

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
MESTRADO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

PEDRO BASTOS DE MACEDO CARNEIRO

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Halimeda opuntia* (L.) J.V. LAMOUR.
(CHLOROPHYTA, BRYOPSIDALES) EM TRECHO RECIFAL DA PRAIA DE
PIRANGI, RIO GRANDE DO NORTE**

FORTALEZA

2011

PEDRO BASTOS DE MACEDO CARNEIRO

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DE *Halimeda opuntia* (L.) J.V. LAMOUR.
(CHLOROPHYTA, BRYOPSIDALES) EM TRECHO RECIFAL DA PRAIA DE
PIRANGI, RIO GRANDE DO NORTE**

**Dissertação submetida à Coordenação do
Curso de Pós-Graduação em Ciências
Marinhas Tropicais, da Universidade
Federal do Ceará, como requisito parcial
para obtenção do grau de Mestre em
Ciências Marinhas Tropicais.**

**Área de concentração: Utilização e Manejo
de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos**

**Orientadora: Profa. Dra. Helena Matthews-
Cascon**

**FORTALEZA
2011**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Rui Simões de Menezes

-
- C29a Carneiro, Pedro Bastos de Macedo
Aspectos ecológicos de *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. (Chlorophyta, Bryopsidales) em trecho recifal da Praia de Pirangi, Rio Grande do Norte / Pedro Bastos de Macedo-Carneiro. – 2011.
79 f. : il. color., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2011.
Área de Concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos
Orientação: Profa. Dra. Helena Matthews Cascon.
1. Alga marinha - Aspectos ecológicos. I. Título.

AGRADECIMENTOS

Para a execução do presente trabalho, em diversos aspectos, foram essenciais as ajudas dos senhores e senhoras: Antônio Xavier, Bruna Sarkis, Camila Juanes, Daniel da Silva, Eurico Neto, Hortência Gonzales, Jamile Ulisses, João Correia Jr., Livia Schell, Murillo Ribeiro, Nathane Freire, Rafael Rosseto, Rhayan Ramalho e Victor Azevedo.

Agradeço ao Laboratório de Ecotoxicologia do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR – UFC), na pessoa de Marcionília Pimentel, pelo apoio material para os experimentos de fotossíntese. Ao Laboratório de Plâncton e Análise Ambiental, na pessoa de Tatiane Matins e ao Laboratório de Zoobentos, nas pessoas de Wilson Franlin e Cristina Rocha-Barreira, ambos os laboratórios também do LABOMAR, pelo apoio material do processamento das amostras.

Agradeço também, pela ajuda material e operacional para o trabalho em campo, ao senhor Kiko, guia turístico de Pirangi, e às empresas Canguru Passeios Náuticos, na pessoal do sr. Kléber da Silva; Marina Badauê; e Ponira Náutica, na pessoa do sr. Maurício Silva. Além da ONG Oceânica: pesquisa, educação e conservação, na pessoa das sras. Aline Martinez e Caroline Castro.

Devo a identificação do material zoológico aos senhores(as) Wilson Franklin (poliquetas), Cristiane Xerez e Soraya Rabay (moluscos), Luis Ernesto e Felipe Bezerra (decapodes), Felipe Monteiro (equinodermos) e Jéssika Alves (anfípodas).

Sou grato à Luciana Faustino, pelo apoio na execução do trabalho e primeira revisão do texto.

Por fim, agradeço à Helena Matthews-Cascon, minha orientadora, por idéias e apoio durante o trabalho. E as senhoras Cristina Rocha-Barreira e Sônia Pereira pela avaliação do estudo.

RESUMO

As algas verdes calcárias do gênero *Halimeda* são reconhecidas como importantes componentes dos ecossistemas costeiros da região tropical, devido sua capacidade de formação de sedimentos e, conseqüente, participação na estruturação das paisagens marinhas. Espécies desse gênero são abundantes nas regiões costeiras do Nordeste brasileiro, em particular *H. opuntia*, espécie que, segundo relatos, cresce em ambientes consolidados, como os numerosos recifes dessa região. O presente trabalho visa estudar aspectos ecológicos dessa espécie, tais como: área de cobertura, biomassa, crescimento, produção e fauna e flora associadas, buscando entender melhor a importância da *H. opuntia* nos ambientes marinhos do Atlântico sul ocidental. Para isso foi escolhido uma formação recifal, os recifes de Pirangi, Parnamirim – RN, onde essa alga cresce com relativa abundância. Sobre esses recifes foram estabelecidos três transectos e realizadas seis coletas em meses diferentes (segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010), para obtenção dos dados. Os resultados das coletas sugerem que a população de *H. opuntia* ocupa uma área de cerca de 4.500 m² nos recifes de Pirangi, com uma biomassa distribuída de forma agregada, totalizando cerca de 1,6 kg/m² nos locais em que essas algas aparecem. Essa população parece ser afetada pelos fatores ambientais, principalmente agitação do meio, luz e chuva, tendo sua área de cobertura reduzida quando o ambiente fica mais agitado e sua morfologia alterada quando a disponibilidade de luz é maior. A produtividade primária estimada ficou entre 11,38 e 33,25 mgO₂.gPS⁻¹.dia⁻¹ e a produção de carbonato de cálcio (CaCO₃) em 705,2 g de CaCO₃/m²/ano. A sua flora associada foi majoritariamente composta pelas algas *Gelidiella acerosa*, *Amphiroa fragilissima* e *Pterocladia caerulea*, enquanto a fauna associada foi dominada principalmente por crustáceos, principalmente Amphipoda, Tanaidacea e Decapoda, seguido por poliquetas, gastrópodes e ofiuroides. Essa fauna, a depender do grupo, parece ser afetada por fatores do ambiente, da população da alga hospedeira e das populações das algas associadas.

ABSTRACT

The calcareous green algae of the genus *Halimeda* are recognized as an important component of the coastal ecosystems in the tropical region for their capacity of production of sediments and, consequently, participation on the structuring of the marine landscape. Some species of this genus are abundant in the coastal areas of northeast Brazil, in particular *H. opuntia*, a species that reportedly grows on hard substrate, as the numerous reefs commonly found on this region. The present work aims to study ecological aspects of this species, such as: percentage cover, biomass, growth rate, primary production and their association with fauna and floras, as a mean to better understand the role of *H. opuntia* in the marine environments of the western south Atlantic. In this regard, it was chosen an intertidal reef flat, called parrachos de Pirangi, at the municipality of Parnamirim-RN, where this algae is found on relatively high abundances. On this reef, it was established three transects, and the data was collected on those in six campaigns during six different months (second semester of 2009 and first of 2010). The results suggest that the *H. opuntia* occupies an area of almost 4,500m² at the recifes de Pirangi, with a biomass distributed in aggregate tufts, reaching 1.6 kg/m² where those can be found. This population appears to be affected by environmental factors, specially disturbance, light and rain, diminishing its percentage cover when the environment becomes excessively turbulent and having its morphology altered when a high amount of light is available. The estimated oxygen production was between 11.38 and 33.25 mgO₂.gDW⁻¹.day⁻¹ and the calcium carbonate (CaCO₃) production was calculated as 705.2 g of CaCO₃/m²/year. The major components of the associated flora were the algae *Gelidiella acerosa*, *Amphiroa fragilissima* and *Pterocliadiella caerulea*. The associated fauna was mainly dominated by crustaceans, especially Amphipoda, Tanaidacea and Decapoda, followed by polychaetes, gastropods and ophiuroids. This fauna, depending on which group is analyzed, appears to be affected by environmental factors, the population dynamics of the host algae and the associated flora populations.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	<i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. Escala 10cm.	11
FIGURA 2	Mapa da plataforma continental da região nordeste mostrando a localização dos depósitos de sedimentos carbonáticos originados majoritariamente da quebra dos talos de <i>Halimeda spp.</i> Adaptado de Cavalcanti (2011)	13
FIGURA 3	Mapa de localização dos recifes de Pirangi, Rio Grande do Norte. As áreas claras no mapa de maior resolução mostram as áreas que ficam emersas durante as marés baixas. É possível observar o rio Pirangi, que separa os municípios de Parnamirim e Nísia Floresta	13
FIGURA 4	Mapa dos recifes de Pirangi mostrando a composição dos sedimentos que circundam essas formações. Retirado de Queiroz; Costa; Amaral (2007).	14
FIGURA 5	Detalhe de trecho emerso dos recifes de Pirangi. A: Área emersa do recife maior, mostrando costa, crista, frente e plataforma recifal.. B: Crista e frente recifal. C: Plataforma e costa recifal. D: Poça de maré na plataforma com algas e peixes	20
FIGURA 6	Mapa de localização dos três transectos sobre os recifes de Pirangi - RN. As áreas escuras representam a área efetiva de ocorrência de <i>H. opuntia</i> . Mapas modificados de Queiroz; Costa; Amaral (2007)	21
FIGURA 7	Variação na área coberta por <i>H. opuntia</i> nos recifes do Pirangi - RN durante o segundo semestre de 2009 e o primeiro de 2010	26
FIGURA 8	Distribuição de <i>H. opuntia</i> sobre os recifes de Pirangi - RN. Os círculos verdes correspondem às áreas médias ocupadas por essa espécie nos diferentes pontos dos transectos	27
FIGURA 9	Relação entre variância e média do número de tufo de <i>H. opuntia</i> por área, nos recifes de Pirangi, utilizando a Lei da Potência de Taylor. O coeficiente $b > 1$ indica agregação dos tufo. $F = 98,1675$, $p = 0,0015$, $R^2 = 0,9511$. Coeficientes: $a = 5,3415$ ($t = 13,37$, $p < 0,0001$), $b = 1,6067$ ($t = 9,91$, $p = 0,0006$)	28
FIGURA 10	Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis biológicas de <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi - RN. A e B: gráfico das relações entre as variáveis plotadas no eixo dos fatores ACPb 1 e 2 e ACPb 1 e 3, respectivamente. C: “Screeplot” dos autovalores. O gráfico mostra os componentes extraídos, seus valores e a porcentagem da variância explicada.. c/l = razão comprimento/largura do segmento; s/a = número de segmentos por cm^2 ; %carb = porcentagem de $CaCO_3$ por peso do talo; $p.t$ = massa de um tufo (g/cm^2); t/a = número de tufo por área; $a.t$ = tamanho médio dos tufo; %a = área de cobertura; $c.s$ = comprimento médio de um segmento; $l.s$ = largura média de um segmento; $p.s$ = peso médio de um segmento.	29
FIGURA 11	Variação dos Componentes Principais das variáveis biológicas de <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi – RN (ACPb 1, 2 e 3) analisadas durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010	30
FIGURA 12	Variação dos parâmetros ambientais nos recifes de Pirangi – RN analisadas durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010 (valores representam a média dos 30 dias anteriores às coletas).	31
FIGURA 13	Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais dos recifes de Pirangi - RN. A: gráfico das relações entre as variáveis plotadas no eixo dos fatores ACPa 1 e 2. B: “Screeplot” dos autovalores. O gráfico mostra os componentes extraídos, seus valores e a porcentagem da variância explicada	32
FIGURA 14	Fotossíntese em <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi vs. iluminação. A: Correlação linear de Person entre a taxa de fotossíntese ($mgO_2.PS^{-1}.h^{-1}$) e intensidade de iluminação (lux) ao longo do dia $r = 0,62$; $R^2 = 0,39$; $p = 0,02$. B: Variação na taxa de fotossíntese líquida ($mgO_2.PS^{-1}.h^{-1}$) ao longo do dia. O zero corresponde ao ponto de compensação fótica	34
FIGURA 15	Variação na taxa de crescimento ($gPS/m^2/dia$) de <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi – RN nos meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010	37
FIGURA 16	Curva de regressão entre a riqueza de espécies de algas associadas e o tamanho do tufo de <i>H. opuntia</i> .	49
FIGURA 17	Curva de regressão entre a biomassa das espécies de algas associadas e o tamanho do tufo de <i>H. opuntia</i> .	49

FIGURA 18	Biomassa média de algas epífitas em <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi, Rio Grande do Norte, em 3 meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010	50
FIGURA 19	Número absoluto e relativo de indivíduos dos nove filos de animais vágeis encontrados nas 84 amostras de <i>H.opuntia</i> nos recifes de Pirangi	51
FIGURA 20	Frequência de ocorrência de 11 filos animais (vágeis e sésseis) nas 84 amostras de <i>H.opuntia</i> dos recifes de Pirangi	52
FIGURA 21	Abundância de animais, representada pelo número de indivíduos por kg de <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi entre os diferentes meses de coleta	52
FIGURA 22	Abundância de animais, representada pelo número de indivíduos de cada filo por kg de <i>H. opuntia</i> dos recifes de Pirangi entre os diferentes meses de coleta	53
FIGURA 23	Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de animais e algas encontrados em associação à <i>H. opuntia</i> nos recifes de Pirangi	58
FIGURA 24	Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de algas encontradas em associação à <i>H. opuntia</i> nos recifes de Pirangi	59
FIGURA 25	Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de animais encontrados em associação à <i>H. opuntia</i> nos recifes de Pirangi	59

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Relação dos parâmetros biológicos analisados de <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi, Parnamirim –RN durante o segundo semestre de 2009 e o primeiro de 2010	27
TABELA 2	Relação dos Componentes Principais com autovalor maior do que 1, gerados a partir das variáveis biológicas (ACPb 1, 2 e 3) e ambientais (ACPa 1 e 2) e suas respectivas correlações com as variáveis biológicas e ambientais originais, para $p < 0,05$. Dados de <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN analisadas durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. RAF = Radiação fotossinteticamente ativa	33
TABELA 3	Correlação linear entre as variáveis estudadas de <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN analisadas durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Nos dados coloridos $p < 0,05$. Dados em azul = correlação positiva. Dados em vermelho = correlação negativa. RAF = Radiação fotossinteticamente ativa, seg. = segmento, peso.seg = peso médio de 1 segmento, larg.seg = largura média de 1 segmento, comp.seg = comprimento médio de 1 segmento, comp/larg = comprimento médio de 1 segmento dividido por largura média de 1 segmento	35
TABELA 4	Valores médios de fotossíntese bruta, respiração e fotossíntese líquida em <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN obtidos através dos testes in situ (por turno) e ex situ (por hora) expressas por hora, média das horas do horário com maior insolação e por dia. F.B. = Fotossíntese Bruta, R = Respiração, F.L. = Fotossíntese líquida	36
TABELA 5	Correlação linear entre o número e a abundância de táxons de epífita e epifauna em <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN, e variáveis ambientais e da alga hospedeira. Dados coletados durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Nos dados coloridos $p < 0,05$. Dados em azul = correlação positiva. Dados em vermelho = correlação negativa.	57
TABELA 6	Lista de táxons de algas epífitas em <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour., com suas respectivas frequências, coletadas dos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010.. Frequência: e = eventual, R = raro, C = comum, F = frequente	75
TABELA 7	Lista de táxons da fauna associada à <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour., com suas respectivas frequências, coletadas dos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Frequência: e = eventual, R = raro, C = comum, F = frequente	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	11
2 CAPÍTULO 1: Cobertura e produtividade de <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte	16
2.1 INTRODUÇÃO	16
2.2 METODOLOGIA	19
2.2.1 Área de estudo	19
2.2.2 Parâmetros biológicos individuais e populacionais	20
2.2.3 Parâmetros ambientais	22
2.2.4 Produtividade primária e taxa fotossintética	22
2.2.5 Análises matemáticas	24
2.3 RESULTADOS	26
2.3.1 Parâmetros biológicos individuais e populacionais	26
2.3.2 Parâmetros ambientais	30
2.3.3 Relação dos parâmetros biológicos e ambientais	32
2.2.4 Produtividade primária e taxa fotossintética	33
2.2.5 Crescimento líquido e produção de carbonato de cálcio	36
2.3 DISCUSSÃO	38
2.4 CONCLUSÃO	42
3 CAPÍTULO 2: Fauna e flora associadas à <i>Halimeda opuntia</i> nos recifes de Pirangi - RN	43
3.1 INTRODUÇÃO	43
3.2 METODOLOGIA	45
3.2.1 Área de estudo	45
3.2.2 Coleta do material	45
3.2.3 Análises matemáticas	46
3.3 RESULTADOS	48
3.3.1 Flora epífita	48
3.3.2 Fauna associada	50
3.3.3 Padrões nas variações de abundância e composição de espécies	56
3.4 DISCUSSÃO	60
3.5 CONCLUSÃO	64
4 REFERÊNCIAS CITADAS	65
5 ANEXO I: Lista de espécies da flora epífita em <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi - RN	74
6 ANEXO II: Lista de espécies da fauna associada à <i>Halimeda opuntia</i> (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi - RN	76

INTRODUÇÃO GERAL

As algas marinhas bentônicas são organismos importantes nos ecossistemas costeiros. Como produtores primários, elas convertem energia, sintetizam matéria orgânica e disponibilizam substâncias químicas úteis, como oxigênio (O_2) e carboidratos, fazendo com que os ambientes litorâneos estejam entre os mais produtivos dos oceanos.

Em particular, as algas verdes calcárias do gênero *Halimeda* J.V. Lamour. costumam ser citadas como importantes agentes de estruturação das paisagens marinhas (HILLIS-COLINVAUX, 1980). Pertencentes à ordem Bryopsidales do filo Chlorophyta, essas algas possuem talos formados por inúmeros filamentos microscópicos entrelaçados que se ramificam sem que ocorra divisão celular, sendo por isto denominados cenocíticos (Taylor, 1960). Nos espaços formados pelas ramificações dos filamentos mais externos ocorre a deposição de carbonato de cálcio ($CaCO_3$) na forma de cristais de aragonita. A presença deste mineral é marcante nessas algas, podendo responder por até 90% da massa das mesmas (HILLIS-COLINVAUX, 1980; BEER; LARKUM, 2001).

Macroscopicamente, os talos dessas algas, por conta dos processos de deposição de $CaCO_3$, ramificação e entrelaçamento dos filamentos microscópicos, aparecem como sequencias de artículos calcificados, expandidos e unidos por regiões estreitas mais flexíveis. Essas sequencias de segmentos também podem se ramificar, dando ao talo formatos complexos (HILLIS-COLINVAUX, *op cit.* Figura 1).



Figura 1 –*Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. Escala 10cm.

O citado papel estruturador decorre em parte dessa complexidade morfológica, aliada à ampla distribuição global e às elevadas taxas de crescimento, que permitem que essas algas ocupem áreas relativamente grandes de substrato marinho. Esses fatores sugerem uma elevada importância ecológica, que costuma ser analisada sob dois aspectos: (1) a capacidade de constituir microhabitats que podem ser ocupados por uma rica biota associada, e (2) a produção de sedimentos carbonáticos que decorre da quebra dos segmentos do talo.

