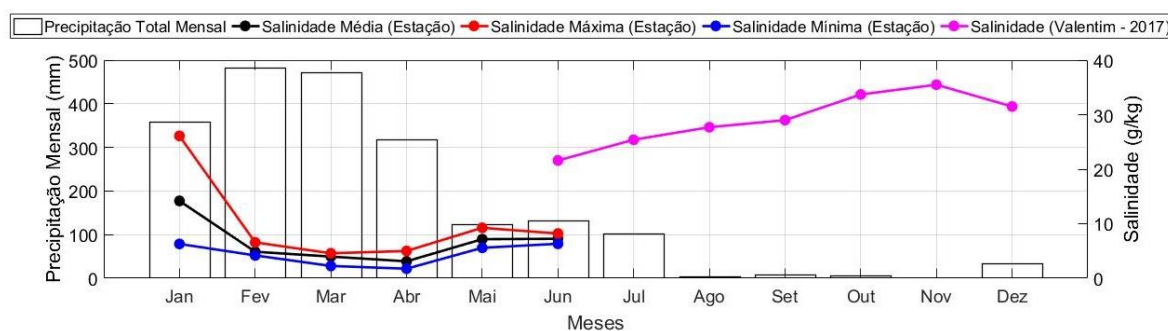


Figura 31 - Variação de salinidade no ano de 2016, com valores de medição feita por Valentim (2017), e pela estação meteocanográfica.

Rocha (2015) viu que a salinidade era maior no meio do rio Mojuim do que nas margens, explicando, talvez, o motivo da diferença entre os valores do mês de junho da estação meteocanográfica, situada na margem do rio Mojuim, e Valentim (2017), que fez medições no meio do rio.

Entretanto, Sousa *et al.* (2008), Magalhães *et al.* (2015), viram uma variação sazonal diferente para os rios Taperaçu e Caeté (Bragança – PA), assim como, Pereira *et al.* (2012) viu em Salinópolis, e Matos *et al.* (2012) e Pereira *et al.* (2012) viram na ilha de Algodal; onde encontram menores valores de salinidade durante nos meses de junho e não durante março e abril, como no rio Mojuim.

A partir da correlação de Pearson entre a salinidade e maré, foi possível ver que durante o período intermediário, a correlação é diretamente proporcional, sendo, segundo Cohen (1988) e Mukaka (2009), como “Forte” durante a sizígia, e “Forte” a “Moderada”, durante a

quadratura. Enquanto que, durante o período chuvoso, também foi visto uma correlação diretamente proporcional na quadratura, sendo essa correlação “Forte”; porém durante a sizígia, a correlação foi dada como “Fraca” ou “Desprezível”, mostrando que com exceção da sizígia do período chuvoso, nos outros períodos, a oscilação da maré tem forte influência sobre a salinidade.

Tabela 6 - Grau de correlação dos valores do coeficiente de correlação de Pearson.

<b>Grau de correlação</b>	<b>Coeficiente de Correlação (r), segundo Mukaka (2012).</b>	<b>Coeficiente de Correlação (r), segundo Cohen (1988)</b>
<b>Desprezível</b>	0 – 0,30	0 – 0,10
<b>Fraco</b>	0,30 – 0,50	0,10 – 0,29
<b>Moderado</b>	0,50 – 0,70	0,30 – 0,49
<b>Forte</b>	0,70 – 0,90	0,50 – 0,99
<b>Muito Forte (Mukaka, 2012)</b>	0,90 – 1,00	1,00
<b>Perfeito (Cohen, 1988)</b>		

Fonte: Segundo Mukaka (2012) e Cohen (1988).

Também foi visto que a variações da altura da maré (entre a maré de sizígia para quadratura e vice-versa) não é algo que influencia nos valores de salinidade, tanto para o período chuvoso quanto para o período intermediário.

A temperatura da água não variou com a sazonalidade da região, ficando em torno de 29°C no decorrer do período analisado. Magalhães *et al.* (2015) observou variação semelhante no rio Taperaçu, ao encontrado no rio Mojuim. Já Pereira *et al.* (2012) encontrou, tanto para o mês de março, quanto para o mês de junho, temperaturas médias em torno 28,5°C, em Salinópolis, não havendo variação sazonal para essa localidade, tal como há para o rio Mojuim; assim como, Pereira *et al.* (2012) também viu na Ilha de Algodal.

Os coeficientes de correlação entre a temperatura da água e a do ar, tanto para os meses do período chuvoso quanto para os meses do período intermediário, apresentaram graus de “Forte” a “Moderado” diretamente proporcionais (Cohen 1988, Mukaka 2009), onde durante o período intermediário a correlação foi maior do que no período chuvoso, e, além disso, a correlação nos dois períodos foi maior na quadratura do que na sizígia. Dessa forma, é observado que durante a quadratura a influência da temperatura do ar sobre a água é mais acentuada, assim como, o período intermediário influencia mais do que o período chuvoso.

