



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

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELAÇÃO DA SALINIDADE E TURBIDEZ NOS LIMITES DE  
UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

**Apresentado por:**

**MICAELA MACHADO VALENTIM**

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>Dr<sup>a</sup> Sury Monteiro (UFPA)**

---

**BELÉM**

**2017**



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

---

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**RELAÇÃO DA SALINIDADE E TURBIDEZ NOS LIMITES DE  
UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

**MICAELA MACHADO VALENTIM**

**BELÉM**  
**2017**

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

---

Valentim, Micaela Machado, 1995 -

Relação da salinidade e turbidez nos limites de um estuário  
Amazônico / Micaela Machado Valentim. – 2017.

x, 37f. : il. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Sury de Moura Monteiro

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

1. Salinidade – Mojuim, Rio (PA). 2. Turbidez. I. Título.

---

CDD 22. ed. 622.150981 115



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

**RELAÇÃO DA SALINIDADE E TURBIDEZ NOS LIMITES DE  
UM ESTUÁRIO AMAZÔNICO**

APRESENTADO POR:

MICAELA MACHADO VALENTIM

Como requisito parcial à obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia

Data de Aprovação: 05/04/2017

Banca Examinadora:

*Sury m monteiro*

Profª. Sury de Moura Monteiro – Orientadora  
Doutora em Oceanografia Ambiental  
Universidade Federal do Pará

*Marcelo Rollnic*

Prof. Marcelo Rollnic – Membro  
Doutor em Oceanografia  
Universidade Federal do Pará

*José E. Martinelli Filho*

Prof. José Eduardo Martinelli Filho - Membro  
Doutor em Oceanografia Biológica  
Universidade Federal do Pará

A você, cujo nome é Maria (*in memoriam*)  
Apenas a mulher mais extraordinária que já conheci.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças, por ter preenchido toda a minha ansiedade na reta final desse trabalho e permitir eu chegar até aqui.

Aos meus pais, Margareth Machado e Marcos Valentim, por todo o amor e apoio. Sou o que sou por toda dedicação de vocês.

A minha irmã, Dani, por todas as vezes que me fez sorrir e esquecer dos problemas, por todas as lições de vida que só uma criança pode ensinar. Te amo.

Aos meus avós, José e Maria Machado (*in memoriam*) pelo incentivo aos meus estudos e toda ajuda direcionada a mim nos anos de convivência.

Aos todos meus tios e tias, em especial a Tia Márcia por toda ajuda financeira dos últimos anos.

A Prof.<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Sury Monteiro por todo apoio, paciência, incentivo e dedicação na orientação deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Marcelo Rollnic pelo financiamento das campanhas realizadas no âmbito do projeto “Tidal-river-ocean system modeling of Cohesive Sediment Transport and water discharge in the Amazon, Brazil”.

Aos Professores Dr. James Lee e Dr. Alexandre Casseb pelos conselhos técnicos e estatísticos deste trabalho.

Ao Prof. Dr. José Martinelli por iniciar minha carreira científica no Laboratório de Oceanografia Biológica e a todos os campos oportunizados nos meus dois anos de estágio.

A família LIOG, Ivson, Herbert, Matheus, Fabrício, Gabriela, Débora e Paulo Raphael por toda paciência, compreensão e ajuda na reta final desse trabalho, vocês são maravilhosos.

Aos FRIENDS, Bruna, Marcus, Irla, Priscila, Emerson, Luma, Carolina, por toda diversão e amizade nesses anos de graduação, jamais vou esquecer das nossas incríveis viagens.

A Maria Bárbara, Alexandre Siqueira, Felipe Branco, Ivson Viana e Ianê Valente, vocês foram sensacionais comigo, obrigada por ouvir meus desabafos e suportar minhas ansiedades do último semestre.

A Família oceano, que inclui todos os bons amigos e amigas que fiz durante minha graduação, não vou colocar nomes porque não quero cometer o erro de esquecer alguém.

Agradeço a todos e todas que transformaram essa jornada acadêmica em uma emocionante aventura.

## RESUMO

Este estudo relaciona as flutuações de salinidade e turbidez ao longo do estuário Mojuim, dominado por macromaré e situado na região de clima tropical úmido entre a foz do rio Pará e o Oceano Atlântico, ( $0^{\circ}39'43.53''S$  e  $48^{\circ} 0'4.86''O$ ), Nordeste do Pará, Brasil. Os dados de salinidade e turbidez foram medidos na coluna d'água in situ, em superfície e fundo, com uma sonda multiparâmetros (Horiba U-50), em seis meses, correspondentes ao período intermediário (julho e agosto de 2016), período seco (novembro e dezembro de 2016) e chuvoso (janeiro e fevereiro de 2017), durante a maré de sizígia. As estações de amostragem abrangeram 50 km ao longo do estuário e foram divididas em cinco setores com 10 km cada. Classificamos os setores de acordo com o Sistema de Veneza. Não observamos variações significativas ( $p>0,5$ ) de salinidade na coluna d'água, o contrário ocorre para turbidez. Foram aplicados questionários quali-quantitativos para comunidades localizadas em diferentes extensões do estuário Mojuim, a fim de detectar a percepção ambiental dos moradores sobre a intrusão salina. No período chuvoso, observamos a menor salinidade média ( $8,5\pm 0,8$  PSU) e a maior turbidez ( $344,32 \pm 48,22$  NTU), no período intermediário a salinidade foi de  $15,99\pm 0,37$  PSU e turbidez  $173,91 \pm 19,26$  NTU, a maior salinidade de  $22,38\pm 0,61$  PSU e a turbidez foi de  $215,16 \pm 42,09$  NTU ocorreram no período seco. A intrusão salina atingiu o setor 5 (50 km da foz a montante) no período seco e ficou restrita ao setor 3 (30 km) no período chuvoso. Este último, em todos os períodos, apresentou a maior variação nas zonas halinas, as quais variaram de oligohalina no período chuvoso, mesohalina no intermediário e polihalina no seco. A percepção ambiental dos entrevistados indicou mudanças no rio, destacaram aspectos como: diminuição da água preta, presença de água salobra na porção a montante fluvial. Percebemos que, durante o período chuvoso e intermediário, o domínio fluvial limita o avanço da maré, por isto, o setor 5 não apresenta variações halinas, permanecendo como zona de água doce. O contrário ocorre no período seco, quando este setor apresenta zona oligohalina, devido ao maior alcance da maré e a maior dispersão dos sais no estuário. Estes limites halinos podem variar interanualmente, o que indica a influência de anomalias climatológicas sobre a dinâmica do estuário nos últimos anos.

Palavras-chave: Salinidade – Rio Mojuim (PA). Turbidez. Região Tropical. Amazônia. Mojuim (PA).

## ABSTRACT

This study relates salinity and turbidity fluctuations along the Mojuim estuary, dominated by macrotidal and located in the humid tropical climate region between the mouth of the Pará river and the Atlantic Ocean, ( $0^{\circ} 39'43.53''\text{S}$  and  $48^{\circ} 0'4.86''\text{O}$ ), Northeast of Pará, Brazil. The salinity and turbidity data were measured in the surface and bottom water column in situ with a multiparameter probe (Horiba U-50), in six months, corresponding to the intermediate period (July and August, 2016), dry period (November and December, 2016) and rainy (January and February, 2017), during the spring tide. The sampling stations covered 50 km along the estuary and were divided into five sectors with 10 km each. We classify the sectors according to the Venice System. We did not observe significant variations ( $p>0.5$ ) of salinity in the water column, the opposite occurs for turbidity. Qualitative-quantitative questionnaires were applied to communities located in different extensions of the Mojuim estuary, in order to detect the environmental perception of the residents about the saline intrusion. In the rainy season, we observed the lowest average salinity ( $8.5 \pm 0.8$  PSU) and the highest turbidity ( $344.32 \pm 48.22$  NTU), in the intermediate period the salinity was  $15.99 \pm 0.37$  PSU and the turbidity was  $173, 91 \pm 19.26$  NTU, the highest salinity and turbidity, which were  $22.38 \pm 0.61$  PSU and  $215.16 \pm 42.09$  NTU respectively, occurred in the dry period. The saline intrusion reached sector 5 (50 km of upstream mouth) in the dry period and was restricted to sector 3 (30 km) in the rainy season. The last one, in all periods, presented the greatest variation in the haline zones, which varied from oligohaline in the rainy period, mesohaline in the intermediate and polyhaline in the dry. The environmental perception of the interviewees indicated changes in the river, highlighting aspects such as: decrease of black water, presence of brackish water in the fluvial upstream portion. We noticed that during the rainy and intermediate periods, the fluvial domain limits the advance of the tide, therefore, the sector 5 does not present halinas variations, remaining as fresh water zone. The opposite occurs in the dry period, when this sector presents oligohaline zone, due to the greater reach of the tide and the greater dispersion of the salts in the estuary. These haline limits may vary inter annually, indicating the influence of climatological anomalies on the estuary dynamics in recent years.

Keywords: Salinity – Mojuim River (PA). Turbidity. Tropical Region. Amazon. Mojuim (PA).

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

Figura 1- Mapa de localização estuário Mojuim, São Caetano de Odivelas-PA .....	7
Figura 2 - Distribuição da Geologia (a) e da Geomorfologia (b) do município de São Caetano de Odivelas/PA. ....	8
Figura 3 - Batimetria do rio Mojuim. ....	9
Figura 4 - Localização das RESEX de Mocapajuba, Mãe Grande de Curuçá e São João da Ponta .....	11
Figura 5 - Série de tempo de precipitação e temperatura entre 1973 e 2003 na estação meteorológica de Tracuateua, Pará .....	12
Figura 6 - Relação da precipitação em São Caetano de Odivelas no ano de 2016 e a normal climatológica de Tracuateua (1961-1990) .....	12
Figura 7 - Aplicação do questionário de percepção ambiental nas vilas do estuário Mojuim-PA .....	15
Figura 8 - Classificação dos meses de 2016 nos intervalos quatílicos .....	16
Figura 9 - Variação da salinidade nos meses de amostragem, de julho de 2016 à fevereiro de 2017.....	17
Figura 10 -Variação da salinidade nos período Chuvoso, Intermediário e Seco.....	18
Figura 11 - Classificação de Veneza para salinidade nos períodos Chuvoso, Intermediário e Seco. ....	19
Figura 12 - Variação da Turbidez na superfície e fundo. ....	20
Figura 13 – Relação entre salinidade e turbidez entre os setores .....	21
Figura 14 - Variação espacial da salinidade e turbidez entre os setores.....	22
Figura 15 -Variação da salinidade no estuário Mojuim no período intermediário, chuvoso e seco.....	23
Figura 16 - Variação espacial e temporal da salinidade nos setores .....	24

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Classes de salinidade da água de acordo com o Sistema de Veneza.....	4
Tabela 2 - Definições de estuários com ênfase nas condicionantes: salinidade, fatores geomorfológicos, fatores ecológicos, diluição da água do mar e maré. ....	6
Tabela 3 - Intervalo das ordens quantílicas .....	13
Tabela 4 - Número de estações amostradas por campanha .....	14

## SUMÁRIO

<b>DEDICATÓRIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	
	vi
<b>RESUMO</b> .....	
	vii
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b> .....	ix
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	x
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVO</b> .....	3
2.1 OBJETIVO GERAL.....	3
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	3
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
3.1 SALINIDADE E TURBIDEZ.....	4
3.2 ESTUÁRIO.....	5
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
4.1.1 <b>Geomorfologia</b> .....	8
4.1.2 <b>Hidrografia</b> .....	9
4.1.3 <b>Vegetação</b> .....	9
4.1.4 <b>Aspectos Climáticos e Oceanográficos</b> .....	10
4.1.5 <b>Aspectos Socioeconômicos</b> .....	10
4.3 AMOSTRAGEM DE SALINIDADE E TURBIDEZ.....	13
4.3.1 <b>Análise Estatística</b> .....	14
<b>5 RESULTADOS</b> .....	15
5.2 SALINIDADE.....	16
5.2.1 <b>Classificação de Veneza</b> .....	18
5.3 TURBIDEZ.....	19
5.4 RELAÇÃO SALINIDADE E TURBIDEZ.....	20
5.7 SETORIZAÇÃO DA SALINIDADE.....	23
5.8 PERCEPÇÕES AMBIENTAIS SOBRE INTRUSÃO SALINA.....	25
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	30
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	31
<b>APÊNDICE</b> .....	35

## 1 INTRODUÇÃO

O estuário é um ambiente dinâmico e produtivo que pode manter a saúde de ecossistemas marinhos, funcionando como berçário para peixes e alimentação de aves migratórias. Esse ambiente também promove benefícios para comunidades costeiras, como por exemplo, proteção contra erosão, inundações e tempestades (Elliott & Mclusky 2002, Kennish 1999).

Segundo Perillo (1995), o estuário é “um corpo de água costeiro semifechado que se estende até o limite de influência da maré, dentro do qual a água oceânica adentra por uma ou mais conexões presentes com o oceano ou com algum outro corpo salino de água, é significativamente diluído com a água doce oriunda da drenagem continental.” Essa definição apresentada será a base para esse trabalho.

