



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO**  
**DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA E LIMNOLOGIA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE MACROALGAS ASSOCIADAS A  
PNEUMATÓFOROS EM UM MANGUEZAL DA COSTA NORTE DO BRASIL**

**Aluno: James Jordan Marques Corrêa**

**Orientador: Marco Valério Jansen Cutrim**

**São Luís, MA**

**2018**

**JAMES JORDAN MARQUES CORRÊA**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE MACROALGAS ASSOCIADAS A  
PNEUMATÓFOROS EM UM MANGUEZAL DA COSTA NORTE DO BRASIL**

Monografia apresentada como requisito para a  
obtenção do título de Bacharel no Curso de  
Oceanografia da Universidade Federal do  
Maranhão.

Orientador: Prof. Dr. Marco Valério Jansen  
Cutrim

**São Luís, MA**

**2018**

**JAMES JORDAN MARQUES CORRÊA**

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE MACROALGAS ASSOCIADAS A  
PNEUMATÓFOROS EM UM MANGUEZAL DA COSTA NORTE DO BRASIL**

Monografia apresentada como requisito para a  
obtenção do título de Bacharel no Curso de  
Oceanografia da Universidade Federal do  
Maranhão.

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

**Banca Examinadora**

---

***Dr. MARCO VALÉRIO JANSEN CUTRIM***  
***(Orientador/UFMA)***

---

***Dra. ANDREA CHRISTINA GOMES DE AZEVEDO CUTRIM***  
***(LBVM - UEMA)***

---

***Dra. FLAVIA REBELO MOCHEL***  
***(LAMA - UFMA)***

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

Marques Corrêa, James Jordan.

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE MACROALGAS ASSOCIADAS A  
PNEUMATÓFOROS EM UM MANGUEZAL DA COSTA NORTE DO BRASIL /  
James Jordan Marques Corrêa. - 2018.

44 f.

Orientador(a): Marco Valério Jansen Cutrim.

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

1. Bostrychietum. 2. Costa Amazônica. 3. Dessecação.  
4. Estuário de Macromaré. I. Cutrim, Marco Valério  
Jansen. II. Título.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pelo dom da vida e por ter até aqui me sustentado. Sou grato por Ele ter sido o primeiro a acreditar no meu potencial e assim ter aberto as portas necessárias para que hoje eu estivesse aqui.

Aos meus familiares, em especial minha mãe Jane e minha avó Maria, pelo incentivo e investimento a mim confiados, bem como pelo encorajamento ao decorrer dos anos.

À minha esposa Marcella pelos incentivos diários e compreensão, bem como pelo seu companheirismo e dedicação que foram um forte alicerce para que eu obtivesse essa conquista. Agradeço-a ainda por ter me dado neste ano de 2018 um filho lindo e super cheio de energia, o meu Anthony. Agradeço-a também por me dar o privilégio de ter ganhado uma segunda mãe, minha sogra Benilde.

Aos doutores Claudia Rizzi e Etevaldo Maia por terem sido inspiradores, incentivando-me e encorajando-me a ingressar e persistir nessa jornada acadêmica.

Ao Laboratório de Ficologia – UFMA na pessoa do Prof. Dr. Marco Valério Jansen Cutrim, um homem de fibra, altruísta, perfeccionista e muito dedicado ao campo científico. Sou grato pela força e confiança.

À todas as amigas estagiárias do LabFic que me deram suporte sempre que precisei, me encorajando e ajudando. Em especial, meus mais sinceros agradecimentos a Karol Duarte, Francinara, Liz Cavalcanti, Amanda, Jordana, Denise, Juliana e Silvinha.

Às professoras Andrea Azevedo Cutrim e Flavia Rebelo Mochel por aceitarem estar na minha banca, e assim, podendo contribuir na minha caminhada acadêmica.

Ao curso de Oceanografia da Universidade Federal do Maranhão, representado por empenhados e dedicados professores do Departamento de Oceanografia e Limnologia da UFMA. Em especial e em ordem alfabética, agradeço aos professores Antonio Carlos, Claudia Klose, Flavia Mochel, Francisco José Dias, James Werllen, Jorge Nunes, Larissa Barreto, Leonardo Gonçalves, Marco Valério Cutrim, Naíla Arraes, Paula Cilene, Ricardo Barbieri, Ricardo Luvizotto, Samara Eschrique e Walter Muedas por toda contribuição e companheirismo, onde sem hesitação me prestaram assistência sempre que os solicitei. A vocês todo meu agradecimento e admiração.

## RESUMO

Nos manguezais da costa amazônica, os estudos que enfocam a distribuição sazonal de macroalgas em manguezais de macromarés são bem escassos. Portanto, este estudo investigou a distribuição espaço-temporal e produção de biomassa de macroalgas em um manguezal da ilha de São Luís, Maranhão. Realizou-se coletas trimestrais, dentro de uma parcela de 30 x 30 m, perpendicular à linha de costa. As coletas foram sempre realizadas em maré baixa, condições ideais para que os pneumatóforos de *Avicennia germinans* ficassem descobertos. A comunidade de macroalgas em Tauá Mirim totalizou 11 espécies, sendo 03 da divisão Chlorophyta e 08 da divisão Rhodophyta. As rodofíceas *Bostrychia radicans*, *Catenella caespitosa* e *Caloglossa leprieurii* foram as mais representativas, ocorrendo em todos os estratos dos pneumatóforos, independente do período. As espécies *Caloglossa leprieurii* e *Catenella caespitosa* foram consideradas como espécies comum e muito frequente, respectivamente, nos dois períodos, enquanto que *Bostrychia radicans* foi comum no período chuvoso e muito frequente na estiagem. Os maiores valores de biomassa média registrados foram de *Catenella caespitosa*. Estas espécies demonstraram que as macroalgas de Tauá Mirim estão mais relacionadas à fixação do substrato (estratos) do que a outros fatores espaciais ou mesmo sazonais. Tais resultados contribuem para o conhecimento do comportamento das macroalgas em manguezais da Costa Norte do Brasil.

**Palavras Chave:** Bostrychietum, Dessecação, Estuário de Macromaré, Rodofíceas.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E UNIDADES

<b>%</b>	Por Cento
<b>°C</b>	Graus centígrados
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>As</b>	Área do pneumatóforo ocupada pela macroalga
<b>cm</b>	Centímetro
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro quadrado
<b>CPTEC</b>	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
<b>FDP</b>	Faixa Densa de Pneumatóforos
<b>FEP</b>	Faixa Esparsa de Pneumatóforos
<b>FMP</b>	Faixa Média de Pneumatóforos
<b>FO</b>	Frequência de Ocorrência
<b>g</b>	Gramas
<b>g/cm<sup>2</sup></b>	Gramas por centímetro quadrado
<b>h</b>	Horas
<b>INPE</b>	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro quadrado
<b>mm</b>	Milímetro
<b>NMDS</b>	Escalonamento Multidimensional Não-Métrico
<b>R<sup>2</sup></b>	Coefficiente de Determinação

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b> MAPA DA ÁREA DE ESTUDO. ILHA DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA, BRASIL. ....	14
<b>FIGURA 2.</b> ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO-MÉTRICO DA FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA ALGAL EM RELAÇÃO A: (A) ESTRATOS, (B) FAIXAS E (C) SAZONALIDADE .....	25
<b>FIGURA 3.</b> ESCALONAMENTO MULTIDIMENSIONAL NÃO-MÉTRICO DA BIOMASSA ALGAL EM RELAÇÃO A: (A) FAIXAS E (B) SAZONALIDADE .....	30
<b>FIGURA 4.</b> PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO DAS MACROALGAS REPRESENTATIVAS DOS PNEUMATÓFOROS DE <i>A. GERMINANS</i> , NAS TRÊS FAIXAS (DENSA, MÉDIA E ESPARSA), NOS DOIS PERÍODOS (ESTIAGEM E CHUVOSO), NO MANGUEZAL DE TAUÁ-MIRIM, SÃO LUÍS – MA. ....	31

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1.</b> VARIÁVEIS ABIÓTICAS DA REGIÃO DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS - MA, BRASIL. ....	21
<b>TABELA 2.</b> FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA MÉDIA MENSAL (%) DAS MACROALGAS DE PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS NOS PERÍODOS CHUVOSO E DE ESTIAGEM, NO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA. ....	24
<b>TABELA 3.</b> FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA MÉDIA (%) DAS MACROALGAS MAIS REPRESENTATIVAS POR ESTRATO, DE PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS, NO PERÍODO DE ESTIAGEM (DEZEMBRO DE 2015, AGOSTO, OUTUBRO E DEZEMBRO DE 2016), NAS TRÊS FAIXAS DO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA, BRASIL. ....	26
<b>TABELA 4.</b> FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA MÉDIA (%) DAS MACROALGAS MAIS REPRESENTATIVAS, POR ESTRATOS, DE PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS, NO PERÍODO CHUVOSO (FEVEREIRO, ABRIL E JUNHO DE 2016), NAS TRÊS FAIXAS DO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS - MA, BRASIL. ....	27
<b>TABELA 5.</b> BIOMASSA MÉDIA MENSAL (G/CM <sup>2</sup> ) DAS MACROALGAS ADERIDAS A PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS, NOS PERÍODOS CHUVOSO E DE ESTIAGEM, DO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA, BRASIL. ....	28
<b>TABELA 6.</b> BIOMASSA TOTAL (G/CM <sup>2</sup> ) DAS MACROALGAS ADERIDAS A PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS, NOS PERÍODOS CHUVOSO E DE ESTIAGEM, DO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA, BRASIL. ....	29
<b>TABELA 7.</b> BIOMASSA MÉDIA (G/CM <sup>2</sup> ) DAS MACROALGAS ADERIDAS A PNEUMATÓFOROS DE A. GERMINANS, NOS PERÍODOS CHUVOSO E DE ESTIAGEM, DO MANGUEZAL DE TAUÁ MIRIM, SÃO LUÍS – MA, BRASIL. ....	30

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	13
<b>2.1. Geral</b> .....	13
<b>2.2. Específicos</b> .....	13
<b>3. DESCRIÇÃO DA ÁREA</b> .....	14
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	15
<b>4.1. Dados Abióticos</b> .....	15
<b>4.2. Amostragem</b> .....	15
<b>4.3. Análise Laboratorial</b> .....	16
<b>4.3.1. Composição Específica</b> .....	16
<b>4.3.2. Frequência de Ocorrência</b> .....	17
<b>4.3.3. Distribuição Espaço-Temporal</b> .....	18
<b>4.3.4. Biomassa</b> .....	18
<b>4.4. Análises Estatísticas</b> .....	19
<b>5. RESULTADOS</b> .....	20
<b>5.1. Variáveis Abióticas</b> .....	20
<b>5.2. Comunidade de Macroalgas</b> .....	22
<b>5.3. Tamanho dos pneumatóforos</b> .....	23
<b>5.4. Frequência de Ocorrência</b> .....	24
<b>5.5. Distribuição Vertical</b> .....	26
<b>5.6. Biomassa</b> .....	28
<b>5.7. Distribuição Espaço-Temporal</b> .....	31
<b>6. DISCUSSÃO</b> .....	32
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	36
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	37

## 1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas altamente produtivos que ocupam uma das regiões do mundo mais afetadas pelo homem, a interface continente-oceano (FERREIRA; LACERDA, 2016). Eles cobrem cerca de 170.600 km<sup>2</sup> de costas tropicais e subtropicais em todo o mundo (LACERDA, 2002) e estão distribuídos em quase 124 países (SAENGER, 2002). A maior extensão de manguezal (cerca de 80%) da América do Sul Margem Oriental ocorre ao longo da costa brasileira (FERREIRA; LACERDA, 2016), o que totaliza 1.114.398,60 hectares (MAGRIS; BARRETO, 2010) correspondendo a 7% de toda área mundial (FAO, 2007).