## 6 CONCLUSÃO

A região do estuário do rio Mojuim apresentou 3 períodos sazonais distintos, no quesito precipitação mensal, sendo eles: período chuvoso (janeiro a abril), período intermediário (maio a julho) e período seco (agosto a dezembro), onde as chuvas ocorreram de forma homogênea na maior parte do ano.

Porém, observando a quantidade de dias secos e chuvoso, a região mostrou dois períodos: janeiro a julho, com mais dias chuvosos do que secos, e, de agosto a dezembro, com mais dias secos do que chuvosos.

Também foi possível observar, que com a ocorrência do fenômeno ENOS, os níveis de precipitação ocorrem de forma inversa do que é mostrado na literatura para a região amazônica, chovendo mais durante El Niño, e menos, durante a La Niña.

No caso dos ventos, a direção predominante seguiu o que já foi descrito na literatura do salgado, porém, com maiores intensidades de vento nos meses de janeiro, outubro, novembro e dezembro, da ordem de 6 a 8 m/s.

A temperatura do ar variou pouco sazonalmente, seguindo a literatura da região, além de ter médias mensais semelhantes às outras localidades da ZCA. Entretanto, a amplitude térmica se mostrou inferior a outras localidades da ZCA.

A salinidade do estuário apresentou variação sazonal nos meses analisados nesse trabalho, mostrando que as chuvas são o principal fator de alteração da salinidade, mas que também a oscilação da maré é um fator importante a ser levado em consideração nessa variação.

A temperatura da água não é influenciada pela sazonalidade assim como outras localidades da ZCA, mas sim pela temperatura do ar, embora varie muito pouco. E a mesma segue o mesmo encontrado na literatura do salgado.

Ou seja, a região do estuário do rio Mojuim apresentou variações dos parâmetros meteorológicos analisados, com exceção da temperatura da água. Onde, os ventos, temperatura do ar e precipitação, sofreram variações em função da sazonalidade; e esse último, a precipitação, mostrou variação em função da ocorrência do fenômeno ENOS. Já a salinidade variou em função da sazonalidade e da maré, enquanto que a temperatura da água mostrou que só é influenciado pela insolação solar.

## REFERÊNCIAS

- Asp N. E., Schettini C. A. F., Siegle E., Silva M. S., Brito R. N. R. 2012. The dynamics of a frictionally-dominated Amazonian Estuary. *Brazilian Journal of Oceanography*, **60**(3): 391-403.
- Baia L. P. 2016. Setorização sedimentar do estuário do rio mojuim, são caetano de odivelas/pa. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 65 p.
- Beardsley R. C., Candela J., Limeburner R., Geyer W. R., Lentz S. J., Castro B. M., Cacchione D., Carneiro N. 1995. The M2 tide on the Amazon shelf. *Journal of Geophysical Research*, **100**(2): 2283 – 2319.
- Bianchi T. S. 2007. Biogeochemistry of estuaries. *Eos, Transactions American Geophysical Union*, New York, p. 581.
- Borba T. A. C. & Rollnic M. 2016. Runoff quantification on Amazonian Estuary based on hydrodynamic model. *Journal of Coastal Research*. **75**(1): 43 – 47.
- Camargo R. & Harari J. 2015. Marés. In: Castello J. P., Krug L. C. 2015. Introdução a ciencias do mar. 1º edição. Pelotas, Editora Textos, 602 p.
- Cavalcante G. H. 2007. *Processos oceanográficos na região costeira e estuarina do rio Caeté, Pará, Brasil*. PhD Thesis, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 139p.
- Cohen J. 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Costa A. C. L., Ribeiro J. B. M., Souza Filho J. D. C. 1996. Estudo micrometeorológico em manguezais. Projeto de Pesquisa. Belém: MADAM/UFGPA/ZMT.
- Costa J. B. S., Borges M. S., Igreja H. L. S., Pinheiro R. V. L. 1991. Aspectos da tectônica cenozóica na região do salgado, litoral nordeste do estado do Pará. In: 3º Simpósio de Geologia da Amazônia. Belém, *Anais*. p 156-165.
- Davies J. H. A. 1964. Morphogenic approach of world shorelines. *Z. Geomorphology*, **8**(1): 127 – 142.
- Departamento de Hidrografia e Navegação (DHN). Tábuas de marés para 1994 - Costa do Brasil e alguns portos estrangeiros. 32º edição. Rio de Janeiro, 196p.
- Diretoria de Recursos Hídricos. 2013. Tabela das precipitações mensais no estado do Pará. (Relatório Técnico). Disponível em: <[http://www.sema.pa.gov.br/download/Precipitacoes\\_Mensais\\_no\\_Estado\\_do\\_Para.pdf](http://www.sema.pa.gov.br/download/Precipitacoes_Mensais_no_Estado_do_Para.pdf)>. Acesso: 27 de Maio de 2017.
- Donelan M. A., Haus B. K., Plant W. J., Troianowski O. 2010. Modulation of short wind waves by long waves. *Journal of Geophysical Research*, **115**(10): 1 – 12.
- Elliott M. & McLusky D.S. 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **55**(6): 815–27.
- El-Robrini M., Silva M. A. M. A., Souza Filho P. W. M., El-Robrini M. H. S., Silva Júnior O. G., França C. F. 2006. *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*. Instituto Brasileiro do Meio

Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília. p. 41 – 87. Disponível em: <[http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa\\_sigercom/\\_arquivos/pa\\_erosao.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_sigercom/_arquivos/pa_erosao.pdf)>. Acesso em: 30 de abril de 2017.

Fairbridge R.W. 1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. *In: Olausson E., Cato I. (eds.). Chemistry and biogeochemistry of estuaries*. New York, Inter Science Publisher. p.1-35.

Ferreira A.G. & Mello N.G.S. 2005. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região nordeste do Brasil e a influência dos oceanos pacífico e atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, **1**(1): 15 - 28.

Figueiredo-Filho D. B., Silva-Junior J. A. 2009. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). *Revista Política Hoje*, **18**(1): 115 – 146.

Franco A.S. 1997. Marés - Fundamentos, Análises e Previsão. São Paulo, Brasil, Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica.

Galvani E., Klosowski E. S., Cunha A. R. 1999. Caracterização da Direção Predominante do Vento em Maringá, PR. *Revista brasileira de agrometeorologia*, **7**(1): 81 – 90.

Grimm A.M., Zaratini P., Marengo J.A. 1998. Sinais de El Niño na precipitação da Amazônia. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Disponível em :< <http://www.cbmet.com/cbm-files/13-d720b8c6fe868cf8fc1f05d5041b5c68.pdf>>. Acessado em: 25 de julho de 2017.

Grimm A.M., Zaratini P., Marengo J.A. 1998. Sinais de La Niña na precipitação da Amazônia. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*. Disponível em :< <http://www.cbmet.com/cbm-files/13-4a95f0e206490c4f75f62c0ae4ca0107.pdf>>. Acessado em: 25 de julho de 2017.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Estado do Pará Geomorfologia. 2008b. Disponível em: <[ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades\\_da\\_federacao/pa\\_geomorfologia.pdf](ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/mapas/unidades_da_federacao/pa_geomorfologia.pdf)>. Acesso em: 22 de maio de 2017.

IOC; SCOR; IAPSO. 2010. The international thermodynamic equation of seawater – 2010: Calculation and use of thermodynamic properties. Intergovernmental Oceanographic Commission, Manuals and Guides. UNESCO, 56(1):1 – 196.

Kennish M. J. 1999. *Estuary restoration and Maintenance*. The National Estuary Program. p.370.

Ketchum B. H. 1951. The pushing of tidal estuaries. *Sewage Ind. Wastes*, **23**(1):198 – 209.

Kjerfve B. 1989. Estuarine geomorfology and physical oceanography. *In: Day JR., J.W.; Hall, C.A.S.; Kemp, W.M. & Yáñez-arancibia, A. (Ed). Estuarine Ecology*. John Wiley and Sons, New York, p. 558.

Li B. & McKenna Neuman C. A. 2014. Wind Tunnel Study of Aeolian Sediment Transport Response to Unsteady Winds. *Geomorphology*. **214**(1):261 – 269.

Lima A. M., Oliveira L. L., Fontinhas R. L., Lima R. J. S. 2005. Ilha do Marajó: revisão histórica, climatológica, bacias hidrográficas e propostas de gestão. *HOLOS Environment*, **5**(1):65–80.

