



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE AQUICULTURA  
GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DE AQUICULTURA  
ANA CRISTINA SANTOS DE OLIVEIRA

**CRESCIMENTO DA MACROALGA *Hypnea musciformis*  
CULTIVADA EM DIFERENTES IRRADIÂNCIAS**

FLORIANÓPOLIS

2017

Ana Cristina Santos de Oliveira

**CRESCIMENTO DA MACROALGA *Hypnea musciformis*  
CULTIVADA EM DIFERENTES IRRADIÂNCIAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
submetido ao curso de Graduação de  
Engenharia de Aquicultura da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
para obtenção do Título de Engenheira  
de Aquicultura.

Orientadora: Profa. Dra. Leila Hayashi.

FLORIANÓPOLIS, SC

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Oliveira, Ana Cristina Santos de  
CRESCIMENTO DA MACROALGA *Hypnea musciformis* CULTIVADA  
EM DIFERENTES IRRADIÂNCIAS / Ana Cristina Santos de  
Oliveira ; orientadora, Leila Hayashi, 2017.  
23 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Agrárias, Graduação em Engenharia de Aquicultura,  
Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Engenharia de Aquicultura. 2. Taxa de crescimento.  
I. Hayashi, Leila. II. Universidade Federal de Santa  
Catarina. Graduação em Engenharia de Aquicultura. III.  
Título.

Ana Cristina Santos de Oliveira

**CRESCIMENTO DA MACROALGA *Hypnea musciformis*  
CULTIVADA EM DIFERENTES IRRADIÂNCIAS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e adequado para obtenção do Título de Engenheiro de Aquicultura, e aprovado em sua forma final pelo curso de Engenharia de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 30 de Junho de 2017.

---

Prof. Anita Rademaker Valença Dra.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Leila Hayashi Dr.<sup>a</sup>  
Orientadora  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Alex Alves dos Santos, Dr.  
EPAGRI

---

Esmeralda Chamorro Legarda, Msc.  
Universidade Federal de Santa Catarina

“Dedico este trabalho ao meu avô “*In Memoriam*”, Sr. Vilmar, pescador, que descansa Feliz nas Ondas”.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me concedeu o dom da vida e tudo o que há nela.

A minha mãe, meu exemplo de coragem, persistência, luta e amor incondicional. Referência de caráter, bondade e humildade.

Ao meu irmão, Eduardo, que me ensina todos os dias a ser menos egoísta e que sempre estendeu a mão quando precisei.

A todos os meus familiares, que me apoiaram de todas as formas possíveis durante toda a minha graduação e toda a minha vida, fazendo-me perceber que os membros da nossa família são os nossos melhores amigos.

A minha orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Leila Hayashi, que sempre valorizou a responsabilidade e demonstrou todo o seu amor pela aquicultura. Devo também lembrar que, muito mais que uma excelente profissional, é uma pessoa admirável, que sempre levarei em meu coração.

A toda a equipe da Seção de Macroalgas do LCM da UFSC, que nunca hesitou em compartilhar conhecimento, paciência e muita calma. Thallis, Fernando, Fernanda, Rodrigo, Filipe, Marina, Gabriela, Matheus e Clovis, com toda a certeza tornaram meus dias mais leves e alegres.

Aos meus colegas de curso, que lutaram ao meu lado durante todos esses cinco anos e meio de faculdade. Em especial a minha amiga Brenda, em que tive o prazer de compartilhar diariamente de sua seriedade, audácia e companheirismo.

A Jussara, que sempre fez de tudo para nos ajudar e nos motivar durante o curso e que desempenha seu papel de servidora pública da melhor maneira possível.

Aos professores do Departamento de Aquicultura. Andreatta, Anita, Katt, Roberto, Evoy, Aimê, Vinicius, Marcão, Zé Luiz, Vinatea e Walter, que despertaram em mim grande admiração e me fizeram acreditar que sou capaz e estou no caminho certo.

Serei eternamente grata.

## RESUMO

*Hypneamusciformis* está distribuída desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão. Essa espécie é principalmente utilizada para extração de ficocolóides (polissacarídeos sulfatados, como carragenana) que apresentam propriedades de gelificar, emulsificar e suspender uma variedade de produtos comerciais incluindo cosméticos, agroquímicos, compostos bioativos e antivirais. As atividades fotossintéticas na assimilação dos nutrientes são diretamente afetadas pela irradiância. *H. musciformis* cresce sob alta variedade de irradiância, porém, altas taxas podem ser prejudiciais ao crescimento desta espécie. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo estabelecer a melhor irradiância para o cultivo em laboratório de *Hypnea musciformis* indoor. Para tanto, amostras da espécie foram coletadas na Barra da Lagoa, em Florianópolis e cultivadas em laboratório sob três diferentes irradiâncias:  $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (T30),  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (T65) e  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (T100). Todos os tratamentos tiveram quatro repetições e o cultivo teve duração de 43 dias. Foi observado que quanto maior a irradiância, maior a taxa de crescimento (T30 =  $3,48 \pm 0,14 \%$  dia<sup>-1</sup>; T65 =  $6,45 \pm 0,50 \%$  dia<sup>-1</sup> e T100 =  $7,43 \pm 0,48 \%$  dia<sup>-1</sup>) até o 21º dia onde passou a não apresentar diferença significativa entre os tratamentos T65 e T100. Com base nos resultados, foi possível observar que o maior ganho em biomassa final com relação ao peso inicial foi observado em T100, seguido por T65 e T30. Entretanto, na irradiância de  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , a alga apresentou perda de pigmentação, indicando que a melhor irradiância para cultivos é a partir de  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e pode ser cultivada a partir de  $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .

**Palavras-chave:** Cultivo, intensidade luminosa, taxa de crescimento.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Mapa de localização da Prainha da Barra da Lagoa, Florianópolis, SC, Brasil  
..... 14
- Figura 2.** Fragmentos apicais com gavinhas em frasco do tipo Erlenmeyer. .... 14
- Figura 3.** Unidades experimentais dispostas em prateleira na câmara de cultivo. .... 15
- Figura 4.** Taxa de crescimento de *Hypnea musciformis* cultivada em diferentes irradiâncias (T30, T65 e T100) por 43 dias. Valores apresentados com média  $\pm$  desvio padrão. As letras maiúsculas indicam as diferenças significativas dos tratamentos dentro de um mesmo período de cultivo. Os asteriscos (\*) apresentam as diferenças significativas do tempo em um mesmo tratamento, de acordo com a ANOVA de medidas repetidas e teste de Newman-Keuls. A curva representa a análise de regressão. .... 17
- Figura 5.** Diferença de coloração entre os tratamentos T65 E T 100, respectivamente. 18
- Figura 6.** Biomassa com relação ao tempo de cultivo (dias) dos três tratamentos (T30, T65 E T100). Valores apresentados com média aritmética  $\pm$  desvio padrão. .... 19
- Figura 7.** *Hypnea musciformis* no início (à esquerda) e no final (à direita) do experimento. .... 20

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Taxa de crescimento ( $\% \text{ dia}^{-1}$ ), biomassa (g) inicial e final de <i>Hypnea musciformis</i> cultivadas durante 43 dias em diferentes intensidades luminosas ( $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ e $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ). .....	19
---	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA - Análise de variância

DFFF - Densidade de Fluxo de Fótons Fotossintéticos

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

LCM - Laboratório de Camarões Marinhos

PAR - Photosynthetically Active Radiation

RFA - Radiação Fotossinteticamente Ativa

T100 - Tratamento de  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$

T30 - Tratamento de  $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$

T65 - Tratamento de  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UV - Ultra Violeta

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO.....	13
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1	LOCALIZAÇÃO .....	13
3.2	COLETA E ACLIMATAÇÃO.....	13
3.3	CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS.....	14
3.4	TAXA DE CRESCIMENTO .....	15
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>21</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2017), a produção global de aquicultura em 2015 foi de 106 milhões de toneladas, sendo 76,6 milhões de toneladas destinados a produção de animais aquáticos e 29,4 milhões de toneladas de plantas aquáticas. A produção de plantas aquáticas está posicionada em primeiro lugar em relação à maricultura sendo que em 2015, rendeu com 27,7% do volume total de produção aquícola (FAO, 2017).

Segundo Oliveira (2002) o cultivo de algas marinhas é uma atividade centenária nos países orientais, destacando-se a China, Japão, Coreia e, mais recentemente as Filipinas. Posteriormente, o cultivo dessas plantas chegou à Indonésia e Tanzânia. Na América Latina, cultivos comerciais são realizados no Caribe em pequena escala e em escala piloto em Cuba, na Venezuela e no Brasil. Já no Chile, são feitos em larga escala (OLIVEIRA 2002).

Além de ser indispensável em qualquer estudo que busca compreender a biodiversidade costeira e seus processos, segundo Chopin (2009), as algas fazem parte da base da cadeia alimentar servindo de alimento para herbívoros e, indiretamente, para carnívoros. São chamadas de “produtores primários de oxigênio e de matéria orgânica em ambientes costeiros, através de suas atividades fotossintéticas”.

As macroalgas possuem grande importância econômica. Nos países ocidentais, ao contrário dos orientais, a população não possui o costume de inserir algas na sua dieta. Portanto, essas plantas são principalmente utilizadas para extração de ficocolóides (polissacarídeos sulfatados, como carragenana, ágar e alginato) (WONG & CHEUNG, 2001) que apresentam propriedades de gelificar, emulsificar e suspender uma variedade de materiais com aplicação industrial, incluindo o uso em alimentos (ABBOTT, 1996).

