



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**MYLENA DIAS DINIZ**

**AVALIAÇÃO DE OSTRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE  
RAPOSA (MA), SOB AS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS  
NO AMBIENTE ESTUARINO DE CULTIVO**

**São Luís – MA**

**Dezembro/2018**

**MYLENA DIAS DINIZ**

**AVALIAÇÃO DE OSTRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE  
RAPOSA (MA), SOB AS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS  
NO AMBIENTE ESTUARINO DE CULTIVO**

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Bacharel em Oceanografia.

Orientadora: Profa. Dra. Samara Aranha Eschrique.

**São Luís – MA**

**Dezembro/2018**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Dias Diniz, Mylena.

AVALIAÇÃO DE OSTRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE  
RAPOSA - MA, SOB AS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E  
BIOLÓGICAS NO AMBIENTE ESTUARINO DE CULTIVO / Mylena Dias  
Diniz. - 2018.

57 f.

Orientador(a): Samara Aranha Eschrique.

Monografia (Graduação) - Curso de Oceanografia,  
Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.

1. Estuário. 2. Hidroquímica. 3. Ostreicultura. 4.  
Raposa-MA. I. Aranha Eschrique, Samara. II. Título.

**MYLENA DIAS DINIZ**

**AVALIAÇÃO DE OSTRAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE  
RAPOSA (MA), SOB AS CONDIÇÕES FÍSICAS, QUÍMICAS E BIOLÓGICAS  
NO AMBIENTE ESTUARINO DE CULTIVO**

Monografia apresentada ao Curso de  
graduação em Oceanografia da  
Universidade Federal do Maranhão,  
como parte dos requisitos para a  
obtenção do Grau de Bacharel em  
Oceanografia.

Aprovada em: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Profa. Dra. Samara Aranha Eschrique (Orientadora)**  
**Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA**

---

**Profa. Dra. Paula Cilene Alves da Silveira**  
**Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA**

---

**Prof. Dr. Walter Luis Muedas Yauri**  
**Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA**

*Aos meus pais, José Carlos e Maria Goreth,  
que me ensinaram que os sonhos são o combustível da vida!*

*Dedico*

## AGRADECIMENTO

*Gostaria de agradecer a Deus, por todos os desafios impostos, que me fortaleceram e me fizeram uma oceanógrafa, que respeita a vida em todas suas nuances.*

*Talvez a parte mais difícil de escrever em um trabalho são os agradecimentos... na minha vida tantas foram as pessoas que me ajudaram e apoiaram. Começarei então agradecendo aos meus pais, Maria Goreth e José Carlos que não mediram esforços para que eu pudesse alcançar meu objetivo.*

*Aos meus irmãos, tias e tios, sobrinhos, avós, primos e primas pela torcida e por todo apoio.*

*A minha orientadora, amiga e mãe científica, Dra. Samara Aranha Eschrique, pelo seu conhecimento, atitude, determinação em ensinar e por todo apoio dedicado.*

*Aos meus amigos, Potira Melo, Alaídes Boaes, Davi Lima e Thayná Peterle pela força, amizade e companheirismo nesses quatro anos.*

*A minha família LABCICLOS, por toda ajuda, compreensão, amor, festinhas e amizade.*

*Ao Basílio Sotão e Cadijatu, por toda colaboração e ajuda no desenvolvimento deste estudo.*

*Ao laboratório AQUALAB em especial ao prof. Dr. Walter Muedas, por disponibilizar o laboratório e materiais para a realização deste trabalho.*

*A prof. Dr<sup>a</sup> Paula Cilene pelas dicas e colaboração na elaboração dessa monografia.*

*Ao Jorge Lucas, que mesmo sem entender nada do que eu faço, me deu forças para continuar, amar e viver.*

*A todos estes, meu sincero obrigada!*

## RESUMO

As zonas estuarinas são por excelência criadouros naturais de vários organismos aquáticos, os quais dependem da qualidade da água como um dos fatores importantes para a manutenção do ciclo vital. Assim, o estudo teve como objetivo avaliar se as características físicas, químicas e biológicas no sistema estuarino da Raposa apresentam condições favoráveis para as ostras do gênero *Crassostrea* cultivada nesse ambiente. Os parâmetros de pH, Salinidade e Temperatura foram medidos *in situ* com ajuda de uma sonda e um CTD. O oxigênio dissolvido foi medido através do método analítico de Winkler (1888). Os totais de sólidos em suspensão foram determinados por medida gravimétrica, segundo a metodologia descrita por Strickland & Parsons (1972) e APHA (2001). A clorofila-*a* foi determinada por espectrofotometria na faixa de luz visível, segundo a metodologia descrita por Jeffrey & Humphrey (1975). Foram utilizadas 30 ostras para as análises biométricas e para a medida do Peso Vivo Total (PVT) e do Percentual de Carne Cozida (PerCC). As águas do sistema estuarino da Raposa, com base nos parâmetros físicos e químicos, se mostram estatisticamente homogênea, tanto espacialmente como nos períodos sazonais. O ambiente possui característica de autodepuração, com o valor percentual de saturação em oxigênio indicando condições das águas variando de semipoluída a saturada. A média dos dados biométricos mostram que as ostras apresentaram comprimentos permitidos para comercialização somente no período chuvoso, sendo que os fatores físicos, químicos e biológicos que mais influenciaram no desenvolvimento desses organismos foram a salinidade, clorofila-*a* e TSS. O PerCC analisado apresentou uma correlação positiva com os níveis de cl-*a* mensurados, indicando assim, que esse parâmetro influencia diretamente no estado nutricional das ostras. Portanto, pesquisas que fundamentem o cultivo de ostras nessa região, são essenciais para impulsionar a produção em quantidade e qualidade de produtos.

**Palavras-chave:** Estuário, hidroquímica, ostreicultura, Raposa-MA.

## ABSTRACT

Estuarine areas are natural breeding grounds for many aquatic organisms, which depend on water quality as an important factor in maintaining the life cycle. The objective of this study was to evaluate if the physical, chemical and biological characteristics of the estuarine system of Raposa presents favorable conditions for the oysters of genus *Crassostrea* cultivars(cultivated) in this environment. The parameters of pH, Salinity and Temperature were measured *in situ* with the assistance of a probe and a CTD. The dissolved oxygen was measured by the analytical method of Winkler (1888). The total suspended solids were determined by gravimetric measurement according to the methodology described by Strickland & Parsons (1972) and APHA (2001). Chlorophyll- $\alpha$  was determined by spectrophotometry in the visible light spectrum, according to the methodology described by Jeffrey & Humphrey (1975). Thirty oysters were used for the biometric analyzes and for the measurement of Total Living Weight (PVT) and Percent of Cooked Meat (PerCC). The waters of the Raposa estuary system, that are based on physical and chemical parameters, are statistically homogeneous, both spatially and seasonally. The environment has a characteristic of autodepuration, in which the percentage value of oxygen saturation are indicating water conditions ranging from semi-polluted to saturated. The average biometric data shows that oysters lengths were only allowed for commercialization in the rainy season, and the physical, chemical and biological factors that most influenced the development of these organisms were salinity, chlorophyll- $\alpha$  and TSS. The analyzed PerCC showed a positive correlation with the chl- $\alpha$  levels measured, thus indicating that this parameter directly influences the nutritional status of the oysters. Therefore, research that supports the cultivation of oysters in this region, are essential to boost production in quantity and quality of products.

**Key words:** Estuary, hydrochemistry, ostreiculture, Raposa-MA

## LISTAS DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Localização da área de estudo, município da Raposa - MA, Brasil.....	16
<b>Figura 2.</b> Localização dos pontos de coletas no sistema estuarino da Raposa - MA. ...	18
<b>Figura 3.</b> Mensuração biométrica. ....	21
<b>Figura 4.</b> Distribuição espacial e temporal da Profundidade Local (m) no sistema estuarino da Raposa - MA. ....	25
<b>Figura 5.</b> Distribuição espacial e temporal da Temperatura (°C) no sistema estuarino da Raposa - MA.....	26
<b>Figura 6.</b> Distribuição espacial e temporal da Salinidade (g kg <sup>-1</sup> ) no sistema estuarino da Raposa - MA.....	28
<b>Figura 7.</b> Distribuição espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido (mg L <sup>-1</sup> ) no sistema estuarino da Raposa - MA .....	31
<b>Figura 8.</b> Distribuição espacial e temporal do pH no sistema estuarino da Raposa - MA.....	34
<b>Figura 9.</b> Distribuição espacial e temporal do TSS (mg L <sup>-1</sup> ) no sistema estuarino da Raposa - MA.....	36
<b>Figura 10.</b> Distribuição espacial e temporal da Clorofila-a (mg m <sup>-3</sup> ) no sistema estuarino da Raposa - MA. ....	39
<b>Figura 11.</b> Percentual de Carne cozida das ostras nas três campanhas amostrais. ....	44
<b>Figura 12.</b> Análise dos Componentes Principais.....	46

## LISTA DE TABELA

<b>Tabela 1.</b> Posicionamento geográfico dos pontos de amostragem no sistema estuarino da Raposa - MA. ....	18
<b>Tabela 2.</b> Teste estatístico com os dados físicos, químicos e biológicos, n=25. ....	23
<b>Tabela 3.</b> Valores mínimos, máximos, médios e o desvio padrão dos parâmetros estudados no sistema estuarino da Raposa, n=5. ....	24
<b>Tabela 4.</b> Resultado médio e o desvio Padrão das determinações biométricas, Peso Vivo Total e do Peso da Carne Cozida das ostras. ....	41
<b>Tabela 5-</b> Relação estabelecida pelo teste estatístico de PEARSON entre a clorofila-a e o PerCC, n=6. ....	44

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**Sal = Salinidade**

**T = Temperatura**

**OD = Oxigênio Dissolvido**

**% OD = Saturação de Oxigênio**

**Cl-*a* = Clorofila-*a***

**ACP = Análise dos Componentes Principais**

**FC = Fator de Condição**

**PerCC = Percentual de Carne Cozida**

**PVT = Peso Vivo Total**

**r = Coeficiente de correlação amostral**

**TSS = Totais de Sólidos em Suspensão**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
2.2	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>15</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
3.1	<b>Área de estudo .....</b>	<b>15</b>
3.2	<b>Amostragem.....</b>	<b>17</b>
3.3	<b>Parâmetros Hidroquímicos Determinados em Laboratório .....</b>	<b>19</b>
3.3.1	<b>Oxigênio Dissolvido .....</b>	<b>19</b>
3.3.2	<b>Percentual de Saturação de Oxigênio .....</b>	<b>19</b>
3.3.3	<b>Sólidos Totais Dissolvidos (TSS) .....</b>	<b>20</b>
3.4	<b>Parâmetros Biológicos .....</b>	<b>20</b>
3.4.1	<b>Clorofila-<i>a</i>.....</b>	<b>20</b>
3.4.2	<b>Ostras.....</b>	<b>20</b>
3.4.2.1	<b>Biometria.....</b>	<b>21</b>
3.4.2.2	<b>Fator de condição (FC) .....</b>	<b>21</b>
<b>4</b>	<b>TRATAMENTO DE DADOS.....</b>	<b>22</b>
4.1	<b>Estatística.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>23</b>
5.1	<b>Distribuição espacial e temporal dos parâmetros hidroquímicos .....</b>	<b>25</b>
5.1.1	<b>Profundidade Local .....</b>	<b>25</b>
5.1.2	<b>Temperatura .....</b>	<b>26</b>
5.1.2	<b>Salinidade .....</b>	<b>28</b>
5.1.4	<b>Oxigênio Dissolvido .....</b>	<b>30</b>

5.1.5	pH.....	33
5.1.6	Totais de Sólidos em Suspensão (TSS).....	36
5.2	Parâmetros Biológicos .....	38
5.2.1	Clorofila-a .....	38
5.2.2	Análises Biométricas.....	41
5.2.3	Fator de Condição .....	43
5.2.4	Análise dos Componentes Principais (ACP) .....	45
6	CONCLUSÃO.....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	49

## 1 INTRODUÇÃO

Os estuários são caracterizados como sendo um corpo de água semifechado com livre ligação com o oceano, em que a salinidade da água do mar é expressivamente diluída pela descarga de água fluvial proveniente da bacia hidrográfica (PRITCHARD, 1967). Como essa definição pode acarretar certas dificuldades de interpretação ao incluir zonas estuarinas que não se enquadram nessa caracterização, Perillo (1995) define um estuário como um corpo de água costeiro semifechado que se estende até ao limite efetivo da influência da maré, em que no seu interior penetra água salgada proveniente de uma ou mais conexões livres com o mar aberto, ou outro qualquer corpo de água salino costeiro, sendo significativamente diluído pela água doce proveniente da drenagem continental e, consegue sustentar espécies biológicas eurihalinas durante todo ou parte do seu ciclo de vida.

Os ambientes estuarinos geralmente apresentam profundidade pequena, onde os períodos sazonais determinam o volume de água no corpo hídrico, e sua dinâmica é dependente do balanço entre a precipitação, evaporação e alturas de maré (YÁÑES-ARANCIBIA, 1978; CARTER, 1988). Eles possuem um papel importante, pois recebem e concentram o material originado de sua bacia de drenagem e também podem vir a receber aportes significativos por ação antrópica, tornando-se assim, os principais fornecedores de nutrientes para a zona costeira. Toda essa entrada de material coloca os estuários entre os sistemas mais produtivos do mundo, com altas taxas de produção primária e teores de biomassa (BRAGA *et al.*, 2000; PEREIRA-FILHO *et al.*, 2001), que sustentam as cadeias alimentares.

As zonas estuarinas são propícias para as atividades econômicas, pois apresentam áreas protegidas, com entrada de nutrientes, matéria orgânica e alta produtividade primária. Nesse contexto, encontra-se a costa maranhense, na qual apresenta condições fisiográficas e geográficas que contribuem para a existência de ambientes favoráveis para o desenvolvimento de uma diversidade de organismos. Dentre eles, as ostras, que são moluscos bivalves, pertencentes à família Ostreidae, na qual são incluídos nessa família no Brasil os gêneros *Ostrea*, *Crassostrea* e *Lopha* (RIOS, 1994; RIOS, 2009).

O gênero *Crassostrea* inclui as ostras comercialmente importantes (ABBOTT, 1974). No Brasil, os representantes desse gênero são conhecidos popularmente como ostra de mangue, formam bancos nas zonas entre marés e no infralitoral, tanto em substratos rochosos, quanto nas raízes de *Rhizophora mangle* (ABSHER, 1989). Segundo Nascimento (1991), ao

longo do litoral do Brasil, as espécies de ostras mais frequentes são as ostras nativas *Crassostrea rhizophorae* (GUILDING, 1828) e *Crassostrea gasar* (ADANSON, 1757).

As ostras são organismos sésseis filtradores, que se alimentam bombeando grandes quantidades de água através do seu sistema respiratório, possuindo uma pequena capacidade de seleção das partículas de até 10 micras (JORGENSEN, 1981 *apud* FERREIRA; MAGALHÃES, 2004). Fazem parte da sua dieta bactérias, vírus, protozoários, uma ampla variedade de diatomáceas e outros diversos organismos microscópicos, chamados coletivamente de fitoplâncton (QUAYLE, 1988).

Nos estuários, fatores ambientais como: produtividade, o tipo de substrato, profundidade, intensidade da corrente e da luz, ação dos ventos, turbidez, pH e variação de salinidade e temperatura podem influenciar no desenvolvimento das ostras. Dentre os referidos fatores, a salinidade deve ser um dos fatores mais estudados na ostreicultura, pois apresenta variações diárias e sazonais, sendo influenciada pelo regime de marés e pelo período chuvoso, além de constituir importante fator ambiental, que determina a distribuição de moluscos bivalves em ambientes estuarinos e marinhos (FUERSICH, 1993).