No primeiro caso, vários estudos mostram que *Halimeda spp.* podem abrigar uma abundante biota associada, composta principalmente por anfípodos, gastrópodes e poliquetas, além de outras algas (LEITE, 1976; SANTOS; CORREIA, 1995, 2001; BANDEIRA-PEDROSA; PEREIRA; ESKINAZI-LEÇA, 2008).

Já a produção de sedimentos decorre da quebra dos artículos do talo, fenômeno natural que pode ter causas fisiológicas ou mecânicas (HILLIS-COLINVAUX; ORME, 1988). Os sedimentos assim produzidos podem vir a se acumular, formando imensos depósitos de material carbonático (CHAPMAN; MAWSON, 1906; HILLIS-COLINVAUX, 1980; HINE *et al.*, 1988).

No Brasil a presença de espécies de *Halimeda* também afeta de forma considerável a paisagem submarina. Os maiores e mais diversos bancos dessas algas no país são encontrados na região nordeste (BANDEIRA-PEDROSA *et al.*, 2004) e em vários pontos da plataforma continental dessa região, principalmente após a isóbata de 20m, são encontrados grandes depósitos de segmentos de *Halimeda spp* (Figura 2).

Além disso, populações de *Halimeda spp.* parecem exercer grande influência em alguns dos inúmeros recifes que existem na região. Como exemplo pode-se citar o caso dos recifes de Pirangi. Localizados à cerca de 1 km da costa dos municípios de Parnamirim e Nísia Floresta, estado do Rio Grande do Norte (05°58.824'S 35°06.495'W), esses recifes tem origem em afloramentos de arenito ferruginoso do grupo barreiras. São conhecidos localmente como parrachos de Pirangi e importantes pontos turísticos na região (Figura 3).

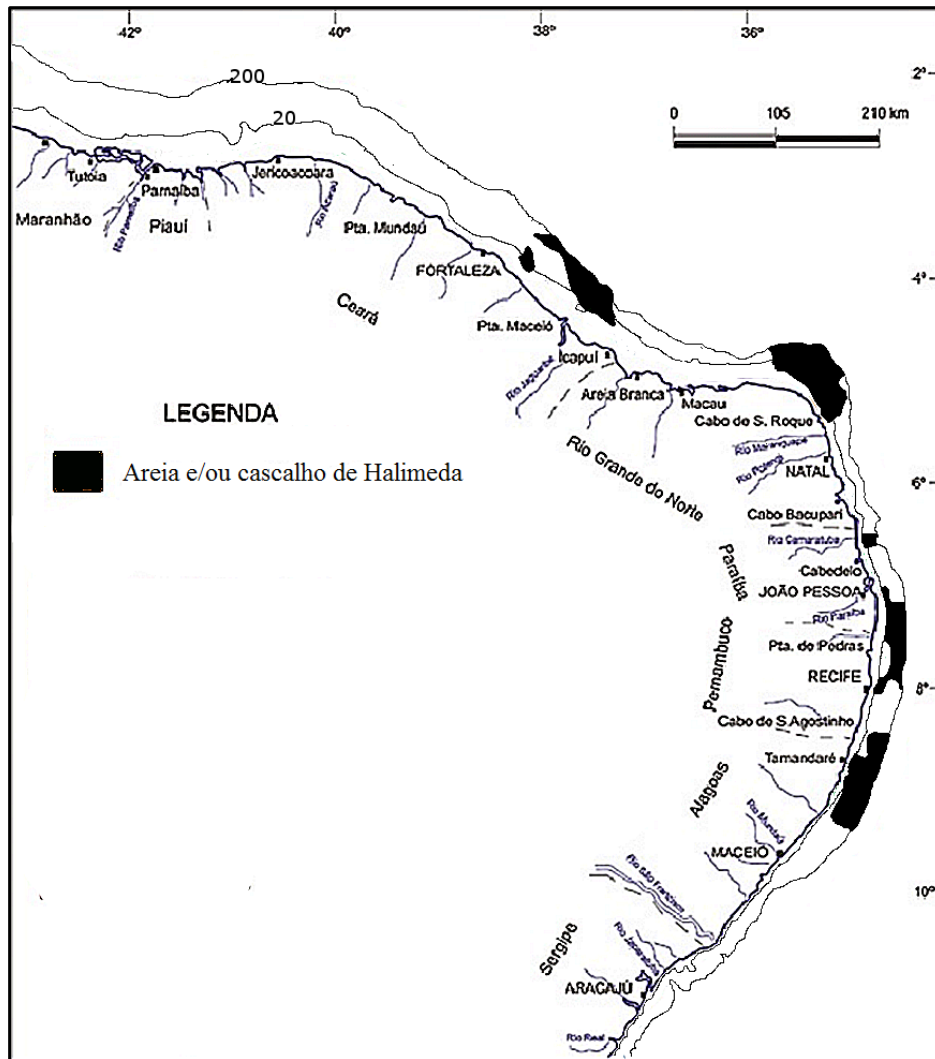


Figura 2 – Mapa da plataforma continental da região nordeste mostrando a localização dos depósitos de sedimentos carbonáticos originados majoritariamente da quebra dos talos de *Halimeda spp.* Adaptado de Cavalcanti (2011).

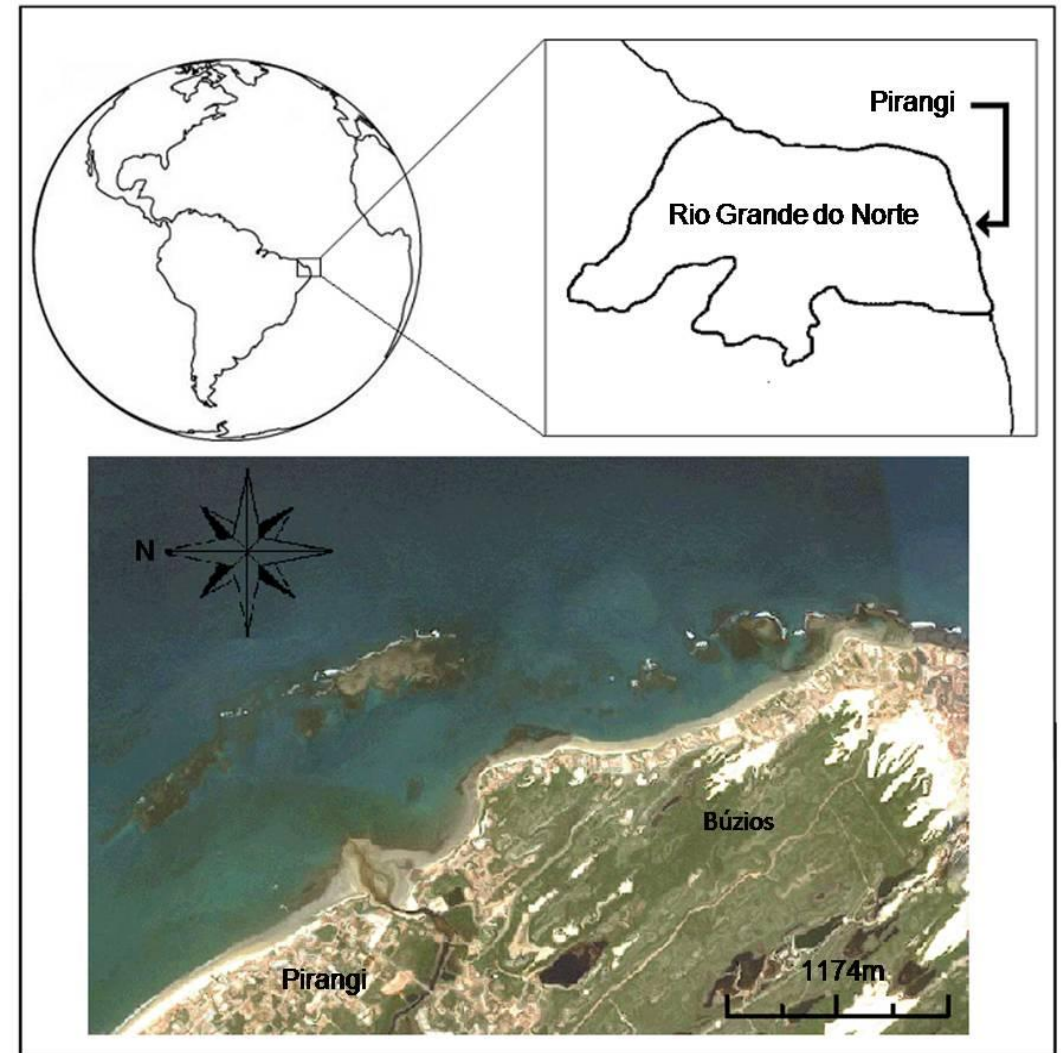


Figura 3 – Mapa de localização dos recifes de Pirangi, Rio Grande do Norte. As áreas claras no mapa de maior resolução mostram as áreas que ficam emersas durante as marés baixas. É possível observar o rio Pirangi, que separa os municípios de Parnamirim e Nísia Floresta.

Os recifes de Pirangi, a despeito do aporte de material terrígeno que domina a zona costeira rasa da região, estão cercados de sedimentos carbonáticos de origem biológica, o que evidencia a importância da biota autóctone como agente modificador do meio naquela área (QUEIROZ; COSTA; AMARAL, 2007) (Figura 4). Apesar de não existirem estudos sobre a composição e origem destes sedimentos, *H. opuntia* é visivelmente uma das algas mais comuns nesses recifes, e segmentos desarticulados dessa espécie podem ser encontrados em grande quantidade sobre a plataforma recifal. Pela sua abundância, pode-se, então, especular que esta alga esteja entre os principais organismos capazes de exercer influência sobre a dinâmica de sedimentos da área, o que tornaria o estudo da sua biologia essencial para entender o funcionamento desse ecossistema.

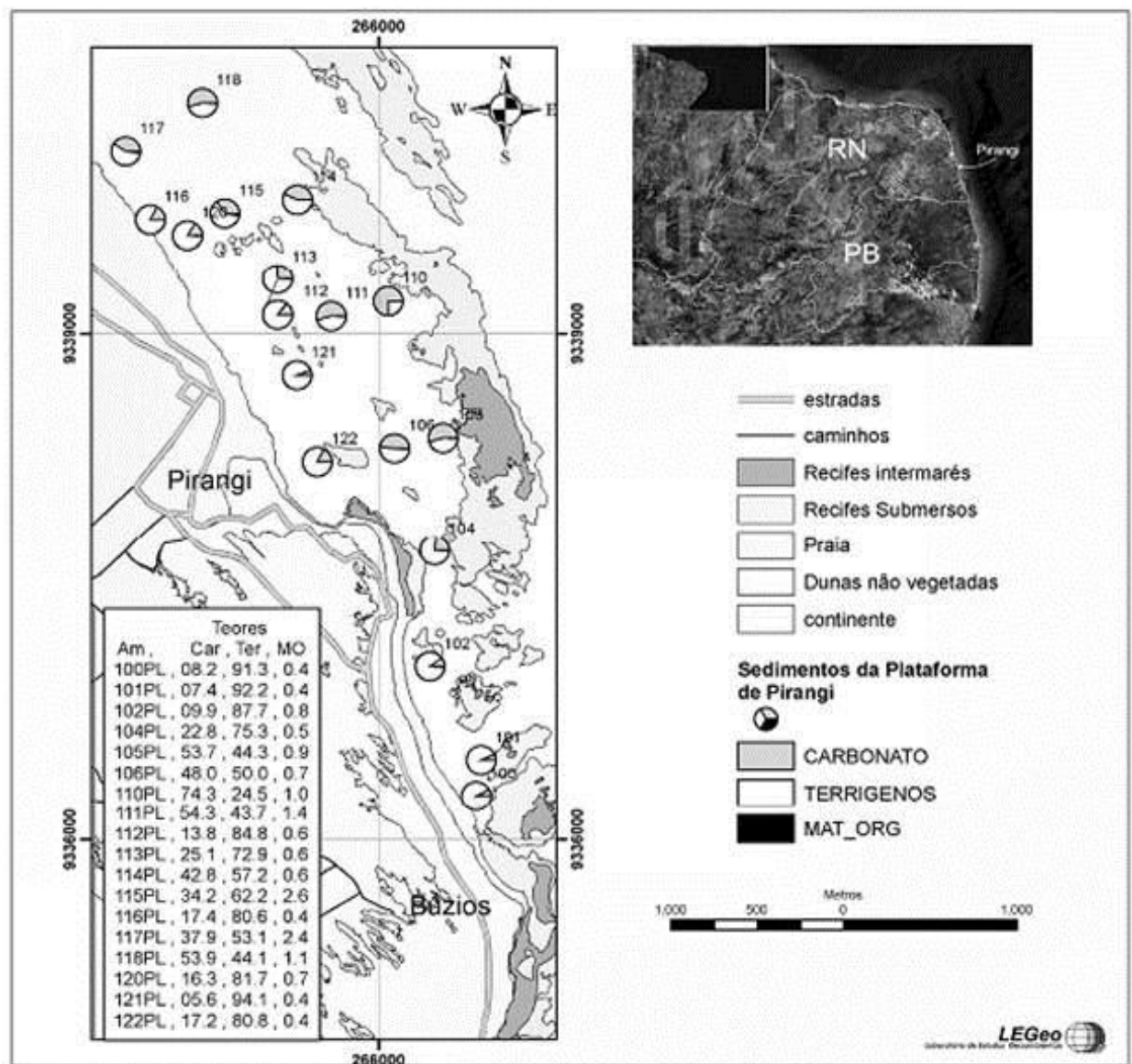


Figura 4 – Mapa dos recifes de Pirangi mostrando a composição dos sedimentos que circundam essas formações. Retirado de Queiroz; Costa; Amaral (2007).

A existência de grandes depósitos de sedimentos carbonáticos e a provável influência sobre ambientes recifais, como exemplificada pelo caso dos recifes de Pirangi, evidenciam a importância do gênero *Halimeda* para a zona costeira do Brasil. No entanto, a maioria dos trabalhos sobre ecologia de *Halimeda spp.* no país se restringe a análise da fauna associada, e muitos destes estudos nunca chegaram a ser devidamente publicados.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo principal estudar alguns aspectos da ecologia de *H. opuntia* nos recifes de Pirangi, dando destaque aos fatores ambientais que influenciam o desenvolvimento dessa população, sua produtividade e seu crescimento, bem como sua fauna associada e flora epífita, buscando ser um primeiro estudo sobre o papel desse grupo como agente estruturador das paisagens marinhas no atlântico sul ocidental.

CAPÍTULO 1: Cobertura e produtividade de *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour, nos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte

INTRODUÇÃO

As algas verdes calcárias do gênero *Halimeda* costumam ser citadas como importantes agentes estruturadores dos ecossistemas marinhos (HILLIS-COLINVAUX, 1980). Por conta do formato complexo dos seus talos, podem abrigar uma rica fauna e flora associadas, além de serem importantes produtoras de sedimentos carbonáticos (HILLIS-COLINVAUX; ORME, 1988). Esses sedimentos podem vir a se acumular, formando grandes depósitos, como aqueles encontrados na plataforma continental da região Nordeste do Brasil, o que afeta significativamente as paisagens marinhas (COUTINHO; MORAIS, 1970; VIDAL; BECKER; FREIRE, 2008; NASCIMENTO; FREIRE; MIOLA, 2010).

Por conta dessa capacidade de estruturação, acredita-se que algumas espécies do gênero podem ter papel ecológico crucial (HILLIS-COLINVAUX, 1980). Conseqüentemente, entender quais fatores ambientais afetam a dinâmica das suas populações seria importante para entender o funcionamento dos ecossistemas em que essas aparecem.

De forma geral, o gênero é considerado típico de ambientes tropicais oligotróficos, preferindo águas transparentes, quentes e nutritivamente pobres (PAYRIE, 1988; VERBRUGGEN *et al.*, 2009). No entanto, são encontradas espécies crescendo em condições ambientais bastante diversas, em profundidades de 0 até 150m (HILLIS-COLINVAUX, 1980), o que faz com que os efeitos de parâmetros como temperatura, iluminação, quantidade de nutrientes e agitação do meio sobre populações de *Halimeda spp.* precisem ser avaliados de forma crítica caso a caso.

A espécie *Halimeda opuntia* (L.) J.V Lamour é uma das poucas espécies do gênero com distribuição comprovadamente circungal e pode ser encontrada cobrindo extensas áreas em biomassas de 4 kg/m², o que sugere uma elevada importância ecológica (HILLIS-COLINVAUX, 1980; BANDEIRA-PEDROSA *et al.* 2004).

Alguns autores relatam que essa espécie costuma crescer sobre plataformas recifais rasas, em águas bem iluminada e considerável hidrodinamismo, ambientes

facilmente encontrados nas regiões tropicais do globo (HILLIS-COLINVAUX, 1977; DREW, 1983). Outros autores, no entanto, citam-na em locais de águas mais calmas e profundas, tendo sido registrados indivíduos crescendo a até 90m de profundidade (HILLIS-COLINVAUX, 1980; PAYRI, 1988; TOMASCIK; MAH, 1994).

Dos diferentes fatores que podem caracterizar esses dois extremos ambientais, a agitação do meio parece ser preponderante, afetando significativamente tanto a morfologia do talo quanto as taxas de crescimento, mais até do que fatores como intensidade da luz e presença de nutrientes (YÑIGUEZ, 2007).

O hidrodinamismo parece afetar essas populações por promover a fragmentação dos indivíduos, o que em uma espécie de crescimento clonal como *H. opuntia*, poderia favorecer a dispersão e a ocupação de espaço. Porém, uma agitação excessiva terminaria por dificultar o assentamento dos fragmentos e aumentar as taxas de mortalidade, reduzindo sua área de cobertura. Assim, o modelo matemático de Yñiguez (*op cit.*) e os dados empíricos do mesmo autor e de Walters *et al.* (2002) sugerem que *H. opuntia* é capaz de atingir maiores áreas de cobertura em áreas de águas apenas moderadamente agitadas.

Os efeitos de outros fatores, como intensidade de luz e presença de nutrientes, ainda precisam ser mais bem avaliados. No caso da luminosidade, não foram encontrados na literatura valores de saturação de luz específicos para *H. opuntia* e sabe-se que diferentes espécies de *Halimeda* apresentam diferentes níveis de saturação o que impede que os valores sejam extrapolados (LITTLER; LITTLER; LAPOINTE, 1987). Já o efeito da concentração de nutrientes sobre o crescimento de *H. opuntia* parece depender do tipo da substância que está sendo adicionada ao sistema. Nitrogênio favoreceria o crescimento da alga, enquanto que fósforo teria um efeito praticamente negligenciável (LAPOINTE; LITTLER; LITTLER, 1987). Essa tendência à uma maior susceptibilidade ao nitrogênio parece ser comum à todas as espécies de *Halimeda* que habitam áreas de substrato rochoso (LITTLER; LITTLER; LAPOINTE, *op cit.*).