Segundo Chopin (2009), as algas representam grande participação na indústria, incluindo produtos cosméticos, botânicos, agroquímicos, alimentos para animais, compostos bioativos e antivirais e ainda são utilizadas nos setores biotecnológicos. São quase 500 espécies de algas marinhas conhecidas utilizadas para fins alimentares e medicinais (CHOPIN, 2009).

O cultivo de qualquer organismo aquático é justificado a partir do momento em que a espécie sofre coleta indiscriminada e sua demanda na sociedade excede a quantidade que os recursos naturais podem oferecer, atualmente, 92% do suprimento mundial de algas é proveniente de cultivo (CHOPIN, 2009). Essa pressão sobre os bancos naturais de algas é observada nas populações de *Hypnea musciformis*, onde geralmente são insuficientes para sustentar a colheita comercial a fim de extrair carragenana (NETO, 2009).

*Hypnea musciformis* pertence ao gênero *Hypnea*, foi reconhecida por Lamouroux em 1813 e compõe a família Cystocloniaceae (WYNNE, 2005). Apresenta grande distribuição pela costa tropical e subtropical do mundo (BOUZON, 2006) e é a espécie mais abundante do gênero, embora tenha havido declínio do estoque natural graças à alta exploração (OLIVEIRA-FILHO 1981, 1998). Está distribuída nos Oceanos Atlântico, Índico e Pacífico (OLIVEIRA-FILHO, 1977) e no Brasil, desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão (NUNES, 2005). Segundo Smith (2001) habita águas calmas, rasas, regiões entremarés, recifes, rochas planas e poça-de-maré.

Esta espécie possui estrutura firme, cartilaginosa e ramificações variáveis e irregulares, podendo algumas vezes agarrar-se em torno do eixo de outras algas, principalmente como epífita da macroalga parda *Sargassum* (SMITH, 2001). A presença de ganchos nas suas extremidades (denominadas “gavinhas”) é uma característica que a diferencia de outras espécies de *Hypnea*. Apresenta ainda, ramos cilíndricos que medem em média 15 cm de altura e cerca de 1,0 cm de diâmetro, que se tornam progressivamente mais finos (SMITH, 2001).

O fornecimento de luz às algas em cultivo *in vitro* leva em consideração a intensidade, frequência e fotoperíodo (PARRA, 2016). Segundo Lobban & Harrison (1997) a assimilação dos nutrientes é diretamente afetada pela atividade fotossintética, através da irradiância. Por ser um organismo fotoautotrófico, o crescimento das algas é proporcional a quantidade de luz recebida, desde que não ultrapasse o nível máximo de fototolerância (PARRA, 2016).

A radiação solar com comprimentos de onda entre 400 e 700 nm corresponde à Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA ou PAR) e pode ser medida por um sensor específico (piranômetro de fotodiodo de silício provido de um filtro especial), denominado de quântico, em função da unidade em que tal radiação é expressa (PEREIRA *et al.*, 2007). Como a fotossíntese é um processo quântico, no qual importa a quantidade de fótons absorvidos nessa banda de radiação solar, é preferível usar a Densidade de Fluxo de Fótons Fotossintéticos (DFFF) expressa pelo número de moles de fótons por unidade de área e de tempo ( $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ). Como se trata de um número muito pequeno é comum expressar-se a DFFF em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  (PEREIRA *et al.*, 2007).

Estudos de composição dos pigmentos das algas cultivadas *in vitro* sob diferentes taxas de irradiância mostraram aumento na clorofila *a* e mudança nos pigmentos acessórios em baixa irradiância (DRING, 1982).

Cunha *et al.* (2010) obtiveram uma taxa de crescimento que variou entre 5,56 e 15,16 %  $\text{dia}^{-1}$  de *H. musciformis* cultivadas *in vitro* durante 27 dias, com irradiância de 40  $\mu\text{mol}$

fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Reis *et al.* (2002) cultivaram a mesma espécie em temperatura ambiente  $22 \pm 2$  °C, irradiância de  $50 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , fotoperíodo de 12 h, salinidade próxima a 35‰ e observaram uma taxa de crescimento de  $0,09 \pm 0,01\%$   $\text{dia}^{-1}$ .

Bravin e Yoneshigue-Valentin (2002) observaram uma taxa de crescimento de 1,64 %  $\text{dia}^{-1}$  com fragmentos apicais com gavinhas (0,2 g) excisados do talo e cultivados durante 40 dias em frascos do tipo Erlenmeyer contendo 400 mL de água do mar filtrada (salinidade de 35,6‰ e pH 8,0) enriquecida com solução denominada PES (PROVASOLI 1968). Foram submetidas à irradiância constante de  $30 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  sob fotoperíodo de 12 h.