As florestas de manguezais são consideradas um dos ecossistemas intertidais costeiros mais produtivos do mundo (HOQUE *et al.* 2015a). Nesses ambientes, a produção de serapilheira geralmente é a principal fonte de energia e é o indicador de produtividade primária, que subsequentemente contribui para os ecossistemas estuarinos adjacentes. Porém, as macroalgas associadas aos manguezais também podem contribuir de maneira similar à produção anual de serapilheira das florestas costeiras (RODRIGUEZ; STONER, 1990).

Esses ecossistemas ocorrem em costas e estuários protegidos, e podem hospedar diversas assembleias de macroalgas crescendo epifiticamente em pneumatóforos, raízes de sustentação e troncos (PHILLIPS *et al.*, 1994; AIKANATHAN; SASEKUMAR, 1994; ZUCCARELLO *et al.*, 2001). Segundo Dawes (1996), macroalgas associadas ao ambiente intertidal estão expostas à flutuação de diferentes variáveis abióticas (como por exemplo, salinidade, pH, dessecação, etc). Tais flutuações ambientais podem influenciar nos padrões de distribuição horizontal e vertical destas espécies, mudando a estrutura e dinâmica da assembléia, assim como da produção e biomassa de macroalgas ao longo do estuário.

Em habitats costeiros de manguezais, o pastoreio de pequenos invertebrados marinhos e estuarinos dependem das macroalgas como fonte de alimento e abrigo (AIKANATHAN; SASEKUMAR, 1994; MELVILLE *et al.* 2005). As macroalgas que crescem dentro dos manguezais são importantes nesses ecossistemas estuarinos por fornecerem fonte adicional de energia para o ciclo de nutrientes (DAVEY; WOELKERLING 1985; MCCLUSKEY; ELLIOT 2004) além de ser uma importante fonte de carbono (RODRIGUEZ; STONER, 1990).

Uma grande número de estudos foi realizado para relatar a composição de espécies de macroalgas associadas a manguezais de diferentes regiões tropicais e subtropicais costeiras, incluindo as da Índia (NEDUMARAN; PERUMAL, 2009), Paquistão (SAIFULLAH; AHMED, 2007), Austrália (DAVEY; WOEKLERING, 1985; KING; PUTTOCK, 1994), Egito (EL-SHAROUNY *et al.*, 2001), África do Sul (PHILIPS *et al.*, 1994) e China (ZHANG *et al.*, 2014). Alguns estudos também documentaram a distribuição vertical das macroalgas em manguezais (MELVILLE *et al.*, 2005; MELVILLE; PULKOWNIK, 2007). Além disso, influência de fatores hidrológicos na distribuição de macroalgas de mangue são documentados em alguns sistemas de mangues (DAVEY; WOELKERLING, 1985; STEINKE; NAIDOO, 1990; YOKOYA *et al.*, 1999; ALVES; FERNANDES, 2012) e relatam que as macroalgas são marcadamente influenciadas por fatores hidrológicos, como pH, salinidade e turbidez.

No Brasil, muitos autores investigaram a típica flora algal em associação com o manguezal (OLIVEIRA, 1984; HADLICH, 1984; HADLICH; BOUZON, 1985; MIRANDA *et al.*, 1988; PINHEIRO-JOVENTINO; LIMA-VERDE, 1988; CORDEIRO MARINO *et al.*, 1992; ESTON *et al.*, 1991; ESTON *et al.*, 1992; BOUZON; OURIQUES, 1999; CUNHA *et al.*, 1999; CUNHA; COSTA, 2002; CUNHA; DUARTE, 2002). No entanto, a maioria desses estudos foram realizadas no sul, sudeste e região nordeste do país. Apenas alguns estudos foram concentrados para o norte da Amazônia brasileira, onde as florestas de mangues são bem desenvolvidas e tais associações necessitam ser melhor compreendidas (PAULA *et al.*, 1989 - no estado do Amapá; CUTRIM *et al.*, 2004; CUTRIM; AZEVEDO, 2005 - no estado do Maranhão; FERNANDES *et al.*, 2005; FERNANDES; ALVES, 2011 - no estado do Pará).

Nos manguezais da Costa Norte do Brasil, os estudos que enfocam a distribuição sazonal de macroalgas em manguezais de macromarés são bem escassos. Portanto, este estudo investigou a distribuição espaço-temporal e produção de biomassa de macroalgas em um manguezal da ilha de São Luís, Maranhão.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

- Avaliar a distribuição espaço-temporal das macroalgas aderidas a pneumatóforos de *Avicennia germinans* na Ilha de Tauá Mirim.

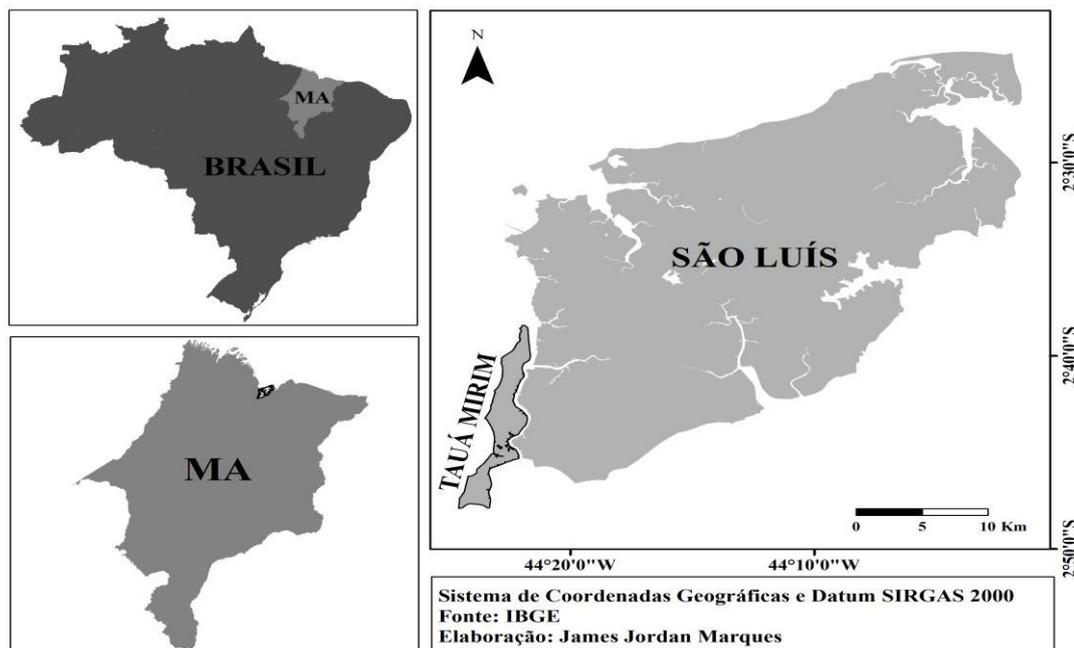
### **2.2. Específicos**

- Avaliar as comunidades de macroalgas em relação à composição florística e aspectos quantitativos;
- Descrever a distribuição vertical das macroalgas aderidas a pneumatóforos de *Avicennia germinans* no manguezal de Tauá Mirim;
- Definir os padrões de distribuição espacial e temporal nos pneumatóforos *Avicennia germinans* no período de dezembro de 2015 a dezembro de 2016.

### 3. DESCRIÇÃO DA ÁREA

O manguezal da Ilha de Tauá Mirim (Figura 1) está localizado a sudoeste da Ilha de São Luís, entre as coordenadas 2°37'39" Latitude Sul e 44°23'41" Longitude Oeste. A Ilha de Tauá Mirim é banhada ao norte pela Baía de São Marcos, ao sul pela Baía de São José, a oeste por águas estuarinas resultantes do encontro dos rios Mearim e Pindaré que deságuam na Baía de São Marcos e a leste pelo rio dos Coqueiros (CUTRIM; AZEVEDO, 2005).

**Figura 1.** Mapa da área de estudo. Ilha de Tauá Mirim, São Luís – MA, Brasil.



A região, marcada por extensos manguezais, capoeiras, babaçuais, nascentes, juçarais e remanescentes de mata amazônica em vários estágios de sucessão ecológica, compõe a zona rural de São Luís e é habitada por vários bairros e comunidades tradicionais, assim como o complexo fabril da Alumar. No manguezal, encontra-se uma gamboa<sup>1</sup> que é responsável pela manutenção de algumas poças e pequenos córregos dentro do manguezal durante a maré baixa.

O clima da região é quente e úmido e situa-se entre os padrões equatorial e tropical, com dois períodos estacionais bem distintos definidos pela presença ou não de chuva: um chuvoso (janeiro a julho) e outro de estiagem (julho a dezembro), com totais anuais superiores a 2.000mm. A temperatura média anual tem um caráter praticamente homogêneo, oscilando entre 26,7°C e 27,5°C.

<sup>1</sup> Gamboa: Canais de água salobra, formados pelas águas do estuário na maré enchente.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1. Dados Abióticos

Os dados de temperatura do ar, precipitação pluviométrica, número de dias de chuva, tempo de insolação, direção e velocidade do vento foram obtidos pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE). Os valores de salinidades foram obtidos trimestralmente, entre dezembro de 2015 e dezembro de 2016, através do refratômetro.

### 4.2. Amostragem

Para o estudo da distribuição espacial e temporal das macroalgas em pneumatóforos de *A. germinans* foram realizadas coletas trimestrais no período de dezembro de 2015 a dezembro de 2016, dentro de uma parcela de 30 x 30 m, perpendicular à linha de costa. As coletas foram sempre realizadas em maré baixa, condições ideais para que os pneumatóforos ficassem descobertos, como também para facilitar o deslocamento dentro do manguezal.

Dentro de cada área delimitada por uma corda de nylon, foram traçadas transeções perpendiculares à linha da água. As posições das três transeções foram feitas conforme descrito a seguir. Um número entre 0 a 9 foi sorteado para definir a posição da primeira transeção, em metros, a partir da margem direita da parcela. As duas outras transeções foram posicionadas a 10 e 20 metros, paralelamente à primeira.

Em cada transeção foi esticada uma trena de 30 metros, e a cada metro foi retirado um pneumatóforo, acondicionado em saco plástico, devidamente etiquetado e levado para o laboratório. No laboratório, cada pneumatóforo foi cuidadosamente examinado quanto às seguintes variáveis: perímetro e comprimento, composição específica e biomassa algal, explicados nos próximos itens.

A densidade de pneumatóforos diminuía em relação à linha de costa. Para a análise da distribuição das macroalgas, o manguezal foi dividido em setores denominados de faixas, de acordo com a densidade de pneumatóforos. A densidade de pneumatóforos foi analisada adotando-se o seguinte procedimento: dentro da parcela de 30 x 30 metros, foram traçadas três transeções, paralelas à linha da água e equidistantes 10 metros. Em seguida, em cada transeção foi lançado um quadrado de área de 0,25 m<sup>2</sup> a cada metro de distância e posteriormente, conferidos quantos pneumatóforos ocorreram dentro do quadrado. Feito isto, obteve-se a média de pneumatóforos por quadrado nas três transeções.