O ecossistema estuarino possui uma das maiores produções do mundo (Bianchi 2007). É responsável por aproximadamente 50% da produção pesqueira e seu rendimento é comparado ao de zonas de ressurgência mais produtivas do oceano (Kennish 1999). A hidrodinâmica é controlada pelo fluxo de águas fluviais, circulação da maré e ventos, além de se diferenciarem quando a geomorfologia e forma de ocupação urbana (Canuel & Hardison 2016, Webster 1996)

A qualidade da água e a vida dos recursos vivos desse ecossistema estão intimamente ligadas com o aporte de águas fluviais para o estuário. O decréscimo do aporte e a intrusão de água oceânica resultam na alteração de parâmetros como a salinidade e a turbidez. Essa alteração ao longo do gradiente estuarino, afeta diretamente a estrutura de comunidades de plantas e animais, tornando-se assim fator determinante para a característica dos ambientes do sistema estuarino (Alber 2002, Kennish 1999).

A salinidade é uma das condições que afeta a solubilidade dos gases no estuário e a coagulação e floculação dos argilominerais em suspensão (Bianchi 2007). A turbidez é normalmente mesurada no estudo da qualidade da água, já em aspectos ecológicos está relacionada com a atenuação da luz devido a dispersão e absorção da luz por substâncias dissolvidas orgânicas e inorgânicas (McCarthy *et al.* 1974). Estes dois parâmetros apresentam uma relação inversa, e os seus gradientes dependem do aporte de água fluvial (Cyrus & Blaber 1992) e da energia das marés.

A relação salinidade e turbidez, por exemplo, em ambientes dominados por macromaré, condiciona a formação da zona de máxima turbidez, a qual ocorre em regiões de baixa salinidade (Uncles *et al.* 2002). Nesta zona podem haver elevadas concentrações de

fósforo que influenciam diretamente a produtividade e distribuição de espécies da biota e nas áreas vegetadas de mangue e marisma, ao longo do estuário (Kennish 1999). Assim, a relação destes parâmetros pode influenciar diretamente as atividades econômicas desenvolvidas nos ambientes estuarinos, como pesca, cultivo e extração de mariscos.

A zona costeira amazônica possui grande importância ambiental, social e econômica, caracterizada por uma ocupação de baixa densidade demográfica constituída principalmente por comunidades tradicionais extrativistas e coletoras (Nicolodi & Petermann 2010). 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, entre elas, a atividade pesqueira, extração de caranguejo e pesca esportiva (Ministério do Meio Ambiente-MMA 2014). A complexidade dos processos ambientais que ocorrem nessa região costeira, associada à aquisição de dados esparsa tanto no espaço e quanto no tempo, dificultam o gerenciamento dos seus recursos hídricos (Santos 2016).

Em vista disso, a relação e as flutuações de salinidade e turbidez foram estudadas no estuário Mojuim e contribuíram cientificamente com algumas atividades econômicas desenvolvidas nessa região, as quais estão intimamente relacionadas às variações desses parâmetros.

## **2 OBJETIVO**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Relacionar as flutuações de salinidade e turbidez nos limites de um estuário amazônico.

### **2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- a) Mostrar os limites do estuário usando a salinidade
- b) Definir as condicionantes da intrusão salina no estuário
- c) Relacionar a salinidade e a turbidez ao longo do estuário
- d) Identificar a intrusão salina no estuário a partir da percepção ambiental das comunidades locais

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 SALINIDADE E TURBIDEZ

De forma simplificada, a salinidade é a medida da quantidade de sais dissolvidos em uma unidade de massa de água. Atualmente, essa medida é apresentada em PSU (*practical salinity scale*) que relaciona a salinidade com a condutividade. A presença de sais dissolvidos (ex:  $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$  e  $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ ) na água interfere no arranjo geral das moléculas de água afetando suas propriedades físicas. Por exemplo, na salinidade de 35 o ponto de congelamento da água ocorre a  $3,98\text{ C}^\circ$  e sua temperatura de densidade máxima à  $-3.52\text{ C}^\circ$  (Bianchi 2007). Por consequência, salinidade interfere na densidade da água, visto que essa propriedade aumenta com a elevação da concentração de sais. Devido a essa relação, a salinidade influencia a estratificação de corpos de água costeiros e afeta a mobilidade de íons em diferentes gradientes (Esteves 1998, Bianchi 2007).

Em 1958, durante o Simpósio Internacional de Águas Salobras foi criado o Sistema de Veneza que se trata de um sistema de classificação recomendado para aplicação universal de águas marinhas e salobras (Venice System 1958). No sistema de Veneza, as classes de salinidade podem ser simplificadas em 6 faixas (Tabela 1).

Tabela 1 - Classes de salinidade da água de acordo com o Sistema de Veneza

ZONA	SALINIDADE
<b>ÁGUA DOCE</b>	0-0,5
<b>OLIGOHALINA</b>	0,5-5
<b>MESOHALINA</b>	5-18
<b>POLIHALINA</b>	18-30
<b>EUHALINA</b>	30-40
<b>HIPERHALINA</b>	>40

Fonte: Simplificado de Venice System (1958).

A turbidez é uma propriedade visual da água que está relacionada com a atenuação da luz na coluna d'água devido a presença de materiais particulados em suspensão (MPS) (Wetzel 2001). Pode ser mensurada pela unidade de turbidez conhecida como NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*).

É um parâmetro presente em estudos ecológicos e suas elevadas concentrações podem reduzir a taxa de produção primária; favorecer o crescimento heterogêneo de macrófitas; causar o declínio na abundância e distribuição de gramíneas aquáticas (Esteves 1998, Kennish 1999); e junto de outras variáveis ambientais influenciar nos hábitos alimentares de peixes (Esteves 1998). Esse parâmetro também é utilizado no estudo da qualidade de água uma vez que a presença de MPS pode indicar fonte de efluentes domésticos e industriais (Esteves 1998, Kennish 1999).

### 3.2 ESTUÁRIO

A definição de estuários pode variar de acordo com a perspectiva de cada autor, podendo ser baseado em critérios físicos, químicos, biológicos, geomorfológicos e relacionado à gestão ambiental. O ambiente estuarino tem como sua característica predominante a variação espacial e temporal contínua de variáveis ambientais como salinidade, turbidez e variáveis biológicas (Elliot & Mclusky 2002). Devido a isso, ao longo do tempo diversos autores elaboraram definições que atendessem amplamente suas características (Ketchum 1951, Dionne 1963, Pritchard 1967, Day 1980, Kjerfve 1989, Fairbridge 1980, Dalrymple *et al.* 1992, Perillo 1995, Tomczak 1996, Elliot & Mclusky 2002) (Tabela 2). Neste estudo é considerada apenas a definição proposta por Perillo (1995), pois considera a influência das marés como limite estuarino, a conexão do curso principal de água com demais afluentes e as relações ecológicas com a biota.

Os estuários podem ser classificados 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). Como esse estudo tem como foco parâmetros físicos (ex: salinidade), vou me deter nas classificações relacionadas a eles.

A circulação estuarina é uma das características mais importante do estuário, pois determina o fluxo horizontal, dispersão e estratificação da salinidade. A circulação tem como principal forçante a ação fluvial e das marés. Com base nos fatores apresentados e a topografia da região os estuários podem ser subdivididos em três zonas: Zona Marinha ou baixo estuário, onde há a ligação com o mar aberto e elevada salinidade (<30%); zona de mistura ou médio estuário, onde ocorre a mistura de água salina com água fluvial; zona fluvial ou alto estuário, caracterizada por presença de água doce que recebe influência da ação diária das marés (Dionne 1963, Fairbridge 1980, Kjerve 1989).

Tabela 2 - Definições de estuários com ênfase nas variáveis ambientais: salinidade, fatores geomorfológicos, fatores ecológicos, diluição da água do mar e maré

AUTOR	DEFINIÇÃO
<b>Ketchum (1951)</b>	<i>“Um estuário é um corpo de água em que a água fluvial se mistura e dilui a água do mar mensuravelmente”.</i>
<b>Dionne (1963)</b>	<i>“Estuário é uma entrada do mar para o vale do rio até o limite de subida das marés, sendo normalmente divisível em três setores: a) uma ligação marítima ou inferior do estuário, em conexão livre com o mar aberto; b) um estuário intermediário, sujeito a intensa mistura de água do mar e de água doce, e c) um estuário superior ou fluvial, caracterizado por água doce, mas sujeito à ação das marés diárias”.</i>
<b>Pritchard (1967)</b>	<i>“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”.</i>
<b>Day (1980)</b>	<i>“Um estuário é um corpo costeiro parcialmente fechado, que pode ser permanentemente ou periodicamente aberto ao mar. Há uma variação mensurável de salinidade, derivada da mistura da água do mar com a água fluvial proveniente da drenagem da terra”.</i>
<b>Kjefve (1989)</b>	<i>“Estuário é um ambiente costeiro com conexão restrita com o oceano adjacente à qual permanece aberta pelo menos intermitente”.</i>
<b>Dalrymple et al. (1992)</b>	<i>“Estuário é a porção larga de um sistema de vale afogado, que recebe sedimentos de ambas as fontes fluviais e marítimas e que contém fácies influenciadas por marés, ondas e processos fluviais. Estende-se desde o limite entre terra e fácies de maré em sua cabeceira até o limite mais largo das fácies costeiras na sua foz”.</i>
<b>Perillo (1995)</b>	<i>“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”.</i>
<b>Tomczak (1996)</b>	<i>“Estuário é um corpo d’água costeiro semifechado estreito com conexão livre com o mar aberto, pelo menos, de forma intermitente, em que a salinidade da água está bastante diferente da salinidade no oceano aberto”.</i>
<b>Eliot &amp; Mclusky (2002)</b>	<i>“Estuário é onde começam e terminam os limites dos critérios relativos em termos de sua biologia, física, química, natureza geográfica e unidades sócio-econômicas”.</i>

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está localizada no Nordeste do Pará na região da Costa Atlântica do Salgado Paraense e detalhada na figura 1. O município de São Caetano de Odivelas está localizado nas coordenadas  $-0.747766^\circ$  latitude e  $-48.020621^\circ$  longitude, a 100 km ao norte da cidade de Belém, na margem direita da baía do Marajó (Faure 2013). A cidade é banhada pelo estuário Mojuim e limitado ao norte pelo oceano Atlântico. Sua região estuarina é formada por depósitos fluviomarinhos holocênicos e depósitos de pântanos e mangues holocênicos (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE 2008).

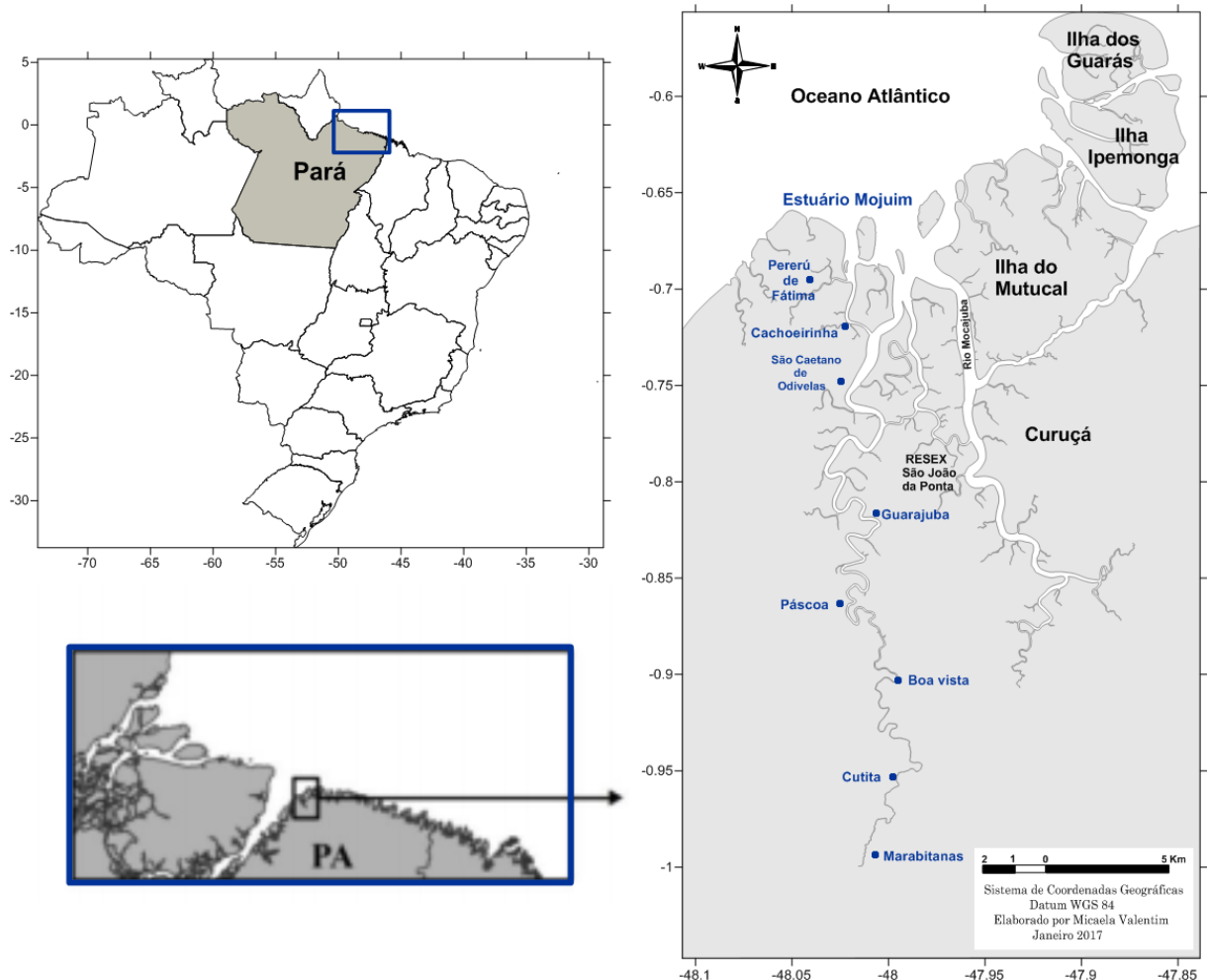


Figura 1- Mapa de localização do estuário Mojuim, São Caetano de Odivelas-PA

#### 4.1.1 Geomorfologia

A região do estuário Mojuim, assim como o restante do litoral paraense, apresenta particularidades morfológicas, no que se destaca a ocorrência de um grande número de reentrâncias na sua linha de costa. A geomorfologia local apresenta uma costa formada por vales fluviais, parcialmente submersos em decorrência do aumento do nível relativo do mar durante o Holoceno (Prost *et al.* 2001).