Essa espécie cresce sob irradiância de até 1.800  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , em dia ensolarado (BRAVIN; YONESHIGUE-VALENTIN, 2002), mas nunca menor que 30  $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  usado nas condições de cultivo. Porém, Guist *et al.* (1982) constataram que a forte intensidade luminosa pode ser prejudicial ao crescimento desta espécie.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer a melhor irradiância para o cultivo de *Hypnea musciformis* indoor.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

Comparar o crescimento da macroalga *Hypnea musciformis* cultivada em câmara de cultivo sob três diferentes irradiâncias ( $30 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $65 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e  $100 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

## 3 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 LOCALIZAÇÃO

O presente trabalho foi realizado na Seção de Macroalgas do Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

### 3.2 COLETA E ACLIMATAÇÃO

Exemplares de *Hypnea musciformis* foram coletados no mês de fevereiro de 2017, na Prainha da Barra da Lagoa (Figura 1), localizada na região leste da Ilha de Santa Catarina ( $27^{\circ}34'26.719''\text{S}$   $48^{\circ}25'52.56''\text{W}$ ).

Figura 1. Mapa de localização da Prainha da Barra da Lagoa, Florianópolis, SC, Brasil.



Fonte: Google Earth, 2017.

As algas foram transportadas em sacos plásticos até a Seção de Macroalgas (LCM/UFSC). No laboratório, foram mantidas em tanques de 20 litros contendo água do mar e aeração constante por aproximadamente três semanas para aclimação.

Uma semana antes do início do experimento, foram excisados do talo fragmentos apicais com gavinhas (Figura 3), todos mantidos em um mesmo frasco do tipo Erlenmeyer com 500 ml de água do mar esterilizada por filtro UV, enriquecida com solução von Stosch 50% (4mL/L) segundo Edwards (1970), modificado por Yokoya (2000). Foram submetidos à aeração constante, fotoperíodo de 12h, temperatura de  $25 \pm 1$  °C, irradiância de  $100 \pm 5$   $\mu\text{mol}$  fótons  $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e salinidade 35‰.

Figura 2. Fragmentos apicais com gavinhas em frasco do tipo Erlenmeyer.



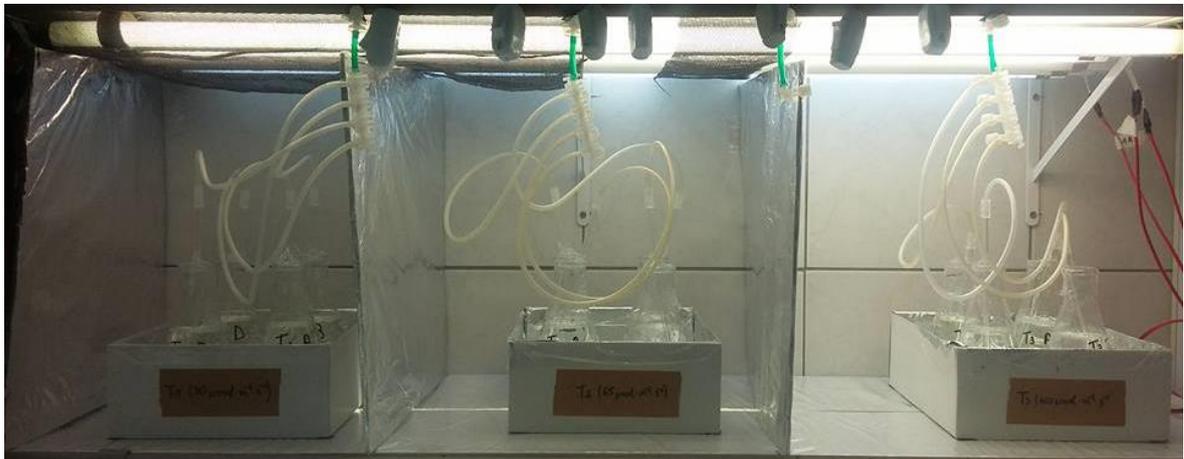
### 3.3 CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

Amostras de  $0,125 \pm 0,01$  gramas de gavinhas de *H. musciformis* foram separadas e colocadas em 12 frascos do tipo Erlenmeyer de 500 ml, com água do mar esterilizada por

filtro UV, enriquecida com solução von Stosch 50%, aeração constante, temperatura de  $25 \pm 1$  °C, salinidade 35‰, pH 7,93 (média durante o experimento) e fotoperíodo de 12 h. A densidade definida pela relação de massa e volume foi determinada segundo Lima (2001), onde foi verificada a maior taxa de crescimento com  $0,25 \text{ g/L}^{-1}$ .

Foram testadas três irradiâncias:  $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  e  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . A radiação fotossinteticamente ativa foi medida por detectores qu\u00e2nticos LI-COR Biosciences (LI-250 Light Meter). Para cada tratamento, foram realizadas quatro repeti\u00e7\u00f5es, totalizando 12 frascos. As unidades experimentais foram distribu\u00eddas de forma aleat\u00f3ria em uma prateleira da c\u00e2mara de cultivo (Figura 4).