- Lima A. P. Y. 2016. Desenvolvimento de rotina em linguagem MatLab para processamento de dados de ondas geradas pelo vento. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Oceanografia. Universidade Federal do Pará. Belém. 90 p.
- Lima M. W., Santos M. L. S., Montelo D. J., Nunes D. M., Alves I. C. C., Silva M. S. F. 2015. Análise temporal da composição granulométrica de um estuário amazônico, Pará, Brasil. *Scientia Plena*, **11**(1): 1 – 11.
- Magalhães A., Pereira L. C. C., Costa R. M. da. 2015. Relationships between copepod community structure, rainfall regimes, and hydrological variables in a tropical mangrove estuary (Amazon coast, Brazil). *Helgoland Marine Research*. **69**(1):123 – 136
- Marcuzzo F. F. N. & Romero V. 2013. Influência Do El Niño E La Niña Na Precipitação Máxima Diária Do Estado De Goiás. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **28**(4):429 – 440.
- Martorano L. G. 1993. Estudos climáticos do estado do Pará: classificação climática de Köppen e deficiência hídrica. Belém: SUDAM/EMBRAPA/SNLCS. 1993. p. 1-53.
- Matos J. B., Silva N. I. S., Pereira L. C. C., Costa R. M. 2012. Caracterização quali-quantitativa do fitoplâncton da zona de arrebatamento de uma praia amazônica. *Acta Botânica Brasileira*, **26**(4): 979-990.
- Ministério Do Meio Ambiente (MMA). 2014. Estudo socioambiental referente à proposta de criação de reserva extrativista marinha no município de São Caetano de Odivelas, Estado do Pará. Pará: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).
- Minuzzi R. B., Sedyama G.C., Costa J. M. N., Vianello R. L. 2006. Influência do fenômeno climático el niño no período chuvoso da região sudeste do brasil. *Geografia*, **15**(2):5 – 19.
- Miranda L. B., Castro B. M. E., Kjerfve B. 2002. *Princípio de oceanografia física em estuários*. São Paulo: Edusp - Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- Möller-Junior O. O. & Assef, C. R. de C. 2015. Propriedades Físicas da Água. In: Castello, J. P; e Krug, L. C. 2015. *Introdução a Ciências do Mar* (1ª Edição). Pelotas: Editora Textos. 602 p.
- Moraes B. C. de, Costa J. M. N. da, Costa A C L da, Costa M. H. 2005. Variação Espacial e Temporal da Precipitação no Estado do Pará. *Acta Amazônica*, **35**(2), p. 207 – 214.
- Morgan P. P. 2017. SeaWater. Disponível em: <<http://www.marine.csiro.au/datacentre/processing.htm>>. Acesso em: 07 de agosto de 2017.
- Mukaka M. M. 2012. Statistics Corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. *Malawi Medical Journal*, **24**(3): 69 – 71.
- Nittrouer C.A. & Demaster D.J. 1996. The Amazon shelf setting: tropical, energetic, and influenced by a large river. *Continental Shelf Research*, **16**(5/6): 553 – 573.
- Nicolodi J.L. & Petermann R.M. 2010. Mudanças Climáticas e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. *Revista de Gestão Costeira Integrada*. **10**(2): 151-177.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). 2017. Banco de Dados. Disponível em: <<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>>. Acessado em: 25 de junho de 2017.

- Pawlowicz R., Beardsley B., Lentz S. 2002. Classical tidal harmonic analysis including error estimates in MATLAB using T\_TIDE. *Computers and Geosciences*, **28**(1): 929-937.
- Pereira D. 2015. WindRose for MatLab. Disponível em: <<https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/47248-wind-rose>>. Acesso em: 07 de agosto de 2017.
- Pereira L. C. C., Silva N. I. S.da, Costa R.M. da, Asp N. E., Costa K.G.da, Vila-Concejo A. 2012. Seasonal changes in oceanographic processes at na equatorial macrotidal beach in northern Brazil. *Continental Shelf Research*, **43**(1): 95 – 106.
- Pereira L. C. C., Dias J. A., Carmo J. A., Polette M. 2009. A Zona Costeira Amazônica Brasileira. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, **9**(2): 3 – 7.
- Pereira L. C. C., Pinto K.S.T., Costa K.G. da, Vila-Concejo A., Costa R.M. da. 2012. Oceanographic conditions and human factors on the water quality at an Amazon macrotidal beach. *Journal of Coastal Research*, **28**(6), 1627–1637.
- Perillo G. M. E. 1995. Geomorphology and sedimentology of estuaries. *Developments in Sedimentology Science Elsevier*, **53**(1): 1 – 16.
- Polade S.D., Pierce D.W., Cayan D.R., Gershunov A., Dettinger M.D. 2014. The key role of dry days in changing regional climate and precipitation regimes. *Scientific Reports*, **4364**(4): 1 – 8.
- Pritchard D.W. 1967. What is an estuary: physical view point. In: Lauff G.H. (ed.). *Estuaries. American Association for the Advance of Science*, **83**(1): 3 – 5.
- Pugh D. T. 1987. Tides, surges and mean sea level. *John Wiley & Sons*. Swindon, UK
- Ribeiro J.B.M. 2001. Micrometeorologia do manguezal e o impacto do desmatamento em Bragança, PA. TS Doutorado em Meteorologia, Universidade de São Paulo, São Carlos, São Paulo, Brasil, 130p.
- Rocha A. S. 2015. Caracterização física do estuário do rio Mojuim em São Caetano de Odivelas – PA. DS Mestrado em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 54p.
- Santos A, S. 2013. Propagação de maré na baía do Marajó e seus principais tributários. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Oceanografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 41 p.
- Santos A. S. 2016. Modelagem matemática do sistema estuarino dos rios Mojuim e Mocajuba (Pará-PA). DS Mestrado em Geofísica, Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Belém, 61p.
- Santos, G. M.; Santos, A. C. M. 2005. Sustentabilidade da pesca na Amazônia. *Estudos Avançados*, **54** (19): 165-182.
- Silva Júnior J. A., Costa R. F. da, Braga A. P., Costa A. C. L. da, Gonçalves P. H. L., Malhi Y., Aragão L. E. O. C. de, Meir P. 2006. Sazonalidade de elementos meteorológicos em ecossistema de manguezal na região equatorial, Pará, Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia*, **21**(1): 248 – 257.