As faixas foram classificadas subjetivamente, de acordo com o número médio de pneumatóforos por quadrado em:

- Faixa densa de pneumatóforo (FDP) - 45 a 50 pneumatóforos, em direção ao continente;
- Faixa média de pneumatóforos (FMP) – 30 a 44 pneumatóforos;
- Faixa esparsa de pneumatóforos (FEP) - 15 a 29 pneumatóforos, mais próximos à vegetação de transição.

### **4.3. Análise Laboratorial**

Em laboratório, as macroalgas foram retiradas dos pneumatóforos com o auxílio de uma lâmina de aço, devidamente separadas e identificadas. Todo material foi triado a fim de obter informações para as análises posteriores: Composição específica, Frequência de Ocorrência, Distribuição Espaço-Temporal e Biomassa.

#### **4.3.1. Composição Específica**

A composição específica das macroalgas foi obtida com base no material triado, proveniente dos pneumatóforos, coletados ao longo da transeção.

A literatura utilizada para identificar as espécies foi baseada em Joly (1954, 1957, 1965); Ugadim (1976); Cordeiro-Marino (1978); Pedrini (1980); Kanagawa (1984); Hadlich (1985); King e Puttock (1989); Fortes (1992), seguindo-se o sistema de classificação proposto por Wynne (1986).

### 4.3.2. Frequência de Ocorrência

Os valores de frequência das macroalgas aderidas aos pneumatóforos foram obtidos pela seguinte fórmula:

$$F = \frac{\sum N}{N} \cdot 100 \quad (\text{BEANLAND; WOELKERLING, 1982})$$

**Onde:**

**F** = Frequência absoluta da macroalga na transeção

$\sum N$  = Número de pneumatóforos no qual a macroalga ocorreu

**N** = Número de pneumatóforos existentes na transeção

Para facilitar o entendimento da frequência de ocorrência nos pneumatóforos, adotou-se a tabela de valores utilizada por Davey e Woelkerling (1985), modificada.

valor < 5% - espécie rara

valor entre 5 -| 24% - espécie esporádica

valor entre 25 -| 49% - espécie ocasional

valor entre 50 -| 74% - espécie comum

valor  $\geq$  75% - espécie muito frequente

### 4.3.3. Distribuição Espaço-Temporal

A distribuição das macroalgas em termos espaciais corresponde à posição vertical (estrato) preenchida por espécies em um espaço bidimensional formado pela porção ocupada no substrato e sua respectiva projeção sobre esse substrato.

A metodologia desenvolvida permitiu utilizar a frequência de ocorrência como parâmetro adequado para se eleger as espécies representativas de um determinado intervalo (PHILLIPS *et al.*, 1996) e determinar a distribuição dessas macroalgas. Todas as espécies que apresentaram valores iguais ou superiores a 25% em intervalos de 5 cm, foram denominadas de representativas.

Definiu-se como padrão de distribuição espaço-temporal das macroalgas, as estruturas física e biológica das espécies que se repetiram em mais de mês nos pneumatóforos das áreas de estudo, evidenciadas principalmente pelos valores de frequência de ocorrência.

### 4.3.4. Biomassa

Após obtido os dados referentes à composição específica e à distribuição, as macroalgas foram retiradas dos pneumatóforos com auxílio de uma pinça, separadas por espécies e lavadas em água corrente dentro de uma peneira, para eliminar o excesso de sedimento. Cada espécie foi deixada sobre papel absorvente, durante 1 hora, para retirada do excesso de água, e depois pesada (**peso úmido**). Em seguida, cada espécie foi levada para estufa à temperatura de 70°C até que fosse obtido o peso constante (**peso seco**). As pesagens foram realizadas em balança digital eletrônica, com precisão de 0,0001g.

O valor de biomassa foi calculado através da fórmula:

$$\text{Biomassa (g/cm}^2\text{)} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{As}}$$

**Onde:**

**As** = Área do pneumatóforo ocupada pela macroalga.

$$\text{As (cm}^2\text{)} = \text{Extensão da alga no substrato (cm)} \times \text{Perímetro médio (cm)}$$

Para as análises descritas a seguir, considerou-se apenas os valores de biomassa das espécies mais representativas, ou seja, as espécies cuja frequência de ocorrência fora maior que 50% em ambos os períodos.

Considerou-se biomassa total de cada espécie por período sazonal, o somatório de todos os valores de biomassa daquela espécie, no determinado período sazonal. Quanto à biomassa média de uma espécie, em uma faixa específica por período, foi dado pela razão entre o valor de biomassa total da espécie na faixa específica, pelo número de meses que compõem o determinado período. Para obtenção do valor de biomassa média por faixa, foi feito o somatório de todos os valores de biomassa por faixa, dividido pelo número de espécies encontradas nesta faixa.

#### **4.4. Análises Estatísticas**

As diferenças entre os valores de frequência de ocorrência e biomassa com relação aos estratos, faixas e sazonalidade foram testadas por meio da análise de variância (ANOVA) unifatorial. Os dados foram testados quanto à normalidade (teste de Kolmogorvo-Smirnov) e à homogeneidade das variâncias (Teste de Levene). No caso de diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), estas foram localizadas pelo teste de Tukey.

Para determinar quais fatores (estratos, faixas e sazonalidade) tiveram influência representativa na frequência de ocorrência e biomassa algal das espécies mais representativas, foi utilizada a análise multivariada de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (NMDS). Para cada modelo gráfico gerado por essa análise, é dado um valor de Stress, que descreve o ajuste do gráfico em relação aos dados, quanto menor o valor de Stress, melhor é esse ajuste. A análise oferece ainda um Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), que indica o grau de explicação dos dados.

Todos os testes estatísticos e análises multivariadas foram feitos utilizando o pacote estatístico SPSS Statistics v24.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1. Variáveis Abióticas**

As variáveis abióticas variaram conforme é característico da região, fazendo notável distinção entre os períodos sazonais. No período chuvoso, a temperatura (Tabela 1) registrou máxima de 32,3 °C no mês de abril e mínima de 24 °C no mês de junho de 2016. No período de estiagem, registraram-se valores de temperatura máxima de 33,8 °C para os meses de dezembro de 2015, outubro e novembro de 2016. A temperatura mínima neste período foi observada no mês de julho de 2016 com 23,9 °C.

O tempo de insolação (Tabela 1), dado em horas por mês, no período chuvoso, teve registro de insolação máxima no mês de junho com 197 h de insolação, enquanto que o mínimo de 102,4 h foi registrado no mês de março. No período de estiagem, o tempo de insolação máximo observado foi de 267,3 h em outubro, e mínimo de 179,5 h em dezembro de 2016.

A precipitação pluviométrica (Tabela 1), no período chuvoso teve sua máxima observada em março de 2016 (362,1 mm), e mínima nos meses de outubro e novembro (0 mm). Embora março tenha sido o mês com maior precipitação pluviométrica, abril foi o que mais se observou dias com chuva, um total de 24 dias. Para os meses com menores números de dias de chuva, temos outubro e novembro, apresentando nenhum dia com chuva.

**Tabela 1.** Variáveis abióticas da região de Tauá Mirim, São Luís - MA, Brasil.

	2015						2016						
	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>Direção predominante do vento (graus)</b>	9	36	9	5	9	7	9	9	9	9	9	5	5
<b>Nº de dias de chuva</b>	2	16	21	21	24	23	12	13	2	2	0	0	4
<b>Precipitação Pluviométrica (mm)</b>	11,3	242,4	140,8	362,1	327,4	264,9	133,4	113	13,4	1,8	0	0	42,9
<b>Temperatura Máxima (°C)</b>	33,88	31,4	31,9	31,1	32,3	32,2	32,2	32,5	32,7	33,0	33,8	33,8	33,3
<b>Temperatura Média (°C)</b>	30,03	28,3	28,5	28,0	28,6	28,4	28,1	28,2	28,6	28,9	29,6	29,8	29,4
<b>Temperatura Mínima (°C)</b>	26,18	25,2	25,1	24,9	24,9	24,5	24,0	23,9	24,4	24,9	25,4	25,8	25,6
<b>Tempo de insolação (h)</b>	257,6	134,1	138,7	102,4	139,4	181,7	197,4	216,1	263,0	248,8	267,3	237,4	179,5
<b>Velocidade do vento (m/s)</b>	3,49	2,71	2,33	2,04	2,04	2,17	2,09	2,18	2,57	2,69	2,80	2,98	2,51

Fonte: Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE)

## 5.2. Comunidade de Macroalgas

A comunidade de macroalgas em Tauá Mirim totalizou 11 espécies, sendo 03 da divisão Chlorophyta e 08 da divisão Rhodophyta. As famílias Delesseriaceae e Rhodomelaceae tiveram dois representantes cada, sendo estas as famílias com maior número de representantes das rodofíceas. Quanto as clorofíceas, as famílias tiveram o mesmo número de representantes, uma espécie para cada família.

Sinopse dos táxons identificados no manguezal de Tauá-Mirim

### CHLOROPHYTA

#### Chlorophyceae

Siphonocladales

Siphonocladaceae

***Cladophoropsis membranacea* (C.Agardh) Boergesen**

Cladophorales

Cladophoraceae

***Rhizoclonium africanum* Kutzing**

Caulerpales

Caulerpaceae

***Caulerpa fastigiata* Montagne**

### RHODOPHYTA

#### Florideophycidae

Gigartinales

Caulacanthaceae

***Catenella caespitosa* (Whitening) L. Irvine**

Ceramiales

Delesseriaceae

***Caloglossa leprieurii* (Montagne) J. Agardh**

***Caloglossa ogasawaraensis* Okamura**

Rhodomelaceae

***Bostrychia radicans* (Montagne) Montagne**

***Bostrychia calliptera* (Montagne) Montagne**

***Murrayella pericladus* (C.Agardh) Schmitz**

***Polysiphonia subtilissima* Montagne**

***Polysiphonia howei* Hollenberg**

### **5.3. Tamanho dos pneumatóforos**

Com o propósito de entender melhor a distribuição das macroalgas nos pneumatóforos, o manguezal de Tauá Mirim foi dividido em 03 faixas, conforme metodologia acima: a Faixa Densa de Pneumatóforos (FDP) teve um número médio de 45/0,25m<sup>2</sup> pneumatóforos por quadrado e compreendeu de P0 a P8, a Faixa Média de Pneumatóforos (FMP) apresentou 30/0,25m<sup>2</sup> indo de P9 a P24 e a Faixa Esparsa de Pneumatóforos (FEP) com 15/0,25m<sup>2</sup> de P25 a P30. O manguezal apresentou um gradiente decrescente de densidade de pneumatóforos da marca da preamar em relação à marca da baixa-mar.

No período chuvoso, o comprimento médio dos pneumatóforos na FDP foi de 12,0 cm, na FMP de 12,7 cm e na FEP de 11,6 cm, enquanto que no período de estiagem, os valores de comprimento médio foram 11,2 cm, 13,3 cm e 11,0 cm em FDP, FMP e FEP, respectivamente. A FMP em ambos os períodos apresentou o maior valor de comprimento médio em relação às duas outras faixas.