Figura 3. Unidades experimentais dispostas em prateleira na c\u00e2mara de cultivo.



Foi realizada troca de meio de cultura semanalmente, momento em que as algas foram pesadas em balança anal\u00edtica (precis\u00e3o de 0,001g) e o pH e salinidade medido. O cultivo teve dura\u00e7\u00e3o de 43 dias (seis semanas).

### 3.4 TAXA DE CRESCIMENTO

A Taxa de Crescimento foi calculada segundo Yong *et al.* (2013).

$$\text{Taxa de crescimento (\% dia}^{-1}\text{)} = \left[ \left( \frac{B_f}{B_i} \right)^{1/t} - 1 \right] \times 100$$

Onde  $B_f$  = biomassa final,  $B_i$  = biomassa inicial, e  $t$  = tempo.

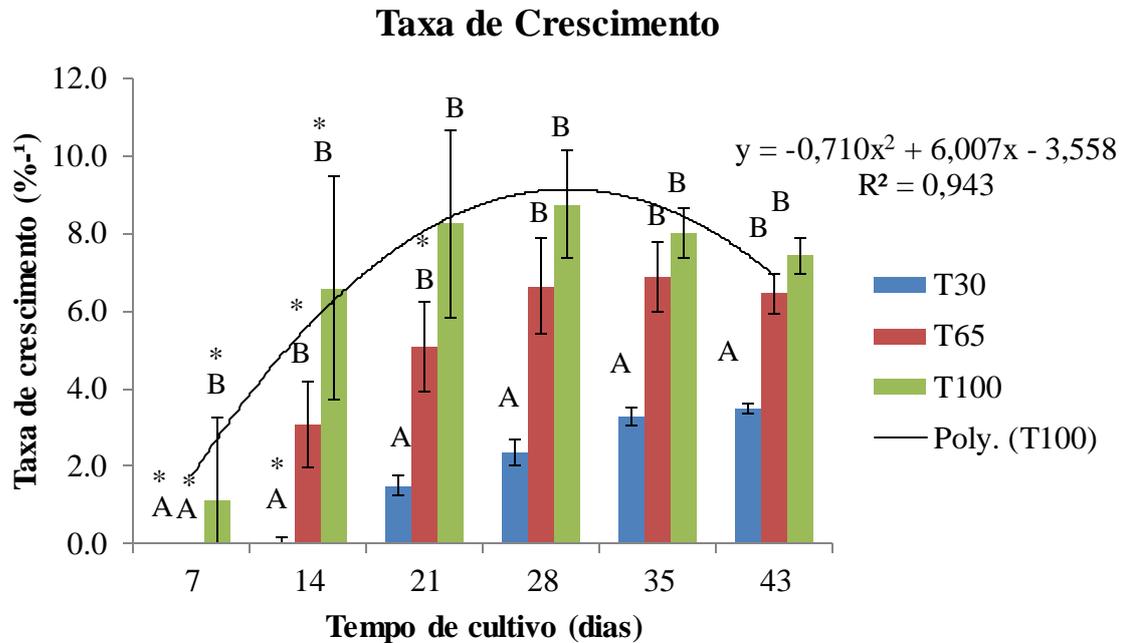
### 3.5 AN\u00c1LISE ESTAT\u00cdSTICA

Para análise da Taxa de Crescimento, foi realizado teste de variância (ANOVA) de medidas repetidas, verificando a interação entre os tratamentos e o tempo de cultivo. Observada a presença de interação, os dados foram submetidos a teste de Newman-Keuls para identificar as interações. Foram feitos testes para comprovar os pré-requisitos (normalidade e homocedasticidade) e análise de regressão para verificar a relação entre as variáveis dependentes e independentes. Testes considerados com nível de significância de 5%, utilizando o software *Statistica*, versão 8.0.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e entre os tempos de cultivo (Figura 4). As taxas de crescimento variaram de  $3,48 \pm 0,14 \text{ \% dia}^{-1}$  para T30;  $6,45 \pm 0,50 \text{ \% dia}^{-1}$  para T65 e  $7,43 \pm 0,48 \text{ \% dia}^{-1}$  para T100.

Figura 4. Taxa de crescimento de *Hypnea musciformis* cultivada em diferentes irradiâncias (T30, T65 e T100) por 43 dias. Valores apresentados com média  $\pm$  desvio padrão. As letras maiúsculas indicam as diferenças significativas dos tratamentos dentro de um mesmo período de cultivo. Os asteriscos (\*) apresentam as diferenças significativas do tempo em um mesmo tratamento, de acordo com a ANOVA de medidas repetidas e teste de Newman-Keuls. A curva representa a análise de regressão.