Além dos fatores que afetam as populações de *H. opuntia*, o papel desses organismos nos ecossistemas que habitam ainda carece de análises conclusivas. Existem estudos sobre fauna associada (LEITE, 1976; SANTOS; CORREIA, 1995; 2001; SANTANA, 2008; GARCÍA-RÍOS *et al.*, 2008; BATISTA; LEONEL; COSTA, 2009) e flora epífitas (BANDEIRA-PEDROSA; PEREIRA; ESKINAZI-LEÇA, 2008), que sugerem a existência de uma rica comunidade que utiliza os talos intrincados dessa alga como abrigo, assunto esse que será tratado com detalhes no capítulo 2.

Também existem estudos sobre produtividade primária, mas, diferente de outras espécies do gênero, o talo complexo de *H. opuntia* desestimula trabalhos que acompanhem diretamente o crescimento do talo, dado importante para o cálculo da quantidade de sedimentos produzidos por essas algas. Por isso, alguns autores se restringem às taxas de fotossíntese líquida como forma de quantificar a produção primária. Nesta linha, a literatura cita taxas de produtividade variando de 2,10 a 8,54¹ mg.C/g.peso seco/dia (PAYRI, 1988; TOMASCIK; MAH, 1994).

Os poucos estudos que tratam sobre taxa de crescimento sugerem valores elevados, que variam ao longo do ano, alternando períodos de crescimento acelerado com épocas em que as algas permanecem latentes, e ainda que o talo não costuma crescer por igual, alguns segmentos sendo mais produtivos que outros. Em números, Hudson (1985) estimou que cada segmento do talo pode produzir até 7 novos artículos no prazo de algumas semanas e um talo maduro chega a produzir, durante o verão, 3000 novos segmentos em 125 dias. Já Multer e Clavijo (1989) estimaram valores médios de produção de 0,55 g.peso seco/talo/dia, o que, considerando que cada segmento pesa em média 0,01g, equivale a produção de 55 segmentos/talo/dia.

Os estudos acima citados também costumam expressar produtividade em termos de produção de CaCO₃ por área por ano, na tentativa de se produzirem estimativas da produção de sedimentos carbonáticos. As diferentes metodologias utilizadas inviabilizam a comparação entre os trabalhos, mesmo assim os valores encontrados costumam estar acima de 1kg/CaCO₃/m²/ano (HUDSON, 1985; PAYRI, 1988; FREILE, 2004).

Apesar da importância dessa espécie, inexistem estudos sobre sua ecologia no atlântico sul ocidental, com exceção dos trabalhos que abordam fauna e flora associados. O presente capítulo visa então quantificar parâmetros morfológicos e populacionais de *H. opuntia*, além de taxas de fotossíntese e crescimento, e analisar possíveis correlações entre essas variáveis e fatores ambientais, em um trecho recifal do município de Parnamirim, os parrachos de Pirangi, localizados Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil, com o intuito de compreender melhor quais fatores influenciam as populações dessa alga na região e, de forma complementar, entender o papel dessa espécie no seu hábitat.

¹ Valor original em mgC/g.peso vivo/hora. Convertido para mgC/g.peso seco/dia considerando-se o percentual de CaCO₃ por peso seco do talo de 71,2% (dado do próprio trabalho) e 12 horas de luz por dia na ilha de Kakaban, local de realização daquele estudo.

METODOLOGIA

Área de estudo

Os recifes de Pirangi são compostos por inúmeras formações de arenito ferruginoso de tamanhos variados, que podem ou não ficar emersos em episódios de maré baixa. Em visitas prévias à área de estudo só foram encontrados indivíduos de *H. opuntia* em um desses recifes, o maior deles. Mesmo nesse trecho recifal, essa alga só foi encontrada na área passível de emersão, com cerca de 186.000 m² (baseado na escala de Queiroz; Costa; Amaral, 2007. Figura 10). Esse trecho emersível será considerado como a área efetiva de ocorrência dessa alga no restante do presente trabalho.

Essa área efetiva de ocorrência apresenta zonação similar á dos recifes de barreira, a saber: (1) costa recifal: laguna rasa coberta com areia e algas calcárias entre o recife e o continente (2) plataforma recifal: área mais ou menos plana do recife, com iluminação e temperatura elevada; (3) crista recifal: área mais elevada e acidentada do recife, sujeita à forte ação das ondas e (4) frente recifal: fim do recife, área mais profunda, abrigada da ação direta das ondas e com menor iluminação e temperatura. A crista e a plataforma recifal podem ficar emersas nas marés baixas, restando, nesses casos, poças de maré que abrigam rica biota (Figura 5).

O clima da região é quente e úmido, caracterizado como As' na classificação de Köppen, com período chuvoso de fevereiro a julho. A temperatura média anual é de 26,3°C (mínima de 24,7°C e máxima de 27,4°C). Os meses de junho a setembro são os mais frios e de dezembro a março os mais quentes. A pluviosidade média anual é de 1466 mm, no entanto pode variar bastante de ano para ano (FERREIRA JR., 2005).

A velocidade média do vento é de 4,4 m/s na direção SE/NW, com predominância de ondas de leste e de sudeste, resultando em uma corrente costeira de orientação geral S/N (ARAUJO, 2004). Por fim, a intensidade média da radiação solar é menor nos meses de maio a agosto, com cerca de 400 W/m², e maior de outubro a janeiro, por volta de 600 W/m² (dados obtidos em <http://www.crn2.inpe.br/lavat>).



Figura 5 – Detalhe de trecho emerso dos recifes de Pirangi. A: Área emersa do recife maior, mostrando costa, crista, frente e plataforma recifal.. B: Crista e frente recifal. C: Plataforma e costa recifal. D: Poça de maré na plataforma com algas e peixes.

Parâmetros biológicos individuais e populacionais

Para a medição dos parâmetros individuais e populacionais foram realizadas seis campanhas, em períodos de maré de sizígia, nos meses de agosto, setembro e outubro de 2009 e março, abril e maio de 2010, abrangendo assim os períodos seco e chuvoso do ano. Em cada campanha foram estabelecidos, na área efetiva de ocorrência de *H. opuntia*, três transectos de 500m cada, distantes cerca de 75 m entre si: um na crista, outro na plataforma e o terceiro próximo a borda da costa recifal (Figura 6).

Os parâmetros individuais analisados foram: comprimento, largura e peso dos segmentos, forma dos segmentos (comprimento/largura, a forma do segmento foi considerada mais regular a medida que esta razão se aproximava da unidade), número de segmentos por área, massa dos tufos (g/cm^2) e percentual de CaCO_3 do talo. Para estimar essas variáveis, em cada campanha foram coletadas aleatoriamente quinze amostras de *H. opuntia*, sendo 5 em cada transecto. Para isso foram utilizados quadrados com 10 a 30 cm de lado para delimitar a área dos tufos a ser retirada. As amostras foram então armazenadas em sacos plásticos etiquetados contendo solução de formalina a 4% em água do mar e transportadas ao Laboratório de Macroalgas do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará para posterior análise.

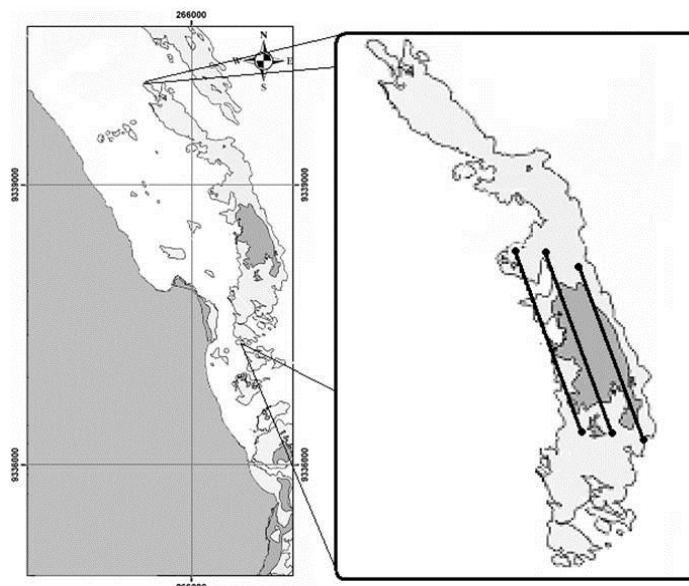


Figura 6 – Mapa de localização dos três transectos sobre os recifes de Pirangi - RN. As áreas escuras representam a área efetiva de ocorrência de *H. opuntia*. Mapas modificados de Queiroz; Costa; Amaral (2007).

No laboratório, as amostras foram limpas, secas em estufa a 50°C e pesadas. Para obtenção da porcentagem de CaCO_3 , as amostras secas foram descalcificadas com solução de HCl (0,1M). O produto dessa dissolução foi novamente seco e pesado. A diferença entre o peso seco e o peso após descalcificação (peso vivo) foi considerado como medida da quantidade de CaCO_3 . Para o cálculo do peso médio e tamanho de cada segmento, 20 artigos de cada amostra seca, retirados da forma mais igualitária

possível do ápice meio e base das plantas, foram pesados e medidos com auxílio de paquímetro digital.

A estimativa para os parâmetros populacionais: área de cobertura, tamanho médio dos tufo, padrão de distribuição (agregada, homogênea ou aleatória) e número de tufo por área, foi realizada através de 30 quadrats de 0,25 m² (50 x 50 cm), que foram distribuídos ao longo da área de estudo, 10 em cada transecto, separados sistematicamente a cada 50m. Esses quadrats foram fotografados de cima com câmera digital e as imagens obtidas foram trabalhadas em computador, no programa ImageJ, para o cálculo das variáveis. A porcentagem média por quadrado foi calculada e a porcentagem de cobertura na área dos recifes foi estimada a partir desse valor.

Parâmetros ambientais

Os padrões ambientais analisados foram: radiação fotossinteticamente ativa (RAF) ($\mu\text{mol/s.m}^2$), intensidade de iluminação (lux), velocidade do vento (m/s), precipitação (mm), temperatura do ar (°C) e altura da maré (m).

Buscou-se correlações entre esses parâmetros ambientais e os parâmetros biológicos citados acima através do teste de correlação linear de Pearson. Para diminuir possíveis erros, neste teste foram utilizados os valores médios das variáveis ambientais para os 30 dias anteriores a cada coleta. Esses dados foram obtidos da estação solarimétrica do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), localizado em Natal-RN (disponível em <http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php?id=inicio>).

Produtividade primária e taxa fotossintética

A produtividade primária foi medida em dois experimentos. Um *in situ*, nos próprios recifes, usando garrafas claras e escuras contendo água do mar. E outro *ex situ*, em laboratório, aonde foram utilizadas apenas as garrafas claras. O método, em ambos os experimentos, consistiu em incubar fragmentos de *Halimeda* nesses recipientes e

medir a variação de oxigênio (O₂) dissolvido (em mg/L) nos mesmos, com o auxílio de oxímetro digital (DIGIMED DM-4P), antes e depois do período de incubação.

Nas análises *in situ* as amostras foram incubadas por 4 horas ao longo de um turno (09:00 – 13:00), sendo realizadas as medições de O₂ apenas no início e no fim desse período. As variações na concentração de O₂ dissolvido nas garrafas claras e escuras representaram as taxas de fotossíntese líquida e respiração, respectivamente.

Os experimentos *ex situ* duraram 15 horas ao longo de um dia (5:00–20:00), sendo as medições de O₂ realizadas de hora em hora, com o objetivo de acompanhar a evolução das taxas de fotossíntese com mudanças na incidência de luz solar. Nesse experimento não foram utilizadas garrafas escuras, pois a taxa de respiração foi considerada como a variação de O₂ nas garrafas durante o período noturno.

Em ambos os experimentos, a incidência de luz solar foi acompanhada e expressa como a intensidade de iluminação (lux), tendo sido medida com o auxílio de um luxímetro digital (IMPAC LX1010B).

A metodologia de incubação foi adaptada de Littler; Littler (1985), buscando seguir as recomendações de Littler (1979, 1980a e 1980b) e Littler; Arnold (1980). Neste contexto, para cada experimento foram utilizadas quatro garrafas claras e quatro escuras. As garrafas eram de vidro transparente, de 450mL, sendo as escuras do mesmo modelo, porém cobertas com pelo menos três camadas de papel alumínio. A água do mar utilizada foi obtida no local de coleta e filtrada com lã de vidro para remover grandes partículas. Antes de cada experimento essa água foi agitada para garantir níveis de saturação de oxigênio.

Exemplares de *H. opuntia* aparentemente saudáveis foram selecionados em campo. Desses exemplares, foram retirados ramos de quatro segmentos (aproximadamente 0,04g de peso seco, o que equivale a cerca de 0,006g de peso vivo por garrafa) morfológicamente intactos e sem a presença de epífitas visíveis. Após a separação do talo, os ramos ficaram em repouso na água do mar por cerca de um minuto, para fecharem o ferimento, e só então se procedeu à incubação.

Para o preenchimento das garrafas, estas foram mergulhadas vagarosamente em um recipiente de 30 L contendo a água do mar. Os fragmentos de *H. opuntia* foram então acrescentados e as garrafas fechadas cuidadosamente. Buscou-se assim evitar a formação de bolhas no interior das garrafas, o que poderia subestimar as taxas de fotossíntese.

As garrafas foram incubadas sob luz solar direta em bandejas plásticas contendo água do mar, as garrafas claras separadas das escuras. A cada 15 minutos a água das bandejas era trocada e as garrafas eram giradas para manutenção da temperatura e agitação do meio. Essa manutenção das bandejas foi realizada manualmente tomando-se o máximo de cuidado para evitar sombreamento do material.

Os dois experimentos ocorreram em triplicata, em dias diferentes, e foram utilizadas garrafas claras e escuras sem alga como controle para medição das taxas de fotossíntese e respiração de fundo da água do mar (realizada por fitoplâncton e zooplâncton), que foram subtraídas dos cálculos finais das taxas de produtividade de *H. opuntia*.

Em resumo, as fórmulas das taxas de fotossíntese e respiração foram as seguintes:

$$FL = (\Delta tc - \Delta cc) / \Delta t \times g.PS^{-1} \quad (1)$$

$$R = (\Delta te - \Delta ce) / \Delta t \times g.PS^{-1} \quad (2)$$

$$FB = FL - R \quad (3)$$

Onde: FL = Taxa fotossintética líquida, FB = Taxa fotossintética bruta, R = Respiração, Δtc = Variação de O₂ no tratamento da garrafa clara, Δcc = Variação de O₂ no controle da garrafa clara, Δte = Variação de O₂ no tratamento da garrafa escura, Δce = Variação de O₂ no controle da garrafa escura, Δt = Variação no tempo em horas, g.PS⁻¹ = Unidade de medida em grama por peso seco.

Para converter de mg/L de O₂ para mg/L de carbono, um fator de 0,375 foi aplicado e assumido coeficientes de fotossíntese e de respiração igual a 1.

Análises matemáticas

O padrão de distribuição dessas algas: agregada, aleatória ou uniforme foi determinado por meio da Lei de Potencia de Taylor. Essa lei pode ser expressa como:

$$S^2 = a + \mu^b \quad (4)$$

Onde: S² = variância de um determinado parâmetro populacional (no caso, a densidade, representada pelo número de manchas de *H. opuntia* por área do quadrat), μ = média do esmo parâmetro, a = fator de amostragem, b = índice de agregação da espécie.

Para calcular a e b , a equação (4) foi linearizada com logaritmo neperiano. Dessa forma, foi possível estimar b através de regressão linear (com 95% de significância, medida através do teste t). Se $b > 1$, então a distribuição é agregada, se $b < 1$ a distribuição é uniforme e se $b = 1$, a distribuição é aleatória.

As relações entre as variáveis (individuais, populacionais e ambientais) foi verificada através do Teste de correlação linear de Pearson, com um nível de significância de 95%. Também foram utilizados testes de regressão, principalmente de ajustamento de curvas pelo método dos quadrados mínimos, para tentar encontrar ligações não lineares entre as variáveis. Esses e os demais testes estatísticos foram realizados com os valores médios das variáveis biológicas (individuais e populacionais) em cada transecto.

Para uma melhor visualização das possíveis ligações entre as variáveis, a análise multivariada de componentes principais (ACP) foi utilizada, separadamente para os parâmetros ambientais e biológicos. Com o intuito de entender os componentes resultantes da ACP, análises de correlação entre esses fatores e as variáveis biológicas e ambientais originais foram novamente realizadas.

As diferenças entre os dois diferentes métodos de estimativa da taxa de fotossíntese foram analisadas com base no teste t de Student. Além disso, foi aplicada uma análise de regressão linear entre os valores de intensidade de iluminação e de fotossíntese líquida, que foram obtidos via experimento *ex situ*.

As análises estatísticas acima citadas foram feitas com os softwares Bioestat 5.0 e Statistica 7.0.

Por fim, as taxas de crescimento da área coberta por *H. opuntia* ao longo do período de estudo foram calculadas, através da seguinte fórmula:

$$A_f = A_0 (1+c)^t \quad (5)$$

Onde: A_f = Área final, A_0 = Área inicial, c = Taxa de crescimento, t = Tempo

Esses valores foram considerados como estimativas da taxa de crescimento líquido da população.

RESULTADOS

Parâmetros biológicos individuais e populacionais

Ao longo do período de estudo, *H. opuntia* foi a única espécie do gênero encontrada crescendo na área dos recifes de Pirangi. Foi estimada uma área média de ocupação por essa espécie de $2,4 \pm 1,5\%$ de sua área efetiva de ocorrência, o que equivale a $4464 \pm 2790 \text{ m}^2$ (Figura 11).