O município de São Caetano de Odivelas está compartimentado em três classes: Tabuleiro (76,7%), Pediplano (1%), Planície (22,4%) (Figura 2). As duas primeiras situam-se no domínio das Bacias Sedimentares e Coberturas Inconsolidadas caracterizadas por relevos suavemente inclinados onde ocorrem processos erosivos. Já a planície, no domínio dos depósitos sedimentares inconsolidados, área plana onde pode ocorrer planícies fluviomarinhas (área de mangue) e planícies marinhas (praias), as quais podem estar sujeitas ou não a inundações periódicas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE 2008, MMA 2014).

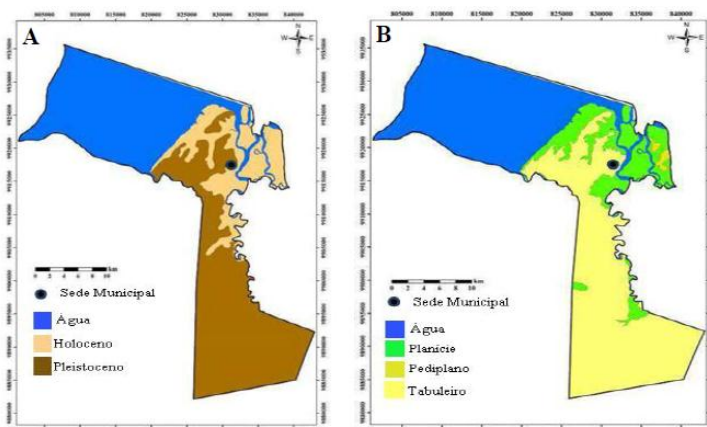
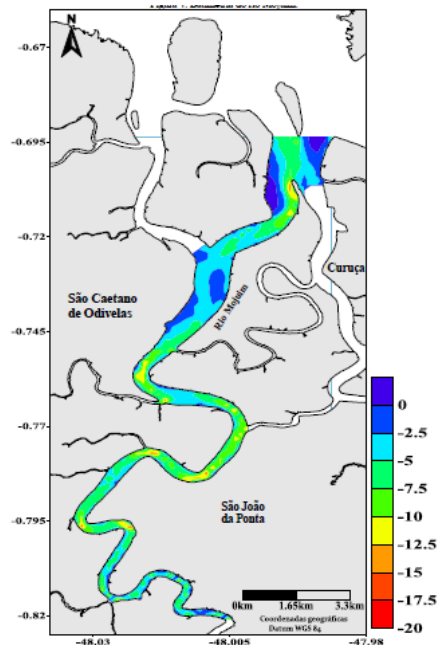


Figura 2 - Distribuição da Geologia (a) e da Geomorfologia (b) do município de São Caetano de Odivelas/PA.

Fonte: (MMA 2014)

O estuário apresenta geometria em forma de funil, com alta razão largura/profundidade onde a largura da seção estuarina diminui gradativamente a montante, e apresenta um padrão de canal sinuoso. Em seção transversal o estuário do Mojuim apresenta barras arenosas quilométricas (>2km), muitas das quais colonizadas por vegetação de mangue, formando ilhas. (Prost *et al.*,2001). O rio apresenta cotas batimétricas variando de 0,3 a 14,5m com média de 4,5m (Figura 3) (Rocha 2015).



Fonte: adaptado de Rocha, 2015; Baia, 2016

Figura 3 - Batimetria do rio Mojuim.

#### 4.1.2 Hidrografia

O Mojuim é o principal rio da bacia hidrográfica do município de São Caetano de Odivelas, limita a cidade a sudoeste e segue em direção norte até desaguar no oceano Atlântico (Figura 1). O estuário do Mojuim é caracterizado por ser um rio meandrante e possui conexões com estuário adjacente do rio Mocajuba, que banha o município de São João da Ponta e funciona como limite natural leste do município (MMA 2014). Há ocorrência de “furos” nas áreas mais baixas, próximas ao litoral. Furos são canais naturais, geralmente utilizados como “atalhos” na navegação flúvio-marinha. Dentre os furos, destacam-se Macaca, Aracuteua e Santana (MMA 2014).

#### 4.1.3 Vegetação

A vegetação da região de São Caetano de Odivelas é dividida em quatro tipos: vegetação de restinga, mangue, vegetação de campo natural inundável e vegetação secundária. Existe o predomínio de mangue seguido de campos alagados e restingas. Essa diversidade é influenciada, em parte, pela dinâmica estuária e fluvial da região (Picanço 2012). Os manguezais no estuário Mojuim ocupam uma área de 138,6 km<sup>2</sup>. A foz do estuário apresenta a predominância de espécies florísticas de mangue como *Rhizophora mangle* L. e *Avicennia germinans* L. (Prost *et al.* 2001, Faure 2013).

#### 4.1.4 Aspectos Climáticos e Oceanográficos

Essa região é influenciada por um clima tropical úmido, classificado como do tipo AWA'A' (Costa *et al.* 1996). Entre as características desse clima está uma complexa estrutura de corrente oceânica e a presença de ventos alísios que fluem de nordeste durante todo o ano. A distribuição anual das chuvas é influenciada pela posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (Cavalcante 2007). A região apresenta temperatura média anual de 27° com pequena amplitude térmica (Martorano 1993) e precipitação média anual total entre 2400 e 3330 mm (Moraes *et al.* 2005). A variação sazonal de precipitação no Estado do Pará compreende duas estações, a chuvosa, de dezembro a maio com média de 1657 mm e a estação seca de junho a novembro com média de 487 mm (Moraes *et al.* 2005).

O estuário Mojuim possui uma vazão fluvial de 95,87 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> no período chuvoso (Rocha 2015), sendo classificado como bem misturado (Prost *et al.* 2001, Rocha 2015). É influenciado por um regime de macromarés semidiurnas, com amplitudes maiores que 4 metros. No período seco, o estuário apresenta velocidade da corrente de enchente entre 0,4 m.s<sup>-1</sup> e 1,9 m.s<sup>-1</sup> e de vazante entre 0,2 m.s<sup>-1</sup> e 1,67 m.s<sup>-1</sup> e no período chuvoso a velocidade de enchente apresenta valores entre 0,2 m.s<sup>-1</sup> e 1,3 m.s<sup>-1</sup> e de vazante de 0,6 m.s<sup>-1</sup> a 1,8 m.s<sup>-1</sup> (Rocha 2015).

#### 4.1.5 Aspectos Socioeconômicos

A população tradicional do Salgado Paraense é formada, sobretudo, por pescadores artesanais, catadores de mariscos e por pequenos agricultores. Há comunidades onde a atividade extrativa do caranguejo é a principal fonte de renda de seus moradores (Prost *et al.* 2001, MMA 2014). O grau de escolaridade da região é baixo, ligeiramente superior em mulheres que frequentemente saem das comunidades para procurar trabalho na cidade. O acesso à água em algumas comunidades é via sistema comunitário simplificado, formado por um conjunto de caixas d'água que fazem a distribuição para as residências (MMA 2014). A região apresenta saneamento precário e acúmulo de lixo (Prost *et al.* 2001).

Ao longo do estuário Mojuim existem duas Reservas Extrativistas (RESEX), as quais são utilizadas por populações tradicionais (Figura 4). A subsistência dessa região é baseada no extrativismo, pesca, cultivo de mariscos e na agricultura. Essas RESEX integram o sistema estuarino e compreendem áreas de manguezais, canais de maré e a áreas adjacentes a desembocadura dos rios.

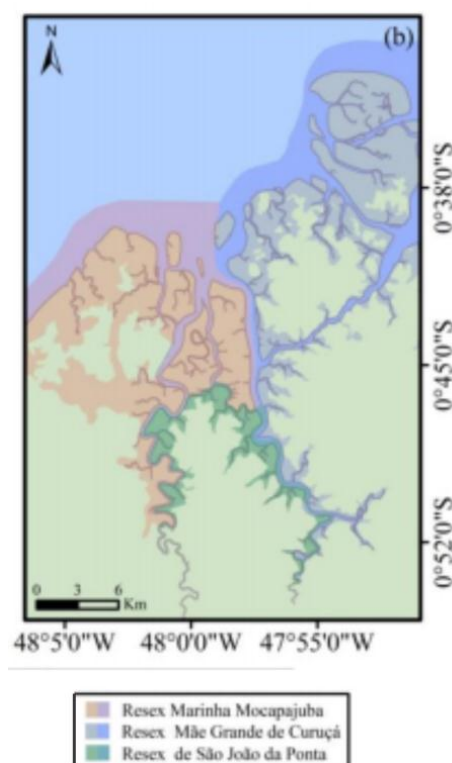


Figura 4 - Localização das RESEX de Mocapajuba, Mãe Grande de Curuçá e São João da Ponta

Fonte: adaptado de Santos, 2016

#### 4.2 LEVANTAMENTO DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Foram utilizados os dados da normal climatológica da estação de Tracuateua (1961-1990), os quais registraram eventos de El Niño e La Niña (Figuras 5 e 6) obtidos por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Os dados da precipitação anual de 2016 da estação meteorológica de São Caetano de Odivelas foram cedidos pelo do Laboratório de Pesquisa em Monitoramento Ambiental Marinho da Universidade Federal do Pará.

Estes dois municípios fazem parte da mesma faixa climática (clima equatorial, quente e úmido) (IBGE,1978). A disponibilidade dos dados da estação de Tracuateua permitiu a aplicação da técnica do Quantis para classificar os períodos sazonais de São Caetano de Odivelas, de acordo com a pluviosidade, além de definir os seus intervalos extremos.

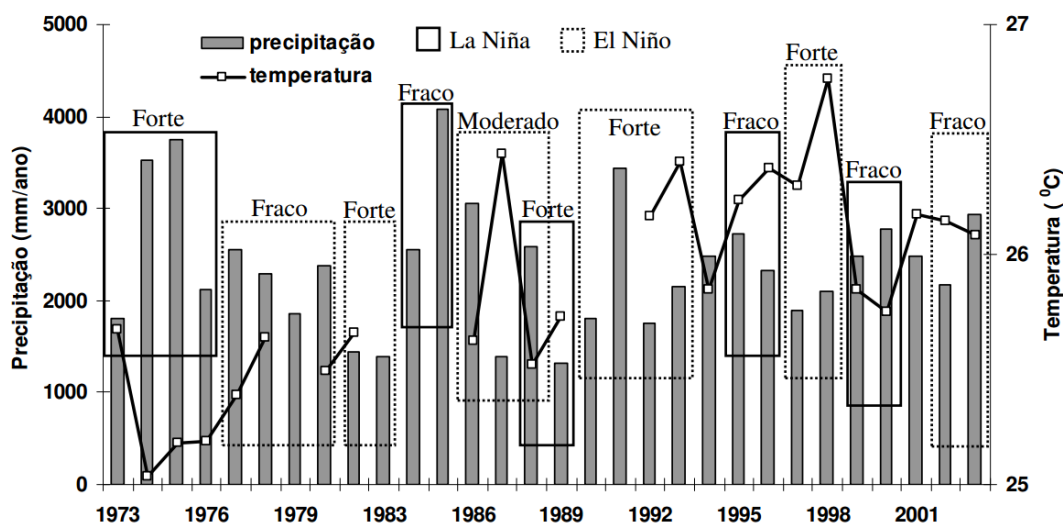


Figura 5 - Série de tempo de precipitação e temperatura entre 1973 e 2003 na estação meteorológica de Tracuateua, Pará, Forte e Fraco corresponde a intensidade dos eventos.