Na primeira semana de cultivo não foi observado ganho em biomassa em T30 e T65, refletindo em valores abaixo de zero na taxa de crescimento, provavelmente devido à aclimação das algas nas condições experimentais.

Pode-se destacar que a partir do 14º dia não houve diferença significativa entre os tratamentos T65 e T100 (Figura 4), demonstrando que *Hypnea musciformis* pode ser cultivada tanto em  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  quanto em  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ . Entretanto, foi observada diferença na colora\u00e7\u00e3o das algas entre esses tratamentos (Figura 5). *H. musciformis* normalmente possui colora\u00e7\u00e3o vermelha, mas para Smith (2001), pode ser marrom amarelada em ambientes com alta irradi\u00e2ncia ou em \u00e1gua com poucos nutrientes. Como os meios de cultura de todos os tratamentos foram enriquecidos com a mesma quantidade de solu\u00e7\u00e3o von Stosch (4ml/L), provavelmente a diferen\u00e7a na pigmenta\u00e7\u00e3o foi causada pela maior irradi\u00e2ncia.

T30 e T65 n\u00e3o apresentaram diferen\u00e7as significativas na primeira semana, por\u00e9m a partir do 14º dia, T30 apresentou diferen\u00e7a entre os demais tratamentos, obtendo taxas de crescimento mais baixas.

Figura 5. Diferença de coloração entre os tratamentos T65 E T 100, respectivamente.

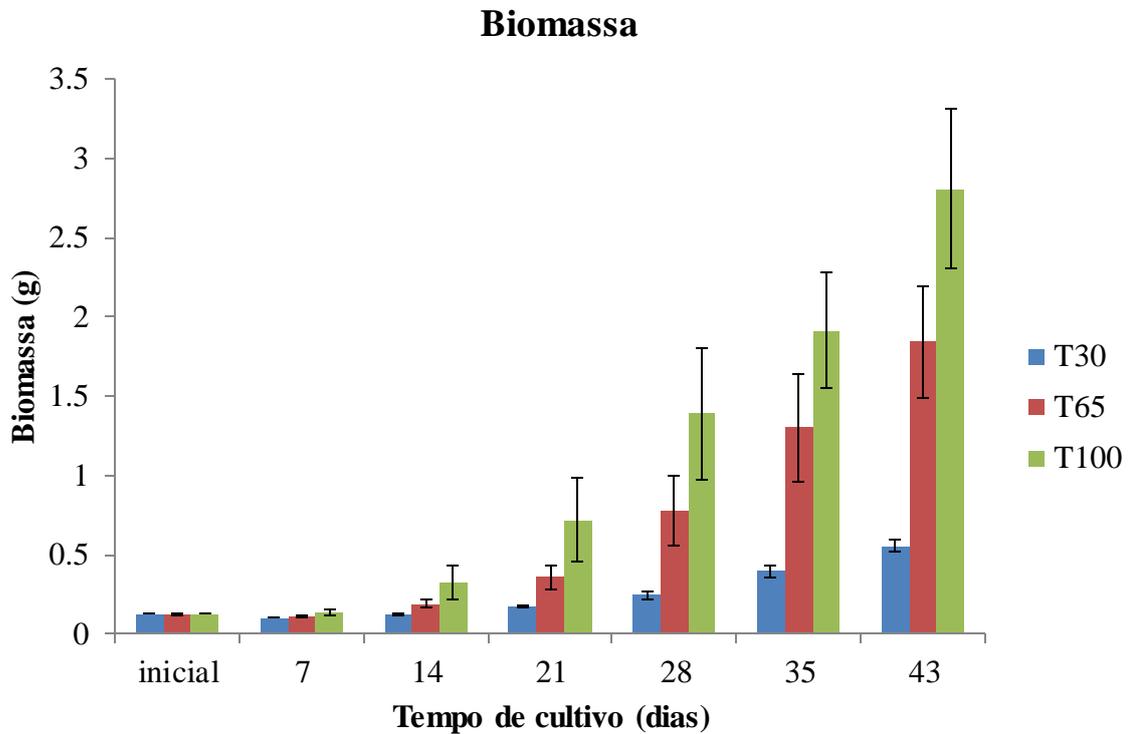


Observando os resultados, fica evidente que T100 obteve seu ápice na taxa de crescimento até o 28º dia e T65 até o 35º dia, mostrando que o aumento da intensidade luminosa reflete em maiores taxas num período menor de cultivo.

Analisando os dados entre o tempo de cultivo em um mesmo tratamento, foram observadas diferenças significativas durante as duas primeiras semanas nos três tratamentos (T30, T65 e T100) e, para T65, se estendeu até o 21º dia de experimento (Figura 4). Nas taxas de maior e menor irradiância (T100 e T30, respectivamente) não houve diferença significativa a partir da terceira semana (21º dia) de cultivo.