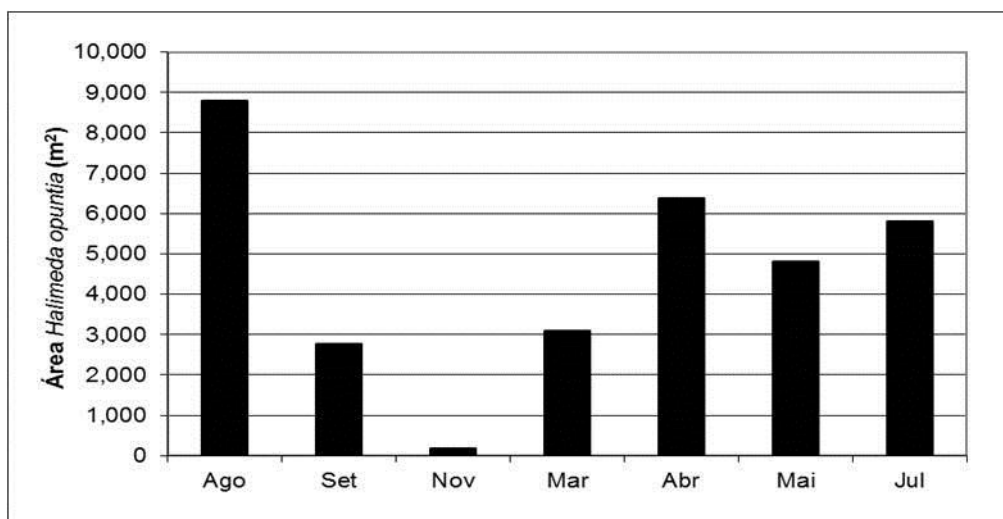


Figura 7– Variação na área coberta por *H. opuntia* nos recifes do Pirangi - RN durante o segundo semestre de 2009 e o primeiro de 2010.

Os dados sugerem que essa ocupação ocorre por meio de tufo de formato mais ou menos arredondados, com uma área média de $99,2 \pm 67,6 \text{ cm}^2$, que se distribuem homogeneamente sobre toda a área da plataforma e crista recifal, em grupos de, em média, $2,67 \pm 1,7$ unidades por m^2 (Tabela 1). Parece haver uma tendência à agregação na distribuição desses tufo, como demonstrado pelo coeficiente $b > 1$, da Lei da Potência de Taylor (Figura 12).

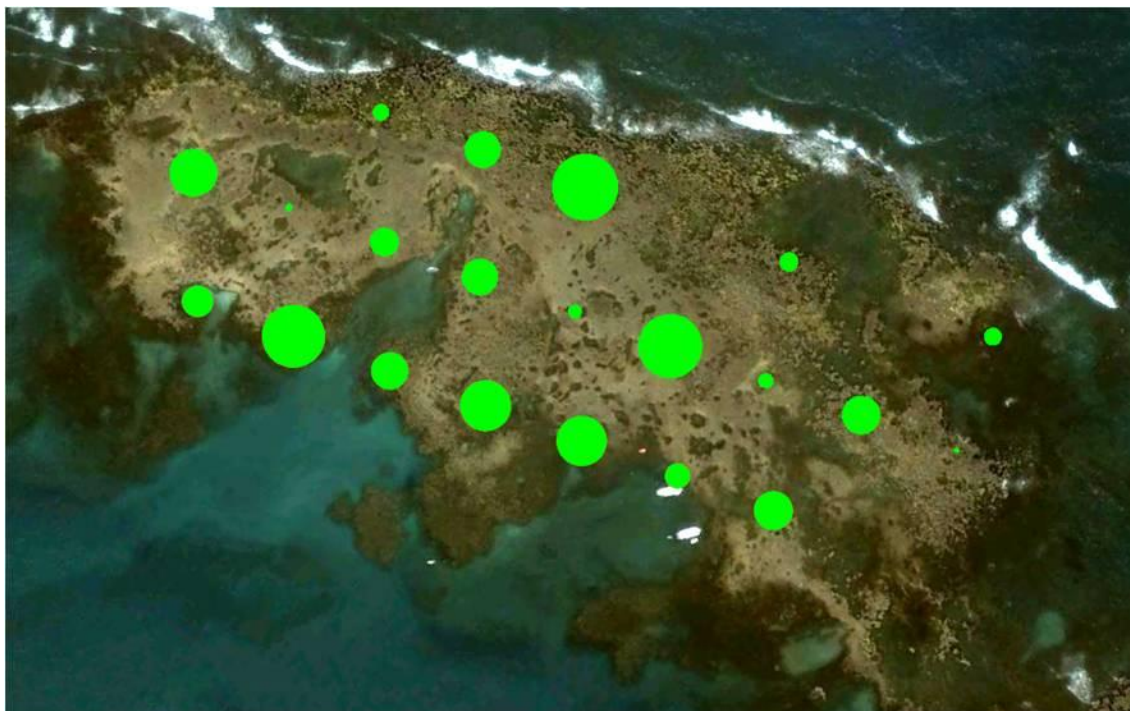


Figura 8 – Distribuição de *H. opuntia* sobre os recifes de Pirangi - RN. Os círculos verdes correspondem às áreas médias ocupadas por essa espécie nos diferentes pontos dos transectos.

Tabela 1 – Relação dos parâmetros biológicos analisados de *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi, Parnamirim –RN durante o segundo semestre de 2009 e o primeiro de 2010.

	Agosto	Setembro	Outubro	Março	Abril	Maió	Média
Peso de um segmento (g)	0.008	0.012	0.007	0.009	0.010	0.010	0.009
Largura de um segmento (mm)	7.1	7.2	6.2	6.9	6.8	7.6	7,0
Comprimento de um segmento (mm)	4.8	4.5	4.1	5.0	4.4	4.6	4.6
Forma dos segmentos (comprimento/largura)	0.68	0.62	0.66	0.72	0.65	0.60	0.66
Nº de segmentos por cm ²	15.2	11.3	17.2	15.8	22.2	20.5	17
Porcentagem de CaCO ₃ por peso do talo	88.4	90	80.6	79.4	85.1	79.5	83.9
Massa dos tufos (g/cm ²)	0.13	0.14	0.12	0.14	0.22	0.2	0.16
Tamanho dos tufos (cm ²)	127.40	37.00	0.00	211.80	107.80	111.50	99.25
Número de tufos por área	3.60	4.27	0.00	0.67	4.27	3.20	2.67

Multiplicando a área coberta pela massa dos tufos (g/cm²), chegou-se a uma biomassa média estimada de $7,14 \pm 5,26$ toneladas de *H. opuntia*, em peso seco sobre o recife, ou 38 ± 28 g/m².

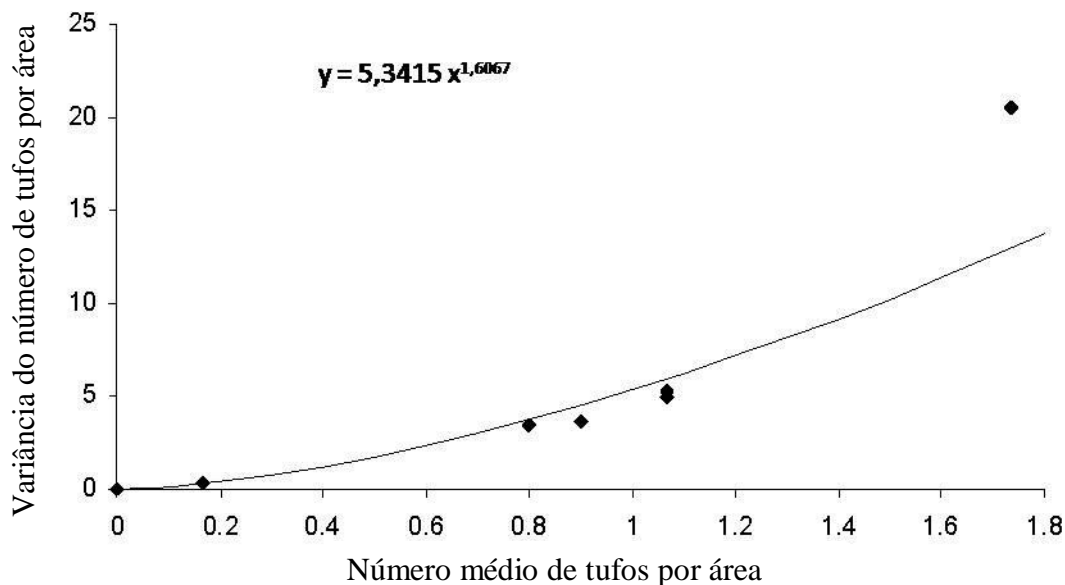


Figura 9 –Relação entre variância e média do número de tufos de *H. opuntia* por área, nos recifes de Pirangi, utilizando a Lei da Potência de Taylor. O coeficiente $b > 1$ indica agregação dos tufos. $F = 98,1675$, $p = 0,0015$, $R^2 = 0,9511$. Coeficientes: $a = 5,3415$ ($t = 13,37$, $p < 0,0001$), $b = 1,6067$ ($t = 9,91$, $p = 0,0006$).

A Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis biológicas resultou em três fatores, ou componentes, com autovalor maior que 1 (ACPb 1, 2 e 3) (Figura 10). Esse teste, além das análises de correlação entre os Componentes Principais e as variáveis biológicas originais, resultaram em que: (1) O ACPb 1 agrupou praticamente todas as variáveis biológicas, tendo apresentando correlação positiva com peso, comprimento e largura dos segmentos; além de massa, tamanho e número de tufos por área; e ainda com a área de cobertura. Esse componente respondeu por 43,81% da variância do total das variáveis; (2) O ACPb 2 respondeu por 18,31% da variância e separou tufos com segmentos maiores (mais largos e compridos) de tufos com maior porcentagem de CaCO_3 e mais densamente agrupados (maior número de tufos por área), enquanto (3) o terceiro componente, ACPb 3, foi responsável por 13,93% da variância e separou segmentos mais numerosos (maior número de segmentos/cm²) e de formato mais regular (razão comprimento/largura mais próxima da unidade) de segmentos mais largos e pesados.

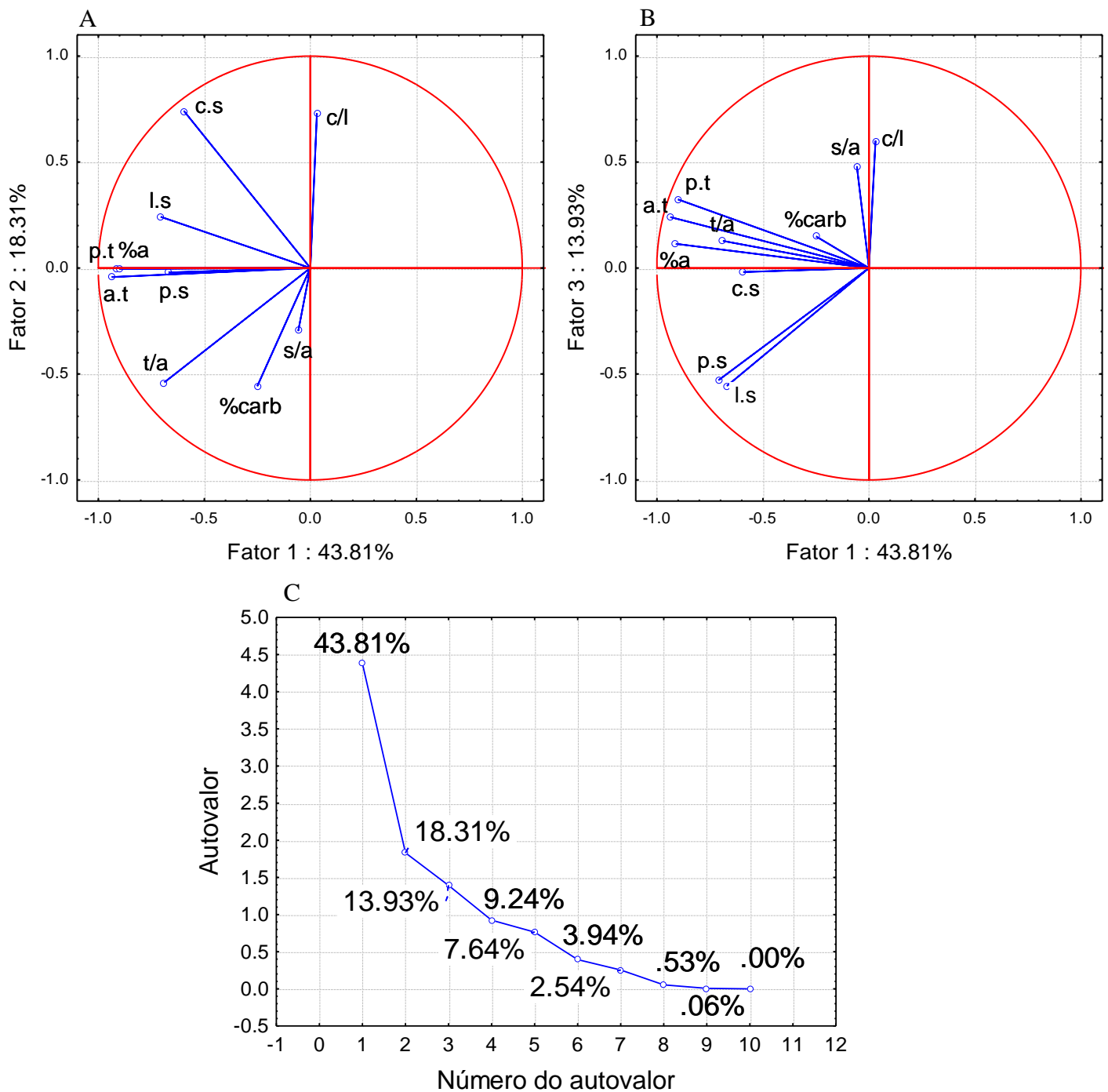


Figura 10 – Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis biológicas de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi - RN. A e B: gráfico das relações entre as variáveis plotadas no eixo dos fatores ACPb 1 e 2 e ACPb 1 e 3, respectivamente. C: “Screeplot” dos autovalores. O gráfico mostra os componentes extraídos, seus valores e a porcentagem da variância explicada. c/l = razão comprimento/largura do segmento; s/a = número de segmentos por cm^2 ; %carb = porcentagem de CaCO_3 por peso do talo; p.t = massa de um tufo (g/cm^2); t/a = número de tufos por área; a.t = tamanho médio dos tufos; %a = área de cobertura; c.s = comprimento médio de um segmento; l.s = largura média de um segmento; p.s = peso médio de um segmento.

Os três componentes (ACPb 1, 2 e 3), quando calculados mês à mês, variaram ao longo do período de estudo. Assim, nos meses de abril e maio, durante a estação chuvosa, ocorreu a combinação máxima da área coberta estimada de *H. opuntia* sobre os recifes e tamanho e quantidade dos tufos observados nos quadrats (aumento do ACPb 1). Por outro lado, entre setembro e março, período seco do ano, parece ter ocorrido, nos tufos amostrados, um aumento constante na combinação entre segmentos maiores, porém menos carbonatados (aumento do ACPb 2). Por fim, agosto e abril foram os meses nos quais os tufos coletados apresentaram combinações mais expressivas entre segmentos menores, porém mais numerosos (maiores ACPb 3) (Figura 11).

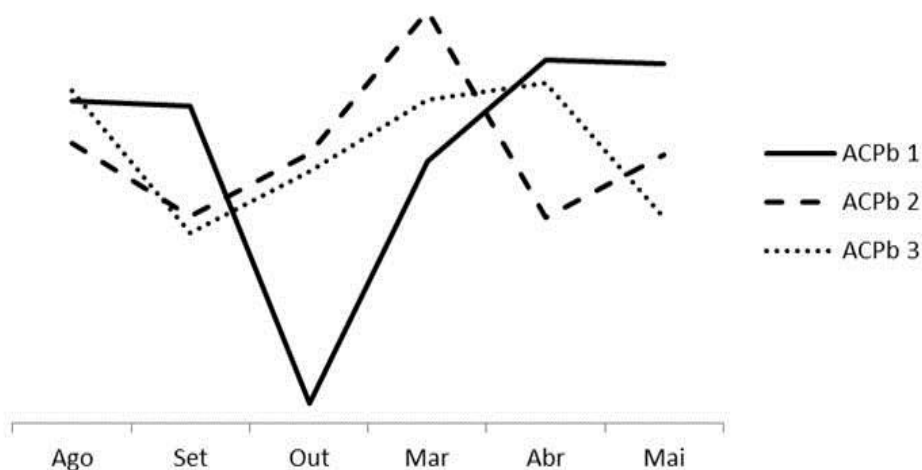


Figura 11 – Variação dos Componentes Principais das variáveis biológicas de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi – RN (ACPb 1, 2 e 3) analisadas durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010.

Parâmetros ambientais

Os valores dos parâmetros ambientais analisados: radiação fotossinteticamente ativa (RAF) ($\mu\text{mol/s.m}^2$), intensidade de iluminação (Klux), velocidade do vento (m/s), precipitação (mm), temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e altura da maré (m) variaram ao longo do estudo de acordo com a figura 12.

No período do trabalho, os meses de agosto a novembro de 2009 tiveram as maiores velocidades médias de vento, o que foi interpretado no presente trabalho como fator de agitação da água do mar na região do estudo. Por outro lado, esses meses apresentaram as temperaturas médias do ar mais baixas.

Ocorreram dois picos de intensidade de iluminação, um em novembro e o outro em abril. No caso da variável precipitação, esses picos foram em setembro e maio.

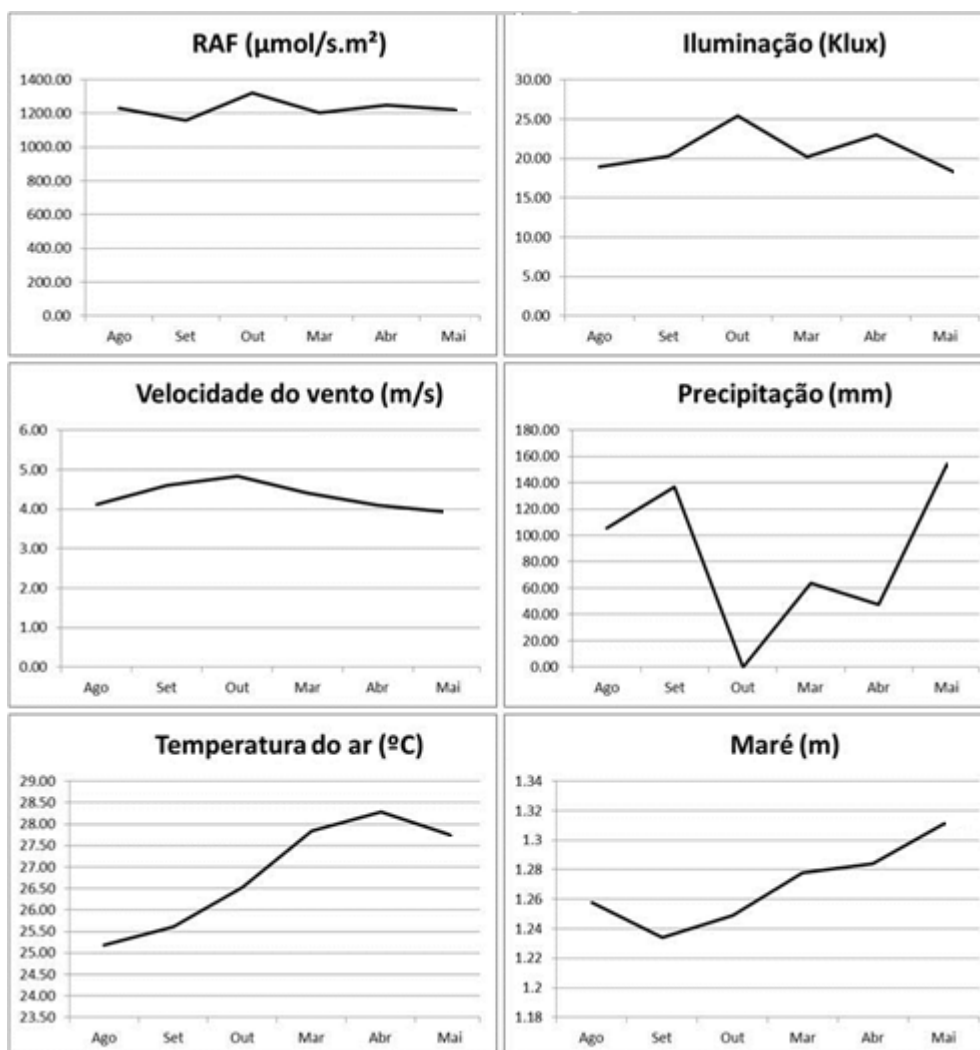


Figura 12 – Variação dos parâmetros ambientais nos recifes de Pirangi – RN analisadas durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010 (valores representam a média dos 30 dias anteriores às coletas).