#### 5.4. Frequência de Ocorrência

A comunidade algal aderida aos pneumatóforos nos períodos chuvoso e de estiagem esteve representada por oito espécies de rodofíceas, *C. caespitosa*, *C. leprieurii*, *C. ogasawaraensis*, *B. radicans*, *B. calliptera*, *P. howei*, *P. subtilissima* e *M. pericladus* e três espécies de clorofíceas, *C. membranacea*, *R. africanum* e *C. fastigiata*. As rodofíceas *C. leprieurii* e *C. caespitosa* foram consideradas como espécies comum e muito frequente, respectivamente, nos dois períodos, enquanto que *B. radicans* foi comum no período chuvoso e muito frequente na estiagem. As clorofíceas *C. membranacea* e *R. africanum* foram esporádicas em ambos os períodos. Quanto as espécies consideradas raras, destacam-se *C. fastigiata*, *B. calliptera* e *P. howei* em ambos os períodos. (Tabela 2)

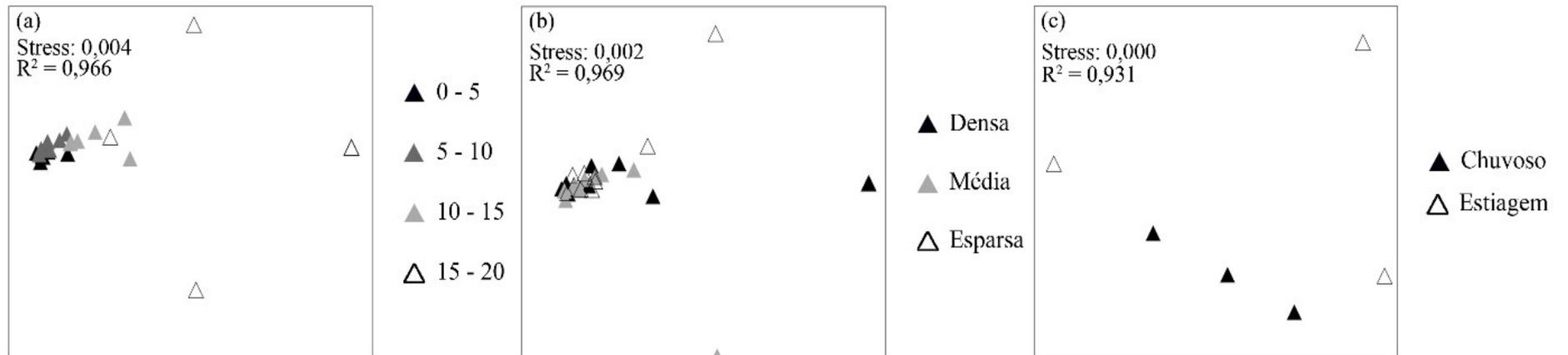
**Tabela 2.** Frequência de ocorrência média mensal (%) das macroalgas de pneumatóforos de *A. germinans* nos períodos chuvoso e de estiagem, no manguezal de Tauá Mirim, São Luís – MA.

ESPÉCIES	CHUVOSO			ESTIAGEM			
	mar/16	jun/16	MÉDIA	dez/15	set/16	dez/16	MÉDIA
<i>B. calliptera</i>	-	3,3 ± 0,0	<b>3,3</b>	1,1 ± 0,0	1,1 ± 0,0	-	<b>1,1</b>
<i>B. radicans</i>	61,3 ± 6,1	78,5 ± 6,1	<b>69,9</b>	57,0 ± 18,5	94,6 ± 8,1	97,8 ± 10,4	<b>83,1</b>
<i>C. caespitosa</i>	67,7 ± 4,2	79,6 ± 4,2	<b>73,7</b>	53,8 ± 18,0	90,3 ± 7,8	93,5 ± 10,1	<b>79,2</b>
<i>C. fastigiata</i>	2,2 ± 0,0	-	<b>2,2</b>	2,2 ± 0,4	-	1,1 ± 0,4	<b>1,7</b>
<i>C. leprieurii</i>	60,2 ± 5,3	75,3 ± 5,3	<b>67,8</b>	52,0 ± 8,7	79,6 ± 10,8	61,5 ± 2,0	<b>64,4</b>
<i>C. membranacea</i>	3,0 ± 6,9	22,6 ± 6,9	<b>12,8</b>	8,6 ± 1,3	17,2 ± 4,8	5,4 ± 3,5	<b>10,4</b>
<i>C. ogasawaraensis</i>	7,5 ± 0,7	5,4 ± 0,7	<b>6,5</b>	6,8 ± 1,6	5,4 ± 2,6	15,0 ± 4,2	<b>9,1</b>
<i>M. pericladus</i>	19,4 ± 2,9	11,3 ± 2,9	<b>15,4</b>	7,6 ± 2,1	3,2 ± 1,1	3,3 ± 1,0	<b>4,7</b>
<i>P. howei</i>	-	4,3 ± 0,0	<b>4,3</b>	-	-	3,3 ± 0,0	<b>3,3</b>
<i>P. subtilissima</i>	-	12,9 ± 0,0	<b>12,9</b>	2,2 ± 0,0	1,1 ± 0,8	3,3 ± 0,8	<b>2,2</b>
<i>R. africanum</i>	12,9 ± 0,7	15,0 ± 0,7	<b>14,0</b>	6,5 ± 4,8	10,7 ± 1,8	22,6 ± 6,6	<b>13,3</b>

(-) espécie ausente

Os resultados da NMDS, de todos os dados de frequência de ocorrência algal em relação aos fatores: estratos (a), faixas (b) e sazonalidade (c), estão na Figura 2. A análise demonstra uma influência representativa apenas dos estratos sobre a frequência de ocorrência algal.

**Figura 2.** Escalonamento Multidimensional Não-Métrico da frequência de ocorrência algal em relação a: (a) estratos, (b) faixas e (c) sazonalidade. O valor de Stress refere-se ao ajuste do gráfico. O valor de R2 refere-se ao coeficiente de determinação.



### 5.5. Distribuição Vertical

No período de estiagem, na FDP, no estrato 0-5 cm *B. radicans* foi a mais frequente assim como nos estratos 5-10 cm e 10-15 cm. Vale ressaltar que *C. caespitosa* registrou valores também elevados nos estratos 0-5 cm e 5-10 cm. Na FMP, *B. radicans* continua sendo a mais frequente nos estratos 0-5 cm, 5-10 cm e 15-20 cm, enquanto que no estrato 10-15 cm *C. caespitosa* foi a mais frequente. Em relação a FEP, *C. caespitosa* predominou nos estratos 0-5 cm, 10-15 cm e 15-20 cm, enquanto que *B. radicans* foi mais frequente no estrato 5-10 cm. (Tabela 3)

**Tabela 3.** Frequência de ocorrência média (%) das macroalgas mais representativas por estrato, de pneumatóforos de *A. germinans*, no período de estiagem (dezembro de 2015, agosto, outubro e dezembro de 2016), nas três faixas do manguezal de Tauá Mirim, São Luís – MA, Brasil.

		ESTIAGEM					Média
		Espécies	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	
FAIXAS	DENSA	<i>B. radicans</i>	74,0 ± 17,4	62,9 ± 9,6	11,1 ± 27,0	-	49,3
		<i>C. caespitosa</i>	59,2 ± 16,5	44,4 ± 6,1	3,7 ± 22,6	-	35,8
		<i>C. leprieurii</i>	51,8 ± 20,9	11,1 ± 7,8	3,7 ± 13,1	-	22,2
		<i>R. africanum</i>	11,1 ± 2,6	3,7 ± 2,6	-	-	7,4
	MÉDIA	<i>B. radicans</i>	79,2 ± 20,6	83,4 ± 23,6	22,9 ± 19,2	14,6 ± 25,0	50,0
		<i>C. caespitosa</i>	56,5 ± 7,5	70,9 ± 17,7	43,8 ± 1,5	12,5 ± 23,6	45,9
		<i>C. leprieurii</i>	64,6 ± 20,2	54,2 ± 12,9	20,9 ± 10,7	4,2 ± 22,5	36,0
		<i>C. membranacea</i>	2,6 ± 0,8	8,3 ± 3,2	2,1 ± 1,2	2,1 ± 1,2	3,8
		<i>R. africanum</i>	6,2 ± 1,9	2,1 ± 1,0	-	2,1 ± 1,0	3,5
	ESPARSA	<i>B. radicans</i>	50,0 ± 7,8	77,8 ± 27,5	22,2 ± 11,8	5,6 ± 23,5	38,9
		<i>C. caespitosa</i>	72,2 ± 15,7	72,2 ± 15,7	44,5 ± 3,9	11,1 ± 27,5	50,0
		<i>C. leprieurii</i>	66,7 ± 19,7	27,8 ± 7,8	22,2 ± 11,8	-	38,9
<i>C. membranacea</i>		27,8 ± 6,9	27,8 ± 6,9	11,1 ± 4,9	5,6 ± 8,8	18,1	
		<i>R. africanum</i>	11,1 ± 0,0	-	-	-	11,1

(-) espécie ausente

No período chuvoso, *C. caespitosa* foi a mais frequente no estrato mais basal (0 – 5 cm) da FDP, enquanto que para os estratos de 5-10 cm e 10-15 cm, nessa mesma faixa, *C. caespitosa* e *B. radicans* apresentaram os mesmos valores sendo as mais frequentes. Não foi observado qualquer espécie no estrato de 15-20 cm na FDP. Na faixa média, *C. caespitosa* também foi a mais frequente nos estratos de 0-5 cm e 5-10 cm. No estrato de 10-15 cm *C. caespitosa* e *B. radicans* apresentaram os mesmos valores, sendo esta última a mais frequente no estrato de 15-20 cm. Na FED, *C. lepriurii* foi a macroalga mais frequente no estrato de 0-5 cm, enquanto nos estratos de 5-10 cm e 10-15 cm *C. caespitosa* foi a que mais ocorreu. Nesta faixa, não se observou ocorrência de macroalgas no estrato de 15- 20 cm. (Tabela 4)

**Tabela 4.** Frequência de ocorrência média (%) das macroalgas mais representativas, por estratos, de pneumatóforos de *A. germinans*, no período chuvoso (fevereiro, abril e junho de 2016), nas três faixas do manguezal de Tauá Mirim, São Luís - MA, Brasil.