Na Figura 6, pode-se observar que na primeira semana (7º dia) de cultivo as macroalgas não obtiveram ganho em biomassa, mas a partir da segunda semana os valores de massa aumentaram semanalmente.

Figura 6. Biomassa com relação ao tempo de cultivo (dias) dos três tratamentos (T30, T65 E T100). Valores apresentados com média aritmética  $\pm$  desvio padrão.



Os maiores valores de ganho em biomassa final e taxa de crescimento foram observados em T100, seguidos por T65 e T30 (Tabela 1- Figura 7).

Tabela 1. Taxa de crescimento (% dia<sup>-1</sup>), biomassa (g) inicial e final de *Hypnea musciformis* cultivadas durante 43 dias em diferentes intensidades luminosas ( $30 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ,  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e  $100 \pm 5 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ).

	<b>T30</b>	<b>T65</b>	<b>T100</b>
<b>Taxa de Crescimento (%dia<sup>-1</sup>)</b>	$3,48 \pm 0,14^a$	$6,45 \pm 0,50^b$	$7,43 \pm 0,48^b$
<b>Biomassa inicial (g)</b>	$0,127 \pm 0,003$	$0,124 \pm 0,005$	$0,127 \pm 0,003$
<b>Biomassa final (g)</b>	$0,554 \pm 0,040$	$1,845 \pm 0,354$	$2,805 \pm 0,501$

Valores apresentados com média aritmética  $\pm$  desvio padrão.

Figura 7. *Hypnea musciformis* no início (à esquerda) e no final (à direita) do experimento.



## 5 CONCLUSÃO

A intensidade luminosa afeta diretamente no crescimento de *Hypnea musciformis* no decorrer do tempo. Quanto maior a irradiância, maior a biomassa e taxa de crescimento.

Futuros estudos devem ser encaminhados testando irradiâncias maiores para ver o ápice de crescimento da macroalga. *H. musciformis* pode ser cultivada em laboratório com no mínimo  $30 \pm 5 \mu\text{mol f\otimes\text{tons m}^{-2} \text{s}^{-1}}$  e para melhores taxas de crescimento a partir de  $65 \pm 5 \mu\text{mol f\otimes\text{tons m}^{-2} \text{s}^{-1}}$ .

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, I.A. 1996. **Ethnobotany of seaweeds: clues to uses of seaweeds**. *Hydrobiologia* 326/327: 15-20.
- BOUZON, Z.L. 2006. Histoquímica e ultra-estrutura da ontogênese dos tetrasporângios de *Hypnea musciformis* (Wulfen) J. V. Lamour. (Gigartinales, Rhodophyta). **Revista Brasileira de Botânica** 29: 229-238.
- BRAVIN, I.C.; YONESHIGUE-VALENTIN, Y. Influência de fatores ambientais sobre o crescimento in vitro de *Hypnea musciformis* (Wulfen) Lamouroux (Rhodophyta). **Revista Brasil. Bot.**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 4, p.469-474, dez. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbb/v25n4/a11v25n4.pdf>>. Acesso em: mai 2017.
- CHISTI, Y; **Biodiesel from microalgae**. *Biotechnology Advances*, Elsevier BV v. 25, n. 3, p.294-306, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biotechadv.2007.02.001>.
- CHOPIN, T. Seaweeds and their mariculture. In: CHOPIN, T.; ROBINSON, S. M.C. **The Encyclopedia of Ocean Sciences**. Saint John, Nb, Canada: Elsevier, Oxford, 2009. p. 4478. Disponível em: <[file:///C:/Users/Samsung/Downloads/Chopin and Sawhney 2009 Seaweeds and their mariculture 1 \(1\).pdf](file:///C:/Users/Samsung/Downloads/Chopin%20and%20Sawhney%202009%20Seaweeds%20and%20their%20mariculture%201%20(1).pdf)>. Acesso em: abr 2017.
- CUNHA, S.R.; PAZETO, F.D.; CRESTANI, D.E.V.; LIMA, G.B.; NASCIMENTO, J.; SANT'ANNA, F. ; MANZONI, G.C.; MARENZI, A.W.C. & MAFRA, Jr.L.L. 2010. **Potencial de crescimento de macroalgas cultiváveis presentes na enseada de armação do Itapocoroy (Penha, sc): Avaliação preliminar**. Centro de Ciências Tecnológicas, da Terra e do Mar - Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí, SC.
- DRING, M.J. 1982. **The biology of marine plants - (Contemporary biology)**. Edward Arnold Publishers Ltd., Great Britain.
- EDWARDS, P. Illustrated guide to the seaweeds and seagrass in the vicinity of Porto Aransas, Texas. **Contrib Mar Sc Austin**. v. 15, p.1-228.1970.
- FAO (Food and Agriculture Organization of United Nations). 2017. **FAO Aquaculture Newsletter**. No. 56 (April). Rome. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i7171e.pdf>> Acesso em: mai 2017
- GUIST, G.G.; DAWES, C.J. & CASTLE, J.R. 1982. **Mariculture of the red seaweed *Hypneamusciformis***. *Aquaculture* 28: 375-384.
- LIMA, G.B. **Avaliação do potencial de crescimento "in vitro" e do rendimento em carragenana da alga vermelha *Hypneamusciformis* (Hypneaaceae, Rhodophyta)**. 2001. 39 f. Monografia (Especialização) - Curso de Oceanografia, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2001.
- LOBBAN, C.S. & HARRISON, P.J. 1997. **Seaweeds ecology and physiology**. Cambridge University Press, Cambridge.