A ACP das variáveis ambientais resultou em dois componentes, ou fatores, com autovalor maior do que um (ACPa 1 e 2) (Figura 13). O primeiro componente (ACPa 1), se correlacionou positivamente com as intensidades da RAF, iluminação e velocidade do vento, mas negativamente com pluviosidade e altura da maré. Esse primeiro fator respondeu por 54,4% da variância das variáveis ambientais originais.

Enquanto no ACPa 2, que respondeu por 34% da variância, as correlações positivas foram com RAF, temperatura do ar e altura da maré.

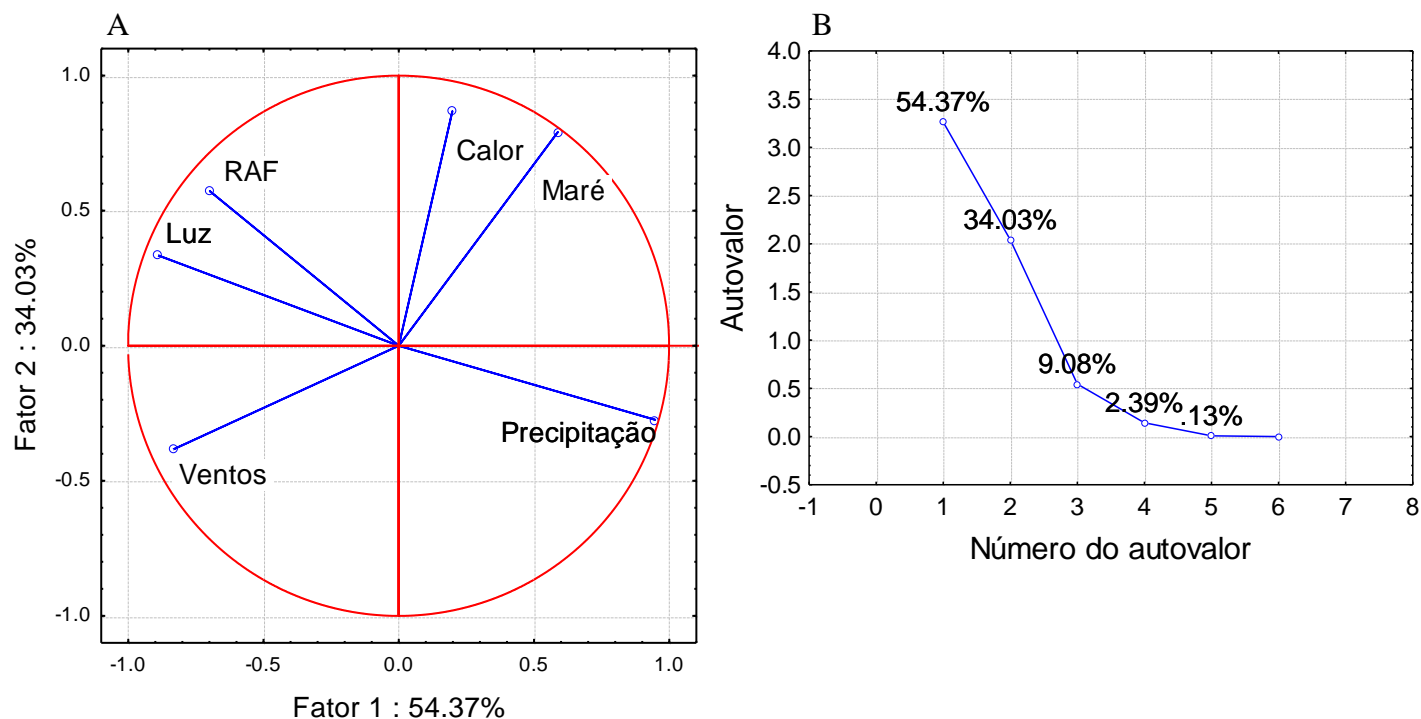


Figura 13 – Análise de Componentes Principais (ACP) das variáveis ambientais dos recifes de Pirangi - RN. A: gráfico das relações entre as variáveis plotadas no eixo dos fatores ACPa 1 e 2. B: “Screeplot” dos autovalores. O gráfico mostra os componentes extraídos, seus valores e a porcentagem da variância explicada.

Relação dos parâmetros biológicos e ambientais

Dos três componentes biológicos, somente o ACPb 1 apresentou correlação com as condições ambientais. Em particular, a intensidade de luz, RAF e, principalmente, velocidade do vento se correlacionaram negativamente com este fator. Essa mesma ligação negativa foi encontrada entre o ACPb 1 e ACPa 1.

Os dados das tabelas 2 e 3, que tratam tanto dos ACP quanto das variáveis biológicas e ambientais originais, sugerem que em épocas mais ventiladas os tufos observados nos quadrats foram menores, menos densamente agrupados (menos tufos por área) e o material coletado apresentou massa menor. Em períodos com maiores intensidades de luz e RAF, os tufos observados também tenderam a ser menores, porém, nesse caso os talos coletados passaram também ter segmentos mais curtos e estreitos.

Por outro lado, o período de chuvas houve as plantas observadas tenderam a ser maiores e a estarem mais numerosas, o que acarretou em uma área de cobertura estimada maior.

Tabela 2 – Relação dos Componentes Principais com autovalor maior do que 1, gerados a partir das variáveis biológicas (ACPb 1, 2 e 3) e ambientais (ACPa 1 e 2) e suas respectivas correlações com as variáveis biológicas e ambientais originais, para $p < 0,05$. Dados de *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN analisadas durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. RAF = Radiação fotossinteticamente ativa.

Fator	Correlação positiva	Correlação negativa
ACPb 1	Precipitação; peso, largura e comprimento dos segmentos; área, peso e agregação dos tufos; área de cobertura.	RAF, iluminação, velocidade do vento
ACPb 2	Largura e comprimento dos segmentos.	Porcentagem de CaCO ₃ do talo; número de tufos por área
ACPb 3	Número de segmentos por área; razão comprimento/largura dos segmentos.	Peso e largura do segmento.
ACPa 1	RAF, iluminação e velocidade do vento	Precipitação, altura da maré; peso, largura e comprimento dos segmentos; área, peso e agregação dos tufos; área de cobertura.
ACPa 2	Temperatura do ar, RAF e altura da maré	Porcentagem de CaCO ₃ no talo

Produtividade primária e taxa fotossintética

Como esperado, a variação da taxa fotossintética apresentou correlação direta positiva com a variação da intensidade de iluminação (Figura 14). Porém, em nenhum dos testes realizados foi possível determinar um nível inequívoco de saturação pela luz.

As duas metodologias utilizadas para medição da produtividade resultaram em valores discrepantes nas taxas estimadas de fotossíntese. Considerando apenas os horários com maior incidência luminosa (09:00 as 13:00), o experimento com as medições de oxigênio dissolvido por hora resultou em uma taxa média de fotossíntese líquida de 2,5 miligramas de oxigênio por grama de peso seco por hora ($\text{mgO}_2 \cdot \text{gPS}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$), para uma média de intensidade de iluminação de 38807 lux. Enquanto o experimento com as medições de O₂ por turno resultou em uma taxa média de 4,9 $\text{mgO}_2 \cdot \text{gPS}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ para uma iluminação de 62450 lux.

Com o intuito de testar a hipótese de que a diferença nas intensidades de iluminação entre os dois experimentos foi responsável pelas diferenças nas taxas

fotossintéticas observadas, utilizou-se o teste *t* de Student. O resultado dessa análise, no entanto, não permitiu a rejeição da hipótese nula ($p = 0,067$). A título de comparação, se plotarmos os dois valores observados de intensidade luminosa (38807 e 62450 lux) na equação da reta mostrada na Figura 14, chegaremos a valores de produtividade de 1,14 e 5,87 $\text{mgO}_2\cdot\text{gPS}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$, respectivamente, mais baixo e mais elevado do que os resultados obtidos experimentalmente.

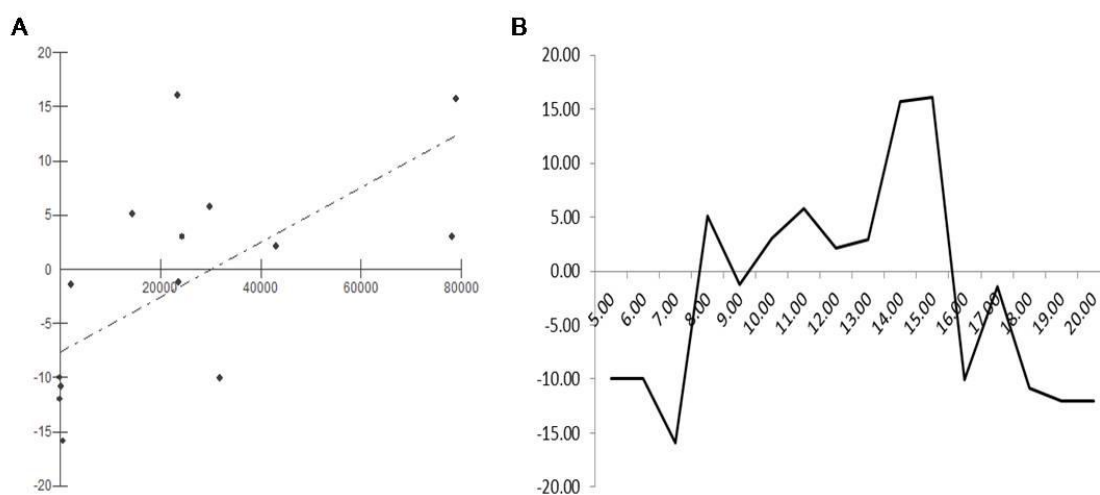


Figura 14 – Fotossíntese em *H. opuntia* dos recifes de Pirangi vs. iluminação. A: Correlação linear de Person entre a taxa de fotossíntese ($\text{mgO}_2\cdot\text{PS}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) e intensidade de iluminação (lux) ao longo do dia $r = 0,62$; $R^2 = 0,39$; $p = 0,02$. B: Variação na taxa de fotossíntese líquida ($\text{mgO}_2\cdot\text{PS}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$) ao longo do dia. O zero corresponde ao ponto de compensação fótica.

Com relação às taxas de respiração estimadas, estas foram significativamente diferentes ($p = 0,02$) entre as duas metodologias, sendo em média de 0,73 na análise por turno e $10,00 \text{ mgO}_2\cdot\text{gPS}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ na análise por hora, significando um aumento de quase 14 vezes. Essa diferença resultou em taxas brutas de fotossíntese também diferentes (Tabela 5).

Tabela 3 – Correlação linear entre as variáveis estudadas de *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN analisadas durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Nos dados coloridos $p < 0,05$. Dados em azul = correlação positiva. Dados em vermelho = correlação negativa. RAF = Radiação fotossinteticamente ativa, seg. = segmento, peso.seg = peso médio de 1 segmento, larg.seg = largura média de 1 segmento, comp.seg = comprimento médio de 1 segmento, comp/larg = comprimento médio de 1 segmento dividido por largura média de 1 segmento.

	RAF	Luz	Calor	Chuva	Vento	Maré	peso. tufo	% CaCO ₃	peso. seg	seg/ cm ²	larg. seg	comp. seg	comp/ larg	área cobertura	área tufo	n ^o tufos/ área
RAF	1.00	0.74	0.17	-0.86	0.22	0.07	-0.32	-0.40	-0.53	0.23	-0.49	-0.43	-0.01	-0.57	-0.49	-0.41
Luz	0.74	1.00	0.19	-0.89	0.62	-0.30	-0.40	-0.17	-0.32	0.11	-0.59	-0.56	-0.07	-0.65	-0.54	-0.35
Calor	0.17	0.19	1.00	-0.01	-0.35	0.77	0.35	-0.60	0.12	0.33	0.01	0.09	0.12	0.02	0.18	0.11
Chuva	-0.86	-0.89	-0.01	1.00	-0.68	0.31	0.61	0.33	0.52	-0.05	0.58	0.50	0.00	0.78	0.73	0.61
Vento	0.22	0.62	-0.35	-0.68	1.00	-0.79	-0.71	0.02	-0.27	-0.25	-0.42	-0.34	0.03	-0.67	-0.69	-0.58
Maré	0.07	-0.30	0.77	0.31	-0.79	1.00	0.50	-0.54	0.16	0.33	0.28	0.26	0.02	0.31	0.39	0.26
peso.tufo	-0.32	-0.40	0.35	0.61	-0.71	0.50	1.00	0.13	0.46	0.23	0.43	0.47	0.13	0.85	0.95	0.66
% CaCO ₃	-0.40	-0.17	-0.60	0.33	0.02	-0.54	0.13	1.00	0.15	0.12	0.00	-0.12	-0.16	0.23	0.23	0.39
peso.seg	-0.53	-0.32	0.12	0.52	-0.27	0.16	0.46	0.15	1.00	-0.13	0.69	0.39	-0.28	0.44	0.45	0.39
seg/cm ²	0.23	0.11	0.33	-0.05	-0.25	0.33	0.23	0.12	-0.13	1.00	-0.05	-0.07	-0.05	-0.02	0.05	0.14
larg.seg	-0.49	-0.59	0.01	0.58	-0.42	0.28	0.43	0.00	0.69	-0.05	1.00	0.70	-0.23	0.56	0.47	0.24
comp.seg	-0.43	-0.56	0.09	0.50	-0.34	0.26	0.47	-0.12	0.39	-0.07	0.70	1.00	0.53	0.49	0.46	0.00
comp/larg	-0.01	-0.07	0.12	0.00	0.03	0.02	0.13	-0.16	-0.28	-0.05	-0.23	0.53	1.00	0.00	0.06	-0.29
área cobertura	-0.57	-0.65	0.02	0.78	-0.67	0.31	0.85	0.23	0.44	-0.02	0.56	0.49	0.00	1.00	0.94	0.58
área tufo	-0.49	-0.54	0.18	0.73	-0.69	0.39	0.95	0.23	0.45	0.05	0.47	0.46	0.06	0.94	1.00	0.70
n ^o tufos/área	-0.41	-0.35	0.11	0.61	-0.58	0.26	0.66	0.39	0.39	0.14	0.24	0.00	-0.29	0.58	0.70	1.00

Tabela 4 – Valores médios de fotossíntese bruta, respiração e fotossíntese líquida em *Halimeda.opuntia* (L.) J.V. Lamour dos recifes de Pirangi – RN obtidos através dos testes *in situ* (por turno) e *ex situ* (por hora) expressas por hora, média das horas do horário com maior insolação e por dia. F.B. = Fotossíntese Bruta, R = Respiração, F.L. = Fotossíntese líquida.

	<i>In situ</i>	<i>Ex situ</i>
F.B. mgO ₂ (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	5.61 mgO ₂	11.78mgO ₂
R.mgO ₂ (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	-0.73 mgO ₂	-10.83mgO ₂
F.L.mgO ₂ (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	4.88 mgO ₂	0.95mgO ₂
F.B. mgO ₂ no período de 09:00 h – 13:00h (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	5.61mgO ₂	12.53mgO ₂
R.mgO ₂ no período de 09:00 h – 13:00h (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	-0.73mgO ₂	-10.00mgO ₂
F.L.mgO ₂ no período de 09:00 h – 13:00h (gPS ⁻¹ .h ⁻¹)	4.88mgO ₂	2.53mgO ₂
F.B.mgO ₂ (gPS ⁻¹ .dia)	38.25mgO ₂	141.38mgO ₂
R.mgO ₂ (gPS ⁻¹ .dia)	-5mgO ₂	-130.00mgO ₂
F.L.mgO ₂ (gPS ⁻¹ .dia)	33.25mgO ₂	11.38mgO ₂

Crescimento líquido e produção de carbonato de cálcio

Levando em conta que, ao longo do período de estudo, a área de cobertura média de *H. opuntia* diminuiu, a taxa de crescimento líquido estimada foi de -0,13% da área coberta por dia. Isso equivale a uma perda líquida de 2,3 g de alga, em peso seco, por m² por dia.

Os dados, no entanto, sugerem que essa taxa não foi constante ao longo do período de estudo. O valor máximo de crescimento líquido observado foi de 39,3 gPS.m⁻².dia⁻¹, entre outubro e março. Entre agosto e outubro ocorreu uma perda líquida média de 84,7 gPS.m⁻².dia⁻¹ (Figura 18).

O teste de correlação linear de Pearson entre as mudanças nas taxas de crescimento e as variáveis ambientais e biológicas sugere que com o aumento do ACPb 1, cujo ápice teria sido em abril-maio, resultando em uma maior área de cobertura, tufo mais agrupados e com mais carbonato de cálcio, a taxa de crescimento teria diminuído. Por outro lado, quando a fotossíntese foi facilitada, em épocas do ano com maior

intensidade de RAF, elevadas temperaturas e marés, mas pouca chuva essas algas parecem ter crescido mais rapidamente.