		CHUVOSO					
		Espécies	0 - 5	5 - 10	10 - 15	15 - 20	Média
FAIXAS	DENSA	<i>B. radicans</i>	66,7 ± 7,9	77,8 ± 11,1	22,2 ± 23,6	-	55,6
		<i>C. caespitosa</i>	88,9 ± 18,3	77,8 ± 7,4	22,2 ± 23,8	-	63,0
		<i>C. lepriurii</i>	66,7 ± 19,6	44,5 ± 2,8	5,6 ± 23,6	-	38,9
		<i>C. membranacea</i>	5,6 ± 0,0	-	-	-	5,6
		<i>R. africanum</i>	5,6 ± 0,0	-	-	-	5,6
	MÉDIA	<i>B. radicans</i>	31,3 ± 0,0	50,0 ± 9,4	31,3 ± 0,0	12,6 ± 13,2	31,3
		<i>C. caespitosa</i>	75,0 ± 13,2	62,5 ± 3,1	31,3 ± 17,1	-	56,3
		<i>C. lepriurii</i>	59,4 ± 21,0	40,7 ± 5,5	12,5 ± 12,2	6,3 ± 16,6	29,7
		<i>C. membranacea</i>	9,4 ± 1,1	15,7 ± 2,4	9,4 ± 1,1	9,4 ± 1,1	11,0
		<i>R. africanum</i>	3,2 ± 0,7	6,3 ± 1,0	3,2 ± 0,7	-	4,2
	ESPARSA	<i>B. radicans</i>	6,3 ± 4,4	28,2 ± 7,8	3,2 ± 6,6	-	12,6
		<i>C. caespitosa</i>	58,4 ± 7,1	66,7 ± 9,2	19,8 ± 20,2	-	48,3
		<i>C. lepriurii</i>	66,7 ± 24,0	28,2 ± 2,3	3,2 ± 20,9	-	32,7
		<i>C. membranacea</i>	2,2 ± 0,0	-	-	-	2,2
		<i>R. africanum</i>	-	25,0 ± 5,5	3,2 ± 7,7	-	14,1

(-) espécie ausente

As frequências de ocorrência das espécies *B. radicans* e *C. caespitosa* não apresentaram diferenças significativas com relação aos estratos ( $p > 0,05$ ), para *C. lepriurii* houveram diferenças significativas entre os estratos 0-5 cm e 10-15 cm ( $p = 0,017$ ), 0-5 cm e 15-20 cm ( $p = 0,000$ ), bem como entre 5-10 cm e 15-20 cm ( $p = 0,047$ ).

## 5.6. Biomassa

Para efeito desta abordagem, considerou-se apenas os valores de biomassa das espécies mais representativas (maior que 50% de frequência). Somando os valores de biomassa de *B. radicans*, *C. caespitosa* e *C. leprieurii* para cada período, verificou-se que estas correspondem a 86,55% e 81,35% dos valores totais de biomassa nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente.

Na tabela 5, são apresentados os valores de biomassa obtidos pelas 11 (onze) espécies de macroalgas durante os períodos de chuva e estiagem. No período chuvoso, *C. caespitosa* foi a que registrou o maior valor médio de biomassa ( $0,1106 \pm 0,00 \text{ g/cm}^2$ ) seguida por *B. radicans* ( $0,0703 \pm 0,00 \text{ g/cm}^2$ ) e *C. leprieurii* ( $0,0589 \pm 0,02 \text{ g/cm}^2$ ). No período de estiagem, este cenário se repetiu, tendo *C. caespitosa* como a macroalga com maior valor médio de biomassa ( $0,1491 \pm 0,04 \text{ g/cm}^2$ ) seguida por *B. radicans* ( $0,0826 \pm 0,04 \text{ g/cm}^2$ ) e *C. leprieurii* ( $0,0420 \pm 0,01 \text{ g/cm}^2$ ).

**Tabela 5.** Biomassa média mensal ( $\text{g/cm}^2$ ) das macroalgas aderidas a pneumatóforos de *A. germinans*, nos períodos chuvoso e de estiagem, do manguezal de Tauá Mirim, São Luís – MA, Brasil.

ESPÉCIES	CHUVOSO			ESTIAGEM			
	mar/16	jun/16	MÉDIA	dez/15	set/16	dez/16	MÉDIA
<i>B. calliptera</i>	-	$0,0027 \pm 0,00$	<b>0,0027</b>	$0,0004 \pm 0,00$	$0,0056 \pm 0,00$	-	<b>0,0030</b>
<i>B. radicans</i>	$0,0629 \pm 0,00$	$0,0776 \pm 0,00$	<b>0,0703</b>	$0,0264 \pm 0,03$	$0,1112 \pm 0,02$	$0,1101 \pm 0,01$	<b>0,0826</b>
<i>C. caespitosa</i>	$0,1038 \pm 0,00$	$0,1174 \pm 0,00$	<b>0,1106</b>	$0,0822 \pm 0,04$	$0,1981 \pm 0,03$	$0,1670 \pm 0,01$	<b>0,1491</b>
<i>C. fastigiata</i>	$0,0023 \pm 0,00$	-	<b>0,0023</b>	$0,0011 \pm 0,00$	-	$0,0045 \pm 0,00$	<b>0,0028</b>
<i>C. leprieurii</i>	$0,0384 \pm 0,01$	$0,0793 \pm 0,01$	<b>0,0589</b>	$0,0308 \pm 0,00$	$0,0562 \pm 0,01$	$0,0391 \pm 0,00$	<b>0,0420</b>
<i>C. membranacea</i>	$0,0060 \pm 0,00$	$0,0103 \pm 0,00$	<b>0,0082</b>	$0,0240 \pm 0,00$	$0,0275 \pm 0,00$	$0,0033 \pm 0,01$	<b>0,0183</b>
<i>C. ogasawaraensis</i>	$0,0043 \pm 0,00$	$0,0005 \pm 0,00$	<b>0,0024</b>	-	$0,0005 \pm 0,00$	-	<b>0,0005</b>
<i>M. pericladus</i>	$0,0206 \pm 0,00$	$0,0096 \pm 0,00$	<b>0,0151</b>	$0,0032 \pm 0,01$	$0,0218 \pm 0,00$	$0,0600 \pm 0,02$	<b>0,0283</b>
<i>P. howei</i>	-	$0,0032 \pm 0,00$	<b>0,0032</b>	-	-	$0,0037 \pm 0,00$	<b>0,0037</b>
<i>P. subtilissima</i>	-	$0,0021 \pm 0,00$	<b>0,0021</b>	$0,0009 \pm 0,00$	$0,0055 \pm 0,00$	$0,0058 \pm 0,00$	<b>0,0041</b>
<i>R. africanum</i>	$0,0062 \pm 0,00$	$0,0067 \pm 0,00$	<b>0,0065</b>	$0,0093 \pm 0,00$	$0,0058 \pm 0,00$	$0,0053 \pm 0,00$	<b>0,0068</b>

(-) espécie ausente

Com relação às faixas, no período chuvoso, a média da biomassa total da comunidade algal, correspondeu a  $0,0753 \pm 0,04 \text{ g/cm}^2$  na FDP, decrescendo para  $0,0607 \pm 0,00 \text{ g/cm}^2$  na FMP e  $0,0237 \pm 0,02 \text{ g/cm}^2$  na FEP. No período de estiagem, verificou-se um gradiente decrescente nos valores, com registros de  $0,0621 \pm 0,03 \text{ g/cm}^2$  na FDP,  $0,0783 \pm 0,03 \text{ g/cm}^2$  na FMP e  $0,1333 \pm 0,10 \text{ g/cm}^2$  na FEP. (Tabela 6)

Os dados de biomassa total obtidos em todas as faixas durante o período chuvoso corresponderam a  $0,4794 \text{ g/cm}^2$ , enquanto que no período de estiagem esse valor foi bem maior, correspondendo a  $0,8211 \text{ g/cm}^2$ . (Tabela 6)

**Tabela 6.** Biomassa Total (g/cm<sup>2</sup>) das macroalgas aderidas a pneumatóforos de *A. germinans*, nos períodos chuvoso e de estiagem, do manguezal de Tauá Mirim, São Luís – MA, Brasil.

ESPÉCIES	CHUVOSO				ESTIAGEM			
	DENSA	MÉDIA	ESPARSA	Total	DENSA	MÉDIA	ESPARSA	Total
<i>B. radicans</i>	0,0669	0,0641	0,0095	<b>0,1405</b>	0,0657	0,0733	0,1087	<b>0,2477</b>
<i>C. leprieurii</i>	0,0372	0,0648	0,0157	<b>0,1177</b>	0,0294	0,0505	0,0462	<b>0,1261</b>
<i>C. caespitosa</i>	0,1217	0,0535	0,0460	<b>0,2212</b>	0,0913	0,1111	0,2450	<b>0,4473</b>
<b>Total</b>	0,2258	0,1823	0,0712	<b>0,4794</b>	0,1864	0,2349	0,3999	<b>0,8211</b>
<b>MÉDIA</b>	0,0753 ± 0,04	0,0607 ± 0,00	0,0237 ± 0,02	<b>0,1598 ± 0,05</b>	0,0621 ± 0,03	0,0782 ± 0,03	0,1332 ± 0,10	<b>0,2737 ± 0,16</b>

(-) espécie ausente

Com relação à biomassa média por espécie por faixa, no período chuvoso, os maiores valores nas FDP e FED, foram apresentados por *C. caespitosa* com valores de  $0,0608 \pm 0,035$  g/cm<sup>2</sup> e  $0,0230 \pm 0,062$  g/cm<sup>2</sup>, respectivamente, e na FMP por *C. leprieurii* com  $0,0323 \pm 0,019$  g/cm<sup>2</sup>. No período de estiagem, *C. caespitosa* apresentou os maiores valores nas três faixas com  $0,0304 \pm 0,084$  g/cm<sup>2</sup>,  $0,0370 \pm 0,079$  g/cm<sup>2</sup> e  $0,0816 \pm 0,048$  g/cm<sup>2</sup>, respectivamente. (Tabela 7)

**Tabela 7.** Biomassa média (g/cm<sup>2</sup>) das macroalgas aderidas a pneumatóforos de *A. germinans*, nos períodos chuvoso e de estiagem, do manguezal de Tauá Mirim, São Luís – MA, Brasil.

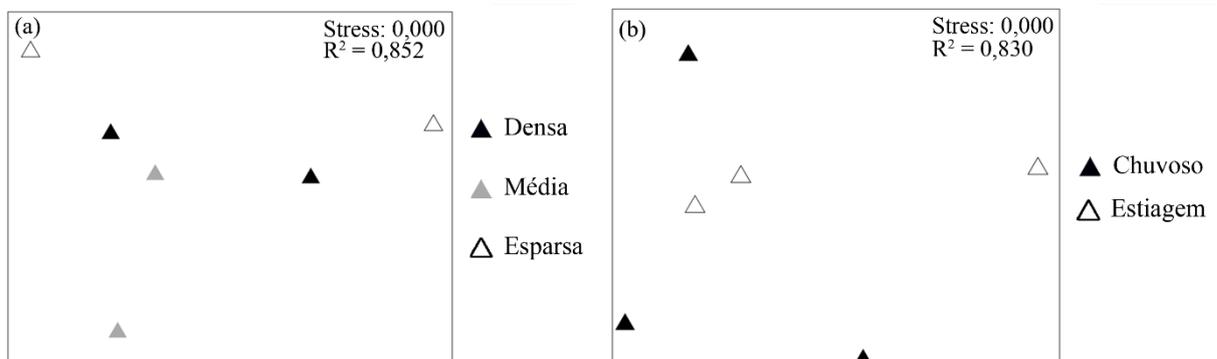
	ESPÉCIES	DENSA	MÉDIA	ESPARSA	Total
CHUVOSO	<i>B. radicans</i>	$0,0334 \pm 0,026$	$0,0320 \pm 0,027$	$0,0047 \pm 0,046$	<b>0,0703</b>
	<i>C. leprieurii</i>	$0,0186 \pm 0,028$	$0,0323 \pm 0,019$	$0,0078 \pm 0,036$	<b>0,0589</b>
	<i>C. caespitosa</i>	$0,0608 \pm 0,035$	$0,0267 \pm 0,059$	$0,0230 \pm 0,062$	<b>0,1106</b>
ESTIAGEM	<i>B. radicans</i>	$0,0219 \pm 0,043$	$0,0244 \pm 0,041$	$0,0362 \pm 0,033$	<b>0,0826</b>
	<i>C. leprieurii</i>	$0,0098 \pm 0,023$	$0,0168 \pm 0,018$	$0,0153 \pm 0,019$	<b>0,0420</b>
	<i>C. caespitosa</i>	$0,0304 \pm 0,084$	$0,0370 \pm 0,079$	$0,0816 \pm 0,048$	<b>0,1491</b>

(-) espécie ausente

Em geral, não houveram diferenças significativas da biomassa em relação às faixas de pneumatóforos ( $p > 0,05$ ).