Silva Júnior J. A., Rodrigues H. J. B., Santos L. A. R., Gonçalves P. H. L., Costa M. C. 2002. Estudo da precipitação e temperatura durante o evento La Niña na cidade de Belém-PA. *In: 12º Congresso Brasileiro de Meteorologia. Anais.* p. 982 – 985.

Silva M. C. 2000. Estuários – critérios para uma classificação ambiental. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, **5**(1): 25 – 35.

Sousa E.B. de, Costa V.B. da, Pereira L.C.C., Costa R.M. da. 2008. Microfitoplâncton de águas costeiras amazônicas: Ilha Canela (Bragança-Pará-Brasil). *Acta Botânica Brasílica*, **22**(3): 626 – 636.

Sousa E.B. de, Costa V.B. da, Pereira L.C.C., Costa R.M. da. 2009. Variação temporal do fitoplâncton e dos parâmetros hidrológicos da zona de arrebentação da Ilha Canela (Bragança, Pará, Brasil) Ilha da Canela. Bragança. *Acta Botânica Brasílica*. **23**(4): 1084 – 1095.

Stommel H. 1953. Computation of pollution in a vertically mixed estuary. *Sewage and Industrial Wastes*. **24**(1): 1065-1071.

Suguio K. 1992. Dicionário de geologia marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo, T A Queiroz.

Valentim M. M. 2017. Relação da salinidade e turbidez nos limites de um estuário amazônico. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Oceanografia, Universidade Federal do Pará, Belém, 48p.

Vieira B. M. 2015. Avaliação da qualidade das águas e de sua compatibilidade com os usos em microbacias hidrográficas rurais com déficit hídrico quantitativo. DS Mestrado, Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 122p.