Fonte: Cavalcante 2007

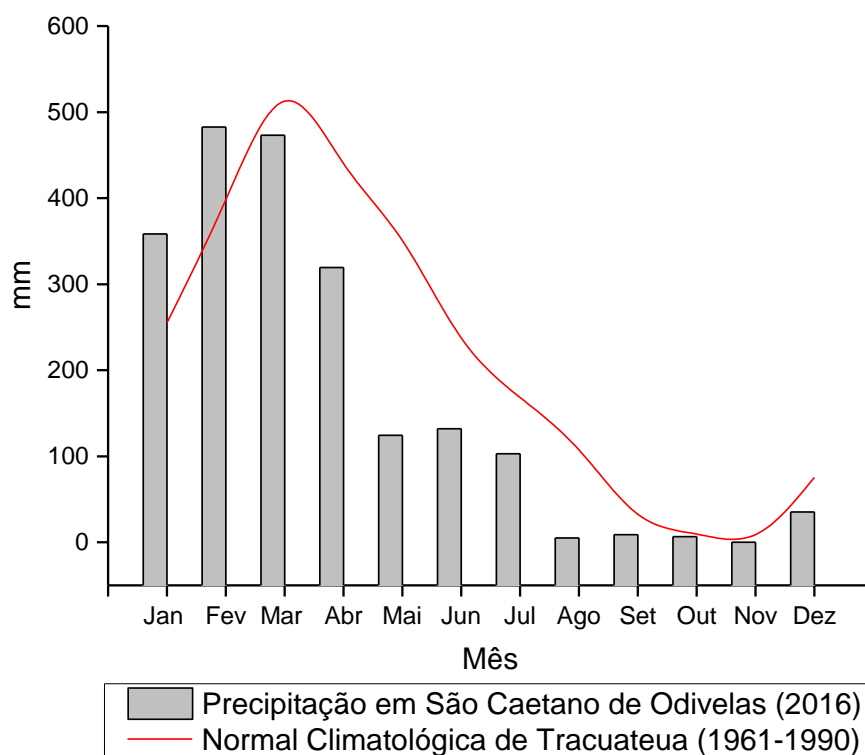


Figura 6 - Relação da Precipitação em São Caetano de Odivelas no ano de 2016 e a normal climatológica de Tracuateua (1961-1990)

A técnica do Quantis (Pinkayan 1966, Xavier & Xavier 1999, Monteiro *et al.* 2012) nos dados de precipitação de Tracuateua baseou-se nas mesmas ordens quantílicas adotadas por (Pinkayan, 1966; Xavier e Xavier, 1999) ( $p = 0,15; 0,35; 0,65; 0,85$ ) para determinar os intervalos dos eventos.

O quantil de ordem  $p$ , pode ser aplicado a uma série mensal de chuva acumulada  $x$  ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ) ao longo de certo tempo, para determinada área. Esta série pode ser representada como uma variável aleatória contínua e o quantil permite seccionar a distribuição desta após observações ao longo de  $n$  anos. Após a definição dos intervalos dos valores de  $p$ , expressos em termos percentuais  $p$  (%), é possível enquadrar determinado mês ( $x_i$ ) do ano de 2016, para a área estudada em: 1) Muito Seco; 2) Seco; 3) Normal; 4) Chuvoso e 5) Muito Chuvoso (Tabela 3).

Tabela 3 - Intervalo das ordens quantílicas.

INTERVALO	QUANTIL	QUANTIL (%)
<b>MUITO SECO</b>	$x_i \leq p_{0,15}$	$x_i \leq p_{15\%}$
<b>SECO</b>	$p_{0,15} < x_i \leq p_{0,35}$	$p_{15\%} < x_i \leq p_{35\%}$
<b>NORMAL</b>	$p_{0,35} < x_i < p_{0,65}$	$p_{35\%} < x_i < p_{65\%}$
<b>CHUVOSO</b>	$p_{0,65} \leq x_i < p_{0,85}$	$p_{65\%} \leq x_i < p_{85\%}$
<b>MUITO CHUVOSO</b>	$x_i \geq p_{0,85}$	$x_i \geq p_{85\%}$

#### 4.3 AMOSTRAGEM DE SALINIDADE E TURBIDEZ

Foram realizadas oito campanhas oceanográficas mensais para coleta de dados de salinidade e turbidez no estuário Mojuim, de julho de 2016 a fevereiro de 2017 durante a maré de sizígia. As estações amostrais foram distribuídas equidistantes 1.000 metros ao longo do eixo longitudinal no estuário

A salinidade e turbidez foram medidas *in situ* em cada estação utilizando o medidor multiparâmetros (HORIBA U-50), em superfície (0,5 m) e Fundo (até 10 m). A campanha iniciava duas horas antes da preamar e terminava na seção superior do estuário quando a salinidade detectada era menor que 0,5. Devido a isso, no mês de julho a amostragem ocorreu até a estação 36 (salinidade  $< 0,5$ ) totalizando 36 quilômetros, enquanto no mês de novembro a amostragem ocorreu até a estação 50 (salinidade  $< 0,5$ ) totalizando 50 quilômetros (Tabela 4). Dessa forma, para salinidade, o trajeto amostral abrangeu 50 km ao longo do estuário e para turbidez o trajeto amostral abrangeu 36 km. Ambos os trajetos foram divididos em

setores, utilizando o critério da distância, para facilitar a visualização da dinâmica das zonas halinas e das zonas de maiores e menores turbidez. Assim, para a salinidade o estuário foi dividido em 5 setores com 10 km cada e para a turbidez a divisão foi de 3 setores com 12 km cada.

Tabela 4 - Número de estações amostradas por campanha

<b>ANO</b>	<b>MÊS</b>	<b>Nº DE ESTAÇÕES</b>
<b>2016</b>	Julho	36
	Agosto	39
	Setembro	45
	Outubro	47
	Novembro	50
	Dezembro	48
<b>2017</b>	Janeiro	37
	Fevereiro	37

#### 4.3.1 Análise Estatística

Os dados de salinidade e turbidez foram tratados no software Origin 9.0. Inicialmente optou-se por fazer a análise descritiva, considerando os valores médios, desvio padrão e desvio médio dos valores de salinidade e turbidez em cada mês de amostragem.

Utilizou-se análise de variância (ANOVA) para avaliar os limites do estuário baseado nos dados de salinidade, considerando dois aspectos e suas interações: setores e período de amostragem. Utilizando 5 setores para a salinidade, onde o setor 1 representa a foz do estuário e o setor 5 a montante. As variações entre os meses foram agrupadas em períodos: chuvoso (janeiro e fevereiro de 2017), intermediário (junho e agosto de 2016) e seco (novembro e dezembro de 2016). Este agrupamento considerou tanto as variações climatológicas quanto as correlações entre os valores de salinidade obtidos mensalmente.

A análise da variabilidade da turbidez, utilizou os mesmos aspectos empregados para salinidade. Utilizando a divisão em 3 setores, onde o setor 1 representa a foz e o setor 3 fica mais a montante do estuário.

#### 4.4 LEVANTAMENTO DE DADOS SOCIOAMBIENTAIS

Foram aplicados questionários quali-quantitativos (APÊNDICE) para comunidades localizadas em diferentes extensões do estuário Mojuim (da foz à montante). As perguntas foram pré-determinadas e apresentavam uma relação continuada, assim, a última pergunta apresentou o maior grau de especificidade no assunto (Figura 7). O questionário foi dividido em dois blocos: 1. Perfil do entrevistado, com perguntas relacionadas a sexo, idade, escolaridade e ocupação; 2. Conhecimento Ambiental, com perguntas relacionadas à salinidade, ao pescadeo e à sazonalidade dos eventos da intrusão salina. As perguntas do bloco dois foram realizadas com um auxílio do mapa da região que apresentava toda a extensão do estuário Mojuim. As perguntas foram aplicadas em moradores que realizavam alguma atividade voltada ao estuário Mojuim, como pesca, extração de caranguejo e mariscos.



Figura 7 - Aplicação do questionário de percepção ambiental nas vilas do estuário Mojuim-PA

## 5 RESULTADOS

### 5.1 PERÍODOS SAZONAIS CLIMÁTICOS DE SÃO CAETANO

O estuário Mojuim, em 2016, apresentou três períodos sazonais distintos: Período chuvoso de janeiro a abril, com precipitação máxima de 482,73 mm; período intermediário de maio a julho, com precipitação máxima de 132 mm e período seco de agosto a dezembro, com precipitação máxima de 35,2 mm (Figura 8). Os meses de fevereiro e março se enquadraram no evento extremo Muito Chuvoso (acima de 85%), e os meses de janeiro e abril no evento Chuvoso. Todos os meses do período intermediário estão no evento Normal (35-65%). No período seco os meses de agosto a novembro se enquadraram no evento extremo Muito Seco (abaixo de 15%) e o mês de dezembro no evento Seco (Figura 8).

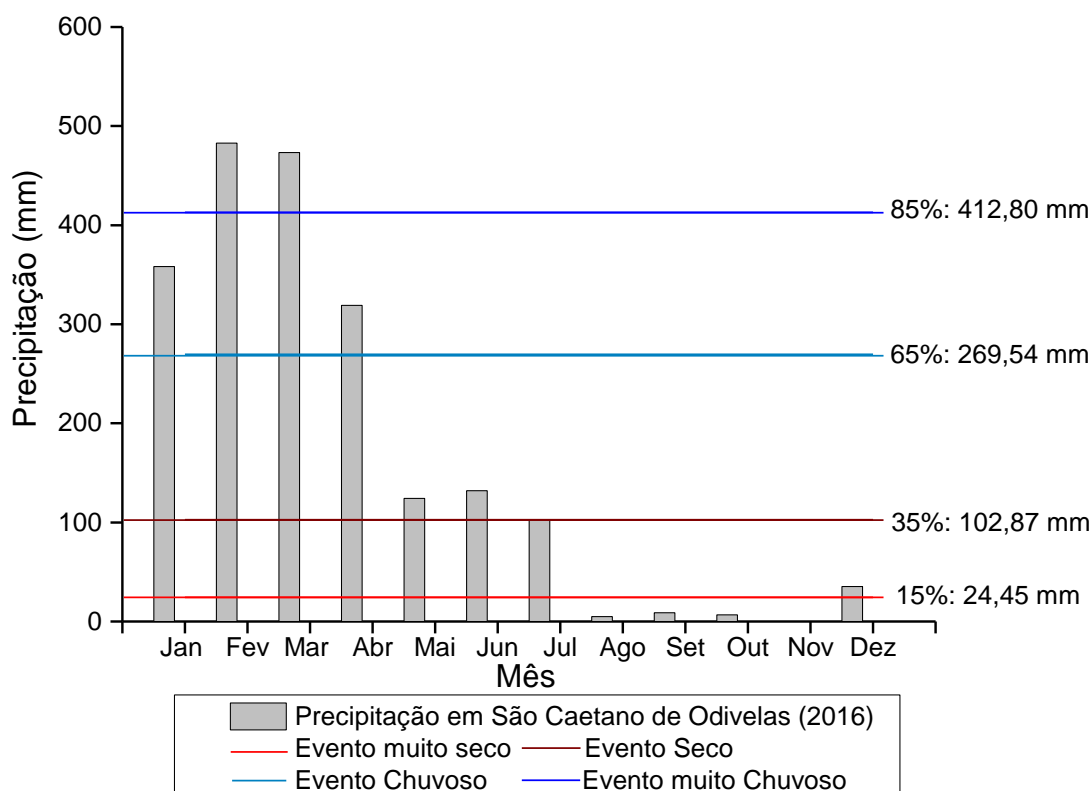


Figura 8 - Classificação dos meses de 2016 quanto a precipitação nos intervalos quânticos, segundo Xavier & Xavier 1999.

### 5.2 SALINIDADE

No estuário Mojuim a salinidade apresentou menores valores médios ( $7,7 \pm 6,67$ ) em fevereiro de 2017 e os maiores ( $22,99 \pm 12,63$ ) em novembro de 2016. A coluna d'água não apresentou variações significativas entre os valores de salinidade coletados na superfície e

fundo, não sendo verificadas, portanto, estratificação na coluna d'água, conforme já descrito previamente por Rocha (2015). Deste modo, optou-se por utilizar o valor médio de salinidade.

Verificou-se um gradiente decrescente de salinidade da foz em direção a montante do estuário, com máximas salinidades próximo a foz durante todos os meses de coleta (Figura 9). Contudo, a intrusão das águas salinas no estuário atingiu distâncias diferenciadas em cada mês, sendo que em novembro a água salobra atingiu cerca de 50 km do estuário a partir da foz.