MONTEITH, J.L. **Solar radiation and productivity in tropical ecosystems**. Journal of Applied Ecology, 9, 747-766, 1972.

NETO, T.M. **Cultivo da carragenófito *Hypnea musciformis* (WULFEN) J. V. Lamour. (Gigartinales – Rhodophyta) em estruturas long-line**. 2009. 44 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009. Disponível em: <[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/18658/1/2009\\_dis\\_tmasihneto.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/18658/1/2009_dis_tmasihneto.pdf)>. Acesso em: mai 2017.

NUNES, J.M.C. 2005. **Rodofíceas marinhas bentônicas do estado da Bahia, Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências. Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA FILHO, E.C. 1981. **Marine Phycology and exploitation of seaweeds in South America**. In Proceedings of Xth International Seaweed Symposium (T. Levring, ed.). Walter de Gruyter, New York, v.10, p.97-112.

OLIVEIRA FILHO, E.C. 1998. **The seaweeds resources of Brazil**. In **Seaweeds resources of the world** (A.T. Critchley & M. Ohno, eds.). Japan International Cooperation Agency, Yokosuka, p.366-371.

OLIVEIRA, E.C. 2002. Macroalgas Marinhas de Valor Comercial: Técnicas de Cultivo. **Revista Panorama da Aquicultura**, Rio de Janeiro, v. 42.

OLIVEIRA-FILHO, E.C. de. 1977. **Algas Marinhas Bentônicas do Brasil**. Tese (Livre - Docência em Ficologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. São Paulo

PARRA, M.I.F. **Efeito da irradiância e disponibilidade de nitrogênio no crescimento, teor de clorofila, perfil de glicerídeos totais e potencial antioxidante de *Desmodesmus* sp.** 2016. 88 F. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Industrial, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2016.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. 2007. Meteorologia Agrícola. **Edição Revista e Ampliada**, Piracicaba, v. 306.

PROVASOLI, L. 1968. **Media and prospects for cultivation of marine algae**. In Cultures and Collections of Algae (A. Watanabe & A. Hattori, eds.). Japanese Society of Plant Physiology, Tokyo, p. 47-74.

REIS, R.P. *et al.* Efeito de fatores bióticos no crescimento de *Hypneamusciformis* (Rhodophyta - GigartinalesI). **Acta Bot. Bras.**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 2, p.279-286, out. 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v17n2/a10v17n2.pdf>>. Acesso em: mai 2017.

SMITH, C. W. **Algae: invasive Alien *Hypnea musciformis***. J. V. Lamouroux 1813. University Of Hawai'i At Manoa: Webmaster L. Preskitt, 2001. Disponível em: <[https://www.hawaii.edu/reefalgae/invasive\\_algae/pdf\\_files/hypnea\\_musciformis.pdf](https://www.hawaii.edu/reefalgae/invasive_algae/pdf_files/hypnea_musciformis.pdf)>. Acesso em: mai 2017.

WONG, K.H. & CHEUNG, P.C.K. 2001. **Nutritional evaluation of some subtropical red and Green seaweeds Part II**. *In vitro* protein digestibility and amino acid profiles of protein concentrates. Food Chemistry, 72: 11-17.

WYNNE, M.J. A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical western Atlantic: first revision. **Nova Hedwigia Beiht** v.129, p.1-152, 2005.

YOKOYA, N.S. Apical callus formation and plant regeneration controlled by plant growth regulators on axenic culture of the red alga *Gracilariopsis tenuifrons* (Gracilariales, Rhodophyta). **Phycological Research** 48:133-142, 2000.

YONESHIGUE-VALENTIN, Y. & VALENTIN, J.L. 1992. **Macroalgae of Cabo Frio upwelling region, Brazil: ordination of communities**. In Coastal Plant Communities of Latin America (U. Seeliger, ed.). Academic Press, New York, p.31-49.

YONG, Y.S.; YONG, W.T.L.; ANTON A. Analysis of formulae for determination of seaweed growth rate. **Journal of Applied Phycology** 25, 1831-1834, 2013.