**APÊNDICE**

## APÊNDICE A – TRECHO MODIFICADO (EM VERMELHO) DA ROTINA ONDAPARAMET

Linhas 20 a 23 da rotina original

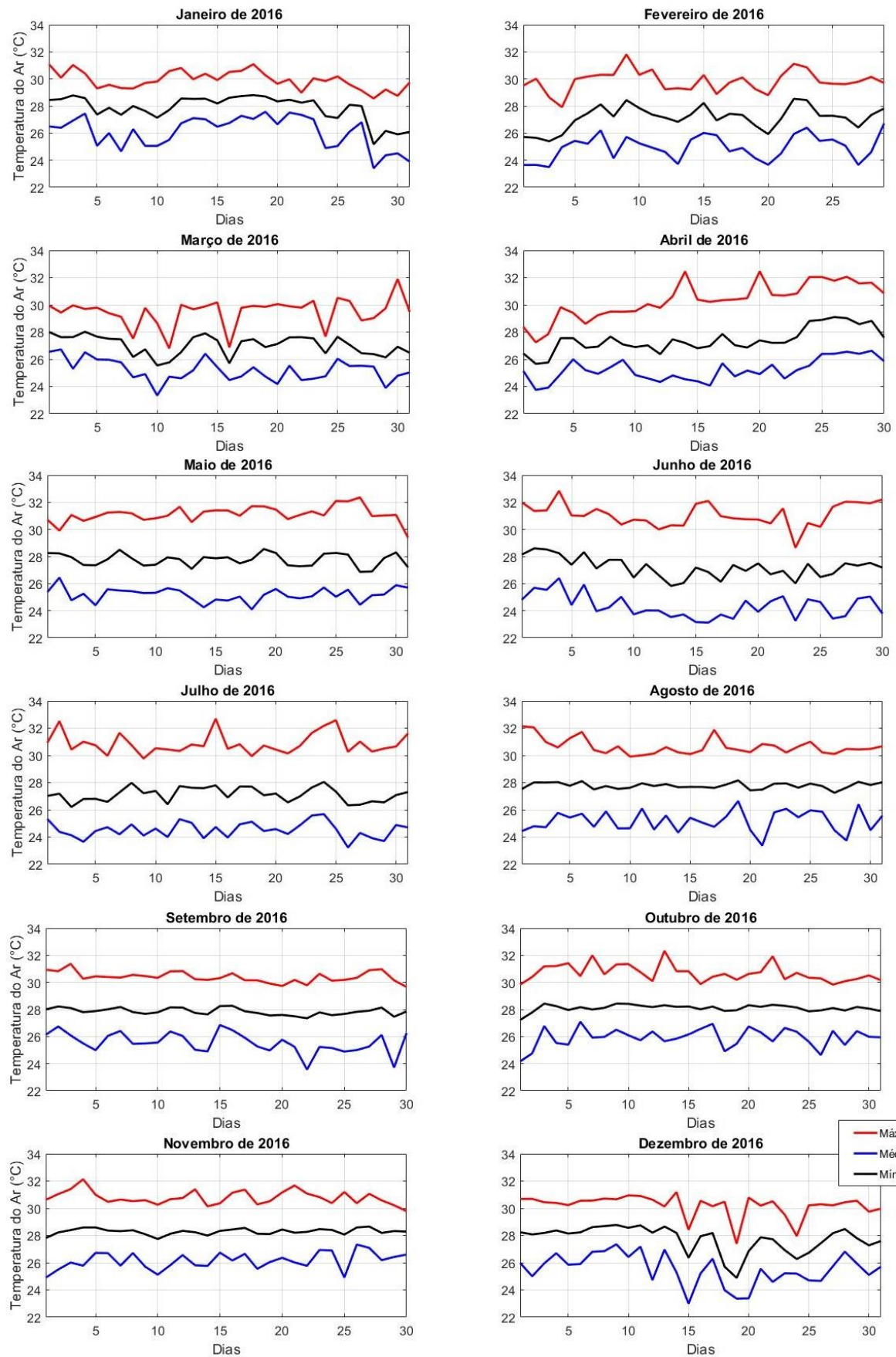
```
function [Hs,Hmax,Ts,L0,d]=ondaparamet (profundidadebruta,dt,nweim)
    %% Criação da matriz de posições e determinação do tempo de coleta dos
    dados
    posicao=1:length (profundidadebruta);
    %%cria uma matriz de posições ao passo de "1", de acordo com os dados
    de profundidade selecionados anteriormente
    tempo=[ (0:dt:(length (profundidadebruta) *dt)-dt)];
    %%determina o tempo de coleta dos dados de profundidade em função da
    frequência anteriormente inserida
```

Linhas 20 a 23 da rotina modificada

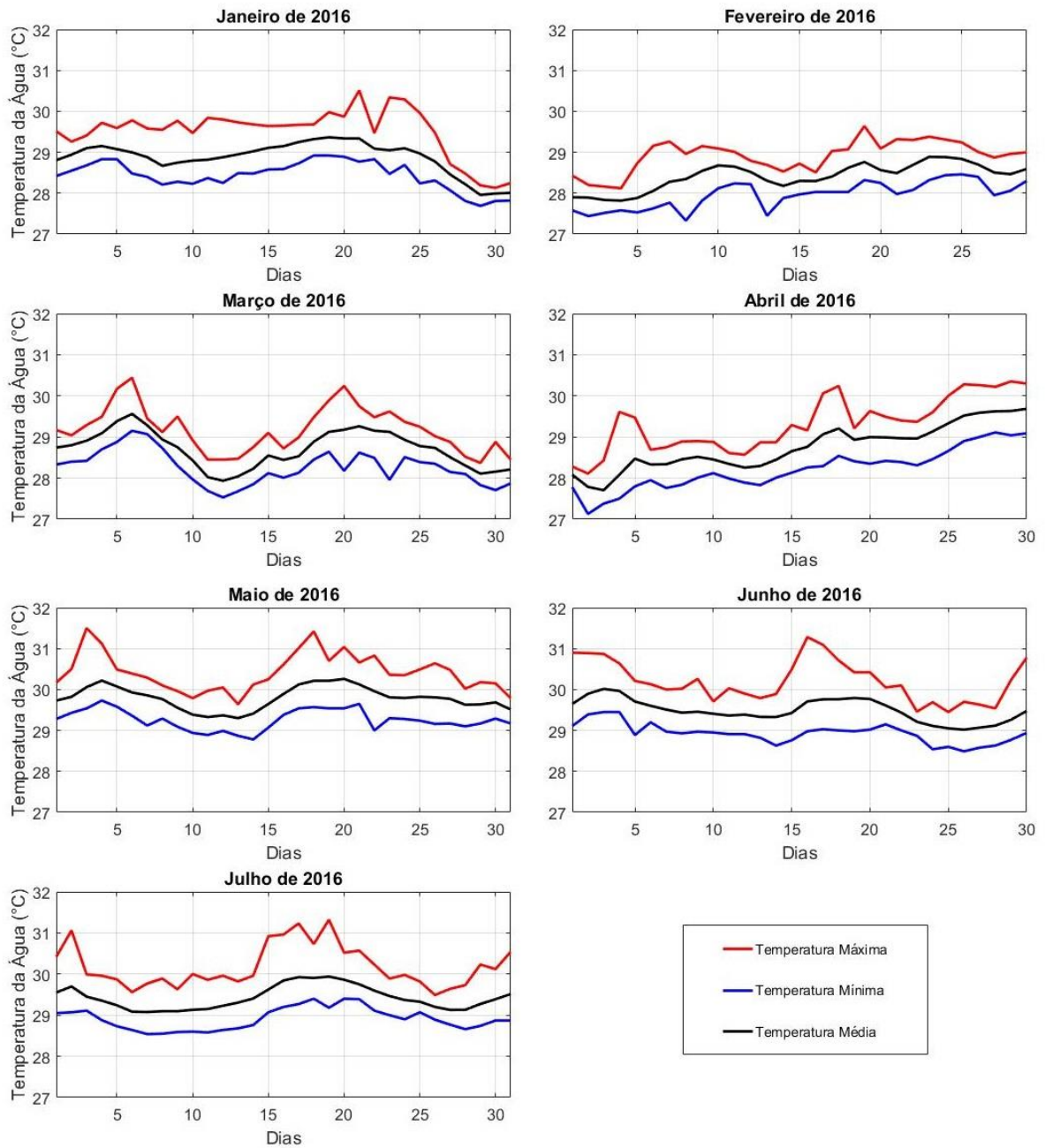
```
function [altura,periodo,Hs,Hmax,Ts,L0,d]=ondaparamet (profundidadebruta,dt)
    %% Criação da matriz de posições e determinação do tempo de coleta dos
    dados
    posicao=1:length (profundidadebruta);
    %%cria uma matriz de posições ao passo de "1", de acordo com os dados
    de profundidade selecionados anteriormente
    tempo=[ (0:dt:length (profundidadebruta) *dt)-dt)];
    %%determina o tempo de coleta dos dados de profundidade em função da
    frequência anteriormente inserida
```