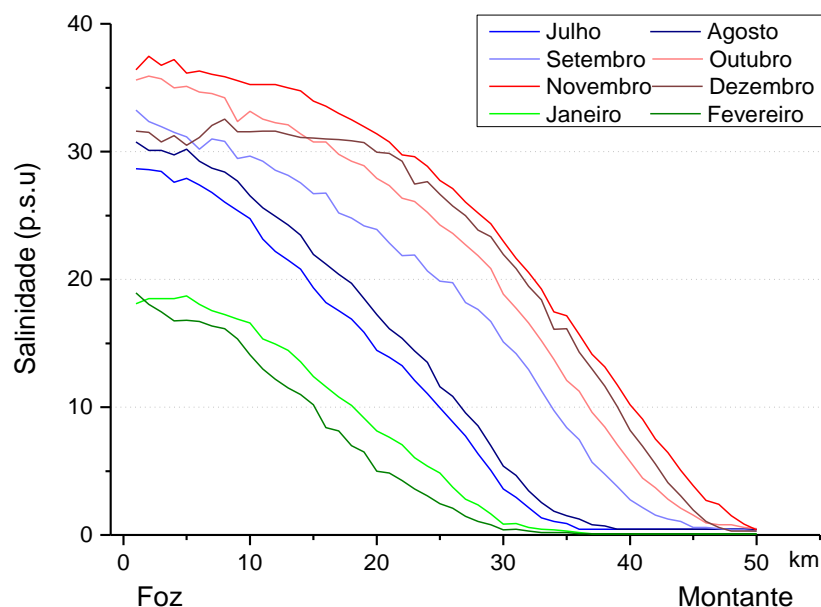


Figura 9 - Variação da salinidade nos meses de amostragem, de julho de 2016 à fevereiro de 2017.

À medida que a precipitação diminui, os gradientes de salinidade aumentaram. Contudo, os dados de salinidade não se agruparam perfeitamente aos períodos sazonais. Estes casos incluem os valores de salinidade do mês de julho (período intermediário em evento normal) que são semelhantes e sem variação significativa ( $p > 0,05$ ), aos de agosto (período seco em evento Muito Seco); e os dados de salinidade observados em setembro e dezembro, que apresentaram amplas diferenças, mesmo ambos classificados como período seco.

Devido a estas divergências, para a apresentação dos demais resultados desse trabalho, as análises estatísticas não contemplaram os dados de salinidade do mês de setembro e dezembro. O agrupamento dos períodos sazonais considera a relação entre os dados climatológicos e o padrão da salinidade. Dessa forma, o período chuvoso compreende as

coletas realizadas em janeiro e fevereiro de 2017; o período intermediário agrupa julho e agosto de 2016 e o período seco os meses de outubro e novembro de 2016 (Figura 10).

Neste agrupamento, o período chuvoso apresentou média de salinidade de  $8,5 \pm 0,8$ ; aumentando para  $15,99 \pm 0,37$  no período intermediário; e para  $22,38 \pm 0,61$  no período seco.

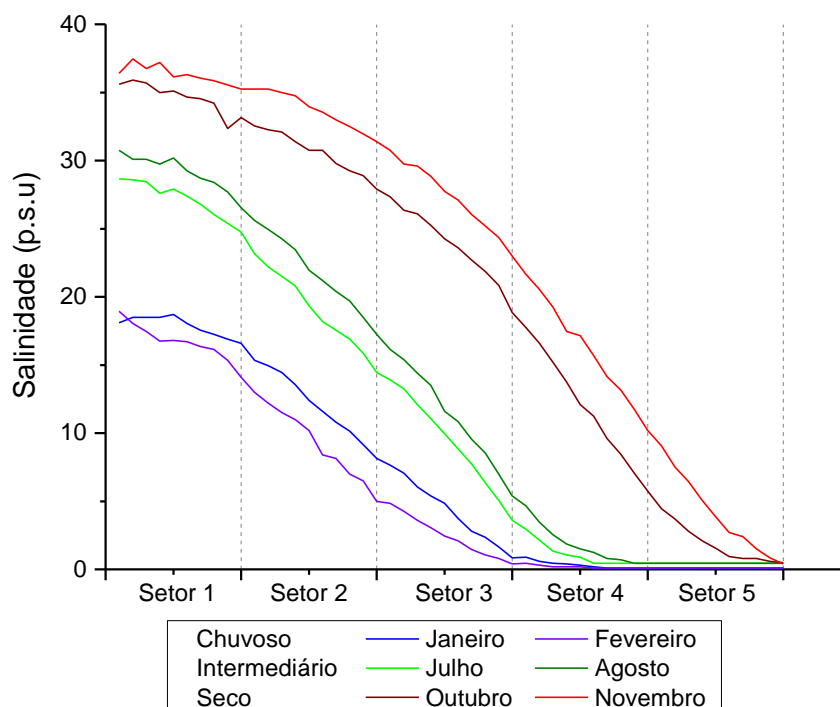


Figura 10 - Variação da Salinidade nos período chuvoso, intermediário e seco.

### 5.2.1 Classificação de Veneza

As águas do estuário Mojuim durante o período chuvoso apresentam quatro zonas halinas definidas pela classificação de Veneza. As águas polihalinas ficam restritas a foz, primeiros 2 km do mês de fevereiro e a 6 km no mês de janeiro; seguidas das águas mesohalinas e oligohalinas que se estendem até 30 km, aproximadamente, e o trecho final do estuário (20 km) está inserido na zona de água doce (Figura 11).

No período intermediário, a zona polihalina se estende por toda a foz até o primeiro meandramento estuarino (~18 km), é seguida pelas águas mesohalinas e oligohalinas que se estendem até aproximadamente 30km, como no período chuvoso. Apenas no mês de agosto ocorreu a presença da zona euhalina nos primeiros quilômetros da foz.

No período seco há cinco zonas halinas no estuário. A foz estuarina é caracterizada pela presença de águas euhalinas, que adentram o estuário à medida que o período seco se intensifica. No mês de novembro estas águas mais salinas penetram o estuário até 22km. As

zonas poli, meso e oligohalina se estendem até 48 km adentro do estuário, dessa forma temos presente apenas uma pequena zona de água doce até 50 km.

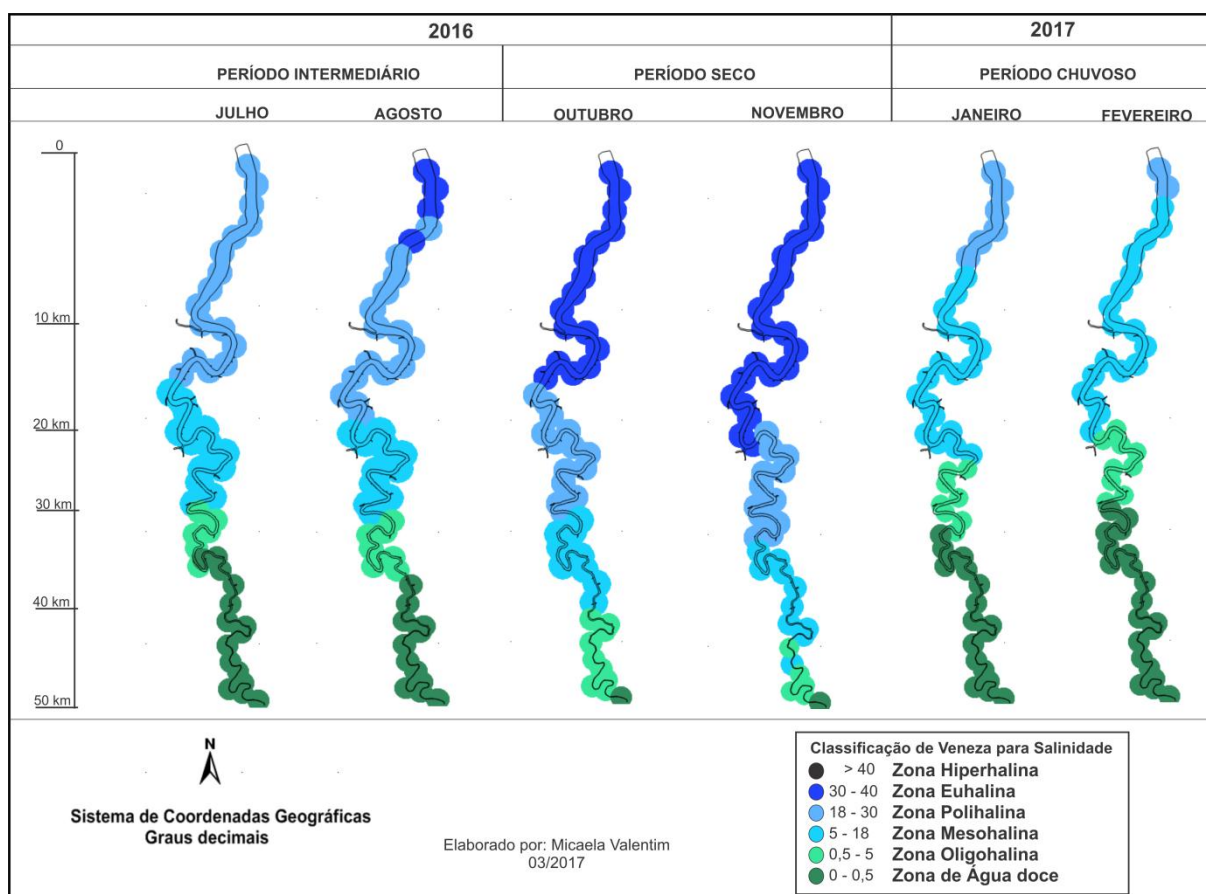


Figura 11 - Classificação de Veneza para salinidade nos períodos Chuvoso, Intermediário e Seco.

### 5.3 TURBIDEZ

No estuário Mojuim a turbidez média foi de  $344,32 \pm 48,22$  NTU no período chuvoso,  $173,91 \pm 19,26$  NTU no intermediário e  $215,16 \pm 42,09$  NTU no período seco. Os menores valores médios da coluna d'água ( $154,65 \pm 203,09$  NTU) ocorreram em julho de 2016 e os maiores ( $408,97 \pm 293,86$  NTU) em janeiro de 2017.

Os valores de turbidez coletados na superfície e fundo são diferentes ( $p < 0,05$ ), com as maiores concentrações ocorrendo próximo ao fundo chegando a valores de 1000 NTU (limite de detecção do equipamento utilizado) (Figura 12). Verificou-se nos três períodos de coleta um gradiente crescente de turbidez da foz em direção a montante do estuário, com as concentrações máximas, acima de 500 NTU, ocorrendo nas regiões de meandramento fluvial.

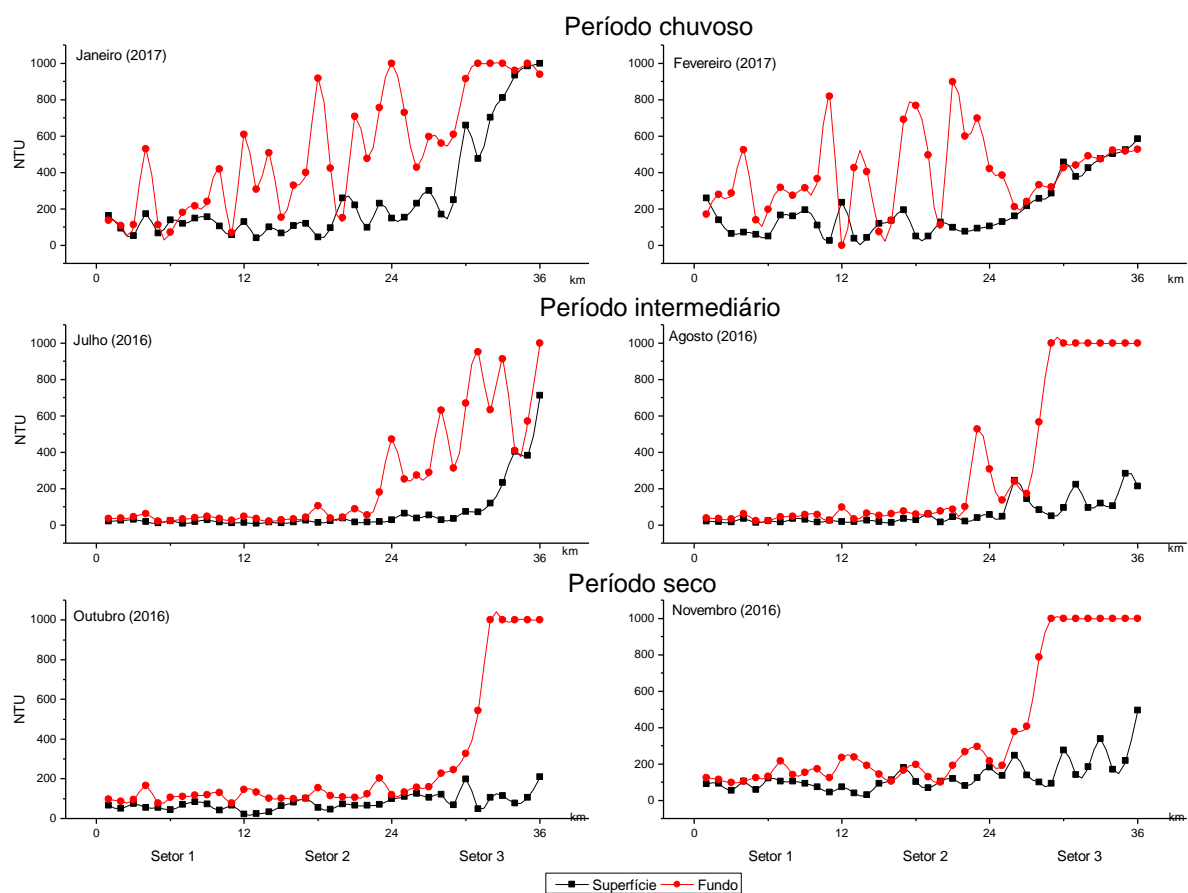


Figura 12 - Variação da Turbidez na superfície e fundo.