As ostras do gênero *Crassostrea* se destacam pelo seu elevado potencial para a maricultura e devido à sua importância comercial, estudos ao longo de décadas foram e ainda são realizados para avaliar a taxa de crescimento dessas espécies, visando o melhor tamanho do molusco para a produção de carne para o consumo (PEREIRA *et al.*, 2003; NASCIMENTO & PEREIRA, 2004).

O cultivo de ostras nativas do Brasil é uma atividade aquícola geradora de renda, que pode contribuir para a conservação dos ambientes estuarinos, minimizando a pressão sobre os estoques naturais e, assim, garantindo uma exploração mais sustentável (GUIMARÃES *et al.*, 2008).

Além de gerar renda, estes organismos possuem um papel importante no meio ambiente, pois fornecem uma infinidade de bens e serviços ao ecossistema, como a filtração da descarga de nutrientes disponíveis no meio, oriundas de fontes antrópicas da bacia hidrográfica adjacente, contribuindo com a diminuição desses compostos nos corpos hídricos, evitando assim a eutrofização das áreas costeiras (LANDRY, 2002).

Dessa forma, observa-se que as ostras são recursos de extrema importância, por contribuírem tanto para o enriquecimento da alimentação das populações litorâneas, como também por apresentarem papel importante na complementação de renda de comunidades

tradicionais que vivem da pesca artesanal, como é o caso do município de Raposa. Diante do exposto, são necessários estudos sobre as exigências e o desempenho desses organismos, para que possamos contribuir para o conhecimento dos mesmos, e assim, fornecer subsídios que auxiliem na definição de locais apropriados para o cultivo das ostras nativas do Brasil.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Avaliar se as condições físicas, químicas e biológicas presente na zona estuarina da Raposa (MA) apresentam características propícias para o cultivo de ostras do gênero *Crassostrea*, considerando as variações sazonais (chuva e estiagem) e espaciais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Conhecer as condições físicas e químicas da água superficial do sistema estuarino da Raposa, através dos parâmetros abióticos: Temperatura, Salinidade, pH, Totais de Sólidos em Suspensão (TSS) e Oxigênio Dissolvido.
- Quantificar as concentrações de Clorofila-*a* no sistema estuarino da Raposa.
- Avaliar os parâmetros biométricos (comprimento, altura, largura e peso (PVT)) das ostras cultivadas.
- Correlacionar o percentual de carne cozida (PerCC) com os níveis de Clorofila-*a* aferidas no ambiente de cultivo.

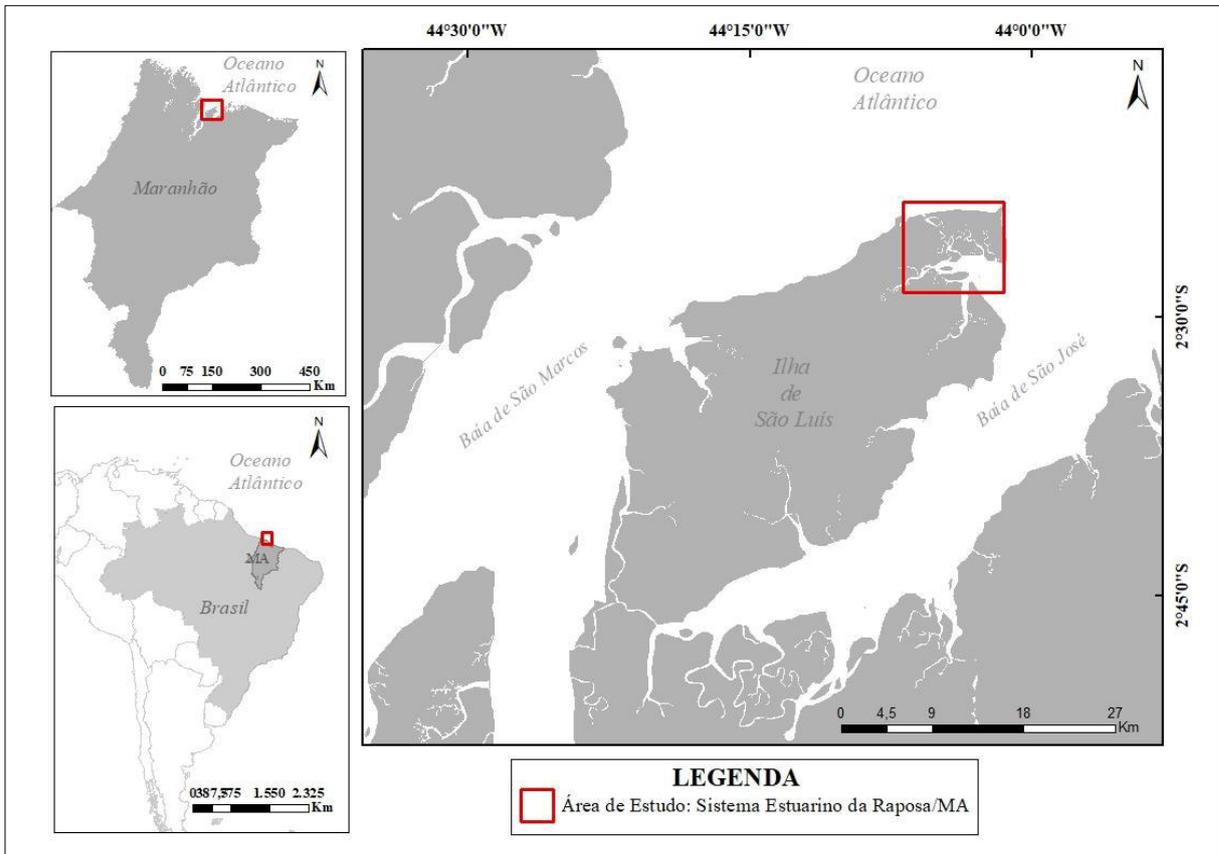
## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Área de estudo**

A costa maranhense é classificada por Silveira (1968) como Amazônia Oriental, caracterizada por grande número de pequenas zonas estuarinas esculpidas numa planície baixa. Nesse contexto, encontra-se o sistema estuarino da Raposa, localizado a nordeste de

São Luís, a oeste da baía de São Marcos e a leste da baía de São José (SANTOS *et al.*, 2011) (Fig. 1).

**Figura 1. Localização da área de estudo, município da Raposa - MA, Brasil.**



A área de estudo está localizada no município da Raposa, pertencente ao Estado do Maranhão, que compreende a microrregião da Aglomeração Urbana de São Luís, insere-se entre as coordenadas de 02°25'22''S e 44°05'21''W, possuindo 26.327 habitantes e 66,28 km<sup>2</sup> de extensão territorial (IBGE, 2017).

Apresenta clima úmido, classificado em tropical equatorial, precipitação pluviométrica anual de 2.100 mm, dividido em dois períodos (período estiagem que compreende de julho a dezembro, e período chuvoso que inclui de janeiro a junho), com temperatura média anual superior a 26°C (MONTELES *et al.*, 2009; SANTOS *et al.*, 2011).

O sistema estuarino da Raposa apresenta expressiva importância para a comunidade, uma vez que a cidade e o porto são abrigados neste corpo d'água, que é utilizado para a pesca e a extração de alguns mariscos e moluscos bivalves, como fonte de renda e subsistência, além de ser utilizado também para o turismo, recreação e navegação.

Ao longo da zona estuarina, a vegetação é composta por espécies de mangue *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* e *Lagunculária racemosa*. Segundo Proste & Loubry (2000), os manguezais exercem funções primordiais como berçário, meio nutritivo, centro de multiplicação de numerosas espécies animais e fonte de recursos para comunidades costeiras, contribuindo assim para o desenvolvimento de moluscos em geral. Dessa forma, observa-se que a região em estudo apresenta áreas propícias para o desenvolvimento da ostreicultura.

### **3.2 Amostragem**

Para o desenvolvimento do estudo foram realizadas três (03) campanhas de coletas de campo, levando em consideração a sazonalidade climática da região. As campanhas foram realizadas no período chuvoso, transição que compreende ao período intermediário entre o chuvoso e o de estiagem, e durante a estiagem, sempre em regime de maré de quadratura.

Em cada campanha de coleta foram feitas 5 amostragens pontuais de água, sendo essas na balsa de cultivo e em suas proximidades, totalizando 15 amostras de dados (Fig. 2).

Figura 2. Localização dos pontos de coletas no sistema estuarino da Raposa - MA.

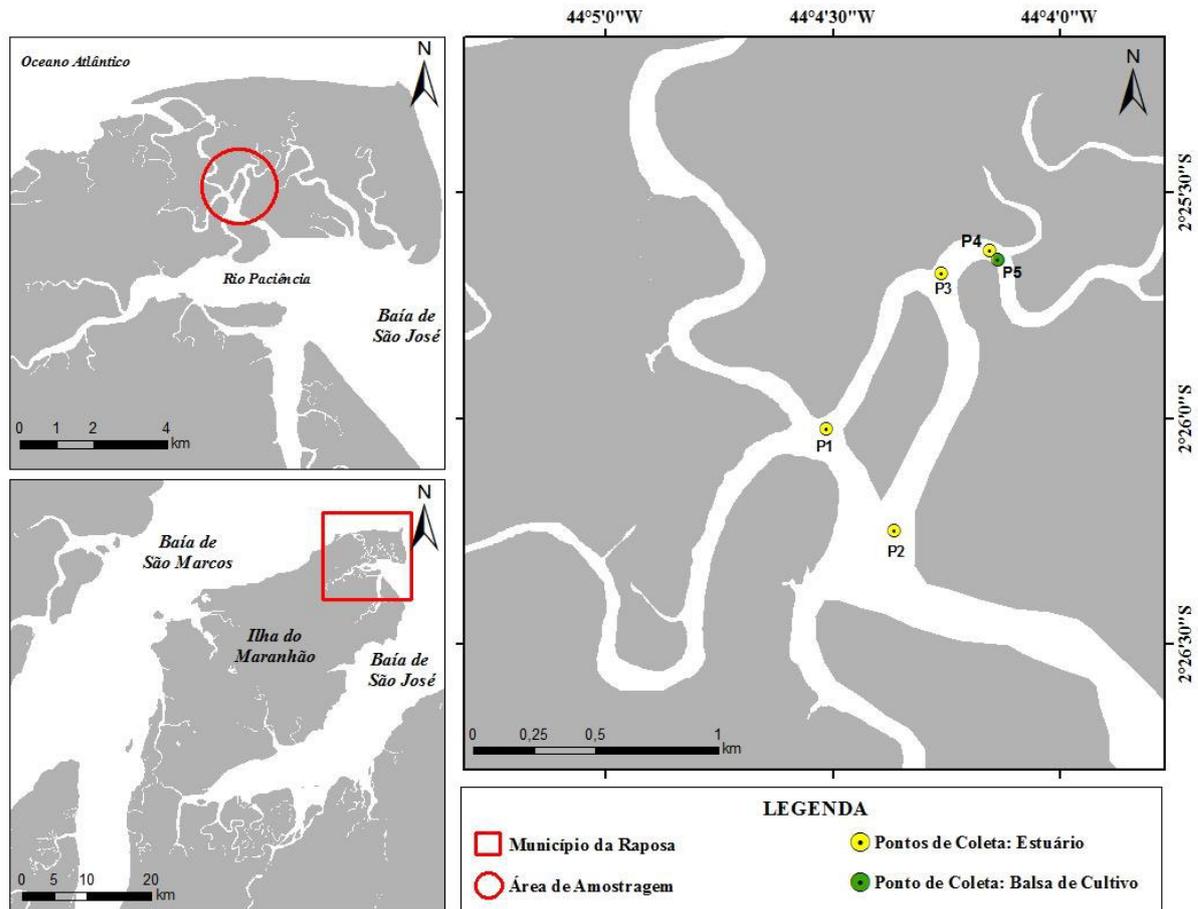


Tabela 1. Posicionamento geográfico dos pontos de amostragem no sistema estuarino da Raposa - MA.

Pontos	Coordenadas	
	Latitude (°S)	Longitude (°W)
1	2,4344	44,0751
2	2,4285	44,0698
3	2,4271	44,0727
4	2,4271	44,0690
5	2,4406	44,0690

A coluna de água foi amostrada na profundidade superfície, por meio da garrafa hidrológica tipo *van Dorn* de 5 litros, para a determinação dos seguintes parâmetros em laboratório: Clorofila-*a*, Totais de Sólidos em Suspensão (TSS) e Oxigênio dissolvido.

Em cada amostragem da coluna de água foram inicialmente retiradas alíquotas de água para a determinação do oxigênio dissolvido. Posteriormente, quatro frascos plásticos com volume de 500 ml foram coletados, para a análise do material particulado em suspensão e clorofila-*a* como descritos mais adiante. Estas amostras de água foram mantidas sob refrigeração até o momento da filtração.

A temperatura e salinidade foram medidas em campo, com o auxílio de um CTD marca YSI CastAway™. E o pH foi mensurado com o auxílio de uma sonda da marca Hanna HI - 8424.

As análises dos parâmetros abióticas e bióticas foram realizadas no laboratório de Biogeociclos dos Constituintes Químicos da Água (LABCICLOS), no Departamento de Oceanografia e Limnologia – DEOLI, na Universidade Federal do Maranhão (UFMA).

### **3.3 Parâmetros Hidroquímicos Determinados em Laboratório**

#### **3.3.1 Oxigênio Dissolvido**

O oxigênio dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) foi medido através do método analítico de Winkler (1888), conforme descrito por Grasshoff *et al.* (1999), com precisão de  $\pm 0,02 \text{ cm}^3 \text{ dm}^3$  para teores de  $2 \text{ cm}^3 \text{ dm}^3$ , e de  $\pm 0,04 \text{ cm}^3 \text{ dm}^3$  para teores superiores.

#### **3.3.2 Percentual de Saturação de Oxigênio**

A Saturação de Oxigênio Dissolvido (% Sat. OD) foi calculada segundo as recomendações de Aminot e Chaussepied (1983), através da fórmula.

$$\%[O_2] = \frac{O_2 (in\ situ)}{O_2 (CNTP)}$$

Onde:

$\%[O_2]$  = percentual de oxigênio calculado;

$O_2 (CNTP)$  = concentração de oxigênio medido conforme as concentrações normais de temperatura e pressão (CNTP), segundo a tabela de Aminot e Chaussepied (1983).

O<sub>2</sub> (*in situ*) = concentração de oxigênio aferida *in situ*.

### 3.3.3 Sólidos Totais Dissolvidos (TSS)

Os sólidos totais em suspensão foram determinados por medida gravimétrica, segundo a metodologia descrita por Strickland & Parsons (1972) e APHA (2001). Os filtros utilizados foram de fibra de vidro (Merck Millipore®), com 47 mm de diâmetro e porosidade nominal de aproximadamente 2,0 µm. Foram preparados antes das análises em laboratório, através de filtração, 60 mL de água destilada, secagem em estufa, 100°C por 1 hora, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica para a obtenção do peso inicial.

Após a filtração das amostras coletadas em campo, os filtros foram colocados em estufa, a 100 °C até peso constante, resfriados em dessecador e pesados em balança analítica com precisão de ± 0,0001 g, da marca Bel Engineering® para obter-se o peso final.

## 3.4 Parâmetros Biológicos

### 3.4.1 Clorofila-*a*

A clorofila-*a* foi determinada por espectrofotometria na faixa de luz visível, segundo a metodologia descrita por Jeffrey & Humphrey (1975) e APHA (2001).

As amostras de água foram filtradas em filtro de acetato de celulose com aproximadamente 0,45 µm de porosidade nominal e 47 mm de diâmetro. O volume filtrado será devidamente anotado. A pressão de filtração não ultrapassará a 25 mmHg (5” Hg).