Os resultados da análise multivariada usando NMDS, de todos os dados de biomassa algal em relação aos fatores: (a) faixas e (b) sazonalidade, estão na Figura 3a-b. A análise NMDS mostrou que esses fatores não tiveram influência representativa sobre a biomassa.

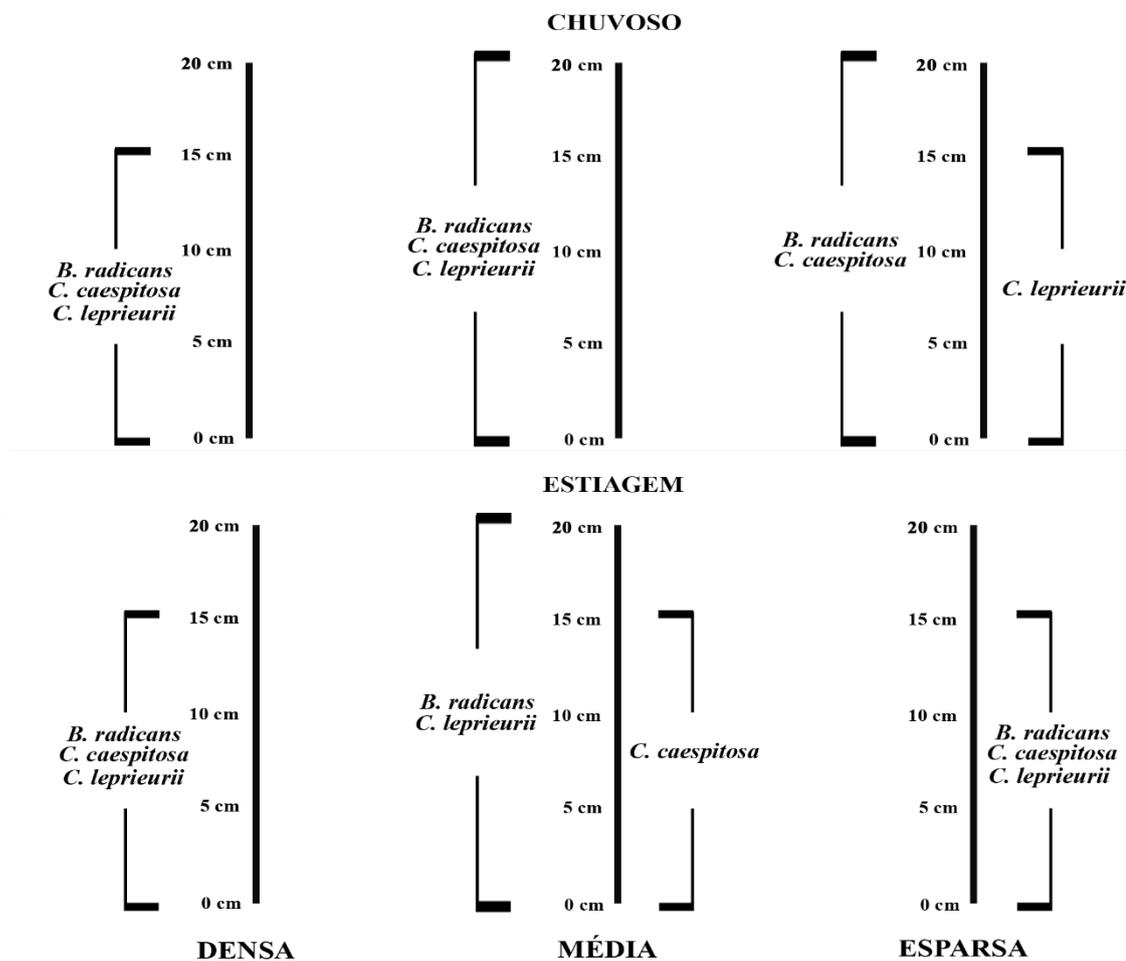
**Figura 3.** Escalonamento Multidimensional Não-Métrico da biomassa algal em relação a: (a) faixas e (b) sazonalidade. O valor de Stress refere-se ao ajuste do gráfico. O valor de R<sup>2</sup> refere-se ao coeficiente de determinação.



### 5.7. Distribuição Espaço-Temporal

Como descrito na metodologia, todas as espécies que apresentassem valores iguais ou superiores a 25% em intervalos de 5 cm, seriam denominadas representativas. Sendo assim, apenas as espécies *C. leprieurii*, *B. radicans* e *C. caespitosa* foram representativas. No período chuvoso, as espécies mais representativas obedeceram ao seguinte padrão de distribuição: *B. radicans*, *C. caespitosa* e *C. leprieurii* ocorreram de 0 a 15 cm na faixa densa e de 0 a 20 cm na faixa média, enquanto que na esparsa apenas *B. radicans* e *C. caespitosa* ocorreram nos estratos de 0 a 20 cm, ficando *C. leprieurii* restrita aos estratos de 0 a 15 cm. No período de estiagem, o padrão de distribuição deu-se da seguinte forma: nas faixas densa e esparsa *B. radicans*, *C. caespitosa* e *C. leprieurii* distribuíram-se de 0 a 15 cm, enquanto que na faixa média *B. radicans* e *C. leprieurii* distribuíram-se de 0 a 20 cm e *C. caespitosa* apenas de 0 a 15 cm. (Figura 4)

**Figura 4.** Padrão de distribuição das macroalgas representativas dos pneumatóforos de *A. germinans*, nas três faixas (densa, média e esparsa), nos dois períodos (estiagem e chuvoso), no manguezal de Tauá-Mirim, São Luís – MA.



## 6. DISCUSSÃO

A flora de macroalga dos manguezais brasileiros registra um número bem inferior quando comparada aos manguezais caribenhos (CORDEIRO-MARINO *et al.* 1992), fato este verificado no manguezal de Tauá Mirim com um registro de apenas 11 espécies. Esse número inferior de espécies deve-se ao baixo nível de transparência da água, ao gradiente da salinidade e ausência de substratos satisfatórios (OLIVEIRA, 1984). Das 17 espécies endêmicas que Cordeiro-Marino *et al.* (1992) listou para os manguezais do Atlântico Sul, apenas 01 ocorreu em Tauá Mirim, *Caloglossa ogasawaraensis* Okamura.

As macroalgas encontradas no manguezal de Tauá Mirim correspondem ao chamado *Bostrychietum*, descrito por Post (1968). Este tipo de associação composta pelos gêneros de *Bostrychia*, *Caloglossa* e *Catenella* têm sido verificado na maioria dos manguezais estudados, tanto no Maranhão (CUTRIM; AZEVEDO, 2005; FONTES, 2016) quanto em outras áreas do Brasil (PEDRINI, 1980; PAULA *et al.*, 1989; ESTON *et al.*, 1991, 1992; FORTES, 1992; CUNHA *et al.*, 1999; FONTES, 2007), bem como em outras partes do mundo: África do Sul (LAMBERT *et al.*, 1987; PHILLIPS *et al.*, 1994, 1996); Japão (TANAKA; CHIHARA, 1987); Indonésia (CHIHARA; TANAKA, 1986, TANAKA; CHIHARA, 1988); Austrália (KING, 1990; MELVILLE *et al.* 2005); México-Guatemala (PEDROCHE *et al.*, 1995); Malásia (BILLAH *et al.* 2016, HASMIDAH *et al.* 2017). A associação *Bostrychia-Caloglossa* tem sido, globalmente, considerada representativa entre as assembleias de macroalgas dos manguezais (TANAKA; CHIHARA, 1987; PHILLIPS *et al.*, 1996; ZHANG *et al.*, 2014).

As espécies de macroalgas encontradas em Tauá Mirim sugerem que esta área tem, relativamente, reduzido nível de eutrofização, pois, algas vermelhas e verdes são geralmente encontradas em condições de reduzida poluição (PECKOL *et al.*, 1994; PECKOL; RIVERS, 1995).

A distribuição vertical das macroalgas é um resultado de suas adaptações ou tolerâncias a oscilações das variáveis ambientais, bem como das interações biológicas intra e interespecíficas (OLIVEIRA, 1984). Segundo Cutrim e Azevedo (2005), ao longo dos pneumatóforos existem gradientes climáticos em microescala atuando de maneira direta e/ou indireta na distribuição vertical das macroalgas. Como exemplos de influência direta, cita-se a umidade (que aumenta verticalmente de cima pra baixo) e a dessecação (que aumenta de baixo para cima). A influência da dessecação pode ter efeitos sobre a frequência das macroalgas

aderidas aos pneumatóforos (CUTRIM; AZEVEDO, 2005). Esse estresse foi observado em Tauá Mirim, pois, os estratos mais inferiores registraram os maiores valores de frequência, uma vez que, os estratos superiores, por vezes, nem registraram ocorrência de macroalgas. Isto também foi observado na Austrália (DAVEY; WOELKERLING, 1985) e na África do Sul (PHILLIPS *et al.*, 1996).

As rodofíceas *C. leprieurii* e *C. caespitosa* consideradas como espécies comum e muito frequente, respectivamente, nos dois períodos, distribuíram-se desde a base até o ápice dos estratos. Esta distribuição de *C. leprieurii* provavelmente aconteceu devido às poças, presentes no manguezal, responsáveis pela manutenção da umidade nos pneumatóforos durante a maré baixa, pois, sabe-se que esta espécie é bastante sensível à dessecação (MANN; STEINKE, 1988). Por outro lado, *C. caespitosa* demonstrou estar mais adaptada aos diferentes tipos de exposição, não havendo preferência sazonal, isto deve-se, provavelmente, à sua estrutura morfológica que a propicia uma maior absorção de conteúdo aquoso, promovendo a umidade necessária para evitar altas taxas de dessecação. *B. radicans* foi comum no período chuvoso e muito frequente na estiagem, distribuindo-se também da base ao ápice em ambos os períodos, isso porque esta espécie é bastante resistente a longos períodos de exposição ao sol, sem ter sua taxa fotossintética afetada (MANN; STEINKE, 1988; BRODERICK; DAWES, 1998). Estudos mostram ainda que *C. caespitosa* e *B. radicans* possuem capacidade única de produzir carboidratos de peso molecular baixo, o que é vital no processo de osmoaclimação (KARSTEN; KIRST, 1989<sup>a</sup>, 1989<sup>b</sup>; KARSTEN *et al.*, 1992<sup>a</sup>, 1992<sup>b</sup>; KARSTEN; WEST, 1993). As clorofíceas *C. membranacea* e *R. africanum* foram esporádicas em ambos os períodos. Já *C. fastigiata*, *B. calliptera* e *P. howei* foram raras em ambos os períodos.