#### 5.4 RELAÇÃO SALINIDADE E TURBIDEZ

A variação espacial e temporal da salinidade e turbidez foi avaliada baseando-se em três setores (12 km cada, n=36 estações amostrais). O setor 1 corresponde aos doze primeiros quilômetros da foz estuarina, e o setor 2 e 3 correspondem a região meandrante do estuário. A salinidade e turbidez apresentaram relação inversa (Figura 13).

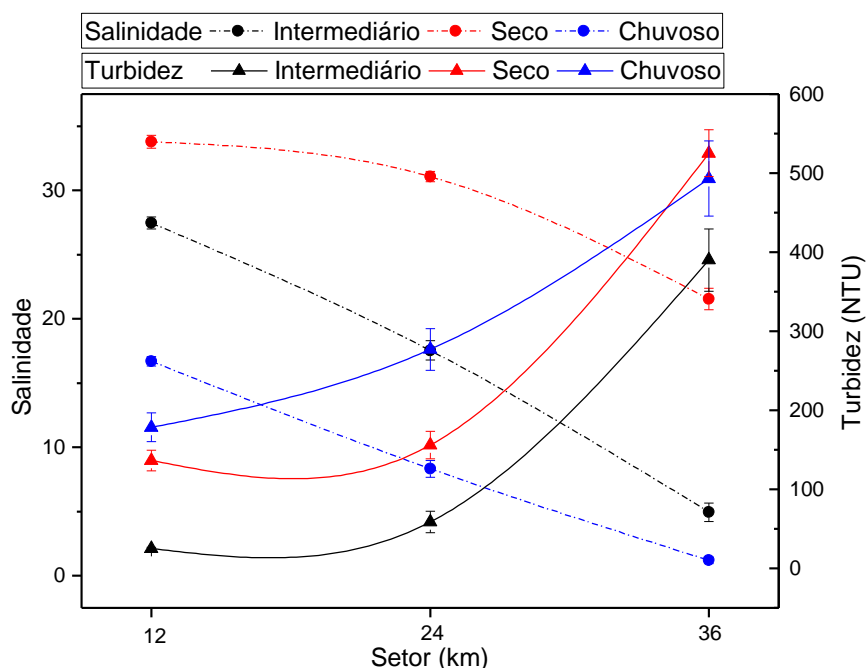


Figura 13 – Relação entre salinidade e turbidez entre os setores do estuário.

No período chuvoso, o setor 1 apresentou média de salinidade e turbidez de  $16,7 \pm 1,79$  e  $196,03 \pm 19,65$  NTU respectivamente; para o setor 2 a salinidade foi  $8,32 \pm 0,65$  e a turbidez foi  $302,07 \pm 28,17$  NTU e no setor 3 a salinidade apresentou média de  $1,2 \pm 0,25$  e a turbidez  $543,87 \pm 51,28$  NTU. A maior variância dos valores de salinidade ocorreu no setor 2 enquanto que a turbidez variou significativamente no setor 3.

No período intermediário, o setor 1 apresentou média de salinidade e turbidez de  $21,45 \pm 0,46$  e  $30,69 \pm 2,10$  NTU, respectivamente; de  $17,54 \pm 0,74$  e  $67,06 \pm 14,48$  NTU de salinidade e turbidez, respectivamente, no setor 2; e  $4,95 \pm 0,72$  e  $423,98 \pm 42,38$  NTU de salinidade e turbidez, respectivamente, no setor 3. Nesse período, os setores 2 e 3 apresentaram maior variância de salinidade, enquanto que a turbidez apresentou maior variação apenas no setor 3.

No período seco, as médias de salinidade foram  $33,79 \pm 0,50$ ,  $31,09 \pm 0,40$  e  $21,54 \pm 0,82$  para o setor 1, 2 e 3, respectivamente; e as médias de turbidez foram  $150,83 \pm 14,01$ ,  $171,54 \pm 19,72$  e  $569,51 \pm 31,73$  NTU para os três setores, (Figura 14) respectivamente. Nesse período o setor 3 apresentou maior variância, tanto para salinidade quanto para turbidez.

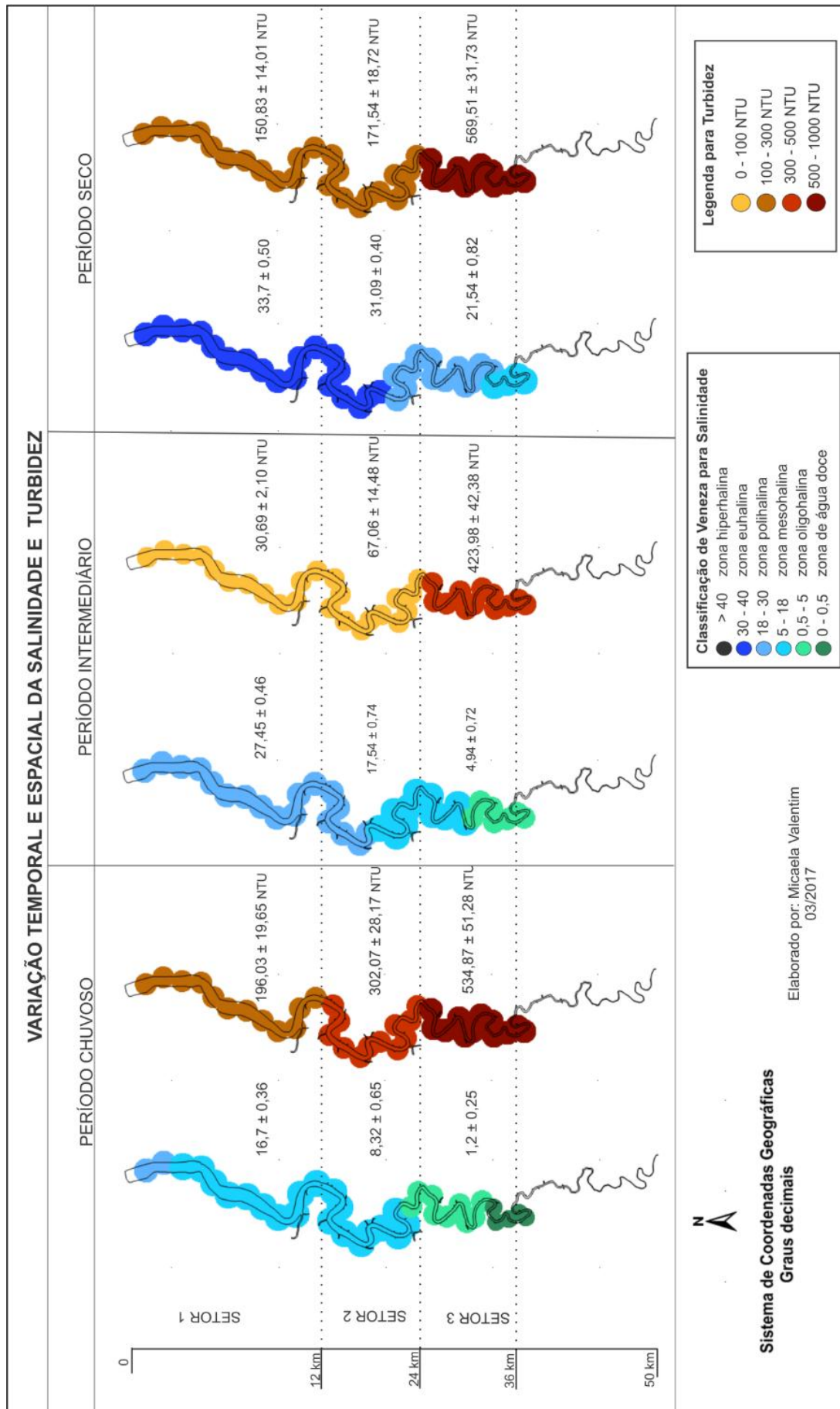


Figura 14 - Variação espacial da salinidade e turbidez entre os setores.

## 5.7 SETORIZAÇÃO DA SALINIDADE

A divisão do sistema estuarino em cinco setores diferentes ( $p > 0,05$ ) para salinidade demonstra que: o Setor 1 (foz) apresenta média anual de  $26,95 \pm 0,98$ ; o setor 2 com média de  $21,04 \pm 1,19$ ; setor 3 com valor de  $13,00 \pm 1,26$  e setor 4 e 5 com valores de  $5,19 \pm 0,87$  e  $1,15 \pm 1,89$ , respectivamente (Figura 15).

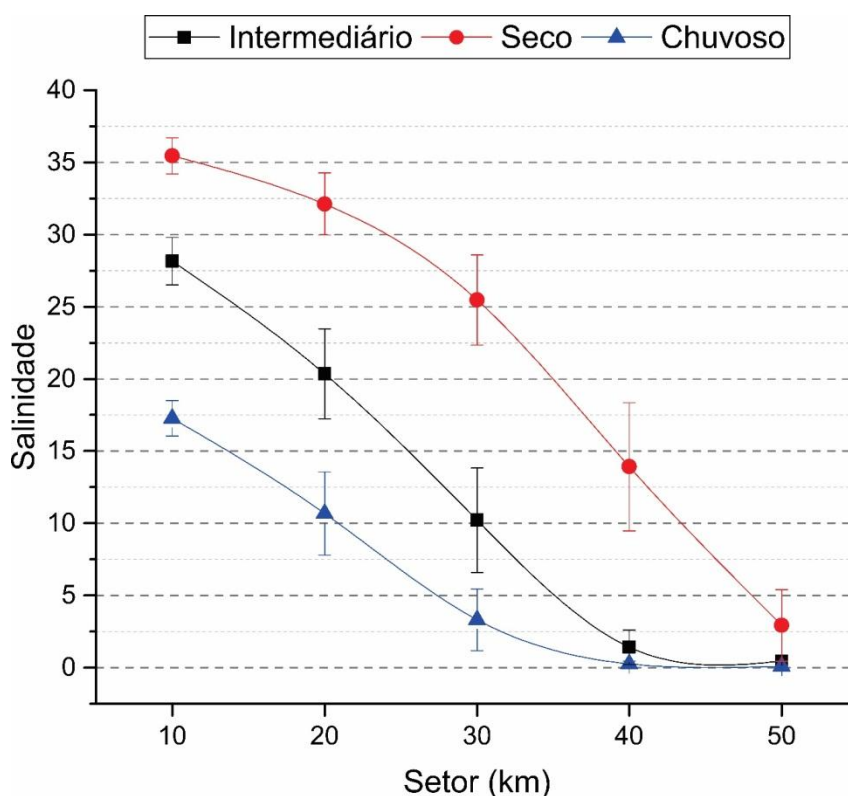


Figura 15 - Variação da salinidade no estuário Mojuim no período intermediário, chuvoso e seco, durante julho de 2016 à fevereiro de 2017.

A interação entre os cinco setores e os três períodos sazonais apresentaram variação significativa ( $p > 0,05$ ). O período chuvoso apresentou a salinidade média de  $6,32 \pm 0,69$  e os menores valores de salinidade dos setores entre os períodos. Com média de  $17,26 \pm 0,27$  para o setor 1; de  $10,67 \pm 0,64$  para o setor 2 e  $3,32 \pm 0,47$  para o setor 3 e por fim setor 4 e 5 com salinidades médias de  $0,25 \pm 0$  e  $0,1 \pm 0$ , respectivamente.

Para o período intermediário a salinidade média foi de  $12,11 \pm 1,24$ . Com o setor 1 apresentando o valor de  $28,15 \pm 0,37$  para salinidade; setor 2 com  $20,36 \pm 0,69$ ; setor 3 com salinidade de  $10,21 \pm 0,81$  e os setores 4 e 5 que apresentaram salinidades próximas com média de  $1,4 \pm 0,2$  e  $0,45 \pm 0$ , respectivamente.

O período seco apresentou salinidade média de  $21,97 \pm 1,10$  e os maiores valores de salinidade para os setores entre os períodos. Setor 1 com salinidade média de  $35,45 \pm 0,28$ ;

setor 2 com  $32,11 \pm 0,48$ ; setor 3 com valor de  $25,47 \pm 0,69$ ; setor 4 com valor de  $13,92 \pm 0,99$  e por fim setor 5 com salinidade média de  $2,95 \pm 0,27$ . Em todos os períodos sazonais, o setor 3 teve a maior variação, enquanto que o setor 5 no período chuvoso e intermediário não apresentou variação (Figura 16).