A extração de clorofila-*a* foi feita pela adição de 10 ml de solução de acetona 90% em tubos de *Falcon* contendo os filtros, os quais foram macerados e ficaram sob refrigeração aguardando o tempo de extração (24 horas). Após esse período, foi retirado o sobrenadante dos tubos e este foi colocado em uma cubeta de 5 cm, onde foi feita a leitura das amostras em espectrofotômetro (UV-Vis Biospecto® SP-22), nos seguintes comprimentos de onda: 480, 530, 630, 645, 647, 663, 664, 665 e 750 nm.

### 3.4.2 Ostras

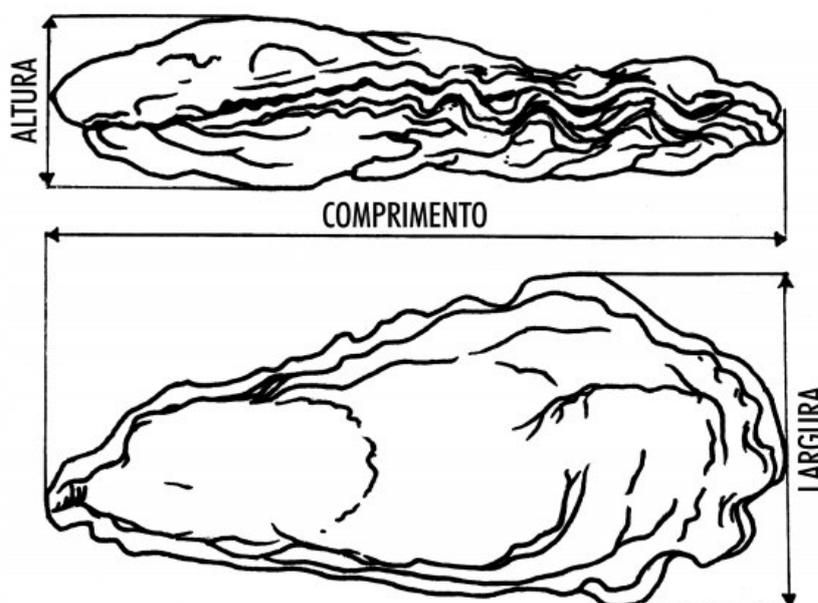
As ostras foram adquiridas no comércio de pescados local, oriundas de uma ostreicultura da região, desenvolvida em um sistema de balsas. Uma vez adquiridas, as ostras

foram mantidas em um recipiente térmico com água estuarina coletada *in situ* até a chegada ao laboratório, onde foram determinados os parâmetros biométricos e o método do Percentual de Carne Cozida (PerCC).

### 3.4.2.1 Biometria

A biometria foi realizada com 30 ostras. As medidas de altura, comprimento e largura foram aferidas com paquímetro digital. A orientação das medidas foi utilizada de acordo com o manual de Maricultura do Ministério de Pesca e Aquicultura (Figura 3). Após a biometria, foi aferido o Peso Vivo Total (PVT) das ostras.

Figura 3. Mensuração biométrica.



### 3.4.2.2 Fator de condição (FC)

Foram realizadas medidas referentes ao Percentual de Carne Cozida das ostras com intuito de identificar se a engorda das ostras pode estar diretamente associada às flutuações dos níveis de clorofila-*a* aferidas no ambiente de cultivo.

O método de avaliação do Percentual de Carne Cozida (PerCC) consiste em cozinhar o lote de ostras (n=30) em água fervente por 5 minutos, escorrer a carne cozida por 5 minutos e

pesá-las, conforme descrito por Vilar (2012). Então, para obter o Percentual de Carne Cozida, calcula-se:

$$PerCC = \frac{\text{Peso da Carne Cozida (PCC)} \times 100}{\text{Peso Vivo Total}}$$

## **4 TRATAMENTO DE DADOS**

Os dados obtidos nos parâmetros físicos e químicos foram organizados em planilhas do Microsoft Excel 2010, permitindo a confecção de gráficos para visualizar a distribuição espacial e temporal dos parâmetros abióticos e bióticos medidos no ambiente em estudo.

### **4.1 Estatística**

Os testes estatísticos utilizados no tratamento dos resultados foram: Shapiro Wilk, Anova One - Way, Análise dos Componentes Principais (ACP) e Correlação de Pearson.

Foi aplicado o teste Shapiro Wilk ( $p < 0,05$ ) a todos os parâmetros físicos e químicos e biológicos da água, para verificar se os dados se distribuíram normalmente. Observaram-se que todos os dados apresentaram uma distribuição normal, então foi aplicado o teste paramétrico de Anova One - Way para verificar a existência de diferenças significativas entre os parâmetros físicos e químicos estudados em função da espacialidade e da sazonalidade no sistema estuarino da Raposa.

A Análise dos Componentes Principais (ACP) foi realizada com intuito de relacionar os parâmetros abióticos e bióticos com os dados biométricos das ostras. ACP é um método estatístico linear que encontra os autovalores e autovetores da matriz de covariância dos dados e, com esse resultado, pode-se realizar a redução dimensional dos dados e analisar os padrões principais de variabilidade presentes. Com o emprego da ACP a visualização de diversas variáveis em um determinado conjunto de dados torna-se mais produtiva, rápida, objetiva e eficiente.

O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) ou coeficiente de correlação produto-momento ou o  $r$  de Pearson mede o grau da correlação linear entre duas variáveis. Assim, nesse estudo ele foi utilizado com o intuito de observar a correlação entre Cl- $\alpha$  e o fator de condição.

Todos os testes estatísticos foram manipulados através do programa PAST 3.20.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição espacial e temporal dos parâmetros medidos no sistema estuarino da Raposa estão resumidos em valores mínimos, máximos, médias e desvio padrão, conforme observado na Tabela 3. A análise de variância demonstrou que não houve diferenças significativas entre os pontos e nem sazonal ( $p < 0,05$ ), assim como mostra a tabela 2.

**Tabela 2.** Teste estatístico Anova One -Way aplicado nos dados físicos, químicos e biológicos,  $n=15$ .

Variáveis	One Way ( $P < 0,05$ )
Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )	0,817
Salinidade ( $\text{g kg}^{-1}$ )	1
OD ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,209
% OD	0,943
pH	0,791
TSS ( $\text{mg L}^{-1}$ )	0,936
Cl- $\alpha$ ( $\text{mg m}^{-3}$ )	0,705

Tabela 3. Valores mínimos, máximos, médios e o desvio padrão dos parâmetros estudados no sistema estuarino da Raposa, n=5.

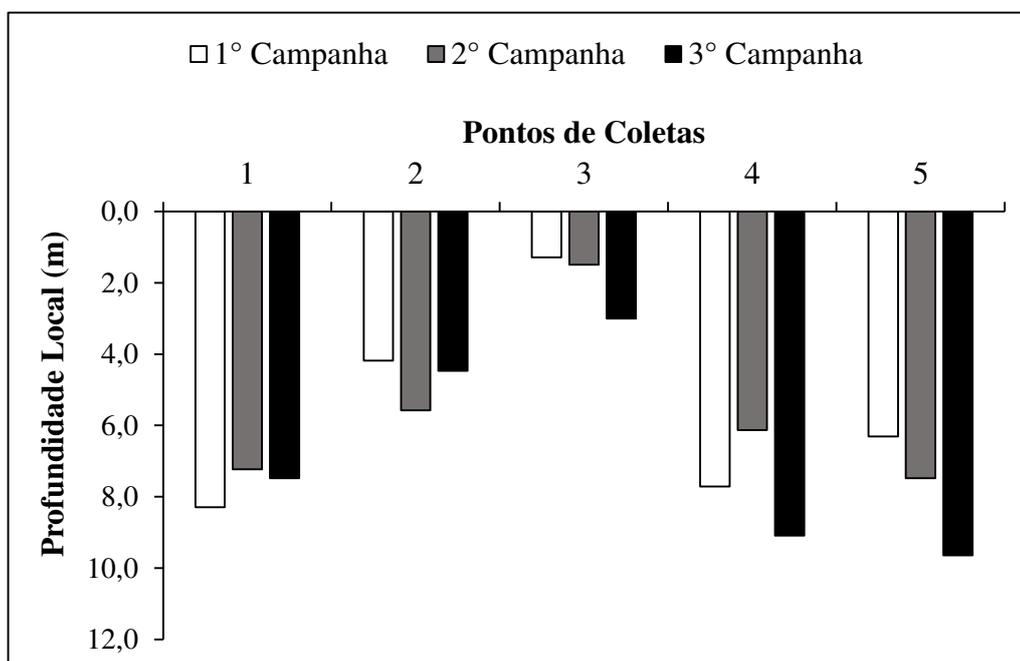
Campanhas de Coleta	Data da Coleta	Valores	Prof. Local (m)	T (°C) ÁGUA	Sal. (g kg <sup>-1</sup> )	OD (mg L <sup>-1</sup> )	Sat. OD (%)	pH	TSS (mg L <sup>-1</sup> )	Cl-a (mg m <sup>-3</sup> )
1° campanha (chuvoso)	08/04/2018	Máxima	8,29	29,45	24,46	5,03	84,00	8,45	36,21	7,28
	08/04/2018	Mínima	1,29	29,23	23,53	4,27	12,00	7,82	12,28	0,88
	08/04/2018	Média	5,56	29,33	24,03	4,65	31,60	8,07	22,62	3,46
	08/04/2018	Desvio Padrão	2,56	0,09	0,39	0,36	30,09	0,30	10,82	2,89
2° campanha (transição)	19/07/2018	Máxima	7,48	29,15	29,71	5,61	77,00	7,99	62,50	8,62
	19/07/2018	Mínima	1,49	28,98	29,59	0,83	66,00	7,79	9,00	3,74
	19/07/2018	Média	5,58	29,05	29,68	2,12	71,60	7,90	23,47	6,07
	19/07/2018	Desvio Padrão	2,42	0,07	0,05	2,01	5,32	0,07	22,17	2,22
3° campanha (estiagem)	06/10/2018	Máxima	9,64	29,44	36,23	3,73	59,00	7,48	113,8	15,39
	06/10/2018	Mínima	3,00	28,34	36,02	1,87	29,00	7,08	54,90	0,49
	06/10/2018	Média	6,74	29,03	36,15	3,17	50,20	7,30	81,90	8,21
	06/10/2018	Desvio Padrão	2,90	0,51	0,10	0,75	12,21	0,16	22,56	7,01

## 5.1 Distribuição espacial e temporal dos parâmetros hidroquímicos

### 5.1.1 Profundidade Local

A profundidade local na zona estuarina da Raposa apresentou valores mínimos e máximos de 1,29 a 8,29 m, 1,49 a 7,48 m e 3,00 a 9,64 m entre as três campanhas de coletas (Tab. 3). Observa-se que houve uma grande variação tanto espacial como sazonal e isso se deve possivelmente a quantidade de água continental que entrou no corpo d'água e ao regime de marés, que por se tratar de uma zona estuarina, suas águas sofrem alterações relacionadas à hidrodinâmica do sistema.

**Figura 4. Distribuição espacial e temporal da Profundidade Local (m) no sistema estuarino da Raposa - MA.**



Entres os pontos é possível observar que este parâmetro variou bastante. As menores profundidades são observadas no ponto 3 (Fig. 3), isso se deve a condição de maré no horário de coleta e a localização do ponto, pois por ser um local mais abrigado, com meandros, isso favorece os processos de acumulação de sedimento, permitindo assim o assoreamento deste local.

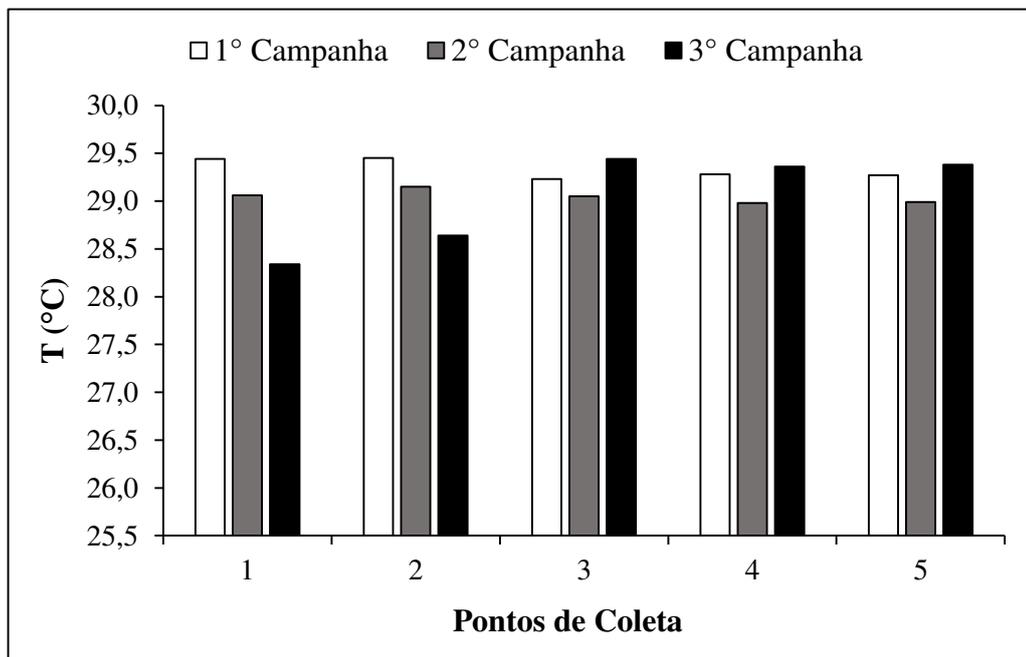
As maiores profundidades foram observadas nos pontos 1 e 5. O P1 está localizado próximo a Baía de São José (Fig. 2), o que indica que essa baía possui uma grande capacidade de transporte, pois o canal do estuário é mais largo, fazendo com que o material seja

distribuído ao longo da zona estuarina e sedimentado em áreas com baixa energia. O P5 fica situado próximo a balsa de cultivo, é uma área mais abrigada, entretanto, sofre grandes variações em função das oscilações periódicas do nível do mar, já que essa região está submetida ao regime de macromarés.

### 5.1.2 Temperatura

A distribuição espacial da temperatura nas águas do ambiente estuarino da Raposa apresentou um comportamento semelhante nas três campanhas (Fig. 5), mostrando-se bastante constante e com valores médios por campanha de 29,33 °C (1° Campanha), 29,05 °C (2° Campanha) e 29,03 °C (3° Campanha) não apresentando diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre as campanhas.

Figura 5. Distribuição espacial e temporal da Temperatura (°C) no sistema estuarino da Raposa - MA



Os valores de temperaturas mostraram-se característicos de regiões de baixas latitudes, localizadas próximas à linha do Equador, nas quais as temperaturas apresentam pouca variação ao longo do ano, já que recebem incidência solar de forma direta, devido ao grau de inclinação do eixo do planeta Terra. Segundo Flores Montes (1996), essa estabilidade térmica temporal é típica de estuários tropicais e que depende do período e grau de insolação, além de

variações meteorológicas que estão condicionadas por períodos de maior ou menor nebulosidade.

O maior gradiente de temperatura foi observado durante a terceira campanha (Tab. 3), onde se observou uma distribuição do aumento da temperatura proporcional aos horários de coleta das amostras da água, com as maiores temperaturas no horário de meio dia, em que apresenta maior taxa de incidência solar. Este fato está estreitamente relacionado com a quantidade de radiação solar, no qual a maior incidência acarreta no aumento da temperatura superficial da coluna da água. A menor temperatura obtida no horário das 8h também pode ser correlacionada ao horário da coleta, pois nos primeiros horários da manhã há menor incidência solar, e também com a variação de maré, no qual ocorre a entrada de água marinha, que são mais frias que as águas fluviais, amenizando assim, a temperatura das águas superficiais.