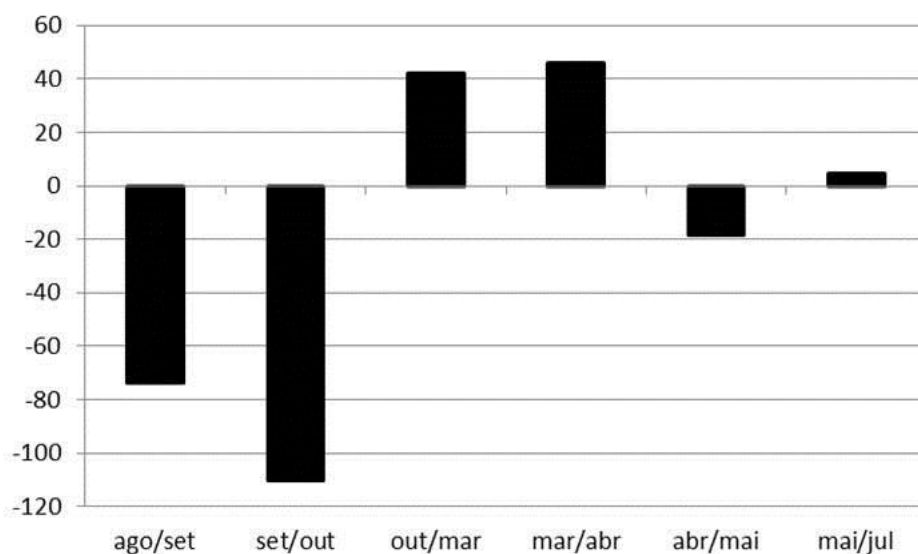


Figura 15 – Variação na taxa de crescimento (gPS/m²/dia) de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi – RN nos meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010.

Se considerarmos que entre agosto e outubro a população diminuiu drasticamente e que 83,9% do peso dessas algas é CaCO₃, estima-se que ao longo do período de estudo a população de *H. opuntia* contribuiu com cerca de 6,6 toneladas de sedimentos carbonáticos para as áreas vizinhas ao recife. Esse valor, no entanto, deve estar subestimado, pois somente a diminuição líquida da área de cobertura foi avaliada, ou seja, não foram consideradas as perdas repostas pelo crescimento.

DISCUSSÃO

Ao longo do período de estudo, *H. opuntia* se distribuiu homogeneamente sobre os três transectos determinados na sua área efetiva de ocorrência nos recifes de Pirangi. No entanto, não foram encontrados indivíduos nos setores mais elevados da crista recifal, que ficam expostos por mais tempo à dessecação, bem como em áreas mais profundas e permanentemente submersas. Como as águas da região são claras e quentes, o fator profundidade não parece ser uma barreira *per si* para essa espécie e, provavelmente, essa limitação ocorra pelo tipo de substrato, que passa a ser arenoso/cascalhoso, ou mesmo coberto por seixos de algas vermelhas calcárias, nesses trechos.

A influência de alguns fatores ambientais sobre as populações de *H. opuntia* da Flórida foram estudadas, através de modelos matemáticos, por Yñiguez (2007). A autora observou que a agitação do meio, considerada como função do hidrodinamismo e da predação, afeta as populações dessas algas, mais do que a iluminação e o aporte de nutrientes, uma vez que a agitação aumenta a fragmentação dos indivíduos. Além disso, o modelo trabalhado pela autora mostra que, apesar de intensidades moderadas de fragmentação beneficiarem as populações de *H. opuntia*; quando esta fragmentação se torna excessiva, a probabilidade de morte dos fragmentos individuais aumenta, resultando na diminuição da área de cobertura.

No presente trabalho, a área de cobertura de *H. opuntia* mostrou correlação negativa com a velocidade do vento (Tabela 3). Sabe-se que esse fator normalmente influencia na formação de ondas e correntes marinhas, o que sugere que em épocas mais ventiladas a agitação do meio tende a ser maior. Vale ressaltar ainda que a área dos recifes de Pirangi, por se tratar de um ambiente sujeito às variações da maré, já está naturalmente exposta a níveis moderados de hidrodinamismo. No entanto, a partir de agosto, com a chegada dos ventos, essa perturbação se tornaria maior, o que poderia, então, afetar negativamente essa população. Essa interpretação parece corresponder a de Yñiguez (*op cit.*), e corrobora assim seu modelo.

Por outro lado, observou-se uma correlação negativa entre iluminação e aspectos morfológicos dessas algas, notadamente sobre o tamanho dos seus segmentos. Assim, em épocas do ano com maiores intensidades de iluminação e radiação solar e, conseqüentemente, menor precipitação, os segmentos das algas tenderam a ser menores.

Essa tendência à alterações morfológicas acompanhando variações na intensidade de luz também foi observada por Vroom et al. (2003) com a espécie *H. tuna*. Os autores levantaram a hipótese de que o menor tamanho dos segmentos acaba por proteger as algas dos efeitos da fotoinibição causada pelo excesso de luz, estando essa hipótese de acordo com nossas observações.

No presente trabalho, a precipitação parece ter afetado positivamente essas algas. Considerando apenas os dados apresentados, que abrangem somente um ano de estudo, os tufo *H. opuntia* parecem ter tido uma tendência a serem maiores, mais pesados e ocupando uma área maior durante o período chuvoso. No entanto está fora do âmbito do atual estudo analisar se essa possível influência positiva se deve à diminuição da intensidade de luz e ventos, redução essa típica da estação, ou à entrada de nutrientes no sistema, principalmente nitrogênio, oriundos do continente.

Baseado nessas correlações entre as variáveis ambientais e biológicas, e na tendência da ACPb 1 em agrupar e ser influenciada positivamente por praticamente todas as variáveis biológicas, esse componente foi interpretado como uma representação do desenvolvimento populacional. Assim, por exemplo, nos meses de abril e maio a população de *H. opuntia* esteve no seu auge de desenvolvimento, com uma combinação máxima entre área coberta, tamanho e número de tufo, bem como comprimento e largura de segmentos. É preciso ressaltar, no entanto, que, de acordo com a interpretação dada, o desenvolvimento populacional é diferente das variáveis biológicas individuais, como por exemplo, a área de cobertura, que teve seu auge em agosto. Ambos, componente e variável, estão relacionados, porém não representam a mesma coisa.

A interpretação dos outros dois fatores da ACPb é mais difícil de ser realizada. Ambos (ACPb 2 e 3) estão mais relacionados aos parâmetros individuais, não tendo sido possível encontrar um padrão inequívoco para os mesmos. Diante disso, esses fatores parecem representar duas tendências morfológicas distintas e, pela definição de ACP, independentes.

O ACPb 2 parece de alguma forma estar relacionado com a idade dos segmentos do talo. Seu aumento é acompanhado por um aumento geral no tamanho dos segmentos, juntamente com uma diminuição na percentagem de CaCO_3 e na agregação dos tufo. Por outro lado, sabe-se que: (1) os segmentos basais, mais antigos, costumam possuir maiores percentuais de CaCO_3 ; (2) a forma desses segmentos muda a medida que nos aproximamos dos apressórios, comumente saindo do formato mais largo que

alto característico dessas algas, bem como (3) a queda dos segmentos é um fenômeno natural e que, em *H. opuntia*, ocorre de forma costumeira nos segmentos mais basais por conta com amplo crescimento lateral destes organismos (HILLIS-COLINVAUX, 1980). Com base nessas informações, o ACPb 2 parece representar uma renovação dos segmentos, um descarte dos segmentos basais mais antigos que resultaria em talos com segmentos maiores e menos carbonatados. Essa interpretação é reforçada se considerarmos que esse fator teve seu pico no mês de março, aparentemente um período de renovação da população, no qual as taxas de crescimento estavam em alta e no qual a área de cobertura retornou aos níveis mais elevados do meio do ano, após queda acentuada do segundo semestre de 2009. Como esse fator responde por 18% da variância dos parâmetros biológicos, se a interpretação dada estiver correta, isso indica uma importância relativa da renovação dos segmentos sobre a população dessa alga em Pirangi.

O ACPb 3, por sua vez, parece estar mais ligado à variações morfológicas de natureza ecológica/taxonômica. Alguns autores (TAYLOR, 1960; HILLIS-COLINVAUX, 1980; LITTLER; LITTLER, 2000) reconhecem a existência de duas formas de *H. opuntia*. A primeira delas, referida como *H. opuntia f. triloba*, tem como característica a formação de tufos grandes, de segmentos largos e bem espaçados. A outra forma, por vezes chamada de *H. opuntia f. opuntia*, forma tufos menores, mais densos e com segmentos mais arredondados.

Essas diferenças morfológica em *H. opuntia* tem reflexos importantes na ecologia dessas algas. Se, por um lado, tufos mais densos têm taxas de fotossíntese menores, esses tufos são mais resistentes à dessecação e herbivoria (HAY, 1981). Assim, *H. opuntia f. triloba* é mais comum em ambientes mais protegidos e sombreados, enquanto *H. opuntia f. opuntia* é mais comum em ambientes expostos.

Pelas condições ambientais do presente trabalho, é de se esperar que a maioria das colônias seja de *H. opuntia f. opuntia*. De fato, esse parece ser o caso, apesar de cerca de um quarto das amostras coletadas terem apresentado talos relativamente menos densos e segmentos basais com projeções laterais cilíndricas, similares as de *H. opuntia f. triloba*.

Além disso, a densidade dos segmentos, e sua forma, apresentaram fortes correlações com o fator ACPb 3, que poderia, então, ser interpretado como uma representação dessas possíveis diferenças na forma do talo descritas na literatura. Contudo, como esse fator respondeu por apenas 13,9% da variância dos parâmetros

biológicos, uma possível variação morfológica das algas pode ter sido diluída pelos dois primeiros, e mais influentes, fatores.

Já no caso dos componentes ambientais (ACPa 1 e 2), os testes de correlação linear mostraram que as intensidades da RAF, iluminação e velocidade do vento se relacionaram positivamente com o ACPa 1, enquanto a pluviosidade e a altura da maré apresentaram correlação negativa com esse fator. Por essa combinação de muita luz, muito vento e pouca chuva, interpretou-se esse fator como medida da energia do ambiente, que, ao aumentar, provocava mais agitação no meio. Já o ACPa 2, por apresentar correlações positivas com RAF, temperatura do ar e altura da maré, foi chamado de “eixo verão”. Apesar de a área de estudo não ter as quatro estações do ano definidas, essa nomenclatura foi adotada por simplicidade, já que, nessa região, os meses do primeiro trimestre do ano, que corresponderiam ao verão austral, costumam apresentar essa mesma combinação de características ambientais.

Baseado nas interpretações do ACPb 1 e do ACPa 1, e considerando que os dois componentes tiveram correlação forte e negativa, aparentemente a população de *H. opuntia*, nos recifes de Pirangi, atingiu seu desenvolvimento máximo em abril e maio e mínimo de outubro-dezembro, acompanhando as variações da energia do meio.

No presente trabalho, as taxas de fotossíntese líquida por dia encontradas foram de 11,38 e 33,25 mgO₂.gPS⁻¹ após os experimentos *ex situ* e *in situ*, respectivamente. O primeiro valor (experimento *ex situ*) está dentro da variação encontrada na literatura para *H. opuntia*, de acordo com os trabalhos de Payrie (1988) e Tomascik; Mah (1994), que estimaram valores de fotossíntese líquida por dia de 5,6³ e 22,77³ mgO₂.gPS⁻¹.d⁻¹² enquanto no experimento *in situ* essa taxa foi sensivelmente maior do que os valores apontados por esses autores. Como nenhum dos autores indica a intensidade de iluminação utilizada durante seus experimentos, não é possível explicar as possíveis causas da diferença observada.

Com relação à produção de CaCO₃, estimada a partir da taxa de crescimento líquido da área de cobertura, esta seria de 705,2 g de CaCO₃/m²/ano. Esse valor está abaixo do aferido por Payrie (op cit.) para a mesma espécie, a saber 1288 g CaCO₃/m²/ano. No entanto, é preciso ressaltar que o valor de produção estimado pelo presente trabalho pode estar subestimado, por se tratar apenas da produção líquida.

³ valores convertidos para as unidades adotadas no presente trabalho

CONCLUSÃO

- A alga verde *H. opuntia* é abundante nos parrachos de Pirangi, crescendo sobre as áreas rasas da plataforma recifal rasa.
- Tanto a morfologia do talo, quando a dinâmica espacial dessa população é influenciada pelas condições ambientais, principalmente velocidade do vento, intensidade de luz e quantidade de chuva.
- Não é possível afirmar que exista um ciclo anual de crescimento/decrescimento dessa população, sendo necessários novos estudos de médio e longo prazo para confirmar possíveis padrões.
- Como agentes estruturadores, as algas dessa espécie aparentemente contribuem significativamente para a dinâmica de sedimentos dos parrachos de Pirangi.

CAPÍTULO 2: Fauna e flora associadas á *Halimeda opuntia* nos recifes de Pirangi – RN.

INTRODUÇÃO

As algas marinhas costumam abrigar ricas comunidades epifaunais e epifitais com as quais podem estabelecer relações ecológicas diversas e singulares, caracterizando uma unidade ecológica que veio a ser denominada de fital (REMANE, 1933 apud. DUBIASKI-SILVA; MASUNARI, 1998).

Desde a década de 1940 são comuns os estudos sobre fitais. Esses concordam que os organismos associados costumam exercer influência sobre a alga hospedeira e, por outro lado, a forma da alga hospedeira costuma determinar os organismos que vivem na associação (BENTLEY, 1977 apud SOTKA; HAY; THOMAS, 1999; NORTON; BENSON, 1983; TROWBRIDGE, 1993; LITTLER et al. 1995).

A comunidade como um todo, por sua vez, parece sofrer forte influência de fatores ambientais, principalmente profundidade, quantidade e tipo de sedimento preso no talo e nível de exposição à ação das ondas ou contato com o ar (DAHL, 1948; LEDOYER, 1962, 1964 e 1969; ZAVODNIK, 1962 apud Leite, 1976).

Por conta da ampla distribuição e da morfologia complexa dos talos, as algas do gênero *Halimeda* costumam formar microhabitats que são ocupados por diversas espécies de fauna e de flora.

Em termos de composição faunística, costumam ser comuns nesses fitais crustáceos, moluscos, poliquetas e equinodermos, com alguns autores ressaltando a dominância de crustáceos da ordem Amphipoda (LEITE, 1976; SANTOS; CORREIA, 1995, 2001; JINENADRASA & EKARATNE, 2000; EKARATNE & JOHN, 2008).

Em níveis taxonômicos mais elevados, essa composição parece se repetir em comunidades ao redor do globo. No entanto parâmetros como dominância, abundância e riqueza taxonômica parecem variar com a forma do talo da alga hospedeira e as condições ambientais, seguindo o padrão descrito acima. Como exemplo dessa variação, um estudo na Polinésia encontrou uma abundante fauna em *H. incrassata*, constituída por uma rica comunidade de microcrustáceos e de poliquetas da

família Syllidae. Já *H. macroloba* apresentou comunidades de poliquetas da família Nereididae e microgastrópodes. Por fim, em *H. opuntia* essa fauna foi composta por organismos maiores, cuja composição de espécies variou de acordo com o ambiente aonde essa alga foi encontrada (NAIM, 1988).

Já em relação as algas, Hillis-Colivau (1980) cita diversas vezes que os talos e segmentos mais antigos de *Halimeda* são usualmente cobertos por essas epífitas, o que poderia prejudicar a alga hospedeira. O mesmo autor sugere inclusive que a própria reprodução vegetativa, responsável por renovar os segmentos das *Halimeda* de uma determinada área, poderia atuar também como defesa contra essas algas. Outro trabalho mostrou que a alga parda *Dictyota spp.*, quando em grandes quantidades, afeta negativamente o crescimento de espécies de *Halimeda*, tanto por aumentar o sombreamento quanto pela liberação de substâncias químicas (BEACH *et al.*, 2003). Além disso, Vroom *et al.* (2003) sugeriram que a biomassa de epífitas pode ser um fator importante para estruturação da população de *H. tuna* em Florida Keys, hipótese essa que também é utilizada por Tussenbroek e Djik (2007) para explicar variações em uma população de *H. incrassata* na península de Yucatán, México.

O estudo mais detalhado sobre flora epífita em *Halimeda* encontrado durante a execução do presente trabalho foi feito no Brasil e envolveu amostras de toda a costa da região Nordeste do país. Bandeira-Pedrosa; Pereira e Eskinazi-Leça (2008) encontraram 11 espécies de macroalgas (17 espécies considerando as microalgas, principalmente diatomáceas) crescendo sobre *H. opuntia*, tendo esta sido a espécie de *Halimeda* com maior riqueza de epífitas daquele estudo, talvez devido à complexa forma do talo. As autoras destacam ainda que essa diversidade foi similar à encontrada em algas calcárias encrustrantes, *Sargassum* e fanerógamas.

Essas observações sugerem que os fitais de *Halimeda* sejam estruturalmente complexos, sendo necessário estudos mais cuidadosos sobre o tema para se entender a dinâmica das populações dessa alga, que costuma ser citada como importante agente de estruturação das paisagens marinhas (HILLIS-COLINVAUX, 1980).

Assim, o presente capítulo tem por objetivo fazer um levantamento qualitativo da fauna e flora epífitas em *H. opuntia*, buscando correlações entre essas comunidades e a alga hospedeira, além de parâmetros ambientais, em um trecho recifal, os parrachos de Piranagi, em Parnamirim Rio Grande do Norte.

METODOLOGIA

Área de estudo

A descrição da área de estudo, com imagens dos transectos utilizados, foi apresentada em detalhes no capítulo 1.

Coleta do material

Foram estabelecidos três transectos de 500m ao longo da plataforma recifal entre-marés dos recifes da ponta de Pirangi. Em cada coleta foram amostradas quinze tufos de *H. opuntia*, sendo cinco em cada transecto. Esses tufos foram escolhidos aleatoriamente em cada transecto, tendo sido utilizados quadrados de 10 a 30cm de lado para delimitar a área dos tufos a ser retirada. A coleta ocorreu com o auxílio de sacos plásticos, sendo os tufos cobertos com essas sacolas antes da sua retirada, evitando assim a fuga de animais. As amostras coletadas foram armazenadas em sacos plásticos contendo solução de formalina a 4% em água do mar e transportadas ao Laboratório de Macroalgas do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará para posterior análise.

As coletas ocorreram de forma manual ou com ajuda de espátulas, sendo realizadas durante episódios de marés baixas de sizígia dos meses de agosto, setembro e outubro de 2009; e março, abril e maio de 2010, abrangendo assim os períodos seco e chuvoso do ano, respectivamente. Durante o mês de outubro, devido às condições operacionais desfavoráveis, somente foi possível a coleta de nove amostras, três de cada transecto. Assim, ao longo do trabalho foram coletados 84 tufos de *H. opuntia*.

No laboratório, as amostras foram lavadas em malha 0,5mm e triadas em busca de outras algas e animais. Esse material foi armazenado em solução de formalina a 4% no caso das algas e etanol 70% no caso dos animais. As algas secas foram pesadas em balança analítica para obtenção do peso seco (biomassa) e os animais foram

contados para cálculo da abundância. Esses dois grupos foram identificados, por especialistas, até o menor nível taxonômico possível.