(Lima 2016).

## APÊNDICE B – TEMPERATURA MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS DIÁRIAS DO AR DO ANO DE 2016.



**APÊNDICE C – TEMPERATURA MÁXIMAS, MÉDIAS E MÍNIMAS DIÁRIAS DA  
ÁGUA DOS MESES DE JANEIRO A JULHO DE 2016.**



**ANEXOS**

## ANEXO A – FICHA TÉCNICA DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA GMX600 MAXI MET DA GILL.

Estação Meteorológica da linha Maxi Met para medição de:

- Temperatura do ar
- Umidade relativa do ar
- Pressão barométrica
- Direção do vento ultrassônico
- Velocidade do vento ultrassônico
- Precipitação
- Protocolo de saída: Serial RS232, RS422, RS485, SDI-12, ASCII, NMEA, MODBUS



### CARACTERÍSTICA TÉCNICA

Mensura os seguintes parâmetros:

**Direção e Velocidade do Vento:**

	Velocidade do Vento	Direção do Vento
<b>Mensura</b>	0.1 a 60 m/s	0 a 359 graus
<b>Precisão</b>	± 3% @40m/s	+/- 3 @40m/s
<b>Resolução</b>	0.01m/s (0.02 mph)	1 grau

**Pluviometria (chuva):**

<b>Mensura</b>	0-150 mm/hr	***
<b>Resolução</b>	0.2 mm	***
<b>Precisão</b>	2%	***
<b>Taxa de Amostragem</b>	1 Hz	***
<b>Unidades</b>	mm ou in	***

**Temperatura do Ar:**

<b>Sensor</b>	Pt100 1/3 Classe B	***
<b>Mensura</b>	-40°C a 70°C	***
<b>Precisão</b>	± 0.3°C @20°C	***
<b>Resolução</b>	0.1°C	***

**Umidade do Ar:**

<b>Mensura</b>	0 a 100%	***
<b>Precisão</b>	± 2% @ @20°C	***
<b>Resolução</b>	1%	***

**Pressão Barométrica:**

<b>Mensura</b>	300 – 1100 hPa	***
<b>Precisão</b>	± 0.5hPa @25°C	***
<b>Resolução</b>	0.1hPa	***

**Ponto de Orvalho:**

<b>Mensura</b>	-40°C a 70°C	***
<b>Resolução</b>	0.1°C	***
<b>Precisão</b>	± 0.3°C @20°C	***

**Saídas de dados:**

<b>Porta de Saída</b>	RS232, RS422, RS485, SDI12, MODBUS, NMEA, ASCII
<b>Taxa de Transmissão de dados</b>	4800 a 57600 (ASCII) ou 1200 (SDI-12)
<b>Protocolo</b>	ASCII, MODBUS, SDI-12 V1.3 or NMEA 0183
<b>Frequência de envio de dados</b>	1s, 2s, 4s

**Fonte de Alimentação:** 5V até 30 V com Corrente < 25mA; **Proteção:** IP66; **Material:** Alumínio e termoplástico com proteção U.V; **Peso:** 0.8 K.