Esta distribuição da temperatura mostra a forte influência da irradiação solar no favorecimento dos processos de evaporação no estuário. Em termos ambientais, o comportamento da temperatura é de extrema importância, pois influencia diretamente processos biológicos, reações químicas e bioquímicas que ocorrem nas águas, como, por exemplo, a solubilidade de gases dissolvidos, que tendem a diminuir com o aumento da temperatura, afetando assim, o crescimento e sobrevivência de moluscos bivalves (MACÊDO, 2001).

As grandes variações na temperatura da água do mar são fatores que podem influenciar no desenvolvimento das ostras em todas as fases de cultivo, em particular no verão (COSTA *et al.*, 1998; PEREIRA *et al.*, 2003; POLI, 2004), nos anos em que as águas costeiras atingem temperaturas próximas a 30 °C. Comparando os resultados com os dados obtidos no trabalho realizado por Miranda & Guzinski (1999), sobre o cultivo larval da ostra nativa em diferentes condições de temperatura, observou-se que esta variável apresentou pequena amplitude de variação, e o autor sugeriu que esta estabilidade observada para a temperatura, foi favorável para o crescimento das ostras. Assim, a temperatura no sistema estuarino da Raposa não foi um fator estressante para os organismos, pois se manteve constante durante todo o ano, contribuindo para uma relativa estabilidade térmica das ostras, o que possivelmente tenha favorecido o seu desenvolvimento.

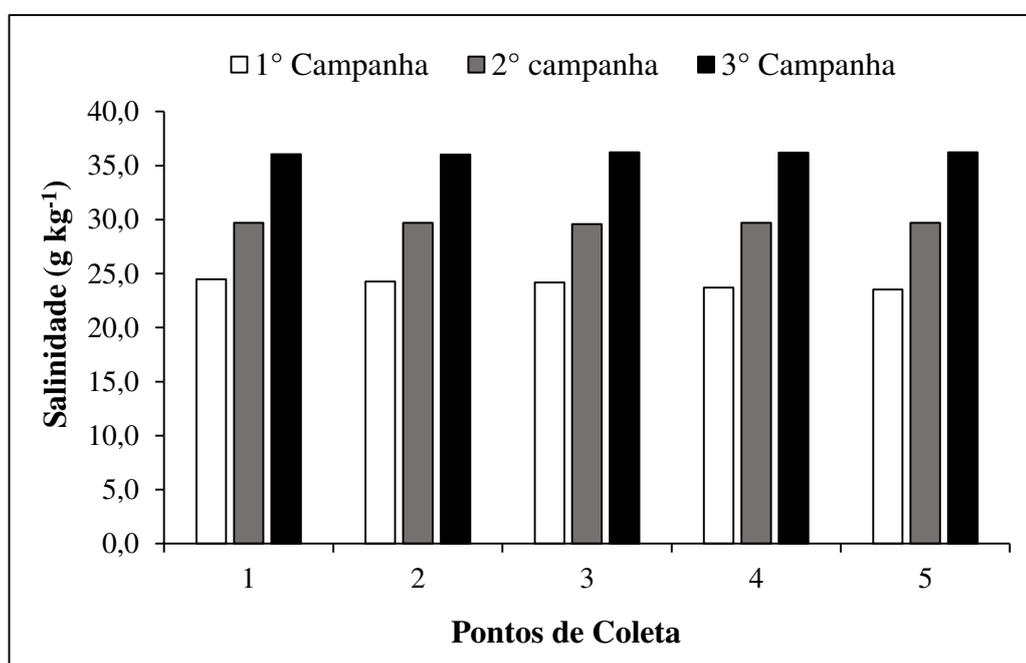
Diante disso, podemos afirmar que o ambiente estuarino da Raposa apresenta temperaturas favoráveis para a ostreicultura, pois se manteve dentro da faixa limite de

tolerância das ostras do gênero *Crassostrea*, que é de 20 a 30 °C (Miranda & Guzenski, 1999) e também foi estável durante as três campanhas amostrais.

### 5.1.2 Salinidade

A salinidade ao longo do sistema estuarino da Raposa apresentou valores médios variando entre as três campanhas, respectivamente, 24,03 g kg<sup>-1</sup>, 29,68 g kg<sup>-1</sup>, 36,15 g kg<sup>-1</sup> (Fig. 6 e Tab. 3), os valores não exibiram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) (Tab. 2) entre pontos amostrais, porém entre as campanhas é possível observar que a salinidade apresentou variações, evidenciando uma grande influência dos períodos sazonais sob essa variável.

Figura 6. Distribuição espacial e temporal da Salinidade (g kg<sup>-1</sup>) no sistema estuarino da Raposa - MA



A salinidade registrou valores mais baixos no período chuvoso e de transição, podendo assim, ser classificada como água salobra, característica de regiões estuarinas. Segundo Resolução n° 357/2005 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para que as águas estejam dentro da classificação de águas salobras é necessária uma salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 30‰. Esses valores de salinidade registrados no sistema estuarino da Raposa, podem ser justificados pela diluição das águas marinhas pelo maior aporte de água doce, proveniente da chuva, e da elevação do nível do lençol freático, que durante o período

chuvoso, as dunas da zona estuarina da Raposa, por sua composição arenosa, filtram essas águas, influenciando no aumento do nível do lençol freático, que “sangram” para dentro desse corpo d’água. Recebe contribuições também de afluentes do Rio Paciência, que com o aumento da pluviosidade aumentam a competência hídrica e da entrada de esgotos domésticos, que embora seja uma contribuição menor, influencia nessa quantidade de água doce que entra nesses períodos.

No período de transição, é possível observar que os valores se mostram intermediários entre o período chuvoso e de estiagem. Esse comportamento pode ser explicado pela diminuição do aporte de água doce proveniente da chuva e da drenagem continental, mostrando assim, um aumento do fluxo de água marinha no ambiente estuarino. A hidrologia estuarina da região nordeste brasileira tem sido caracterizada por oscilação na salinidade, que são correlacionadas com o fluxo de água doce e salina, e pelo aumento ou diminuição da temperatura, decorrente de mudanças sazonais nas condições climáticas e por processo de mistura estuarina (LINS, 2002; DIAS *et al.*, 2007).

Uma forte influência de água marinha sobre as variações de salinidade foi observada no período de estiagem, com a média de  $36,15 \text{ g kg}^{-1}$ , este padrão de salinidade é justificado pelo período sazonal de coleta, no qual decorre da baixa circulação das águas estuarinas e pela presença de água mais densa proveniente das Baías de São Marcos e de São José, que importam constantemente água salgada para o seu interior, favorecendo os processos de evaporação e a salinização desse sistema. Ambientes salinos resultam do acúmulo de água marinha em depressões com equilíbrio hídrico negativo, onde a evaporação excede a precipitação. Estes sistemas têm tipicamente a mesma composição de cátions e ânions da água marinha, embora muito mais concentrados (CLEMENTINO *et al.*, 2008).

Azevedo *et al.* (2008), desenvolvendo estudos no Golfão Maranhense, observaram uma variação sazonal da salinidade ( $6 - 35 \text{ g kg}^{-1}$ ) com maiores teores no período de estiagem. Como também Machado (2016), em seus estudos no estuário do Rio Anil - MA, encontrou maiores valores de salinidade durante o período de estiagem variando de  $18,33$  a  $34,37 \text{ g kg}^{-1}$  e relata que a baixa precipitação e o predomínio da maré no estuário acima refletiram nas maiores salinidades superficial da coluna de água. Ambos os estudos corroboram com o presente trabalho.

A salinidade é um dos fatores mais estudados na ostreicultura, pois apresenta variações diárias e sazonais, sendo influenciada pelo regime de marés e pelo período chuvoso,

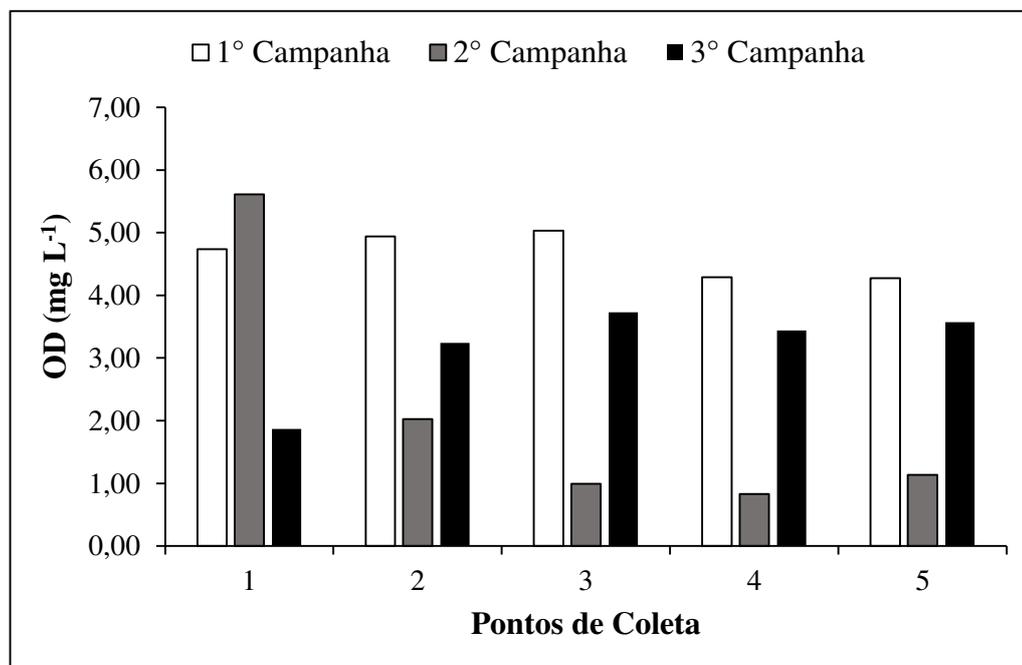
além de constituir importante fator ambiental, que determina a distribuição de moluscos bivalves em ambientes estuarinos e marinhos (FUERSICH, 1993).

As ostras do gênero *Crassostrea* podem ser encontradas tanto em ambientes estuarinos como marinhos costeiros. Podem ser criadas em ambientes que variam de 18 a 32‰, porém com um crescimento mais lento (POLI, 2004). A salinidade ideal para o cultivo desse gênero está em 28‰ (RICHARDSON *et al.*, 1993). Sob este aspecto, no período chuvoso e de transição, o sistema estuarino da Raposa apresenta as melhores salinidades para o cultivo (Tab. 3). No período de estiagem esse parâmetro influenciou negativamente no crescimento, pois grande parte da energia, que seria utilizada para o desenvolvimento desses organismos, é gasta nos processos metabólicos realizados pelos moluscos bivalves, com o intuito de sobreviver nessas condições estressantes de salinidade.

#### **5.1.4 Oxigênio Dissolvido**

A concentração de oxigênio (OD) revelou que as águas do sistema estuarino da Raposa se apresentam pouco oxigenadas, com mínimos e máximas de 4,27 a 5,03 mg L<sup>-1</sup>, 0,83 a 5,61 mg L<sup>-1</sup> e 1,87 a 3,73 mg L<sup>-1</sup>, correspondendo as campanhas 1, 2 e 3, respectivamente. Os teores de oxigênio mostraram variações sazonais (Fig. 7), sem diferenças significativas entre os pontos (Tab. 3).

**Figura 7. Distribuição espacial e temporal do Oxigênio Dissolvido ( $\text{mg L}^{-1}$ ) no sistema estuarino da Raposa - MA**



Os teores de oxigênio dissolvido foram mais altos no período chuvoso, esse comportamento pode estar relacionado com a maior agitação da coluna d'água, provocada pelo aporte de água continental, pela chuva e pela intrusão marinha, no qual diminui a tensão superficial da água, favorecendo as trocas gasosas na interface água – ar, oxigenando este ambiente. Observa-se também que nesse período as concentrações de TSS foram baixas, o que corrobora com a ideia de que esse parâmetro em baixas concentrações, os níveis de OD podem aumentar, pois não existe uma camada de sólidos em suspensão que dificulte os processos de difusão do oxigênio.

As menores concentrações de oxigênio dissolvido na água foram observadas no período de transição (2ª Campanha). Esses baixos valores podem ser explicados pela diminuição do aporte de água doce para dentro do sistema, que conseqüentemente, diminuem as trocas gasosas e pelo aumento de processos de oxidação da matéria orgânica. As principais fontes de entrada de oxigênio na água são a atmosfera, através de trocas difusas e a fotossíntese, entretanto neste ambiente o teor de OD na água não pôde ser relacionado com a produção primária.

No 2ª campanha, o ponto 3 e 4 apresentaram valores críticos de OD. A diminuição do oxigênio no P3, pode ter ocorrido em função da oxidação da matéria orgânica, visto que a profundidade local nesse ponto é pequena o que favorece os processos de remobilização do

sedimento, acarretando em um alto valor de TSS, esses sólidos em suspensão podem ser constituídos por compostos orgânicos, havendo assim, uma demanda maior por oxigênio dissolvido na água pelos microrganismos aeróbios, diminuindo os valores de OD. O P4 apresentou altos valores de clorofila-a, e baixos teores de TSS, esperava-se, portanto, que os níveis de OD fossem altos. Entretanto, nesse ponto temos a balsa de cultivo, na qual produz cargas de material orgânico, havendo também maior consumo de oxigênio pela biodegradação dessa biomassa. Segundo Schmiegelow (2004), os principais processos que diminuem a concentração de oxigênio no meio é a respiração, no qual o gás é retirado do ambiente pela respiração dos organismos, e a oxidação da matéria orgânica, na qual bactérias fazem a oxidação desse material.

Durante o período de estiagem o OD obteve a média de  $3,17 \text{ mg L}^{-1}$ , nesse período observamos alguns picos de clorofila-a que influenciaram nesses valores. Podemos relacionar também com a dinâmica de maré, que provoca o turbilhonamento e conseqüentemente a renovação do oxigênio no corpo hídrico, minimizando o efeito dos processos relacionados à Demanda Bioquímica de Oxigênio.

O oxigênio dissolvido desempenha um papel fundamental sobre a vida dos organismos aquáticos, além de servir como indicador das condições ambientais, uma vez que baixas concentrações deste gás poderão indicar uma poluição química, física ou biológica, e valores muitos elevados estão associados ao processo de eutrofização (FLORES-MONTES, 1996).

Segundo Eschrique (2007), a taxa de saturação em oxigênio dissolvido (% OD) pode ser definida como a quantidade máxima de oxigênio que o corpo d'água pode dissolver em determinada pressão, salinidade e temperatura. A zona estuarina da Raposa apresentou % OD variando entre mínimo e máximo por campanha de 12 a 84%, 66 a 77% e 29 a 57% respectivamente (Tab. 1).

O percentual de OD pode classificar o ambiente quanto a sua qualidade. MACEDO & COSTA (1978) estabeleceram para os ambientes estuarinos do Nordeste do Brasil as seguintes zonas, de acordo com os valores de % OD. (1) zona supersaturada – com valores de saturação acima de 100%; (2) zona de saturação – com valores entre 50 a 100%; (3) zona de baixa saturação – com valores entre 25 a 50%; (4) zona semipoluída – com valores entre 5 a 25%; (5) zona poluída – com valores abaixo de 5%.

De acordo com a classificação de MACEDO & COSTA (1978), o sistema estuarino da Raposa no período chuvoso variou entre zona semipoluída a de saturação, no período de

transição se classificou em zona de saturação e no período de estiagem variou de zona de baixa saturação a de saturação. Indicando que em dois períodos sazonais (chuvoso e estiagem) está predominando o consumo sobre a produção deste gás, pela degradação da matéria orgânica e ou respiração. A taxa de saturação no período de transição demonstra a capacidade do ambiente em suprir as necessidades biológicas e confere a esse sistema a capacidade de autodepuração.