Os tufos de *H. opuntia* já triados foram secos em estufa a 50°C e, posteriormente, pesados. Para obtenção do peso vivo e porcentagem de CaCO₃ presente no talo, os tufos secos foram descalcificadas com solução de HCl (0,1M). O produto dessa dissolução foi novamente colocado em estufa a 50°C e, após secagem, foi pesado. A diferença entre o peso seco do talo e seu peso após descalcificação (peso vivo) representa a quantidade de CaCO₃ no talo. Para o cálculo do peso médio e tamanho de cada segmento, 20 artículos de cada amostra seca, retirados da forma mais igualitária possível do ápice meio e base das plantas, foram pesados e medidos com auxílio de paquímetro digital.

Análises matemáticas

Foram elaboradas tabelas de frequência de ocorrência, por amostra, transecto e mês de coleta, para todos os táxons identificados. Os organismos foram classificados em: eventuais, quando apareceram em apenas uma amostra; raros, quando presentes em menos de 10% dos casos; comuns, os que foram encontrados em mais de 10%, mas menos de 50% dos tufos coletados; ou frequentes, os que estiveram presentes em mais de 50%.

A abundância dos animais foi expressa como número de indivíduos, e a das algas como biomassa, por kg de *H. opuntia*. Para analisar a relação entre o tamanho dos tufos e a abundância e o número de táxons de animais e algas, foram realizadas análises de regressão, consideradas significativas quando $p < 0,05$. Para testar a hipótese de que houve variação dessa abundância entre os meses, foram realizadas análises de variância (ANOVA) para um nível de significância de 95%. Para tentar entender os padrões dessa variação, análises de correlação linear de Pearson foram aplicadas, também com 95% de significância, entre riqueza e abundância de algas e filos animais e os seguintes parâmetros ambientais e biológicos de *H. opuntia*: radiação fotossinteticamente ativa, intensidade de luz, velocidade do vento, precipitação temperatura do ar, altura da maré, peso, largura e comprimento dos segmentos de *H. opuntia*, número de segmentos por peso seco do talo (definido como peso do tufo dividido pelo peso médio de um

segmento do respectivo talo) e porcentagem de carbonato de cálcio. Para diminuir possíveis erros, nos testes de correlação que envolveram variáveis ambientais, foram utilizados os valores médios dessas para os 30 dias anteriores a cada coleta. Esses dados foram obtidos da estação solarimétrica do Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), localizado em Natal-RN (disponível em <http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php?id=inicio>).

Por fim, para estabelecer padrões espaciais e temporais na distribuição desses organismos, foram realizadas análises de agrupamento, pela média dos grupos da distância de Bray-Curtis, a partir da matriz de correlação da presença/ausência de filós animais e espécies de algas. Essas matrizes foram, em seguida, comparadas através do teste de Mantel modificado (RELATE no software Primer-E), no intuito de encontrar relações no padrão de distribuição dos diferentes grupos de organismos.

Para todas essas análises foram utilizados os programas Bioestat 5.0, Statistica 9.0 versão trial e Primer-E 6.0.

RESULTADOS

Flora epífita

Foram encontradas 24 espécies de algas vivendo em associação à *H. opuntia*. Dessas, 16 pertenceram à ordem Rodophyta, 4 à classe Phaeophyceae e 3 à ordem Chlorophyta, tendo sido encontrado ainda uma Cyanoacteria. Todas as espécies foram encontradas, em pelo menos uma das amostras, crescendo sobre *H. opuntia*, o que permite que sejam classificadas como epífitas primárias. Porém alguns indivíduos dessas espécies também foram encontrados em baixo dos tufo, ou por entre os segmentos de *H. opuntia*.

Em média, foram encontradas três espécies de algas epífitas/coabitantes em cada tufo coletado, em proporções médias de 294 g de alga para cada 1 kg de *H. opuntia*. Tanto o número de espécies quanto a massa dessas algas apresentaram correlação positiva com o tamanho dos tufos (quando representado por peso $r = 0,46$ e $0,28$; respectivamente). Ajustando ambos os dados em uma curva com o peso das ramadas, a riqueza de espécies aumenta em progressão geométrica com o aumento da massa dos tufos ($R^2 = 0,25$; $p < 0,00001$; Figura 16), enquanto a massa de coabitantes/epífitas aumentou em progressão linear com o tamanho das moitas ($R^2 = 0,08$; $p = 0,02$; Figura 17).

A biomassa das algas epífitas variou entre os meses, tendo sido maior em setembro e março (Figura 18). Não foi possível, no entanto, rejeitar a hipótese de que essa variação se deu ao acaso ($p=0,13$). Também não foi possível encontrar correlações estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nem da variação da biomassa nem da riqueza dessas algas com nenhuma variável ambiental ou biológica testada, com exceção do tamanho dos tufos.

Nove em cada dez tufos de *H. opuntia* continham algas vivendo associação. A espécie mais frequente foi a rodofícea *G. acerosa*, que apareceu em 64% das amostras. As outras espécies mais frequentes foram as rodofíceas *A. fragilissima* e *P. caerulescens* e a feofícea *D. delicatula*, presentes em 50%, 42% e 31% dos tufos, respectivamente.

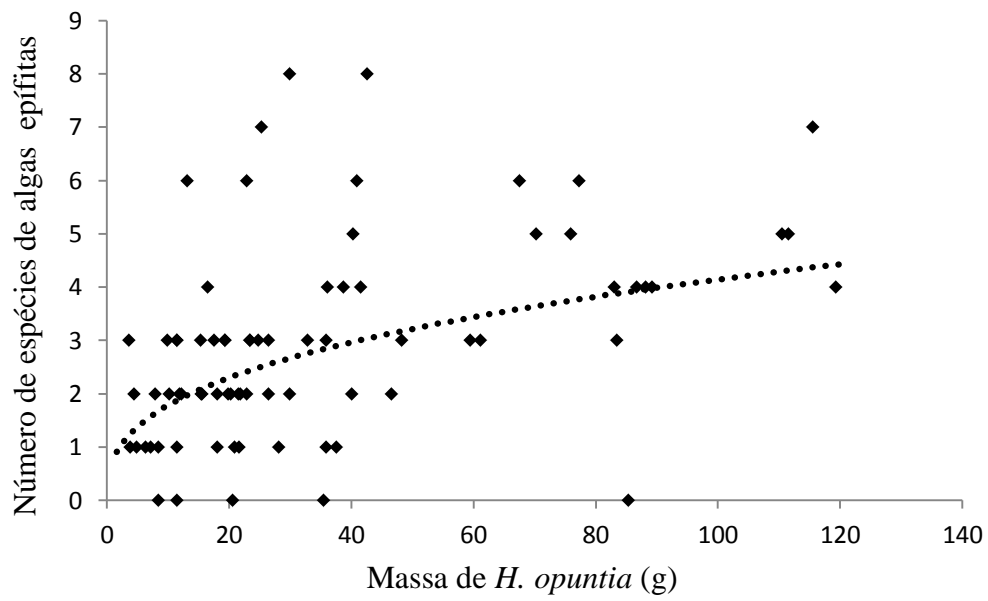


Figura 16 – Curva de regressão entre a riqueza de espécies de algas associadas e o tamanho do tufo de *H. opuntia*.

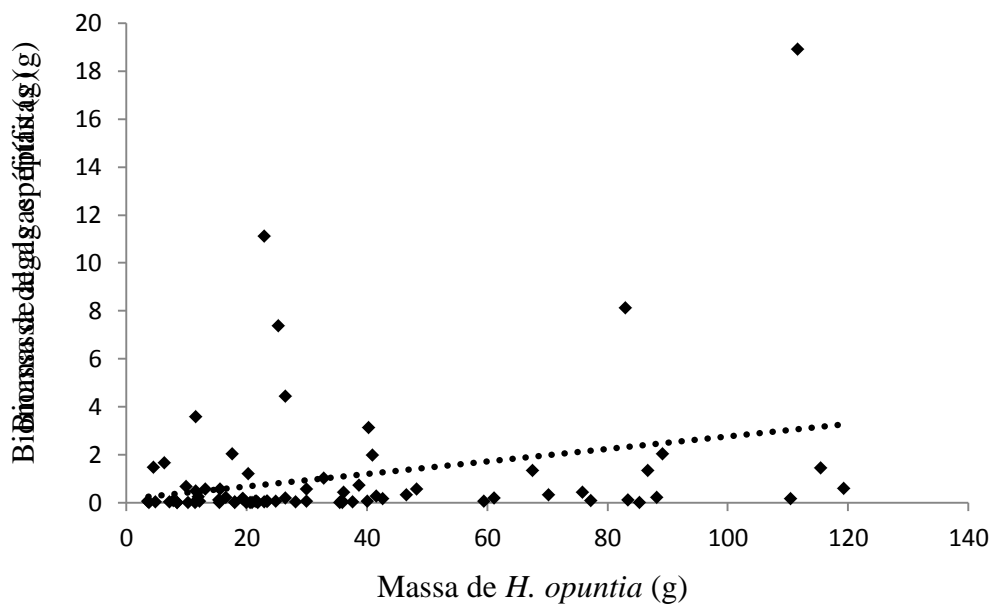


Figura 17 – Curva de regressão entre a biomassa das espécies de algas associadas e o tamanho do tufo de *H. opuntia*.

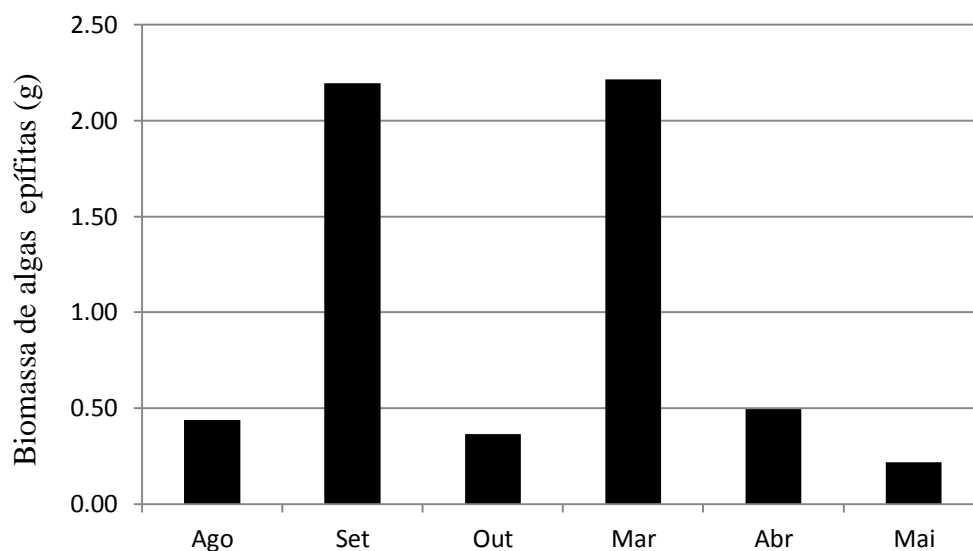


Figura 18 – Biomassa média de algas epífitas em *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi, Rio Grande do Norte, em 3 meses do segundo semestre de 2009 e primeiro semestre de 2010.

Fauna associada

Ao todo foram encontrados 5794 animais vágeis nos 84 tufos de *H. opuntia*. Esses indivíduos se dividiram em nove filos, listados a seguir em ordem decrescente de abundância: Arthropoda, Annelida, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Nematoda, Sipuncula, Platyhelminthes e Chordata.

Dentre os filos observados, o mais abundante foi o Arthropoda, o qual compreendeu 89,3% de todos os organismos vágeis encontrados (Figura 19). Além dos animais móveis, foram encontrados cnidários e poríferas crescendo junto ou sobre *H. opuntia*.

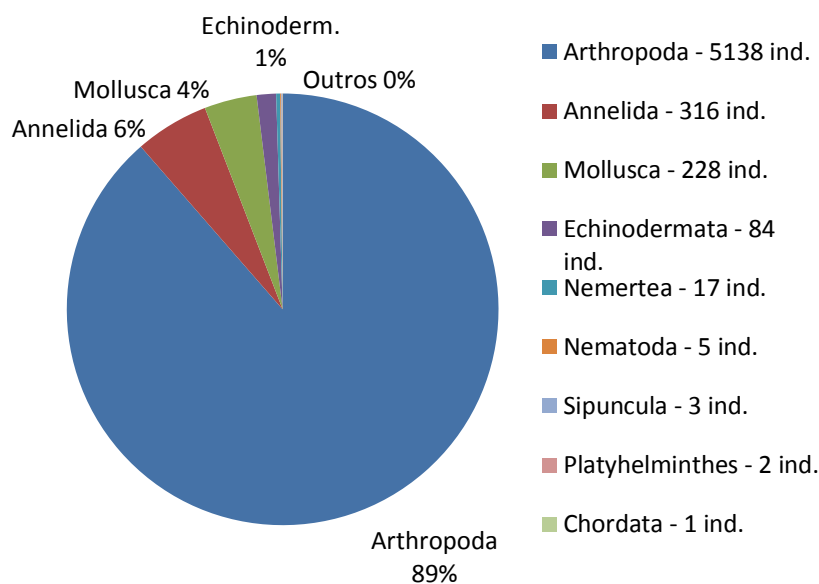


Figura 19 – Número absoluto e relativo de indivíduos dos nove filos de animais vágéis encontrados nas 84 amostras de *H. opuntia* nos recifes de Pirangi.

Em média foram encontrados 5,2 táxons (entre filos, classes, ordens, famílias e espécies) de animais em cada tufo de alga. O número de indivíduos e o número de táxons apresentaram correlação positiva ($r = 0,43$), com o tamanho dos tufos de *H. opuntia* (quando representado por peso $r = 0,39$ e $0,31$; respectivamente) e com a riqueza de espécies de algas epífitas/coabitantes ($r = 0,32$ e $0,35$; respectivamente).

A exemplo do que aconteceu com as algas, o número de indivíduos aumentou linearmente com o aumento do tamanho dos tufos, enquanto o número de táxons aumentou em proporção geométrica.

Com relação à frequência de ocorrência, 95% dos tufos apresentaram pelo menos um animal. A ausência de animais (em apenas quatro tufos) foi registrada no mês de setembro. Novamente os Arthropoda foram os mais frequentes, aparecendo em 93,7% das amostras (Figura 20).

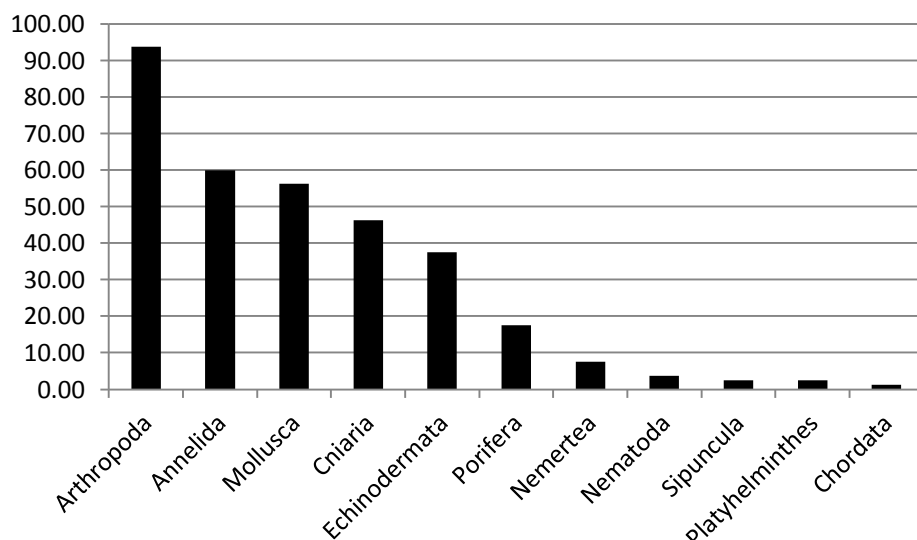


Figura 20 – Frequência de ocorrência de 11 filos animais (vágeis e sésseis) nas 84 amostras de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi.

A abundância média de organismos foi de 2298 indivíduos por kg de *H. opuntia* em peso seco. Essa abundância variou significativamente ao longo dos meses ($F = 3,7$; $p = 0,005$), com o teste t mostrando diferenças significativas ($p < 0,05$) entre: agosto e setembro e agosto e outubro; setembro e outubro e setembro e março; outubro e abril e outubro e maio (Figuras 21 e 22).

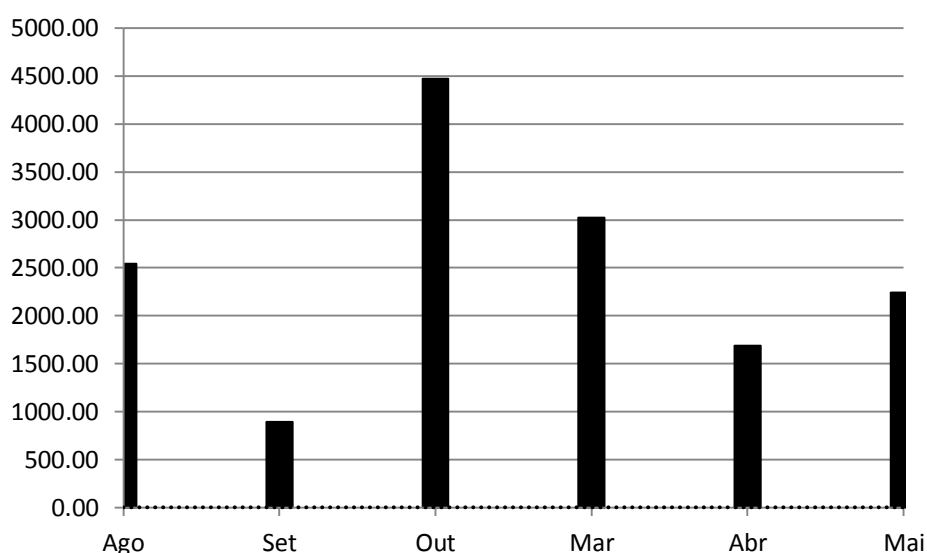


Figura 21 – Abundância de animais, representada pelo número de indivíduos por kg de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi entre os diferentes meses de coleta.