## ANEXO B – FICHA TÉCNICA DO SENSOR INTELIGENTE CT2X DA SEAMETRICS.



### CT2X Sensor Inteligente CONDUTIVIDADE E TEMPERATURA COM OPÇÕES DE PROFUNDIDADE

Mensuração de condutividade, sólidos dissolvidos totais, e temperatura.

Datalogger Integrado, coleta acima de 349.000 gravações. Pode mensurar valores tão baixos quanto 10 microsiemens/cm e tão altos quanto 300.000 microsiemens/cm. Disponível com protocolos Modbus ou SDI-12. Inclui os softwares Aqua4Plus e Aqua4Plus Lite (Modbus® protocol).

### CARACTERÍSTICA TÉCNICA

#### Output Channels

	Temperatura	Profundidade/nível	Condutividade
Elemento	30K ohm termistor, Epoxy perolisado/caixa externa, Vidro Pyrex®	Transdutor medidor de tensão de silício 316 inoxidável ou Hastelloy	Epoxy/Graphite - 4-pole
Precisão	±0.25°C	±0.05% FSO (típico, estático) ±0.1% FSO (máximo, estático) (B.F.S.L. 20°C)	Estático: ±0.5% de valor de mensuração (0 -100,000 µS/cm)
Resolução	0.1°C	0.0034% FS (típico)	(32 bit internal) 0.1 µS/cm, 0.001 mS/cm, 0.1 mg/L (TDS), 0.001 PSU
Unidades	Celsius, Fahrenheit, Kelvin	PSI, FtH <sub>2</sub> O, inH <sub>2</sub> O, mmH <sub>2</sub> O, mH <sub>2</sub> O, inH <sub>2</sub> O, cmHg, mmHg, Bars, Bars, kPa	µS/cm, mS/cm, mg/L, PSU
Range	-5° a 40°C (23° a 104°F)	Bitola absoluta 4 PSI: 1 <sup>3</sup> ,5,15,30,50,100,300 FtH <sub>2</sub> O: 2.3 <sup>3</sup> ,12,35,69,115,231,692 mH <sub>2</sub> O: 0.7 <sup>3</sup> ,3.5,10.5,21,35,70,210 PSI: 30, 50, 100, 300 FtH <sub>2</sub> O: 35, 81, 196, 658 mH <sub>2</sub> O: 10, 24, 59, 200	Conductivity <sup>2</sup> : 0-300,000 µS/cm TDS: 4.9-147,000 mg/L Salinity: 2-42 PSU
Compensação	-----	0° a 40°C (32° a 104°F)	Térmica: Não linear, ou nLFn
Hora de aquecimento	-----	-----	200 msec
Pressão Máxima de operação	1.1 x Escala Cheia		
Proteção contra pressão excessiva	3x escala total até 300 psi - para > 300 psi (650 pés ou 200 m), entre em contato com INW.		
Pressão de Ruptura	1000 psi (aprox. 2000 pés or 600 m)		

## ANEXO C – DATA LOGGER DA CAMPBELL SCIENTIFIC.

### ESPECIFICAÇÕES

Taxa de leitura máxima	100 Hz
Portas digitais	Determinadas portas digitais podem ser usados para contar fechamentos do interruptor. 4 I / O ou 2 RS-232 COM portas I / O podem ser emparelhadas como transmitir e receber para a medição de sensores inteligentes em série.
Portas de comunicação	1 CS I/O 1 RS-232
Switched 12 Volt	1
Faixa de tensão de entrada	$\pm 5$ VDC
Precisão de tensão analógica	$\pm (0,06\%$ de leitura + offset), a $0^\circ$ a $40^\circ$ C
Requerimentos poderosos	9,6-16 Vcc
Protocolos suportados	PakBus, Modbus, DNP3, FTP, HTTP, POP3 XML, SMTP, Telnet, NTCIP, NTP, SDI-12, SDM
Dimensões	24,1 x 10,4 x 5,1 cm (9,5 x 4,1 x 2 pol.)
Peso	0,7 kg (1,5 lb)
Faixa de temperatura	
Padrão	$-25^\circ$ a $+50^\circ$ C
Estendido	$-55^\circ$ a $+85^\circ$ C
Memória	
Sistema operacional	2 MB flash
Uso de CPU, memória de programa e armazenamento de dados	4 MB