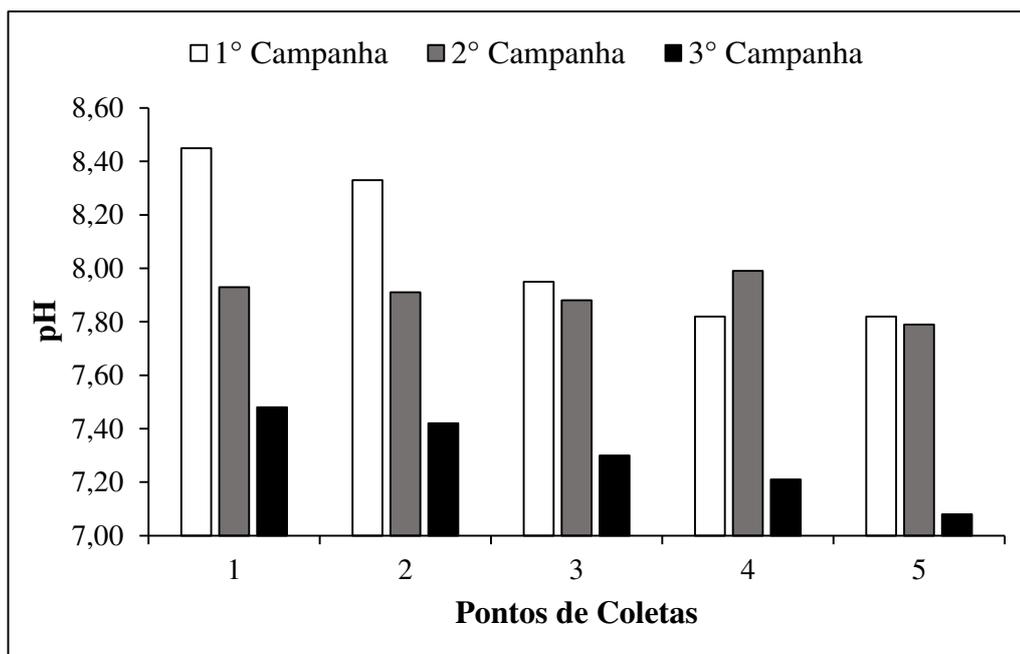
Com os resultados obtidos neste estudo é possível inferir que as concentrações de oxigênio dissolvido na água do sistema estuarino da Raposa, na sua maior parte, não são provenientes da produção fitoplanctônica, mas sim pela entrada de água doce e da maré, que perturba o ambiente causando a turbulência e oxigenando a água, e pela troca entre os compartimentos ar - água.

Conforme Nikolic (1978), para seleção de área adequada para o cultivo de ostras nativas, a concentração de oxigênio dissolvido deve estar entre 2 e 5 mg L<sup>-1</sup>. Baixos níveis de oxigênio dissolvido são os maiores limitantes em aquicultura. Ferreira (2001), considera que a concentração crítica de oxigênio é de 1,5 mg L<sup>-1</sup>, pois abaixo dela há uma redução drástica no crescimento dos organismos. Tal variável mostrou que o sistema estuarino da Raposa apresenta pontos pouco oxigenado, mas os valores médios entre as campanhas mostram que o oxigênio está dentro dos limites aceitáveis para áreas de cultivo de ostras.

### **5.1.5 pH**

Os valores de pH foram básicos em todo o sistema estuarino, com mínimos e máximos de 7,82 a 8,45 (1° Campanha), 7,79 a 7,99 (2° Campanha), 7,08 a 7,48 (3° Campanha). Esses resultados obtidos estão dentro dos esperados para áreas com águas salobras, que segundo o CONAMA, resolução nº 357/305, é de 6,5 até 8,5. Porém, observa-se que as concentrações de pH apresentaram um comportamento sazonal atípico do que geralmente é encontrado nas águas estuarinas (Fig. 8). Os valores de pH não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

**Figura 8. Distribuição espacial e temporal do pH no sistema estuarino da Raposa - MA.**



Os maiores valores de pH foram observados no período chuvoso, apresentando a média de 8,07. Indicando influência salina, que embora os valores de salinidade não indiquem essa presença, percebe-se que há a entrada dessa água marinha básica, sobretudo pelo fato que nesse estuário essa água entra tanto pela Baía de São José quanto pela porção sul do sistema estuarino, sobre influência do Oceano Atlântico. Assim, o pH pode estar sendo influenciado em sua grande parte pela salinidade e também pela a atividade fotossintética, que apesar dos valores de clorofila-a terem sido baixo, possivelmente existe essa contribuição, porém ela está sendo camuflada devido à alimentação das ostras, visto que são organismos filtradores.

Sendo assim, na 1ª campanha, os maiores valores de pH observados no ponto 1 e 2, justificam-se pelo posicionamento desses pontos, localizados praticamente em uma área de confluência das águas marinhas que entram nesse sistema, tanto pela Baía de São José quanto pela de São Marcos. Assim, esses pontos passam a ter mais contato com essa massa d'água, aumentando os valores de pH.

Ainda na 1ª campanha, observa-se que os pontos, 3, 4 e 5, também apresentam características básicas, contudo com valores menores. Esses dados podem ser relacionados com a condição de maré (enchente), que entra com água salina mais básica. Porém, o posicionamento dos pontos, as atividades do entorno e processos biogeoquímicos fazem com que esse pH seja mais baixo. Nota-se que esses pontos estão localizados mais internamente

(Fig. 2), provavelmente a circulação é baixa, o que favorece a oxidação da matéria orgânica (folhas, manguezais, etc.), consumindo o oxigênio, liberando CO<sub>2</sub>, e diminuindo o pH. Outro fator que também explicaria os menores valores nos pontos 4 e 5 é a proximidade com a balsa de cultivo, visto que nesses pontos, a coleta foi realizada a noite, onde a biota começa a respirar e liberar CO<sub>2</sub>, diminuindo também os valores de pH.

No período de transição, observou-se que os índices de pH foram característicos de áreas com influência marinha, pois o pH da água salgada varia entre 7,4 a 8,5. Desse modo, os valores de pH encontrados na 2<sup>o</sup> campanha, caracterizam as águas do sistema estuarino da Raposa como mais básico do que geralmente são as águas estuarinas. Este comportamento está correlacionado com as características marinhas em termo de salinidade, refletindo em uma maior influência da intrusão salina, proveniente das duas baías. De modo geral, a média de 7,9, menor que a média do período chuvoso, indica que o pH deve ter diminuído em função do aumento de processos de oxidação, evidenciados pelos baixos valores de oxigênio, acarretando assim, a diminuição dos valores. Observa-se que apesar da produtividade ter sido maior nesse período, ela não foi capaz de aumentar esses valores de pH.

Os menores valores de pH foram observados no período de estiagem, esse é um comportamento atípico, já que as concentrações de salinidade nesse período atingiram a média de 36,15 g kg<sup>-1</sup>. Entretanto, esses baixos valores de pH podem ser relacionados com os altos valores de TSS observados no período de estiagem, sugerindo uma grande carga de material orgânico nesse ambiente, visto que é um sistema que possui vegetação de mangue. Segundo Twilley (1995) espécies de manguezal, principalmente aquelas pertencentes ao gênero *Rhizophora*, acumulam maior teor de matéria orgânica. Além da contribuição do cultivo de ostras que também é outra fonte de resíduos orgânicos para esse corpo d'água. Essa grande quantidade de biomassa quando se decompõem, contribuem para o déficit de oxigênio dissolvido e formação de gás sulfídrico, esse gás é prejudicial à vida e é um dos responsáveis pelo baixo pH da água (SIQUEIRA *et al.*, 2011; RIVAS *et al.*, 2009). A quantidade de matéria morta a ser decomposta influencia os valores de pH, podendo assim, justificar os baixos índices no período de estiagem.

O pH das águas de cultivo pode variar de acordo com as chuvas, temperatura, atividades fotossintética e respiratória dos organismos aquáticos (ROZEN; BELKIN, 2001). O pH das águas salobras ou salinas destinadas a pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo, devem variar 6,5 a 8,5 (CONAMA, 2005). Apesar da maioria dos valores obtidos nas campanhas estarem dentro do limite, a mudança do pH natural maior do que 0,2 unidades,

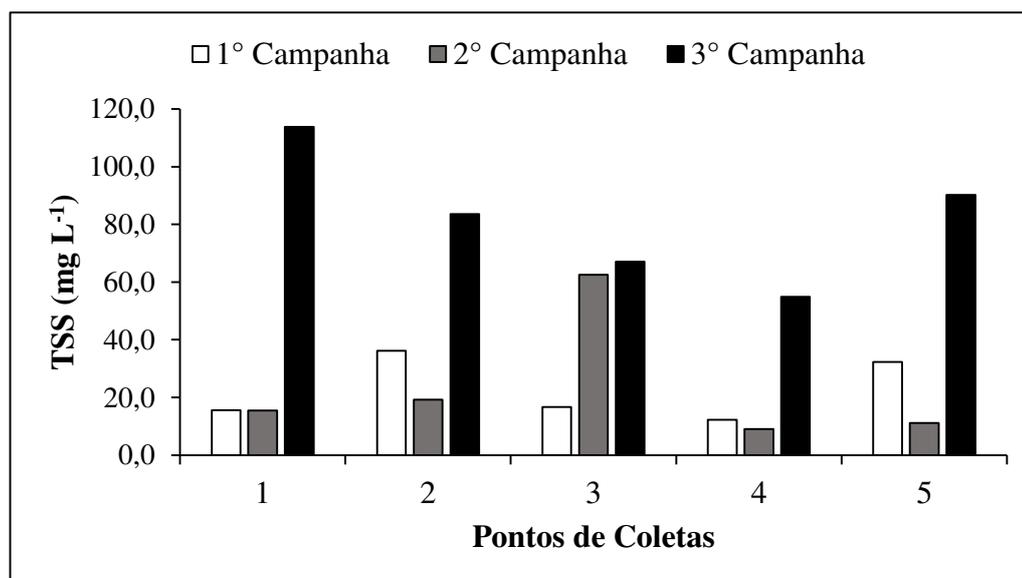
entre os pontos de coletas, diverge da Resolução n° 357/05 do CONAMA para águas estuarinas. Podendo assim, ser um fator limitante no crescimento das ostras, visto que a variabilidade do pH é pequena, devido às reações relacionadas ao gás carbônico que tendem a manter esse parâmetro em equilíbrio. Assim, essa variação nos níveis de pH pode interferir negativamente no crescimento.

Dentro desse contexto, as águas da zona estuarina da Raposa durante as três campanhas apresentam condições favoráveis para o cultivo. Entretanto, especialmente mostram condições estressantes para o desenvolvimento dos organismos.

### 5.1.6 Totais de Sólidos em Suspensão (TSS)

O TSS é o parâmetro que mede a quantidade de totais de sólidos em suspensão presente nos corpos hídricos. Nas campanhas, as concentrações de TSS apresentaram teores variando de 12,28 a 36,21 mg L<sup>-1</sup>, 9,00 a 62,50 mg L<sup>-1</sup> e 54,90 a 113,8 mg L<sup>-1</sup> (Tab. 1). Esses valores mostram variações sazonais (Fig. 9), entretanto estatisticamente esses dados não apresentam diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

**Figura 9. Distribuição espacial e temporal do TSS (mg L<sup>-1</sup>) no sistema estuarino da Raposa - MA.**



Na 1ª campanha o TSS apresentou as menores concentrações, esse comportamento não é o esperado, já que no período chuvoso a zona estuarina recebe maior aporte de material

para a coluna d'água. Entretanto, a mistura entre água doce e salgada pode gerar os processos químicos de sedimentação, que são a floculação e a coagulação, explicando assim, os baixos valores. A localização dos pontos nesse sistema favorece o balanço entre a sedimentação e erosão permitindo a acumulação do material fino, sendo um ambiente cujos processos são controlados pela baixa energia.

No período de transição, o TSS também apresentou baixas concentrações, esses valores podem ser explicados pela diminuição da contribuição de sólidos totais pela drenagem continental, além dos processos de sedimentação dessas partículas, no qual controlam a distribuição desse parâmetro na superfície da água. Nesse período (transição), o ponto 3 foi o que apresentou as maiores concentrações de TSS, variando consideravelmente quando comparado com os demais pontos. Esse comportamento pode ser justificado pela localização do ponto e pela profundidade, que por ser um local raso, a energia mecânica da água transferida para o sedimento pode afetar a estrutura física da interface água-sedimento, aumentando a transferência de material dissolvidos do sedimento superficial para a coluna de água, influenciando assim, os valores de TSS nesse ponto. Essas concentrações parecem indicar uma relação inversa com o oxigênio dissolvido, fato também observado por Furtado (2001) no estuário próximo ao povoado de Anajatiua na Baía do Arraial, Ilha de São Luís/MA.

Os maiores valores de TSS foram observados no período de estiagem, apresentando valor médio de  $81,90 \text{ mg L}^{-1}$ , este valor médio foi consideravelmente alto, pois a coleta foi realizada no período de estiagem, em que há menor carregamento de material particulado em suspensão, tanto de matéria orgânica quanto inorgânica, dos solos da área de drenagem da bacia. Entretanto, deve-se levar em consideração a influência das duas baías que carregam material para este ambiente, o regime de maré da região, que por ser um ambiente raso, durante a maré baixa a coluna d'água diminui e o sedimento de fundo é remobilizado e colocado em suspensão, e o vento que também pode contribuir no transporte de areias para dentro desse ambiente. Os altos valores de TSS também podem ser em função da quantidade de sais dissolvido na água. Levando em consideração que a salinidade atingiu a média de  $36,15 \text{ g kg}^{-1}$  no período de estiagem.

No ambiente estuarino da Raposa ocorre algumas áreas de mangue, sendo constituído essencialmente de sedimentos lamosos e melhor observado nos períodos de maré baixa. Como a região está inserida em uma zona de macromaré, na qual as variações diárias chegam em média a 5 m, esta planície lamosa pode atingir uma extensão de aproximadamente 1 km

(TEIXEIRA, 2009). Essas características observadas no ambiente em estudo, podem também ser responsáveis pelos altos valores de TSS no período de estiagem, visto que os sedimentos de manguezais possuem características redutoras, tornando possível uma maior preservação do material orgânico, e todos esses elementos podem ser remobilizados durante as condições de maré (enchente e vazante), enriquecendo assim esse ambiente com partículas orgânicas. Além da contribuição antropogênica provocada pelo cultivo de ostras, que é outra fonte de resíduos para o ambiente.

O TSS encontrado nos estuários possui importantes funções como: controle da reatividade, transporte e impacto biológico de substâncias no ambiente aquático, agindo como ligante fundamental para os constituintes químicos presentes na coluna d'água, no sedimento de fundo e na cadeia alimentar. Quando presentes em excesso na coluna d'água, podem causar a morte de animais, pois prejudicam a respiração, obstruem as estruturas de alimentação e reduzem a fotossíntese por diminuir a penetração da luz (CLARK, 2001).

Diante disso, podemos observar que o ambiente estuarino da Raposa no período chuvoso e de transição apresentam as melhores condições para o crescimento das ostras, pois os níveis de TSS foram mais baixos. No período de estiagem as concentrações de TSS foram muito altas, causando estresse aos organismos, uma vez que elas utilizam a energia do crescimento para a filtração das partículas.