A distribuição de *C. caespitosa* observada em Tauá Mirim, é contraditória quando comparada aos esquemas propostos por Davey e Woelkerling (1985) e Tanaka e Chihara (1987), nos quais descrevem esta espécie restringindo-se a porções basais. Também é antagônico ao que disse Oliveira (1984), onde este considera a distribuição dessa espécie como ocasional e ausente em muitos manguezais brasileiros, vale ressaltar que neste período pouco se sabia sobre as macroalgas associadas a manguezais no Maranhão. Contrastante a isso, condiz com Coppejans e Gallin (1989), Cutrim e Azevedo (2005), como também com Fernandes e Alves (2011).

A abundância e distribuição das macroalgas estão diretamente relacionadas com a posição das árvores de manguezais e das clareiras, bem como a penetração de luz, pois, a maioria das espécies preferem áreas sombreadas (KARSTEN *et al.*, 1994; HASMIDAH *et al.*, 2017). Davey e Woelkerling (1985) descobriram que a remoção do dossel produtor de sombra causava o desaparecimento de algas em pneumatóforos recém-expostos. Em Tauá Mirim, as árvores do manguezal são altas, porém, espaçadas, o que favorece a penetração direta da luz solar, conseqüentemente, inibindo uma maior ocorrência de macroalgas.

O tamanho dos pneumatóforos e a biomassa algal nas faixas, diminuem ao longo da transeção à medida que aumenta a distância dos pneumatóforos em relação à marca de baixa-mar (CUTRIM; AZEVEDO, 2005). Segundo Phillips *et al.* (1994), isso acontece, principalmente, por conta do aumento da dessecação nas zonas mais superiores.

Os maiores valores de biomassa em ambos os períodos foram registrados por *C. caespitosa*, *B. radicans* e *C. leprieurii*, corroborando com Cutrim e Azevedo (2005). Os maiores valores de *C. leprieurii*, em ambos os períodos, foram observados na FMP, enquanto que *B. radicans* e *C. caespitosa* apresentaram os maiores valores na faixa FDP e FEP, nos períodos chuvoso e de estiagem, respectivamente. Dos fatores que provavelmente interferiram nos valores de biomassa, cita-se as inúmeras poças na baixa-mar, que podem ter contribuído para um baixo efeito de dessecação nas macroalgas, principalmente no período de estiagem, favorecendo a produtividade. Outro fator a ser observado é o excesso de sedimento nos pneumatóforos durante o período chuvoso. Grandes deposições de silte nos pneumatóforos não só afetam a irradiância, como também impedem as trocas gasosas, provocando uma redução na biomassa (STEINKE; NAIDO, 1990).

De acordo com a NMDS, a sazonalidade não demonstrou influência representativa sobre a frequência de ocorrência (Fig. 2c) e biomassa algal (Fig. 3b). O mesmo ocorreu quando feitos os testes estatísticos, tanto a frequência de ocorrência quanto a biomassa não tiveram diferenças significativas em relação à sazonalidade. Não houve qualquer padrão sazonal da frequência de ocorrência ou biomassa algal. Alguns estudos apontam que as macroalgas são organismos de crescimento lento e que podem acumular grandes quantidades de nutrientes para usarem durante os períodos de limitação de nutrientes (HEIN *et al.*, 1995; PEDERSEN; BORUM, 1996 e 1997). Portanto, não foi surpresa a sazonalidade não ter sido representativa na ocorrência e na biomassa das macroalgas em Tauá Mirim, como observado em um manguezal da Austrália

(MELVILLE *et al.*, 2005; MELVILLE; PULKOWNIK, 2007). Assim, a distribuição espacial parece ser a principal determinante no padrão de distribuição algal no manguezal de Tauá Mirim. Isso pode ser explicado pelo fato dessas espécies estarem mais relacionadas à fixação do substrato (pneumatóforos) do que a fatores hidrológicos (NEDWELL *et al.*, 2002). Isso foi possível observar através da NMDS, onde os estratos (Fig. 2a) mostram ser determinantes na frequência de ocorrência algal em Tauá Mirim, concordando com o descrito por Nedwell *et al.* (2002). As faixas (Figs. 2b e 3a) não foram representativas quanto à ocorrência e biomassa algal, sendo isso constatado quando aplicados testes estatísticos que comprovaram não haver diferenças significativas entre as faixas, ou seja, não há um padrão definido condicionado pelas faixas de pneumatóforos.

## 7. CONCLUSÃO

Dentre as macroalgas associadas aos manguezais em Tauá Mirim, destaca-se a alta representatividade de espécies da divisão Rhodophyta, onde *B. radicans*, *C. caespitosa* e *C. leprieurii* foram as mais representativas dentre todas as espécies coletadas ocorrendo em todos os estratos dos pneumatóforos, independente do período, contribuindo com os maiores valores de biomassa. Dentre essas espécies, *C. caespitosa* teve os maiores valores de biomassa em ambos os períodos. Estas espécies demonstraram que as macroalgas de Tauá Mirim estão mais relacionadas à fixação do substrato (estratos) do que a outros fatores espaciais ou mesmo sazonais. A comparação dos dados de ocorrência e biomassa das macroalgas encontradas em Tauá Mirim com resultados já relatados em outros estudos foi difícil devido ao uso das mais diversas metodologias, o que nos abre espaço para sugerir e/ou criar uma metodologia fácil e acessível para estudos padronizados nessa área. O manguezal de Tauá Mirim apresentou um gradiente decrescente na densidade dos pneumatóforos à medida que estes distanciavam-se da marca de baixa-mar. *C. caespitosa* pode ser usada como bioindicador da poluição estuarina em Tauá Mirim, pois, ela foi encontrada em grandes quantidades, e sem variação sazonal significativa, indicando que essa espécie seria um organismo adequado para monitoramento e avaliação do estado trófico em Tauá Mirim.

## 8. REFERÊNCIAS

- BEANLAND, W. R.; WOELKERLING, W. J. Studies on Australian mangrove algae: II. Composition and geographic distribution of communities in Spencer Gulf, South Australia. **Proc. R. Soc. Vict.** v.94, n.2, p. 89-106. 1982.
- BILLAH, M. M., KAMAL, A. H. M., IDRIS, M. H. B., ISMAIL, J. B. Seasonal variation in the occurrence and abundance of mangrove macroalgae in a Malaysian estuary. **Crypt. Algal.** 37 (2): 109-120. 2016.
- BOERGESSEN, R. The algal vegetation of the lagoons in the Danish West Indies. **Biol. Arverl.** p. 41-56. 1911.
- BRODERICK, M.E.; DAWES, C. J. Seasonal photosynthetic and respiratory responses of the red alga *Bostrychia tenella* (Ceremiales, Rhodophyta) from a salt marsh and mangal. **Phycol.** 37, 92 - 99. 1998.
- CARIDADE, E. O.; FERREIRA-CORREIA, M. M. Taxonomia das Macroalgas dos manguezais da Baía de Turiaçu, estado do Maranhão, Brasil. **Bolm do Lab. de Hidrobiol., Maranhão**, v. 20, p. 53-60, 2007.
- COPPEJANS, E.; GALLIN, E. Macroalgae associated with the mangrove vegetation of Gazi Bay, Kenya. **Bull. Soc. Roy. Bot. Belg.** v.122, p. 47-60. 1989.
- CORDEIRO-MARINO, M. Rodofíceas bentônicas marinhas do Estado de Santa Catarina. **Rick.** v.7, n.1, p. 1-243. 1978.
- CUNHA, S. R. et al. Distribuição e biomassa de macroalgas em um manguezal da Baía da Babitonga, SC: Resultados Preliminares. **Not. Téc. FACIMAR**, 3: 1-15, 1999.
- CUNHA, S. R.; COSTA, C. S. B. Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC. **Not. Téc. FACIMAR**, n. 6, p. 93-102, 2002.
- CUTRIM, M. V. J.; SILVA, E. F.; AZEVEDO, A. C. G. Distribuição vertical das macroalgas aderidas em rizóforos de *Rhizophora mangle* Linnaeus nos manguezais de Parna-Açu e Tauá-Mirim (Ilha de São Luís/MA – Brasil). **Bolm Lab. Hidrobiol.** 17:9-18. 2004.

- CUTRIM, M.V.J.; AZEVEDO, A.C.G. Macroalgas. In: FERNANDES, M.E.B. (Org.). **Os manguezais da costa norte brasileira vol. 2**. Maranhão: Fundação Rio Bacanga, 2005.
- DAVEY, A.; WOELKERLING, W. J. Studies on Australian mangrove algae. III. Victorian communities: structure and recolonization in Western Port Bay. **J. Exp. Mar. Biol. Ecol.** v. 85, p. 177-190. 1985.
- DAWES, C. J. Macroalgae diversity, standing stock and productivity in a northern mangal on the west coast of Florida. **N. Hed.** v. 112, p. 525-535, 1996.
- ESTON, V. R. et al. Mangrove macroalgae in southeastern Brazil: spatial and temporal patterns. **Rev. Bras. Biol.** v. 1, n. 4, p. 829-837, 1991.
- ESTON, V. R., et al. Macroalgal colonization patterns on artificial substrates inside southeastern Brazilian mangroves. **Aq. Bot.** v. 42, p. 315-325, 1992.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **The World's Mangroves 1980-2005**. Rome: FAO Forestry Paper, 2007.
- FERNANDES, M. E. B. et al. Distribuição espacial das macroalgas associadas às florestas de mangue na península de Ajuruteua, Bragança - Pará. **Bolm do Lab. de Hidrobiol.** v. 18, n. 1, 2005.
- FERNANDES, M. E. B.; ALVES, E. F. S. Occurrence and distribution of macroalgae (Rhodophyta) associated with mangroves on the Ajuruteua Peninsula, Bragança, Pará, Brasil. **UAKARI**, v. 7, n. 2, p. 35 - 42, 2011.
- FERREIRA, A. C.; LACERDA, L. D. Degradation and conservation of Brazilian mangroves, status and perspectives. **Oc. Coast. Manag.** 125: 38 – 46. 2016.
- FONTES, K. A. de A.; LISBOA, A. T.; CASTRO, R. S. Macroalgas aderidas em pneumatóforos de *Avicennia germinans* (L.) Stearn na praia de Boa Viagem, São José de Ribamar – Maranhão. **Act. Technolog.** v. 11, n. 1, 2016.
- FONTES, K. A. de A.; PEREIRA, S. M. B.; ZICKEL, C. S. Macroalgas do “Bostrychietum” aderido em pneumatóforos de duas áreas de manguezal do Estado de Pernambuco, Brasil. **IHERINGIA, Sér. Bot.** Porto Alegre, v. 62, n. 1-2, p. 31-38, jan./dez. 2007.