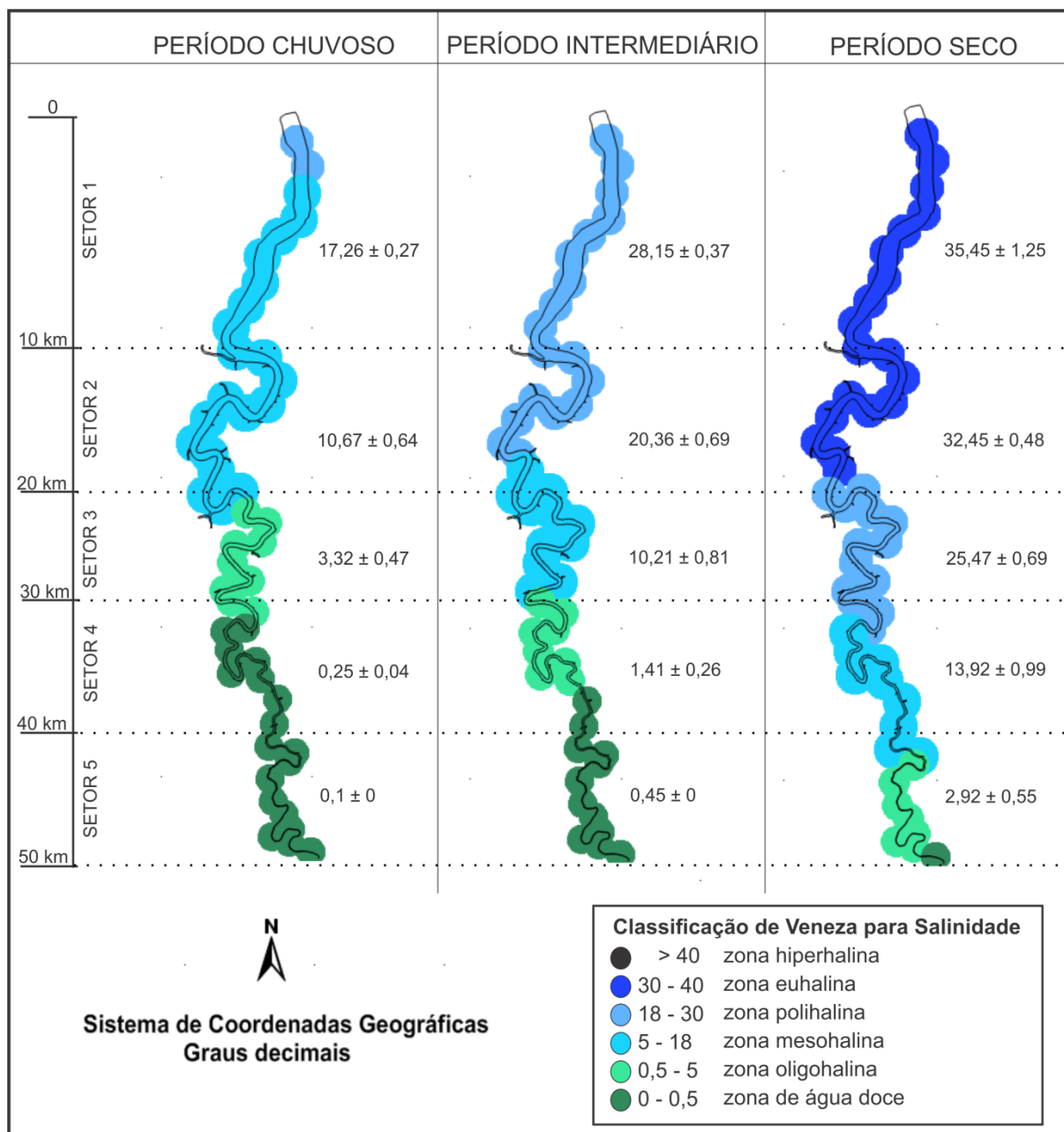


Figura 16 - Variação espacial e temporal da salinidade nos setores

## 5.8 PERCEPÇÕES AMBIENTAIS SOBRE INTRUSÃO SALINA

Dos 29 entrevistados, 89,6% eram homens, 44,82% possuía mais de 51 anos e 31,03% entre 31 e 40 anos. Destes, 27,58% nunca foram a escola e 37,93% não concluiu o ensino médio. A maioria (68,96%) trabalha com pesca, sendo apenas um deles do gênero feminino.

Os questionamentos ambientais mostraram que 72,41% não apresentava conhecimento sobre a definição do termo "salinidade". Apesar da ausência do conhecimento, 24,13% dos entrevistados indicaram que o "sal" entrava no rio no período chuvoso e para todos (100%) os entrevistados o "sal" entra no rio no período seco. Esta entrada de "sal" ocorre, para 44,82% dos entrevistados, no mês de maio, quando há redução das chuvas. A avaliação da entrada do sal é feita de forma empírica pelos moradores entrevistados, como por exemplo, notar a mudança da coloração da água com a intrusão salina (água mais verde ou mais clara) e sentir o sabor da água mais salgada.

Ressalta-se que os 27,58% de entrevistados que notaram algumas mudanças no rio, destacaram aspectos como: diminuição da água preta, presença de água salobra na porção a montante fluvial (50 km), próximo à vila Cutita, e diminuição dos peixes de água doce (entrevista concedida pelo pescador João Pereira, 89 anos). Outro entrevistado, o Sr. Jonielson Júnior, também indicou que há 12 anos a salinidade não chegava até a vila Cutita e, atualmente, a água salobra atinge esta região no período seco. Ambos os entrevistados perceberam estas mudanças a partir da presença de peixes típicos de água salinas e salobras nesta região, alguns dos peixes citados foram, Mapará, Corvina, Gurijuba, Pescada amarela, Piaba e Banderada.

Os demais entrevistados (72,41 %) não notaram mudanças relacionadas a entrada de sal. Entretanto, percebemos que as respostas dos moradores eram baseadas na região em que o entrevistado vivia e/ou exercia sua atividade. Por exemplo, os entrevistados que moravam próximo a foz do estuário mostraram dificuldade para indicar no mapa até que região o "sal" alcançava. Enquanto que os moradores mais a montante apresentaram maior facilidade.

## 6 DISCUSSÃO

A zona de convergência intertropical (ZCIT) é o fenômeno de relevância climatológica para região tropical. Sua posição influencia a distribuição de chuvas anuais dessa região. A ocorrência de anomalias climatológicas e hidrológicas na região tropical, contudo, é geralmente associada ao evento do El Niño para anomalias negativas na precipitação e descarga fluvial e a La Niña para anomalias positivas na precipitação e descarga fluvial Cavalcante (2007). Porém, de acordo com Cavalcante (2007), essa relação não é direta e existem diferenças regionais em relação à amplitude e duração destes eventos. As relações de causa e efeito são complexas devido às interações não lineares dos mais diversos sistemas (atmosfera, oceano, terra).

Dessa forma, no estuário Mojuim, os eventos extremos de Muito Chuvoso para os meses de fevereiro e março e Muito Seco para os meses de agosto, setembro, outubro e novembro não estão necessariamente relacionados a anomalias climatológicas do Niños. Além do mais, segundo o National Weather Service da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), entre as latitudes 5°N e 5°S, o ano de 2016 apresentou anomalias de temperaturas mais quentes ( $>0,5^{\circ}\text{C}$  do normal) para os meses de maior precipitação e temperaturas mais frias ( $<0,5^{\circ}\text{C}$  do normal) para os meses de menor precipitação.

Segundo Rocha (2015), este estuário apresenta o regime de macromarés semidiurnas com variações superiores a 5m e assemelha-se a outros estuários localizados no Salgado Paraense, como estuário do rio Caeté, Mocajuba e Gurupi (Cavalcante, 2007; Asp *et al.*, 2013; Santos, 2016). A maré atinge 56 quilômetros adentro do estuário Mojuim (Santos 2016) e, portanto, a descarga fluvial e o regime de marés podem ser destacados como as principais forçantes do comportamento da salinidade neste estuário.

Como resultado dessa relação, no mês de novembro, durante o máximo do período seco, houve a intrusão salina até 50 km, ou seja, somente a partir desta região a salinidade foi menor que 0,5. Esta intrusão salina ocorre pela combinação entre: ausência de precipitação que, conseqüentemente, favorece redução da vazão fluvial e pela influência da maré, a qual também se propaga nesta região durante o período seco conforme descrito por Santos (2016).

A salinidade apresentou um padrão típico de estuários amazônicos dominados por marés, com gradiente decrescente em direção a montante e média da salinidade menor no período chuvoso (Rocha 2015, Santos 2016; Asp *et al.* 2013). Todavia, as variações de salinidade apresentam uma resposta tardia à precipitação. No estudo de Cavalcante (2007), ele

discute que a climatologia e a hidrologia da região do litoral paraense podem ser influenciadas por diversos fatores e por suas complexas inter-relações, citando exemplos relacionados ao padrão de vento, posição da ZCIT e corrente Norte Brasileira. Isto pode explicar a semelhança do padrão da salinidade do mês de agosto, classificado climatologicamente como evento extremo Muito Seco, e do mês de julho (período intermediário com evento Normal), os quais são evidenciados pela presença da zona euhalina nos primeiros 6 km da foz.

A turbidez, assim como a salinidade, também foi influenciada pelas oscilações climatológicas, com maiores concentrações no período chuvoso, devido ao aumento da vazão fluvial e, conseqüentemente, do carreamento sedimentar. Ressalta-se, porém, que somente as concentrações de turbidez superficiais apresentaram um comportamento semelhante ao da salinidade, sendo que nas regiões com menores salinidades ocorreram as maiores concentrações de turbidez. Contudo, para as coletas no fundo, os valores de turbidez aumentaram em alguns pontos sem relação aparente com a salinidade.

A relação inversa entre a salinidade e a turbidez já era esperada no estuário Mojuim (Rocha 2015, Santos 2016). Isto ocorre devido a distribuição sedimentar no interior do estuário ser extremamente variável. Segundo Prost *et al.* (2010) e Baía (2016) a foz estuarina (setor 1) é caracterizada pela presença de um subambiente arenoso (areia fina à muito fina), indicando alta hidrodinâmica e o domínio marinho, corroborando assim com altas salinidades apresentadas nessa região e os baixos valores de turbidez.

Já os setores 2 e 3, caracterizados pelo meandramento do estuário e pelas maiores variações da salinidade e turbidez, estão sujeitos a ação flúvio-marinha e pela sedimentação predominantemente lamosa (Baia 2016). Nestes setores pode haver intensa ressuspensão sedimentar promovida pelas correntes fluviais e/ou de marés as quais acarretam o aumento nas concentrações de turbidez.

No setor 3 ocorrem os maiores valores de turbidez em todos os períodos do ano, os quais estão associados aos processos erosivos naturais nas margens externas (côncava) dos meandros (Baia 2016) e pelo aporte de sedimentos finos das planícies de inundação, principalmente no período chuvoso.

As características deste setor 3 podem indicar a presença de uma zona de máxima turbidez (ZMT) no estuário, com concentrações cerca de 10 vezes maiores que a média estuarina. A ZMT pode ser associada a presença da vegetação de mangue do tipo “Paliteiro” (Prost *et al.* 2010), com presença de *Rhizophora* sp. Esta vegetação é caracterizada por possuir

tamanho menor e estar localizada na margem do estuário onde existem zonas de erosão por ação das correntes de maré que impedem seu desenvolvimento (Faure 2013).

Na segmentação do estuário Mojuim em cinco setores halinos, em todos os períodos sazonais, o setor 3 apresentou maior variação, evidenciando assim a presença da zona de mistura proposta por Kjerve (1989). Neste setor as zonas halinas mudam completamente de um período para o outro, variando de oligohalina no período chuvoso para polihalina no período seco.

Esta zona de mistura varia de acordo com a sazonalidade, sendo que no período chuvoso está restrita a foz estuarina (setor 1 e 2), no período intermediário se estende entre 20 e 40 km (setor 2 e 4) e no período seco abrange para os setores 4 e 5.

Nesta setorização observa-se o domínio fluvial no estuário durante o período chuvoso e intermediário, já que o aumento da vazão fluvial ( $95,87 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ) (Rocha 2015) limita o avanço da maré e da intrusão salina. Devido a isso, o setor 5 de ambos os períodos não apresenta variação da salinidade. O contrário ocorre no período seco, quando a redução da vazão, devido à baixa precipitação permite o maior alcance da maré, que atinge até cerca de 56 km estuário acima (Santos 2016) e, conseqüentemente, a maior dispersão dos sais no estuário.

Deve-se considerar também que estes limites halinos variam interanualmente. Segundo Prost *et al.* (2010), a intrusão salina atingiu 18 km no período chuvoso e 35 km no seco no estuário Mojuim. Essa variação entre os limites da intrusão salina pode indicar a influência de anomalias climatológicas sobre a dinâmica estuarina dos últimos anos. Isto foi constatado também pelos moradores das vilas localizadas a montante do estuário Mojuim, que citaram mudanças de intrusão salina nos últimos 12 anos baseando-se na mudança da localização dos peixes característicos de águas salinas.