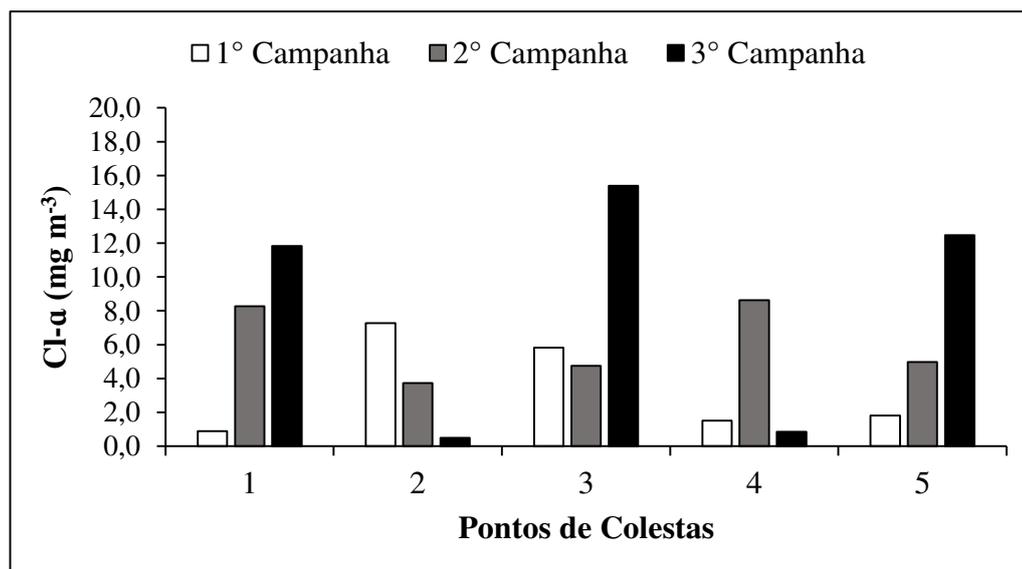
## **5.2 Parâmetros Biológicos**

### **5.2.1 Clorofila-a**

A clorofila-a (Cl-a) é um pigmento fotossintético presente no fitoplâncton, e serve como uma medida indireta de quantificação de sua biomassa, de acordo com Poli, Gálvez e Oliveira (2004), funcionando como um indicador da produtividade primária de um determinado local.

A Cl-a apresentou valores máximos e mínimos variando em cada período de 0,88 a 7,22 mg m<sup>-3</sup>, 3,74 a 8,62 mg m<sup>-3</sup> e 0,49 a 15,39 mg m<sup>-3</sup>, respectivamente. Observa-se que esse parâmetro sofreu variações entre as campanhas, entretanto estatisticamente esses valores não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

**Figura 10. Distribuição espacial e temporal da Clorofila-a ( $\text{mg m}^{-3}$ ) no sistema estuarino da Raposa - MA.**



Sazonalmente (Tab. 3), pôde-se observar, no geral, um gradiente crescente da 1ª campanha para a 3ª campanha. Assim, as menores concentrações de Cl-a foram observadas no período chuvoso, esse comportamento pode estar associado com o horário de coleta, na qual foi realizada no final da tarde ao início da noite, influenciando diretamente na distribuição da biomassa fitoplanctônica, visto que nesses horários as microalgas realizam a migração vertical, diminuindo assim as concentrações de Cl-a em superfície.

Na 1ª campanha, os pontos 4 e 5 que estão localizados próximo e dentro da balsa de cultivo, respectivamente, apresentaram baixas concentrações de Cl-a, essas concentrações podem ser diretamente relacionadas com a alimentação dos moluscos, visto que são organismos filtradores e sua dieta alimentar é o fitoplâncton. As ostras se alimentam através da filtração de detritos suspensos na água e da microflora, sobretudo as diatomáceas (LEITÃO, 2000).

No período de transição as concentrações de clorofila-a aumentaram, quando comparado com a 1ª campanha. Observa-se que os horários de coletas também podem influenciar nesses valores, visto que foram realizadas em um horário de maior incidência solar, influenciando em uma maior atividade fotossintética na superfície.

Corroborando com este trabalho, o estudo realizado por Ramos (2004) em Paquatua município de Alcântara-MA, que encontrou as concentrações de clorofila-a maiores ao longo do dia e menores na parte da noite, associando a migração do fitoplâncton na coluna d'água em função da variação da radiação solar.

Os maiores níveis de Cl-a foram registrados no período de estiagem, apresentando a média de 8,21 mg m<sup>-3</sup>. De um modo geral, as maiores concentrações de clorofila-a estiveram associadas às águas de maior salinidade. A salinidade pode ser um parâmetro fundamental para a densidade fitoplanctônica, sendo um fator condicionante para o desenvolvimento e estabelecimento das espécies (MELO-MAGALHÃES *et al.*, 2009). Fato interessante a mencionar, é que no período de estiagem ocorreram os maiores picos de TSS coincidindo com as maiores concentrações de biomassa fitoplanctônica, o que nos leva a supor que grande parte desses sólidos em suspensão pode ser de origem biológica.

O TSS também é um fator que pode ter influenciado nesses picos de clorofila-a no período de estiagem, uma vez que nesse período ele apresentou altas concentrações. Provavelmente, isso acontece porque há uma influência dos manguezais que exportam grandes quantidades de sedimentos para a zona estuarina. Podemos assim sugerir que esse ambiente é rico em material orgânico, corroborando com os valores de pH observados nesse período. Essa grande carga de orgânico, aumenta o desenvolvimento de microrganismos, que durante o processo de oxidação, transformam as partículas orgânicas em compostos inorgânicos, contribuindo assim para a fertilização desse ambiente e influenciando em um aumento da biomassa fitoplanctônica.

Corroboram com este trabalho, estudos realizados em zonas estuarinas, como o de Ramos (2004) que registrou em Paquetiua-MA valores de Cl-a variando de 0,43 a 5,10 mg.m<sup>-3</sup>. O de Rodrigues (2010), que analisando áreas estuarinas nos municípios de São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, registrou a variação de Cl-a de 2,40 a 16,56 mg.m<sup>-3</sup>, o que também foi verificado por Bastos *et al.* (2005) no estuário do rio Una (PE). Tais valores se assemelham aos observados no presente estudo. As concentrações de Cl-a nas estações localizadas próximo à costa, variaram de 0,03 a 9,79 mg.m<sup>-3</sup> e nas oceânicas entre 0,0 a 1,85 mg.m<sup>-3</sup> (SANTOS, 2000). Observando as médias sazonais e considerando que este ambiente é controlado pela dinâmica marinha, podemos dizer que a zona estuarina da Raposa apresenta uma alta produtividade primária.

O nível mínimo da produção primária diária desejada é de 4 mg m<sup>-3</sup> de clorofila-a para o gênero *Crassostrea* (Poli, 2004). Dentro desse contexto, os períodos de transição e de estiagem foram os que apresentaram as melhores condições, pois os maiores teores de Cl-a foram observados nesses períodos, influenciando diretamente na alimentação desses organismos, visto que o fator de condição realizado neste estudo (Tab. 5) mostrou correlação entre este parâmetro e o estado nutricional das ostras. Entretanto, observa-se que no período

de estiagem, especialmente a Cl- $\alpha$  variou bastante, apresentando períodos de baixa e alta nutrição, essas flutuações podem ter limitado a capacidade de aquisição de nutrientes, a qual é regulada pela alimentação. Entre as três campanhas, o período chuvoso foi o que apresentou as menores concentrações de Cl- $\alpha$ , no qual influenciou negativamente na engorda desses organismos.

### 5.2.2 Análises Biométricas

Os valores médios biométricos referentes ao comprimento, largura, altura, Peso Vivo Total (PVT) e Peso da Carne Cozida das ostras estão apresentados na tabela 4.

**Tabela 4. Resultado médio e o desvio Padrão das determinações biométricas, Peso Vivo Total e do Peso da Carne Cozida das ostras.**

<b>Campanhas de coletas</b>	<b>Parâmetros</b>	<b>Resultados</b>
<b>1° Campanha</b>	<b>Comprimento (mm)</b>	69,89 $\pm$ 10,59
	<b>Altura (mm)</b>	20,54 $\pm$ 4,33
	<b>Largura (mm)</b>	60,26 $\pm$ 13,11
	<b>PVT (g)</b>	44,53 $\pm$ 10,28
	<b>PCC (g)</b>	1,54 $\pm$ 0,55
<b>2° Campanha</b>	<b>Comprimento (mm)</b>	59,05 $\pm$ 10,65
	<b>Altura (mm)</b>	17,13 $\pm$ 3,10
	<b>Largura (mm)</b>	49,21 $\pm$ 5,47
	<b>PVT (g)</b>	42,83 $\pm$ 11,75
	<b>PCC (g)</b>	2,53 $\pm$ 0,67
<b>3° Campanha</b>	<b>Comprimento (mm)</b>	10,91 $\pm$ 10,44
	<b>Altura (mm)</b>	16,91 $\pm$ 2,79
	<b>Largura (mm)</b>	31,52 $\pm$ 13,20
	<b>PVT (g)</b>	27,10 $\pm$ 8,20
	<b>PCC (g)</b>	1,22 $\pm$ 0,43

Segundo Rocha (2003) as ostras são classificadas de acordo com seu comprimento em baby, quando atingem de 60 a 80 milímetros, que são os menores tamanhos permitidos para comercialização. Sendo assim, as ostras analisadas nesse estudo podem ser classificadas como baby somente no período chuvoso. Nos demais períodos, elas estavam abaixo da variação adotada para esta classe (Tab. 2). As ostras utilizadas nesse trabalho foram adquiridas de uma ostreicultura local, dessa forma, verifica-se que no período de transição e estiagem elas foram comercializadas abaixo do comprimento permitido para a comercialização.

Os maiores valores dos dados biométricos foram observados no período chuvoso, essas características podem estar estreitamente relacionadas com os valores de salinidade observados nesse período, no qual se apresentou favorável para o cultivo desses organismos (Tab. 1). O aumento do aporte de água doce ocasionada pelas chuvas, contribuiu para uma relativa estabilidade térmica da ostra, o que possivelmente tenha favorecido o seu crescimento. Os altos valores associados com a pouca variabilidade do oxigênio dissolvido na água durante a 1<sup>o</sup> campanha, também pode ser um fator que favoreceu esses valores biométricos.

Alvarenga e Nalesso (2006) relataram que quando as condições ambientais, como salinidade, temperatura e disponibilidade de alimentos, estão fora do limite desejável para criação de moluscos, o crescimento e desenvolvimento do mesmo são afetados diretamente, por esse motivo, é possível que uma mesma espécie de ostra cultivada por um mesmo período de tempo possa atingir tamanhos diferentes.

No período de estiagem (3<sup>o</sup> Campanha) as ostras apresentaram os menores valores biométricos, isso pode ser justificado pelas altas concentrações de salinidade, que atingiram a média de 36,15 g kg<sup>-1</sup> nesse período. Tal estresse pode ter influenciado no desenvolvimento desses organismos, visto que a faixa mais comum de salinidade em seu habitat natural é entre 7,2‰ a 28,8‰ (COSTA, 1975). A resposta imediata de bivalves, mediante alteração da salinidade do meio, é o fechamento das valvas, assim sendo, os mesmos não se alimentam enquanto esta situação perdura (WIELOCH, 1990), levando esses organismos a um estresse, ocasionando uma diminuição do crescimento.

Quando as ostras estão expostas a salinidades próximas ao seu limite de tolerância ocorre diminuição da energia e dos materiais que estariam disponíveis para o crescimento, devido ao aumento do custo metabólico para a sobrevivência, e nestas condições, também pode haver redução da taxa de ingestão e até mesmo paralisação da alimentação, acarretando em mortalidade e diminuição do crescimento (LOOSANOFF, 1952).

As altas concentrações de TSS pode afetar a eficiência alimentar desses moluscos, aumentando o gasto energético na seleção das partículas a serem ingeridas (QUAYLE, 1988). Observa-se que a condição de maré no ambiente estuarino da Raposa, provoca ressuspensão de material particulado, com conseqüente movimento contínuo dessas partículas no meio. Isso pode causar estresse nas ostras, uma vez que a elevação da concentração de material particulado contribui para o aumento da turbidez que, por sua vez, força as ostras a canalizar energia de crescimento para a filtração das partículas. Dessa forma, os altos valores de TSS observadas no período de estiagem, podem também ter influenciado negativamente o desenvolvimento das ostras nesse ambiente.

Segundo Ramos (2004), a ostra nativa apresenta maior desempenho do que a ostra do pacífico, ressaltando que as nativas estão adaptadas a diferentes tipos de ambientes com disponibilidade e qualidade de alimentos variados, apresentando uma boa capacidade de regular suas atividades fisiológicas ao meio em que vivem. Porém, essa adaptação interfere diretamente na eficiência de crescimento das espécies em questão. Observa que as ostras cultivadas na zona estuarina da Raposa apresentaram bom desenvolvimento no período chuvoso e de estiagem, pois nesses períodos ocorreram as melhores condições físicas e químicas. Entretanto, esse desenvolvimento diminui na medida que no período de estiagem esses parâmetros, em especial a salinidade e o TSS, se tornam estressante para os organismos.

### **5.2.3 Fator de Condição**

O fitoplâncton é um dos principais componentes na dieta dos moluscos bivalves, sendo de extrema importância estimar a densidade fitoplanctônica presente em uma determinada área, pois este é um fator limitante ao cultivo (PROENÇA, 2002). Dessa forma, o fator de condição foi aferido com o intuito de descobrir se as flutuações nas concentrações de Cl-a poderiam influenciar no desenvolvimento das partes moles das ostras. O fator de condição adotado pôde ser correlacionado com a clorofila-a aferida neste trabalho,  $r = 0,7$  (Tab. 5).

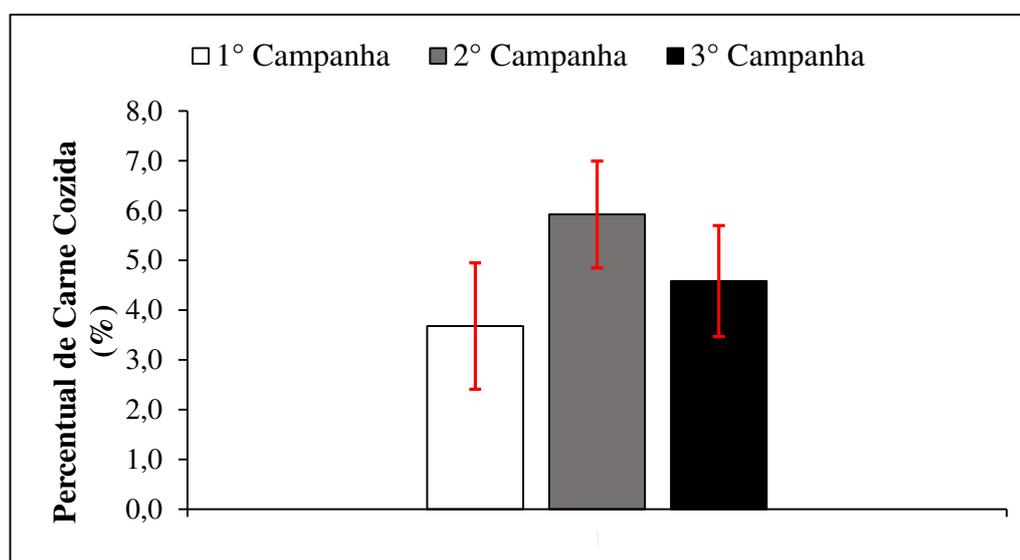
Tabela 5- Relação estabelecida pelo teste estatístico de PEARSON entre a clorofila- $\alpha$  e o PerCC,  $n=6$ .

Correlação de PEARSON	
P>0,05	
	PerCC
Cl- $\alpha$	0,74862

O estado nutricional das ostras analisadas apresentou uma correlação positiva com os níveis de clorofila- $\alpha$  mensurados, pois a medida que a variável independente (clorofila- $\alpha$ ) aumenta, o PerCC cresce também. Entretanto, apesar desse parâmetro ter apresentado uma correlação positiva e estatisticamente ter sido homogênea no ambiente, observa-se que ela variou bastante espacialmente, apresentando níveis críticos no período chuvoso e de estiagem, corroborando com uma baixa nutrição das ostras, visto que segundo Poli (2004), o nível mínimo da produção primária diária desejada é de  $4 \text{ mg m}^{-3}$  de clorofila- $\alpha$  para o gênero *Crassostrea*.