- FORTES, A. C. M. **Estudo taxonômico e aspectos ecológicos das Rhodophyta no manguezal da Ilha de Santos**. Complexo Estuarino Piauí-Fundo-Real, Sergipe. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.
- GIRI, C.; OCHIENG, E.; TIESZEN, L.L.; ZHU, Z.; SINGH, A.; LOVELAND, T.; MASEK, J.; DUKE, N. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. **Glob. Ecol. Biog.** 20(1): 154-159. 2011.
- HADLICH, R. M. Contribution to taxonomic research on the benthonic marine algae of the mangrove swamp of Itacorubi, Florianópolis, Island of Santa Catarina, Brazil: 1. Chlorophyta. **Ins.** v. 14, n. 121-138, 1984.
- HADLICH, R. M.; BOUZON, Z.L. Contribuição ao levantamento taxonômico das algas marinhas bentônicas do mangue de Itacorubi - Florianópolis - Ilha de Santa Catarina. Brasil. II Rhodophyta. **Ins.** v. 15, p. 89-116. 1985.
- HASMIDAH, M. I. et al. Biomass and Habitat Characteristics of Epiphytic Macroalgae in the Sibuti Mangroves, Sarawak, Malaysia. **Trop. Life Scien. Res.** 28(1), p. 1-21, 2017.
- HEIN, M.; PEDERSEN, M. F.; SAND-JENSEN, K. Size-dependent nitrogen uptake in micro and macroalgae. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 118, p. 247-253. 1995.
- JOLY, A. B. Contribuição ao conhecimento da flora ficológica marinha da baía de Santos e arredores. **Bolm Fac. Filos. Ciênc. Letras, Univ. S. Paulo, Ser. Bot.** v. 14, p. 1-199. 1957.
- JOLY, A. B. Flora marinha do litoral norte do Estado de São Paulo e regiões circunvizinhas. **Bolm Fac. Filos. Ciênc. Letras, Univ. S. Paulo, Ser. Bot.** v. 21, p. 1-393. 1965.
- JOLY, A. B. The genus *Bostrychia* Montagne, 1838 in southern Brazil. Taxonomy and ecological data. **Bolm Fac. Filos. Ciênc. Letras, Univ. S. Paulo, Ser. Bot.** v. 11, p. 55-74. 1954.
- KANAGAWA, A. J. **Clorofíceas marinhas bentônicas do estado da Paraíba - Brasil**. Tese (Doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 470p. São Paulo. 1984.
- KARSTEN, U.; KIRST, G.O. The effect of salinity on growth, photosynthesis and respiration in the estuarine red alga *Bostrychia radicans* Mont. **Helgol. Meeresunters.** v. 43, p. 61-66. 1989<sup>a</sup>.

- KARSTEN, U.; KIRST, G.O. The role of inorganic ions and D-sorbitol in the osmotic adjustment of the estuarine red alga *Bostrychia radicans* Mont. (Ceramiales, Rhodomelaceae). **Crypt. Bot.** v. 1, p. 226-229. 1989<sup>b</sup>.
- KARSTEN, U.; KOCH, S.; WEST, J.A.; KIRST, G. O. The intertidal red alga *Bostrychia simpliciuscula* Harvey ex J. Agardh from a mangrove swamp in Singapore: acclimation to light and salinity. **Aq. Bot.** v. 48, p. 313-323. 1994.
- KARSTEN, U.; WEST, J. A. Ecophysiological studies on six species of the mangrove red algal genus *Caloglossa*. **Austral. J. Plant. Physiol.** v. 20, p. 729-739. 1993.
- KARSTEN, U.; WEST, J.A.; MOSTAERT, A.; KING, R.; BARROW, K.; KIRST, G.O. Mannitol in the red alga *Caloglossa*. **J. Plant. Physiol.** v. 140, p. 292-297. 1992<sup>a</sup>.
- KARSTEN, U.; WEST, J.A.; ZUCCARELLO, G. Polyol content of *Bostrychia* and *Stictosiphonia* (Rhodomelaceae, Rhodophyta) from field and culture. **Bot. Mar.** v. 35, p. 11-19. 1992<sup>b</sup>.
- KING, R. J.; PUTTOCK, C. F. Morphology and taxonomy of *Bostrychia* and *Stictosiphonia* (Rhodomelaceae/Rhodophyta). **Aust. Syst. Bot.** v. 2, p. 1-73. 1989.
- KING, R. J.; PUTTOCK, C. F.; PAULA, E. J. The morphology of *Bostrychia pilulifera* Montagne (Rhodomelaceae, Rhodophyta). **Jap. J. Phycol.** Tokyo, v. 39, p. 31-36, 1991.
- KING, R. J.; WHEELER, M.D. Composition and geographic distribution of mangrove macroalgal communities in New South Wales. **Proc. Linn. Soc. N. S. W.** v. 108, n. 2, p. 97-117. 1985.
- LACERDA, L. D. Mangrove Ecosystems: function and management. **Heid. Spring. Verl.** v. 1. 2002.
- MAGRIS, R. A.; BARRETO, R. Mapping and assessment of protection of mangrove habitats in Brazil. **Am. J. Aq. Sci.** 5(4):546-556. 2010.
- MANN, F. D.; STEINKE, T. D. Photosynthetic and respiratory responses of mangrove-associated red algae, *Bostrychia radicans* and *Caloglossa leprieurii*. **S. Afr. J. Bot.** v. 54, p. 203-207. 1988.

- MELVILLE, F.; PULKOWNIK, A.; BURCHETT, M. Zonal and seasonal variation in the distribution and abundance of mangrove macroalgae in the Parramatta River, Australia. **Estuar. Coast. Shelf Sci.** 64: 267- 276. 2005.
- MIRANDA, P. T. C.; et al. Comunidades bentônicas em raízes de *Rhizophora mangle* Linnaeus, no manguezal do rio Ceará (Ceará – Brasil). **Arq. Est. Biol. Mar.** v. 27, p. 101-110, 1988.
- MITCHELL, G. J. P.; MONTELLO, D. F.; MEDINA, R. S. **Observações ficológicas no manguezal de Piedade.** Rio de Janeiro: Leandra, v. 4, p. 137-142, 1974.
- MOCHEL, F. R. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense In: **Amazônia Maranhense. Diversidade e Conservação.** 1 ed. Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.
- NEDWELL D. B.; SAGE A. S.; UNDERWOOD G. J. C. Rapid assessment of macroalgal cover on intertidal sediments in a nutrient-enriched estuary. **Sci. Total Environ.** 285: 97-105. 2002.
- OLIVEIRA, F. E.C. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds. In: POR, F.D.; DOR, I. (eds). **Hidrobiology of the mangal- The Ecosystem of the Mangrove Forest.** The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984.
- OLIVEIRA-FILHO, E. C. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds. In: POR, F. D.; DOR, I. (Eds.). **Hydrobiology of the Mangal.** Boston: Dr. W. Junk Publishers, 1984.
- PAULA, E. J.; UGAGIM, Y.; KANAGAWA, A. J. Macroalgas de manguezais da Ilha de Maracá – Estado do Amapá, Brasil. **Ins.** v. 19, p. 56-65. 1989.
- PEDERSEN, M.F.; BORUM, J. Nutrient control of algal growth in estuarine waters. Nutrient limitation and the importance of nitrogen requirements and nitrogen storage among phytoplankton and species of macroalgae. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 142, p. 261-272. 1996.
- PEDERSEN, M.F.; BORUM, J. Nutrient control of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements and uptake. **Mar. Ecol. Prog. Ser.** v. 161, p.155-163. 1997.

- PEDRINI, A. G. **Algas marinhas bentônicas da baía de Sepetiba e arredores (Rio de Janeiro)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 398p. Rio de Janeiro. 1980.
- PEREIRA, S. M. B. Algas marinhas bentônicas. In: SAMPAIO, E. V. S. B.; MAYO, S.; BARBOSA, S. (Eds.). **Pesquisa Botânica Nordestina: progresso e perspectivas**. Recife: Sociedade de Botânica do Brasil, 1996.
- PEREIRA, S. M. B. Macroalgas bentônicas. In: BARROS, H. M. E.; ESKINAZI-LEÇA, H. M. E.; MACEDO, S. J.; LIMA, T. (Eds.). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Recife: Editora Universitária, 2000.
- PEREIRA, S. M. B.; ESKINAZI-LEÇA, H. M. E. Estuarine management in Northeast Brazil: Plant Biodiversity (Section 2). In: BREBBIA, C. A.; USO, J. L. (Eds.). **Ecosystems and Sustainable Development II**. Southampton: WIT Press, 1999.
- PHILLIPS, A.; LAMBERT, G.; GRANGER, J. E.; STEINKE, T. D. Vertical zonation of epiphytic algae associated with *Avicennia marina* (Forssk.) Vierh. pneumatophore at Beachwood Mangrove Nature Reserve, Durban, South Africa. **Bot. Mar.** v.39, p. 167-175. 1996.
- PINHEIRO, M. A. A.; COSTA, T. M.; GADIG, O. B. F.; BUCHMAN, F. S. C. Os ecossistemas costeiros e sua biodiversidade na Baixada Santista, 7-26. In: OLIVEIRA, A.J.F.C.; PINHEIRO, M.A.A.; FONTES, R.F.C. (Orgs.). **Panorama Ambiental da Baixada Santista**. Cap. 2. São Vicente: Universidade Estadual Paulista – Campus Experimental do Litoral Paulista, 2008.
- PINHEIRO-JOVENTINO, F.; LIMA-VERDE, N. G. Ocorrência e distribuição de macroalgas no Estuário do Rio Cocó, Fortaleza, Brasil. **Arq. Ciên. Mar.** v. 27, p. 83-89, 1988.
- POR, F. D.; ALMEIDA PRADO, M. S.; OLIVEIRA-FILHO, E. C. The mangal of the estuary and lagoon system of Cananéia (Brazil). In: POR, F. D.; DOR, I. (Eds.). **Hydrobiology of the Mangal**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, 1984.
- POST, E. Zur Verbreitungs-Ökologie des Bostrychietum. **Hydrobiol.** v. 31, p. 241-316, 1968.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal: Ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

- SENA, F. S. **Diversidade de espécies de macroalgas associadas ao manguezal da Ilha de Barnabé, Baixada Santista, SP, Brasil, com base em “DNA Barcode”**. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 113p. Departamento de Botânica, 2016.
- SPALDING, M.; KAINUMA, M.; COLLINS, L. **World Atlas of Mangroves**. London: Earthscan, 2010.
- STEINKE, T.D.; NAIDOO, Y. Biomass of algae epiphytic on pneumatophores of the mangrove, *Avicennia marina*, in the St. Lucia estuary. **S. Afr. J. Bot.** v. 56, n.2, p. 226-232. 1990.
- TANAKA, J.; CHIHARA, M. Species composition and vertical distribution of macroalgae in brackish waters of Japanese mangrove forests. **Bull. Natn. Sci. Mus.** v. 13, p. 141-150. 1987.
- UGADIM, Y. Ceramiales (Rhodophyta) do litoral sul do Estado de São Paulo e do litoral do Estado do Paraná (Brasil). **Bol. Bot. Univ. S. Paulo**, v. 3, p. 133-172. 1976.
- WATANABE, S. **Glossário de ecologia**. São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1987.
- WYNNE, M. J. A checklist of marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic. **Can. J. Bot.**, v. 64, p. 2239 - 2281. 1986.
- YARISH, C.; EDWARDS, P.; CASEY, S. Acclimation responses to salinity of the three estuarine red algae from New Jersey. **Mar. Biol.** v.51, p. 289-294. 1979.
- YOKOYA, N. S.; PLASTINO, E. M.; BRAGA, R. M. A.; FUJII, M. T.; CORDEIRO-MARINO, M.; ESTON, V. R.; HARARI, J. Temporal and spatial variations in the structure macroalgae associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo State, Brazil. **Rev. Bras. de Bot.** v. 22, n. 2, p. 195-204, 1999.