Sabe-se que a salinidade desempenha papel decisivo nas características estruturais e funcionais da biota aquática (Telesh & Khlebovich, 2010). Além de estar relacionada com a composição de espécies e riqueza da fauna e flora em cada setor estuarino. Segundo Zenkevitch (1959), Khlebovich (1962), Telesh & Khlebovich (2010) nas salinidades 5-8 PSU entre as zonas meso e oligohalinas há o que é considerado a zona de “salinidade crítica”, onde espécies da fauna marinha e de água doce coexistem. Dentro desse intervalo de salinidade a riqueza de espécies de água salobra atingem o máximo e as espécies de água doce e/ou marinha o mínimo.

Essa zona de salinidade crítica, assim como a zona de mistura, varia sazonalmente, sendo que no período chuvoso esta encontra entre os setores 2 e 3; no período intermediário entre os setores 3 e 4 e no período seco entre os setores 4 e 5.

A variação da zona de mistura e da zona de salinidade crítica podem ser registradas pela distribuição da vegetação ao longo do estuário. Segundo Prost *et al.*, 2010 os manguezais abrangem 138,6 km<sup>2</sup> do estuário Mojuim. Na região à 40 km da foz (setor 4) há uma zona de transição entre a vegetação de mangue e a vegetação de várzea ou terra firme, sendo as últimas indicadoras de baixa salinidade no meio.

A setorização do estuário a partir de dados de salinidade e turbidez representa uma contribuição científica que servirá de base para estabelecer uma estratégia de gestão de recursos (distribuição e abundância de organismos), os quais são amplamente influenciados por estes parâmetros.

## 7 CONCLUSÃO

Espero que este estudo possa contribuir com a gestão dos recursos locais, indicando os melhores períodos e zonas halinas para as atividades extrativistas das comunidades. Bem como gerenciar os recursos durante as possíveis mudanças temporais da salinidade, já que o estuário Mojuim sofre influência sazonal e interanual resultante de alterações climatológicas incluindo as anomalias. Uma das formas de contribuição é compartilhar também os resultados obtidos com os moradores locais uma vez que o conhecimento local sobre a variação da salinidade no estuário não é holístico e cada entrevistado demonstrou um conhecimento pontual sobre as características salinas do estuário, com clara percepção apenas do setor onde mora. Ressalto que, é necessário que sejam realizados estudos sobre a relação da flora e fauna com as condicionantes estuarinas afim melhorar aspectos científicos para construção de uma estratégia de gestão mais efetiva.

## REFERÊNCIAS

- Alber M. 2002. A Conceptual Model of Estuarine Freshwater Inflow Management. *Estuaries*, **25** (6): 1246–61.
- Asp N. E., Freitas P. T. F., Gomes V. J. C., Gomes J. D. 2013. Hydrodynamic overview and season variation of estuaries at the eastern sector of the Amazon coast. *Journal of Coastal Research*. **65**: 1092-1097.
- Baia L. P. 2016. Setorização sedimentar do estuário do rio Mojuim, São Caetano de Odivelas/PA. TCC, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 65 p.
- Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). 2016. Séries históricas das várias estações meteorológicas convencionais da rede de estações do instituto nacional de meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/projetos/rede/pesquisa/>> Acesso em: 13 de out. 2016.
- Bianchi Thomas S. 2007. *Biogeochemistry of estuaries*. Eos, Transactions American Geophysical Union, New York, p. 581.
- Canuel E. A. & Hardison A. K. 2016. Sources, ages, and alteration of organic matter in Estuaries. *Annual Review of Marine Science* **8** (1): 409-434.
- Cavalcante G.H. 2007. *Processos oceanográficos na região costeira e estuarina do rio Caeté, Pará, Brasil*. PhD Thesis, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 139p.
- Costa A.C.L., Ribeiro J.B.M., Souza Filho J.D.C. 1996. *Estudo micrometeorológico em manguezais*. Belém: MADAM/UFPA/ZMT.
- Cyrus D. P. & Blaber S. J. 1992. Turbidity and salinity in a tropical Nosthens Australian estuary and their influence on fish distribution. *Estuarine, Costal and Shelf Science*. **35**: 545-563.
- Darlymple R.W. & Zaitlin B A., Boyd R.1992. A conceptual model of estuarine sedimentation. *J. Sedim. Petrol.*, **62**: 1130-1146
- Day J.H. 1980. What is an estuary? *South African Journal of Science* **76**: 198-200.
- Dionne J.C. 1963. Towards a more adequate definition of the St. Lawrence estuary. *Z. Geomorph.*, **7**: 36-44.
- Elliott M. & McLusky D.S.2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **55** (6): 815–27.
- Esteves A. E. 1998. *Fundamentos de limnologia*. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. p.575.
- Fairbridge, R.W.1980. The estuary: its definition and geodynamic cycle. In: Olausson E., Cato I. (eds.). *Chemistry and biogeochemistry of estuaries*. Inter Science Publisher: New York, p.1-35.

Faure J. F. 2013. Análise multitemporal da dinâmica espacial de manguezais em São Caetano de Odivelas, Costa Nordeste do Pará, Brasil. In: PROST, M. T.; MENDES, A. C. *Ecosistemas Costeiros: Impactos e gestão ambiental*. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi. p.75-87.

Hayes M.O. 1975. Morphology of sand accumulation in estuaries: an introduction to the symposium. In: L.E. Cronin (Ed), *Estuarine Research*, Academic Press, New York, **11**: 3-22.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE. 2008. Mapa geológico do estado do Pará. Geomorfologia. Disponível em: <[http://geoftp.ibge.gov.br/mapas\\_tematicos/](http://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/)> Acesso em 13 de out. 2016

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE.1978. Mapa de clima do Brasil. Escala 1: 5000.000. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/informações\\_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf](http://geoftp.ibge.gov.br/informações_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf)> Acesso em: 20 de jan. 2017

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**: 198-209

Khlebovich V.V.1962. Peculiarity of water fauna composition in relation to salinity of medium. *Zhurnal Obshchei Biologii*. **23**(2):90-97

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.

Kramer K.J.M., Brockmann U.W., Warwick R.M. 1994. Tidal estuaries: manual sampling and analytical procedures. *Rotterdam, A. A. Balkema Publishers*. **11**: 1- 345.

Maciel I. L. S. 2009. O mangue como unidade geográfica de análise: o espaço de vivência e produção comunitária nos manguezais da comunidade de Jutai no município de São Caetano de Odivelas – Pa. MS Dissertation, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal do Pará, Belém, p.121.

Martorano L. G. 1993. Estudos climáticos do estado do Pará: classificação climática de Köppen e deficiência hídrica. Belém: SUDAM/EMBRAPA/SNLCS.p. 1-53.

McCarthy J. C, Thomas E.P., Griffin G.M. 1974. Light transmissivity, suspended sediments and the legal definition of Turbidity. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **2**, 291-299.

Miranda L.B., Castro B.M., Kjerfve B. 2002 *Princípios de Oceanografia Física de Estuários*. Editora da Universidade de São Paulo. Acadêmica 42. p.11.

Ministério do Meio Ambiente- MMA. 2014. Pará: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Estudo socioambiental referente à proposta de criação de reserva extrativista marinha no município de São Caetano de Odivelas, Estado do Pará. p.102.

Monteiro J.B., Rocha A. B., Zanella M.S. 2013. Técnica dos Quantis para caracterização de anos secos e chuvos (1980-2009): Baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. *Revista do Departamento de Geografia-USP*. **23**:232-249.

Moraes B. C., Costa J. M. N., Costa A. C. L., Costa M. H. 2005. Variação espacial e temporal da precipitação no estado do Pará. *Acta Amazônica*. **35** (2): 207-214.

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). *Cold & Warm episodes by season*. National Weather Service. Disponível em: <[http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyers.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyers.shtml)> Acesso em: 20 de fev. 2017.

Perillo G.M.E. 1995. *Geomorphology and sedimentology of estuaries*. Amsterdam, Science Elsevier, p. 1-16. (Developments in Sedimentology, 53).

Picanço M. S. M. 2012. Formação vegetal do município de São Caetano de Odivelas (PA), por meio de produtos de sensoriamento remoto. *Revista Geonorte*. **1** (4) 113-124.

Pinkayan S. 1966, Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. *Hidrology papers* Colorado: State University, Boulder-Co, **12**.

Pritchard D.W. 1967. What is an estuary: physical view point. In: G.H. Lauff (ed.), *Estuaries. American Association for the Advance of Science*. N 83, Washington, DC, p. 3-5

Prost M.T., Mendes A.C., Faure J.F., Berredo J.F., Sales M.E., Furtado L.G., Santana M.G., Silva C.A., Nascimento I., Gorayeb I., Secco M.F., Luz L. 2001. Manguezais e estuários da costa paraense: exemplo de estudo multidisciplinar integrado (Marapanim e São Caetano de Odivelas). In: Prost, M.T; Mendes, A. (ed.) *Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental. FUNTEC e Museu Paraense Emílio Goeld*, p. 73-88.

Rocha A.D. 2015. Caracterização Física do Estuário do Rio Mojuim em São Caetano de Odivelas-PA. MS Dissertation, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém. p.50.

Santos A.S. 2016. Modelagem matemática do sistema estuarino dos rios Mojuim e Mocajuba (Pará-BR). MS Dissertation. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, Pará. p.61.

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

Telesh I.V. & Khlebovich V.V. 2010. Principal process within the estuarine salinity gradient: A review. *Marine Pollution Bulletin*. **61**: 149-155.

Tomczak M. 2006. *Definition of estuaries*; empirical estuary classification. Disponível em: <<http://www.es.flinders.edu.au/~mattom/ShelfCoast.html>. 2006>. Acesso em: 28 nov. 2016.

Uncles R.J, Stephens J.A, Smith R.E. 2002. The dependence of estuarine turbidity on tidal intrusion length, tidal range and residence time. *Continental Shelf Research*, **22** (11-13): 1835-1856.

Venice System. Symposium on the classification of brackish Waters, Venice April p.8-14. 1958. *Archives Oceanography and Limnology*, **11**: 1- 248.

Webster G. 1996. The Delaware Estuary: A management plan for the Delaware Estuary. *Delaware: The Delaware Estuary Program*. **1** (1):300.

Wetzel R.G. 2001. Limnology: lake and river ecosystems. 3 editions. London, Uk- Academic Press, an Elsevier Imprint. p.1006.

Xavier T.M.B.; Xavier, A.F.S. 1999. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos Quantis: 1964-1998. *Revista Brasileira de Meteorologia*. **14** (2):63-78.

Zenkevitch L.A. 1959. The classification of brackish-water basins as exemplified by the seas of the USSR. *Archivio di Oceanografia e Limnologia*. **11**:53-61.

## APÊNDICE

## APÊNDICE A- QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO AMBIENTAL DO ESTUÁRIO DO RIO MOJUIM

Responsável: Micaela Valentim

Orientadora: Dra. Sury Monteiro

**1. Nome:**

---

**2. Sexo**

- a)  Masculino  
b)  Feminino

**3. Idade**

- a)  Menos de 20 anos  
b)  De 20 a 30 anos  
c)  De 31 a 40 anos  
d)  De 41 a 50 anos  
e)  Mais de 51 anos

**4. Escolaridade**

- a)  Ensino Médio incompleto  
b)  Ensino Médio completo  
c)  Superior incompleto em  
d)  Superior completo em  
e)  Pós-Graduação

**5. Profissão?**

---

**6. Você mora a onde?**

---

**7. Você já navegou pelo Rio Mojuim?**

- a)  Sim  
b)  Não

**8. Você pesca ou já pescou no rio Mojuim?**

- a)  Sim  
b)  Não

**9. Caso não, você realiza outra atividade relacionada ao Rio? (Lazer/extração)**

---

**10. Você sabe o que é salinidade?**

- a)  Sim  
b)  Não

*Apresentação do mapa para indicação da entrada salina no estuário.*

**11. No período chuvoso entra sal no Rio?**

- a)  Sim  
b)  Não

**12. No período seco entra sal no Rio?**

- a)  Sim

b)  Não

**13. Você pode me indicar no mapa até onde o sal pode chegar nos períodos abaixo?  
(noção cartográfica)**

- a)  Dezembro Janeiro Fevereiro
- b)  Março Abril Maio
- c)  Junho Julho Agosto
- d)  Setembro Outubro Novembro

**14. Como você percebe a entrada do Sal?**

---

**15. Quais os principais peixes de água salgada presente no Rio Mojuim? E os meses que aparecem?**

- a)
- b)
- c)
- d)

**16. Quais os principais peixes de água doce presente no Rio Mojuim? E os meses que aparecem?**

- a)
- b)
- c)
- d)

**17. Você percebeu alguma mudança na entrada de sal nos últimos anos?**

- a)  Sim
- b)  Não

**Como ocorreu?**

---

Se você tem interesse em receber informações sobre o resultado desta pesquisa, deixe seu telefone/e-mail: \_\_\_\_\_

Agradecemos muito sua participação!