Nota-se que no período chuvoso as ostras possuíam os maiores valores biométricos, isso sugere que apesar delas apresentarem maior comprimento, largura, altura e PVT, o estado nutricional delas foram baixos (Tab. 4). Assim, podemos concluir que a produtividade primária em determinados pontos amostrais não foi satisfatória para suprir as exigências alimentares desses organismos.

Figura 11. Percentual de Carne cozida das ostras nas três campanhas amostrais.



O Percentual de carne cozida (Fig. 11) exibiu valores que foram aumentando em cada período, corroborando com os teores de clorofila- $\alpha$  que apresentaram o mesmo crescimento. Entretanto, no período de estiagem esse PerCC apresentou uma queda, que pode ser correlacionada com as flutuações nas concentrações de clorofila- $\alpha$ , que se mostraram críticas em alguns pontos, indicando períodos de baixa nutrição, e também os altos níveis de salinidade e TSS mensurados nesse período, pois como já mencionado anteriormente, esses parâmetros em altas concentrações podem provocar estresse aos organismos, interferindo diretamente na baixa eficiência nutricional e de crescimento.

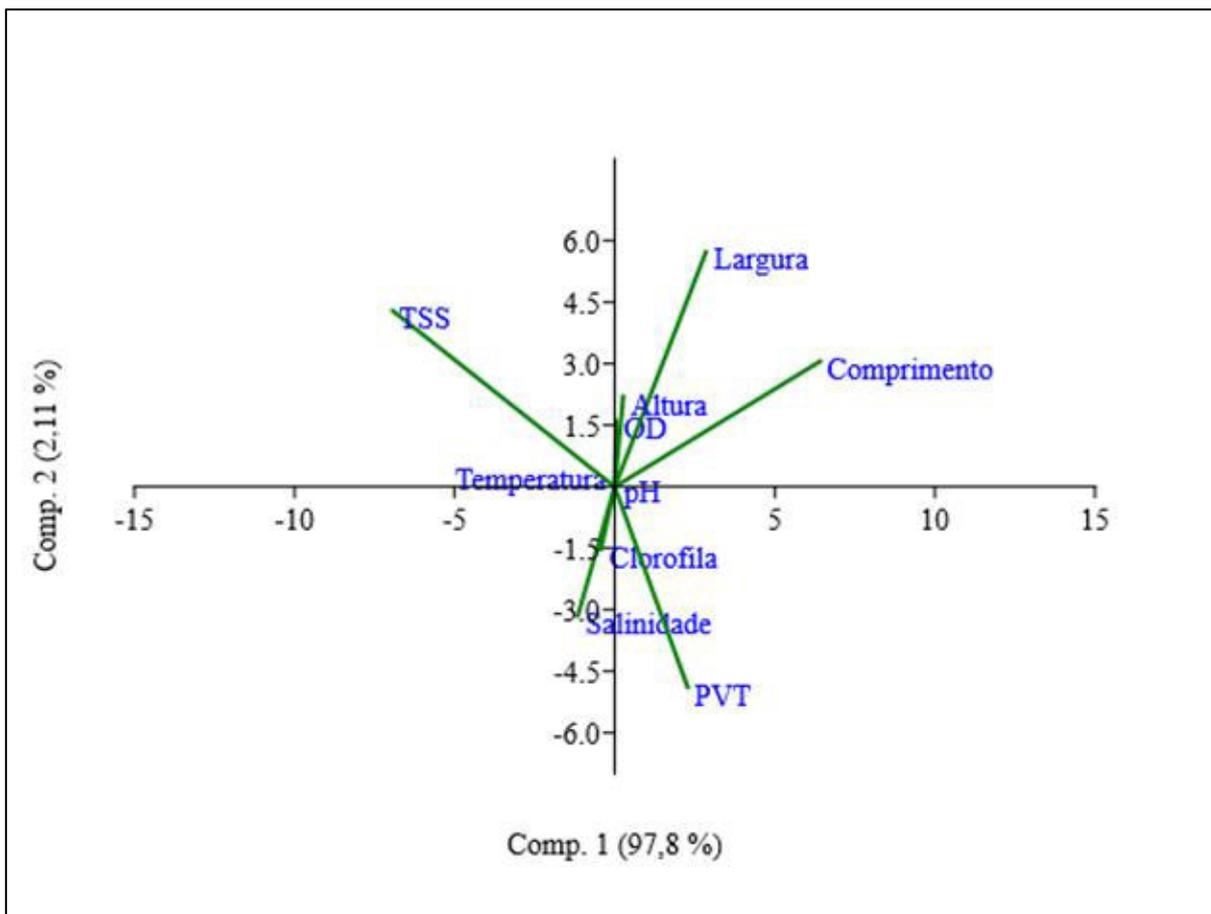
Nota-se que as ostras apresentaram maior valor nutricional no período de transição, podendo assim ser relacionada com os níveis de clorofila- $\alpha$  nesse período, que obteve a média de  $6,07 \text{ mg m}^{-3}$  e também com os baixos valores de TSS observados nos pontos 4 e 5. De um modo geral, as ostras são fitófagas e se alimentam, preferencialmente de diatomáceas. Segundo Ingle (1952), as brânquias são tão eficientes que uma ostra pode filtrar cerca de 37,8 litros de água em um dia.

É importante salientar que as ostras analisadas foram compradas em uma ostreicultura local, portanto, os valores biométricos e o fator de condição podem também ser influenciados pelo tamanho das ostras que foram colocadas na balsa de cultivo em cada período.

#### **5.2.4 Análise dos Componentes Principais (ACP)**

Para o tratamento dos dados, foi realizada uma Análise dos Componentes Principais (ACP) com as médias de todas as variáveis ambientais e biometrias (Fig. 12)

Figura 12. Análise dos Componentes Principais



As duas primeiras componentes (C1 e C2) explicaram cerca de 100% da variância. A primeira componente (C1) explicou 97,8% da variância total e a segunda componente (C2) explicou 2,11% da variância total.

Duas principais tendências podem ser visualizadas no gráfico anterior (Fig. 12). A primeira (C1) apresenta a correlação negativa da salinidade, clorofila-a e pH, com os parâmetros de comprimento, largura, altura e OD. A segunda tendência (C2) referente a correlação negativa do Peso Vivo Total e os parâmetros de TSS e temperatura. Entretanto, observa-se que a temperatura e pH foram as variáveis que menos influenciaram nos dados biométricos das ostras analisadas.

As variáveis que tiveram influências mais significativas nos dados biométricos das ostras foram a salinidade e Cl-a. Visto que esses parâmetros apresentaram variações espaciais que estariam fora da faixa ideal para o cultivo desses organismos, afetando assim, na diminuição do crescimento.

A salinidade pode ser considerada o fator que mais influenciou no desenvolvimento desses organismos nos três períodos sazonais. Observa-se que no período de estiagem esse parâmetro interferiu negativamente na eficiência nutricional e no crescimento. Esses moluscos conseguem sobreviver neste ambiente, pois a amplitude de salinidade tolerada neste gênero é normalmente grande e acompanha as variações que ocorre no meio (Miranda & Guzinski, 1999), porém seu crescimento é menor, pois ele gasta grande parte da energia do seu crescimento com os processos metabólicos para sobrevivência (Tab. 4).

O PVT das ostras foi mais influenciado pelos totais de sólidos em suspensão, verificando assim, que os processos metabólicos requeridos pela ostra neste ambiente seriam mais utilizados na filtração ao invés da alimentação, o que denotaria dispêndio maior de energia para a manutenção dos processos metabólicos dos organismos cultivados.

## 6 CONCLUSÃO

As águas do sistema estuarino da Raposa com base nos parâmetros físicos, químicos e biológicos mostrou uma homogeneidade espacial, sendo controlados pela hidrodinâmica local e pelos períodos sazonais.

A salinidade e o TSS foram o parâmetro que mais influenciaram nas características biométricas das ostras, principalmente no período de estiagem, no qual esses parâmetros foram mais altos, influenciando em um baixo desenvolvimento desses organismos.

A produtividade primária sazonalmente foi alta, considerando que o sistema estuarino da Raposa é um ambiente controlado pela dinâmica marinha, entretanto espacialmente apresentou alguns pontos com baixas concentrações, podendo ser insuficiente para alimentar as ostras cultivadas.

Em geral, o período de transição foi o que apresentou as melhores condições físicas, químicas e biológicas para o desenvolvimento desses organismos.

Somente no período chuvoso as ostras estavam dentro do comprimento limite aceitável para a comercialização que é ( $\geq 60$  mm), nos demais períodos elas estavam abaixo desse limite permitido.

Sazonalmente o sistema estuarino da Raposa apresenta condições favoráveis para o cultivo desses moluscos bivalves. Entretanto, esse cultivo pode ser melhorado, optando-se por períodos de menores salinidades e locais diversificados ao longo da zona estuarina, com o intuito de diminuir a pressão em uma única área, visto que nesse local se observa grande carga de material orgânico, classificando-a em determinados períodos, como zonas semipoluídas. Portanto, pesquisas que fundamentem o cultivo de ostras nessa região, são essenciais para impulsionar a produção em quantidade e qualidade de produtos. E também são necessários estímulos de instituições de assistência técnica e de investimentos financeiros nesta iniciativa. Com isso, a ostreicultura nessa região poderia se expandir, sendo um negócio barato, eficiente e ecologicamente sustentável, que iria contribuir diretamente com a renda dessa comunidade e com a economia do município.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, R. T. **American Seashells**. New York: Van Nostrand Reinhold. 663p. 1974.
- ABSHER, T. M. **Populações naturais de ostras do genero Crassostrea do litoral do Paraná – Desenvolvimento larval, recrutamento e crescimento**. São Paulo. 143p. Tese (Doutorado). Instituto Oceanográfico – USP, 1989.
- ADANSON, Michel. **Histoire naturelle du Sénégal. Coquillages**. Claude-Jean-Baptiste Bauche, 1757.
- ALVARENGA, L.; NALESSO, R. C. **Preliminary Assessment of the potential for mangrove oyster cultivation in Piraquê-Açu river estuary (Aracruz, ES)**. Brazilian Archives of Biology and technology. v. 49, n.1, p. 163-169, 2006.
- AMARAL, V. S. **Estudo morfológico comparativo de espécies do gênero Crassostrea (Bivalvia: Ostreidae) do Atlântico Oeste**. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 2010.
- AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. **Manuel des analyses chimiques en milieu marin**. 1983.
- APHA. American Public Health Association. **Standart methods for examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, Port City Press. cap. 1:34-38p. 2001.
- AZEVEDO, H. G. **Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco, Brasil**. XI. Regime Alimentar da Ostra *Crassostrea rhizophorae* Guilding, 1828 (Pelecypoda, Filobranchia, Ostreidae). Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, v. 15, p. 343-55, 1980.
- AZEVEDO-CUTRIM, A. C. G. **Estrutura e dinâmica da comunidade fitoplanctônica no Golfão Maranhense–Brasil**. Tese (Doutorado em oceanografia biológica), Universidade Federal de Pernambuco. Recife. p.149. 2008
- BASTOS, R.B.; FEITOSA, F.A.N. & MUNIZ, K. **Variabilidade espaço-temporal da biomassa fitoplanctônica e hidrologia no estuário do Rio Una (Pernambuco – Brasil)**. Trop. Oceanogr, v.33, n.1, p.1-18, 2005.
- BRAGA, E. S.; *et al.* **Eutrophication and Bacterial Pollution caused by Industrial and Domestic Wastes at the Baixada Santista Estuarine System- Brazil**. Mar. Poll. Bull. 40 (2): 165-173, 2000.
- BRONK, D. A. *et al.* DON as a source of bioavailable nitrogen for phytoplankton. **Biogeosciences**, v. 4, n. 3, p. 283-296, 2007.

CARTER, G.W. R. **Coastal environments: na introduction to the physical, ecological and cultural systems of coastlines**. Academic Press, London, 617 p. 1988.

CLARK, J. E. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. **Marine ecology progress series**, v. 210, p. 223-253, 2001.

CLEMENTINO, M. M., VIEIRA, R. P., CARDOSO, A. M., NASCIMENTO, A. P. A., *et al*; **Prokaryotic diversity in one of the largest hypersaline coastal lagoons in the world**. *Extremop.*, 12: 595-604. 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005. **Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**. Publicação: Diário Oficial da União, 18 de março de 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em 06 nov. 2018.

COSTA, P. F. **Biologia e tecnologia para o cultivo de ostras**. In: Brasil. Ministério da Marinha. Instituto Nacional de Estudos do Mar, Manual de Maricultura. Rio de Janeiro, cap. VIII, 36p. 1975.

COSTA, S.W; OLIVEIRA N., GRUMANN, A. *et al*. **Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Aquicultura e pesca**. EPAGRI. Boletim Técnico, 97.62p.1998.

CROSS, S. F.; KINGZETT, B. C. **Biophysical criteria for shellfish culture in British Columbia** - a site capability system - Ministry of Agriculture, Fisheries & Food. Courtenay. Canadá. 40 p. 1992.

DA ROSA, L. C. **Crescimento e sobrevivência da ostra *Crassostrea brasiliana* (Lamarck, 1819) mantida em um viveiro de cultivo de camarão**. Arquivos de Ciências do Mar, v. 47, n. 1, p. 64-68, 2014.

DIAS, F. J. S.; MARINS, R. V. & MAIA, L. P. & de Farias, E. G. G. **Dependência do tempo de residência de águas marinhas e a descarga de água doce**. In: Congresso Latino – Americano de Ciências do Mar (COLACMAR), Florianópolis-SC. 2007.

ESCHRIQUE, S. A. **Estudo do Balanço Biogeoquímico dos Nutrientes Dissolvidos principais como Indicador de Influência Antrópica em Sistemas Estuarinos no Nordeste e Sudeste do Brasil**. Tese (Doutorado). Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: < [file:///C:/Users/CCE/Downloads/SamaraAranha%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/CCE/Downloads/SamaraAranha%20(1).pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2018.

ESCHRIQUE, S. A. **Hidrogioquímica do Fósforo no Estuário do Jaguaribe (CE)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, 2007. Disponível em: <<file:///C:/Users/CCE/Downloads/Samara%20Aranha%20Eschrique.pdf>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

FEITOSA, F. A. do N. **Estrutura e produtividade da comunidade fitoplanctônica correlacionada com parâmetros abióticos no sistema estuarino do rio Goiana (Pernambuco-Brasil)**. São Paulo, SP: 1997. 250 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 1996.

FEITOSA, F. A. do N. **Produção Primária do Fitoplâncton Correlacionadas com Parâmetros Bióticos e Abióticos na Bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil)**. Recife, PE:1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) Universidade Federal de Pernambuco, 1988.

FERREIRA, J. F.; MAGALHÃES, A. R. M. **Cultivo de Mexilhões**. In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B.; ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E. (Eds). *Aquicultura: experiências brasileiras*. Florianópolis. Multitarefa. p.221-250. 2004.

FERREIRA, J.F.; FERNANDES, W. M.; MAGALHÃES, A. R. M. **Crescimento do mexilhão perna (Linné,1758) em sistemas de cultivo em Santa Catarina**. Resumos do XII Encontro Brasileiro de Malacologia. p. 32, 1991.

FERREIRA, S. A. **Dinâmica nictimeral de parâmetros hidroquímicos no baixo-estuário do rio salgado, com potencial à maricultura, no povoado de Paquatuiua/Alcântara - MA (período chuvoso)**. Maranhão: [ s. n.], 61 p. 2001.

FLORES MONTES, M. J. **Variação Nictemeral do fitoplâncton e parâmetros hidrológicos no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. 1996**. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

FUERSICH, F.T. **Paleoecologia e evolução das associações de macroinvertebrados bentônicos controlado por salinidade do Mesozóico**. *Lethaia*, 26 (1): 327-346, 1993.

FURTADO, J. G. C. **Caracterização hidroquímica de uma região estuarina com potencial à maricultura no povoado de Anajatuiua/Quebra Pote (Baía do Arraial, São Luís – MA**. (monografia). Maranhão : [ s. n. ], 2001.

FURTADO, J. G. C. **Caracterização hidroquímica de uma região estuarina com potencial à maricultura no povoado de Anajatuiua/Quebra Pote (Baía do Arraial, São Luís – MA**. Maranhão: [s. n. ], 60 p (monografia). 2001.

GOSLING, E. **Bivalve molluscs: Biology, Ecology and Culture**. 1a ed. Oxford: Fishing New Books, 443p. 2003.

GRASSHOFF, K.; KREMLING, K.; EHRHARDT, M. **Methods of Seawater Analysis**. 3 rd ed. Florida: Verlage Chemie: 417 p. 1999.

GUILDING, L. **Observation on the zoology of the Caribbean Islands**. Zool. J., 3. P. 542, 1828.

GUIMARÃES, I. M.; ANTONIO, I.G.; PEIXOTO, S.; OLIVERA, A. **Influência da salinidade sobre a sobrevivência da ostra-do-mangue, *Crassostrea rhizophorae***. Arquivos de Ciências do Mar, 41(1): 118-122, 2008.

GUZENSKI, J. **Avaliação integrada das condições ambientais e do desempenho produtivo do cultivo de mexilhões e ostras no Estado de Santa Catarina, Brasil**. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Disponível em: <<http://tede.ufsc.br/teses/PGCN0532-T.pdf>>. Acesso em: 11/05/2018.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Sinopse do Censo Demográfico 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/raposa/panorama>>. Acesso em: 18 abr. 2018.

INGLE, R. M.; DAWSON J. R, CHARLES E. Growth of the American oyster, *Crassostrea virginica* (Gmelin) in Florida waters. **Bulletin of Marine Science**, v. 2, n. 2, p. 393-404, 1952.

JEFFREY, S. W.; HUMPHREY, G. F. **New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c<sub>1</sub> and c<sub>2</sub> in higher plants, algae and natural phytoplankton**. Biochem. Physiol. Pflanzen (BPP), Bd 167, S. 191-194 p. 1975.

KAUTSKY, N.; FOLKE, C. **Management of coastal areas for a sustainable development of aquaculture**. Osorno, v.5, p.11, 1989.

LANDRY, T. **The potential role of bivalve shellfish in mitigating negative impacts of land use on estuaries**. In D.K. Cairns (ed). Effects of land use practices on fish, shellfish, and their habitats on Prince Edward Island. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. N° 2408. p. 155 - 157, 2002.

LEITÃO, S. N.; SCHUAMBORN. R. Interações tróficas no canal de Santa Cruz. **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife, Brasil: Ed. Universitária da UFPE, p. 1-23, 2000.

LINS, P. A. M. **Hidrologia e Hidrodinâmica do baixo estuário do Rio Ipojuca, Pernambuco**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife – PE. 74 p. 2002.

LOMAS, M. W. *et al.* Elevated organic nutrient ratios associated with brown tide algal blooms of *Aureococcus anophagefferens* (Pelagophyceae). **Journal of Plankton Research**, v. 23, n. 12, p. 1339-1344, 2001.

LOOSANOFF, V. L.; DAVIS, H. C. Temperature requirements for maturation of gonads of northern oysters. **The Biological Bulletin**, v. 103, n. 1, p. 80-96, 1952.

MACÊDO, J. A. B. **Águas e águas**. Ed. Varela, São Paulo. 2001.

MACÊDO, S. J.; COSTA, K. M. P. **Estudos Ecológicos da região de Itamaracá. Pernambuco – Brasil. Condições Hidrológicas do Estuário do Rio Botafogo.** Ciência e Cultura., v. 30. p. 346-368, 1978.

MACHADO, A. M. B. **Distribuição dos nutrientes dissolvidos e caracterização do sedimento de fundo do estuário do Rio Anil - MA.** Trabalho de conclusão de curso. Curso de Oceanografia. UFMA: p. 42, 2016.

MAGALHÃES, A. R. M.; FERREIRA, J. F.; GUZENSKI, J.; ROSA, R. de C.C. **Relatório de atividades desenvolvidas pelo convênio ACARPESC/SAAI/UFSC para o cultivo de mexilhões- Fase I.** Florianópolis, SC. 1990.

MELO-MAGALHÃES, E. M.; MEDEIROS, P. R. P., LIRA, M. C. A., KOENING, M. L., & MOURA, A. N. Determination of eutrophic areas in Mundaú/Manguaba lagoons, Alagoas-Brazil, through studies of the phytoplanktonic community. **Brazilian Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 271-280, 2009.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA. **Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura – Brasil 2010. Brasília. 2012.** Disponível em: <[http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes\\_e\\_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf](http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20Estat%20C3%ADstico%20MPA%202010.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MIRANDA, M. B. B. & GUZENSKI, J. Arquivos de ciências do mar. **Cultivo larval da ostra do mangue, Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828), em diferentes condições de temperatura, salinidade e densidade.** Vol. 32, Fortaleza: UFC. P. 73 – 84, 1999 .

MONTELES, J. S. *et. al.* **Percepção sócio-ambiental das marisqueiras no município de Raposa, Maranhão, Brasil.** Revista Brasileira de Engenharia de Pesca 4 (2): 34-35, 2009.

MOREIRA, M. O. P. **Produção fitoplanctônica em um ecossistema estuarino tropical (estuário do rio Cocó, Fortaleza, Ceará).** Recife, PE: 1994. 338f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia). Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 1994.

MOURA JUNIOR, A. M. **Microfitoplâncton no estuário do rio Vaza-Barris, Sergipe. Recife, PE: 1997.** 128f. Dissertação (Mestrado em Botânica), Universidade Federal Rural de Pernambuco. 1997.

MPA. Ministério da Pesca e Aquicultura. Cultivo de Ostras. In : **Manuais de Maricultura. Brazilian Mariculture Linkage Program.** 29p., 2004. Disponível em: <[https://web.uvic.ca/~soed/documents/manual%20ostras\\_2005\(b\).pdf](https://web.uvic.ca/~soed/documents/manual%20ostras_2005(b).pdf)>. Acesso em 12/05/18.

NASCIMENTO, I. A. **Crassostrea rhizophorae (Guilding) and C. brasiliana (Lamarck) in South and Central America. Chapter 10.** In Estuarine and marine bivalve mollusk culture. Winston Menzel, Florida, USA, CRC Press Inc. pp. 125- 134, 1991.

NASCIMENTO, I.A.; PEREIRA S. A. **Cultivo da ostra de mangue Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828).** p. 267-288. In C.R. Poli, A.T. Poli, E. Andreatta & E. Beltrame (eds.). *Aqüicultura: Experiências Brasileiras.* UFSC-Multitarefa, Florianópolis, Brasil, 2004.

NIKOLIC, P. M. *et al.* Analysis of Ionic Bonds in Semiconducting. Compounds. **Fizika (Yugosl.)**, v. 10, p. 98-101, 1978.

OLIVEIRA, N. L. **Avaliação do crescimento da ostra nativa Crassostrea (Sacco, 1897) 583 cultivada em estruturas de sistemas fixos nas localidades de Ponta Grossa (município de 584 Vera cruz) e Iguape (município de Cachoeira), região do recôncavo, na baía de todos os 585 santos, Bahia. 2014. 70 f.** (Tese) - Universidade Federal do Recôncavo Da Bahia, Cruz das almas, 2014.

PASSAVANTE, J. Z. O.; FEITOSA, F. A. N. **Dinâmica da Produtividade Fitoplanctônica na Zona Costeira Marinha.** In: EskinaziLeça, E.; Neumann-Leitão, S.; Costa, M.F. (Org.). *Oceanografia - Um cenário tropical.* Recife, UFPE. p. 353-373, 2004.

PEREIRA F. J.; *et al.* **Intratidal variation and net Trnsport of Dissolved Inorganic Nutrients, POC and Chlorophyll a in the Camboriú River Estuary, Brazil.** *Estuar, Coastal and Shelf Sci.*, 53: 249-257, 2001.

PEREIRA, O. M.; HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C. **Estimativa da curva de crescimento da ostra Crassostrea brasiliana em bosques de mangue e proposta para sua extração ordenada no estuário de Cananéia, SP, Brasil.** Boletim do Instituto de Pesca, 29 (1), p. 19- 28, 2003.

PERILLO, G. M. E. **Definition and geomorphologic classifications of estuaries.** In PERILLO, G. M. E. *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries, Development in Sedimentogoly* vol 35, p. 17-47. Amsterdam, 1995.

POLI, A.T.B.; GÁLVEZ, A. O.; OLIVEIRA, J. de M. **Produtividade aquática em aqüicultura.** In: POLI, C. R.; POLI, A. T. B. ; ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E. (Eds). *AQUICULTURA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS.* Florianópolis. Multitarefa. p7391. 2004.

POLI, C. R. **Cultivo de ostras do Pacífico (Crassostrea gigas, 1852).** In: POLI, C. R.; POLI, A.T.B.; ANDREATTA, E. R.; BELTRAME, E. (Eds). *AQUICULTURA: EXPERIÊNCIAS BRASILEIRAS.* Florianópolis. Multitarefa. p251-266. 2004.

- PRITCHARD, D. W. **What is an Estuary: Physical Viewpoint**, v.1, n.1, p. Chesapeake Bay Institute, Baltimore, Maryland, 1967.
- PROENÇA, L.A.O. **Clorofila-a do fitoplâncton em seis enseadas utilizadas para o cultivo de moluscos bivalves no litoral de Santa Catarina**. NOTAS TÉCN. FACIMAR, 6: p33-44, 2002.
- PROST, M.T.C.; LOUBRY, D. **Estrutura de espécies de manguezais e processos geomorfológicos: interesse da abordagem integrada**. In: WORKSHOP ECOLAB, 5, Proceedings Macapá, Amapá, Brazil, p. 147-151, 2000.
- QUAYLE, D.B. **Pacific Oyster Culture**. In British Columbia Department of Fisheries and Oceans. Ottawa. Canada. 241 p. 1988.
- RAMOS, R. S.; CASTRO, A. C. L. Monitoramento das variáveis físico-químicas no cultivo de *Crassostrea rhizophorae* (Mollusca) (Guilding, 1928) no estuário de Paquatua – Alcântara/MA, Brasil. Boletim do Laboratório de Hidrobiologia. v.17, p. 19-27, 2004.
- RICHARDSON, C. A. *et al.* **The age determination and growth rate of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, in British waters determined from acetate peels of umbo growth lines**. ICES Journal of Marine Science, v. 50, n. 4, p. 493-500, 1993.
- RIOS, E. **Compendium of Brazilian Seashells**. 1 ed. Porto Alegre: Evangraf. p. 500, 2009.
- RIOS, E. **Seashells of Brazil**. 2. Ed. Rio Grande: Editora da FURG, 492 p. 1994.
- RIVAS Z.; SANCHEZ, J.; TRONCONE, F.; MARQUÉZ, R.; MEDINA H. L.; COLINA, M. GUTIÉRREZ, E. **Nitrógeno e fósforo totales de los ríos tributários al sistema Lago de Maracaibo, Venezuela**. Interciencia. 34 (5): 308-314. 2009.
- ROCHA, G.B. 2003. **Cultivo experimental da ostra *Crassostrea gigas* em Piúma, ES**. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal) – Universidade Federal do Espírito Santo. 2003.
- RODRIGUES, E. I.; CUTRIM, M. V. J. **Relações entre as variáveis físicas, químicas e fitoplanctônicas de três áreas estuarinas da costa Norte do Brasil-São José de Ribamar, Cedral e Cajapió, MA**. Arquivos de Ciências do Mar, v. 43, n. 2, p. 45-54, 2010.
- ROZEN, Y.; BELKIN, S. **Survival of enteric bacteria in seawater**. FEMS Microbiology Reviews, Amsterdam, v.725, p.1-17, 2001.
- SANTI, G. M., *et al.* **Variabilidade espacial de parâmetros e indicadores de qualidade da água na sub-bacia hidrográfica do igarapé São Francisco, Rio Branco, Acre, Brasil**. Ecologia Aplicada, v. 11, n. 1-2, p. 23-31, 2012.

SANTOS, J. J. S.; TERCEIRO, A. M.; YAURI, W. L. M. **Dinâmica da população de Anomalocardia brasiliana (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) no estuário do Rio Paciência, no município da Raposa, estado do Maranhão.** Anuário do Instituto de Geociências, 37(1), 61-69, 2014.

SANTOS, J. J. S.; TERCERO, A. M.; YAURI, W. L. M.; **Dinâmica da População de Anomalocardia brasiliana (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) no Estuário do Rio Paciência, no Município da Raposa, Estado do Maranhão.** Universidade Federal do Maranhão, 2014. Disponível em: <[http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2014\\_1/2014\\_1\\_61\\_69.pdf](http://www.anuario.igeo.ufrj.br/2014_1/2014_1_61_69.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2018.

SANTOS, J. O. S. *et al.* A new understanding of the provinces of the Amazon Craton based on integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. **Gondwana Research**, v. 3, n. 4, p. 453-488, 2000.

SANTOS, P. V. C. J.; *et al.* **Perfil socioeconômico de pescadores do município da Raposa, estado do Maranhão.** Revista Brasileira de Engenharia de Pesca 6(1): I-XIV, 2011.

SCHÄFER, L. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais.** Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985.

SCHMIEGELOW, M.; **O planeta azul.** Uma introdução a ciências marinhas, 2004.

SILVEIRA, J. D. **O litoral e o Atlântico Sul**, pp. 253 – 305, 6 figs. In A. Azevedo, **Brasil a Terra e o Homem**, 2º ed., Vol, 1, 607 pp., 78 figs., 148 pls., São Paulo, 1968.

SIQUEIRA L. F. S; ROJAS M. O. A. I.; Neto J. J. G. C.; Barbieri, R. **Bioensaio e estudo da decomposição de Ruppia marítima L, da Laguna da Jansen, São Luís – MA, Brasil.** Rev Acta Tec.; 6 (1):63-72, 2011.

STRICKLAND, J. D. H; PARSONS, T. R. **A practical handbook of seawater analysis.** 1972.

TEIXEIRA, R. M. *et al.* Bioinvasão marinha: os bivalves exóticos de substrato consolidado e suas interações com a comunidade receptora. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 2, p. 381-402, 2009.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA, T. Liminologia. São Paulo: Oficina de textos. 631 p. 2008.

TWILLEY, R. R. **Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments.** Maximum power: The ideas and Applications of HT Odum, p. 43-62, 1995.

VILAR, T. C. **Crescimento da ostra-do-mangue Crassostrea rhizophorae (Guilding, 1828) cultivada em Barra de São Miguel, Alagoas, Brasil.** 2012. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/12211>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

WIELOCH, A. **Ciclo sexual de Crassostrea rhizophorae (Gulding, 1828) (Molusca-Bivalvia) do estuário do Rio Paraíba do Norte.** Dissertação de mestrado em zoologia. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 57pp, 1990.

WINKLER, L. W; **Die Bertimmung des im wasser gelösten Sauer-stoffs. Ber. dtsch. chem. Ges.,** 21: 2843- 2854. 1888,

YÁNES-ARANCIBIA, A. **Observaciones sobre Mugil curema Valenciennes en áreas naturales de Brianza, México.** Alimentación, crecimiento, madurez y relaciones ecológicas. Anais Centr. Ciên. Mar Limn. n 1, v. 3, p. 93-124, 1976.