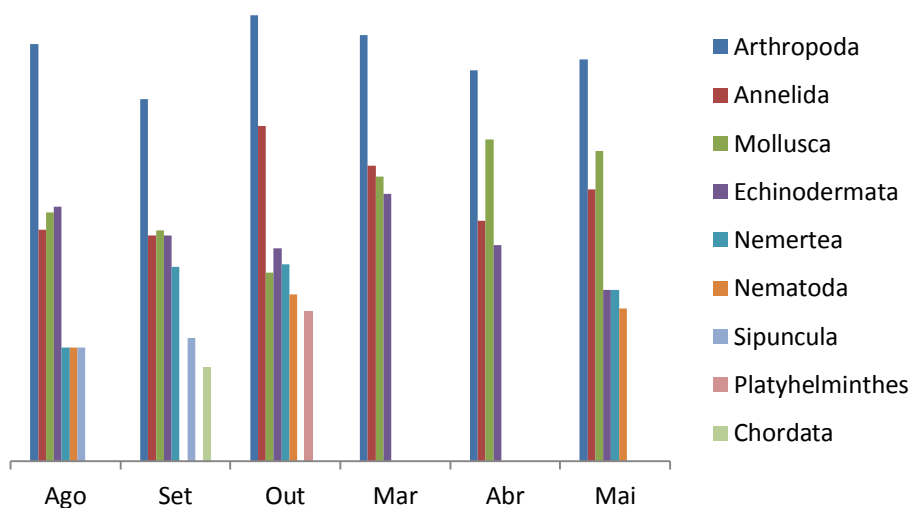


Figura 22 – Abundância de animais, representada pelo número de indivíduos de cada filo por kg de *H. opuntia* dos recifes de Pirangi entre os diferentes meses de coleta.

Arthropoda

Conforme apontado anteriormente, os artrópodes foram os animais mais frequentes e abundantes. Do total de organismos encontrados, 89% pertenceram à este filo, sendo a ordem Amphipoda claramente dominante. Essa ordem, presente com 4431 indivíduos ou 76,5% do total de animais, foi responsável por grande parte das variações de abundância, não apenas entre os Arthropoda, mas entre todos os grupos animais encontrados. Assim os resultados das análises estatísticas relatadas acima são similares para todo o conjunto de filios animais, para os Arthropoda especificamente e mesmo a ordem Amphipoda quando vista isoladamente.

Já as ordens Tanaidacea e Decapoda, com 389 e 345 indivíduos, respectivamente, foram mais abundantes do que todos os outros filios animais. Dentre os Decapoda, a espécie mais abundante e frequente foi o paguro *Clibanarius antillensis*, com 189 indivíduos e aparecendo em 41% das amostras.

Annelida

No total, foram encontrados 279 anelídeos nos tufos de *H. opuntia*, todos pertencentes à classe Polychaeta, os quais foram divididos em 31 táxons em nível de espécie, gênero ou família.

O táxon mais abundante dentre os anelídeos foi a família Nereididae. Mais da metade dos indivíduos do filo (52%) pertenceram a este táxon. O organismo dominante em termos de poliqueta, com 112 indivíduos (40% do total), não pôde ser identificado até nível de espécie, sendo, dessa forma, denominado Nereididae I.

Essa mesma família também apresentou o maior número de espécies dentre os poliquetas, seis ao todo, duas das quais puderam ser consideradas comuns. Assim, as espécies identificadas como Nereididae I e *Perinereis ponteni* foram encontradas em 31 e 12% das amostras, respectivamente, em todos os seis meses de coleta.

Além disso, a espécie *Eunice sp.*, da família Eunicidae, que apareceu em 15% das amostras, também foi observada em todos os meses de coleta. As demais espécies apareceram em menores frequências, sendo doze dessas consideradas eventuais.

Não foi possível encontrar um padrão para a variação na abundância de anelídeos ao longo dos meses. No entanto foi observado que, como no caso dos Arthropoda, o tamanho do talo afeta significativamente essas populações, a abundância dessas sendo maiores em tufos de *H. opuntia* maiores.

Mollusca

Diferentemente dos outros fillos animais, não houve correlação entre o tamanho dos tufos coletados e a abundância ou riqueza de moluscos. Por outro lado, foi possível encontrar correlação positiva entre a densidade deste táxon, que foi maior nos meses de março, abril e maio, e a temperatura do ar e altura da maré. Enquanto a velocidade do vento apresentou correlação negativa com essa variável.

Ao todo foram encontrados 224 gastrópodos e quatro polioplacoforas. As duas espécies mais comuns foram *Cerithium eburneum* e *Bittium varium*, ambas aparecendo em 19% das amostras. A primeira respondeu por 41% e a segunda por 14%

dos moluscos encontrados. No entanto a espécie que apareceu em maiores densidades foi *Rissoina catesbyana*, que apareceu em apenas 5 amostras, divididas em três meses, mas respondeu por 29% do total de moluscos, o que equivale à mais de 13 indivíduos por tufo coletado.

Echinodermata

Os Echinodermata foram o quarto filo animal vágil mais frequente e abundante. A classe mais comum foi Ophiuroidea, tendo três de suas quatro espécies sido consideradas comuns.

Essas espécies comuns apareceram em número e frequência similares, com *Ophiothrix angulata* tendo aparecido em 13% das amostras com 40 indivíduos e *Ophiactis savignyi* também aparecendo em 13% das amostras, mas com 31 indivíduos.

Já a classe Echinoidea, que foi considerada rara, apareceu com três indivíduos, em duas amostras, em setembro e outubro.

Vale ressaltar que muitos dos equinodermos encontrados eram juvenis.

Outros animais

Além dos Filos Arthropoda, Annelida, Mollusca e Echinodermata, os quais foram os mais abundantes e frequentes, foram encontrados nemertinos, nematodas, sipunculas, platelmintos e cordados. Esses foram considerados raros ou, no caso dos cordados, eventuais. Esse último filo teve um único representante, o peixe *Entomacrodus cf. nigricans*, que foi achado em apenas uma amostra do mês de setembro.

Além dos organismos vageis, foram comuns cnidários, principalmente os zoantídeos *Protopalythoa variabilis* e *Zoanthus sociatus*, que apareceram em 20% das amostras. Além desses antozoários, também foram encontrados hidrozoários, como *Sertularia marginata*, mas que, devido sua baixa frequência, foram considerados eventuais. Por fim, foram encontrados poríferas em 17% das amostras. Esses animais

sésseis, especialmente os zoantídeos e poríferas, foram encontrados crescendo junto e sobre apressórios ou segmentos mais basais. Somente os eventuais hidrozoários é que foram encontrados nas partes superiores do talo de *H.opuntia*.

Padrões nas variações de abundância e composição de espécies

Além da relação com o tamanho dos tufos, o número de táxons de algas e animais, bem como a abundância dos mesmos, variaram com alguns dos parâmetros ambientais testados, como mostrado na Tabela 112.

Segundo essa tabela, o número de táxons de algas epífitas acompanhou a variação do formato dos segmentos do tufo e de condições ambientais, como a intensidade de radiação luminosa. Nesse caso, em tufos de segmentos mais compridos e em épocas com menores incidências de iluminação, o número de táxons de algas foi maior. A biomassa dessas algas, por sua vez, acompanhou os aumentos de riqueza.

Dos filós animais encontrados, a abundância dos artrópodes parece acompanhar variações tanto nos tufos quanto no ambiente. Assim, esses foram mais abundantes em meses com maiores velocidades do vento e sem precipitação, e em tufos de segmentos mais leves e compridos.

Já os moluscos, como dito acima, parecem ter sido mais afetados por variações ambientais, como a altura da maré e a temperatura do ar, tendo apresentado correlação positiva com ambas as variáveis.

Por fim, os equinodermos aparentemente estiveram mais relacionados à quantidade e variedade de algas epífitas do fital, sendo mais abundantes quando a biomassa e riqueza dessas algas foi maior, não tendo apresentado correlação com variáveis ambientais.

Tabela 5 - Correlação linear entre o número e a abundância de táxons de epífita e epifauna em *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. dos recifes de Pirangi – RN, e variáveis ambientais e da alga hospedeira. Dados coletados durante o segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Nos dados coloridos $p < 0,05$. Dados em azul = correlação positiva. Dados em vermelho = correlação negativa.

	Nº Taxon epifitas	Biomassa epifitas	Nº Taxon Epifauna	Arthropoda	Annelida	Mollusca	Echinodermata	RAF	Iluminação	Temperatura	Precipitacao	Velocidade do vento	Maré	% CaCO ₃	Peso de um segmento	Largura de um segmento	Comprimento de um segmento	Forma do segmento (comp/larg)
Nº Taxon epifitas	1.00	0.57	0.52	0.39	0.14	-0.15	0.70	-0.48	-0.49	-0.26	0.21	-0.02	-0.18	0.26	-0.19	-0.03	0.48	0.68
Biomassa epifitas	0.57	1.00	0.05	0.26	-0.03	0.02	0.85	-0.42	-0.16	-0.03	0.10	0.21	-0.20	0.11	0.14	0.01	0.28	0.36
Nº Taxon Epifauna	0.52	0.05	1.00	-0.01	0.20	0.12	0.27	-0.50	-0.56	0.02	0.39	-0.42	0.19	0.15	0.07	0.07	0.29	0.32
Arthropoda	0.39	0.26	-0.01	1.00	0.43	-0.41	0.44	0.30	0.26	-0.06	-0.52	0.53	-0.24	-0.31	-0.54	-0.27	0.18	0.57
Annelida	0.14	-0.03	0.20	0.43	1.00	-0.09	0.26	0.41	0.40	-0.02	-0.39	0.40	-0.16	-0.30	-0.36	-0.50	-0.23	0.30
Mollusca	-0.15	0.02	0.12	-0.41	-0.09	1.00	-0.05	-0.12	-0.12	0.50	0.13	-0.42	0.49	-0.16	0.24	-0.10	0.00	0.12
Echinodermata	0.70	0.85	0.27	0.44	0.26	-0.05	1.00	-0.34	-0.17	-0.16	-0.01	0.26	-0.29	0.05	-0.05	-0.09	0.37	0.60
RAF	-0.48	-0.42	-0.50	0.30	0.41	-0.12	-0.34	1.00	0.77	0.15	-0.77	0.26	0.05	-0.40	-0.53	-0.49	-0.44	-0.02
Iluminação	-0.49	-0.16	-0.56	0.26	0.40	-0.12	-0.17	0.77	1.00	0.17	-0.87	0.63	-0.30	-0.19	-0.34	-0.58	-0.57	-0.08
Temperatura	-0.26	-0.03	0.02	-0.06	-0.02	0.50	-0.16	0.15	0.17	1.00	-0.22	-0.35	0.77	-0.61	0.12	0.00	0.09	0.13
Precipitacao	0.21	0.10	0.39	-0.52	-0.39	0.13	-0.01	-0.77	-0.87	-0.22	1.00	-0.54	0.22	0.29	0.55	0.64	0.31	-0.33
Velocidade do vento	-0.02	0.21	-0.42	0.53	0.40	-0.42	0.26	0.26	0.63	-0.35	-0.54	1.00	-0.78	0.02	-0.27	-0.41	-0.34	0.02
Maré	-0.18	-0.20	0.19	-0.24	-0.16	0.49	-0.29	0.05	-0.30	0.77	0.22	-0.78	1.00	-0.55	0.16	0.29	0.25	0.02
% CaCO ₃	0.26	0.11	0.15	-0.31	-0.30	-0.16	0.05	-0.40	-0.19	-0.61	0.29	0.02	-0.55	1.00	0.16	0.00	-0.11	-0.17
Peso de um segmento	-0.19	0.14	0.07	-0.54	-0.36	0.24	-0.05	-0.53	-0.34	0.12	0.55	-0.27	0.16	0.16	1.00	0.69	0.39	-0.28
Largura de um segmento	-0.03	0.01	0.07	-0.27	-0.50	-0.10	-0.09	-0.49	-0.58	0.00	0.64	-0.41	0.29	0.00	0.69	1.00	0.70	-0.23
Comprimento de um segmento	0.48	0.28	0.29	0.18	-0.23	0.00	0.37	-0.44	-0.57	0.09	0.31	-0.34	0.25	-0.11	0.39	0.70	1.00	0.53
Forma do segmento (comp/larg)	0.68	0.36	0.32	0.57	0.30	0.12	0.60	-0.02	-0.08	0.13	-0.33	0.02	0.02	-0.17	-0.28	-0.23	0.53	1.00

A análise de agrupamento entre os diferentes meses, tendo como base a presença/ausência de táxons, resultou em conglomerados de alta similaridade (Figura 23). Ao analisar os agrupamentos resultantes dos dados das algas (Figura 24) e dos animais vágéis (Figura 25) separadamente, essa similaridade aumenta consideravelmente entre alguns meses, principalmente no caso dos animais. No entanto, esses dois últimos gráficos mostram padrões mais ou menos opostos. O teste RELATE, do PRIMER-E para as matrizes de correlação geradoras destes dois gráficos, tendo como base um nível de significância de 95%, permite a rejeição da hipótese nula. Isso sugere que existe uma relação entre a composição de algas e de animais vivendo associados à *H. opuntia*, e que essa relação seria inversa: os meses mais similares quanto à composição de algas seriam os mais divergentes em termos de composição de animais (Rho = -0,43 para 999 permutações).

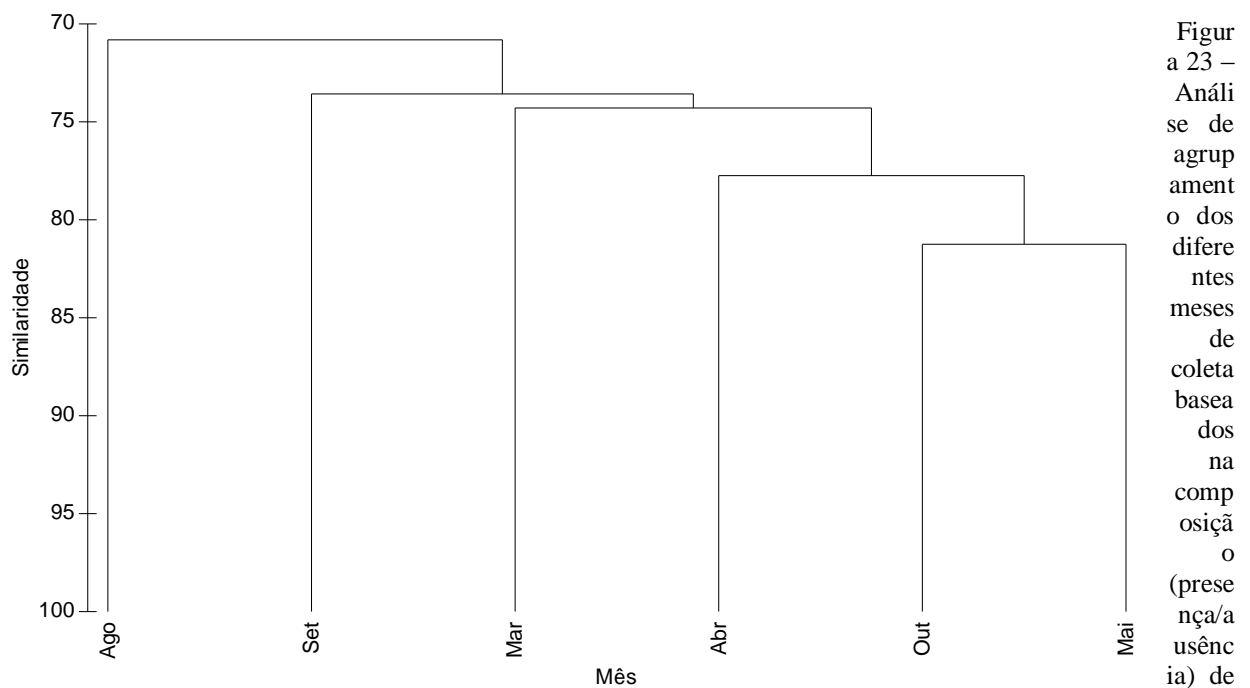


Figura 23 – Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de animais e algas encontrados em associação à *H. opuntia* nos recifes de Pirangi.

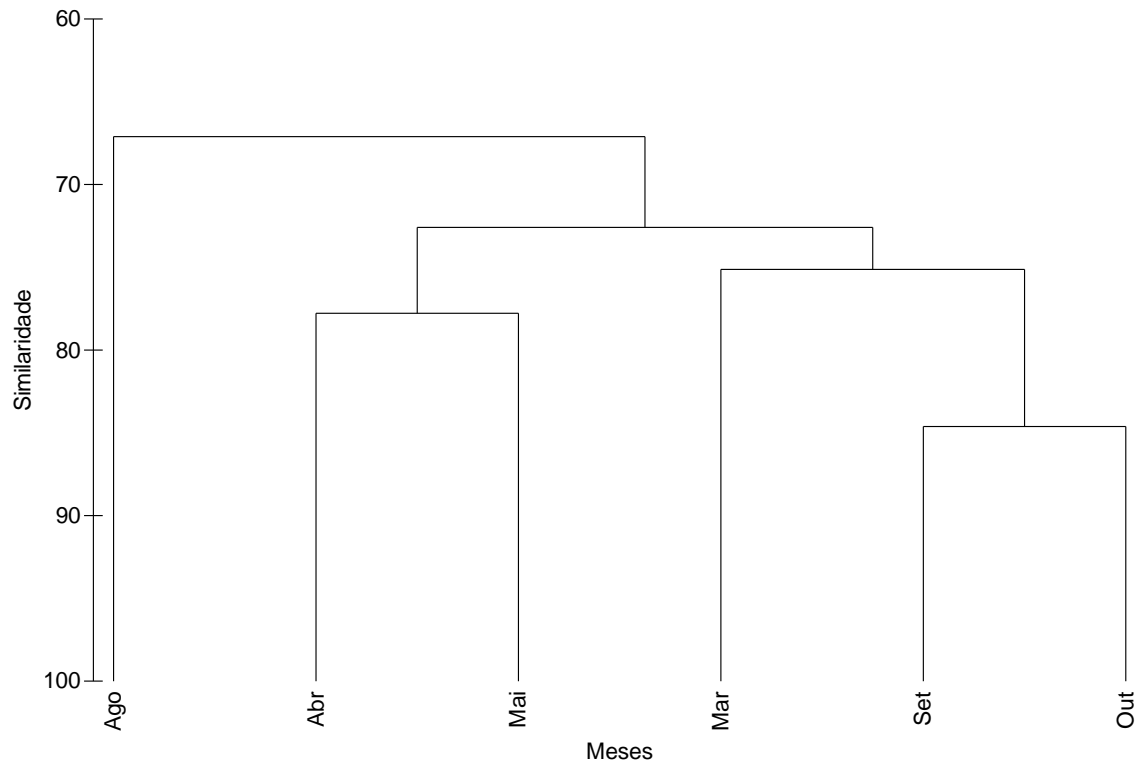


Figura 24 – Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de algas encontradas em associação à *H. opuntia* nos recifes de Pirangi.

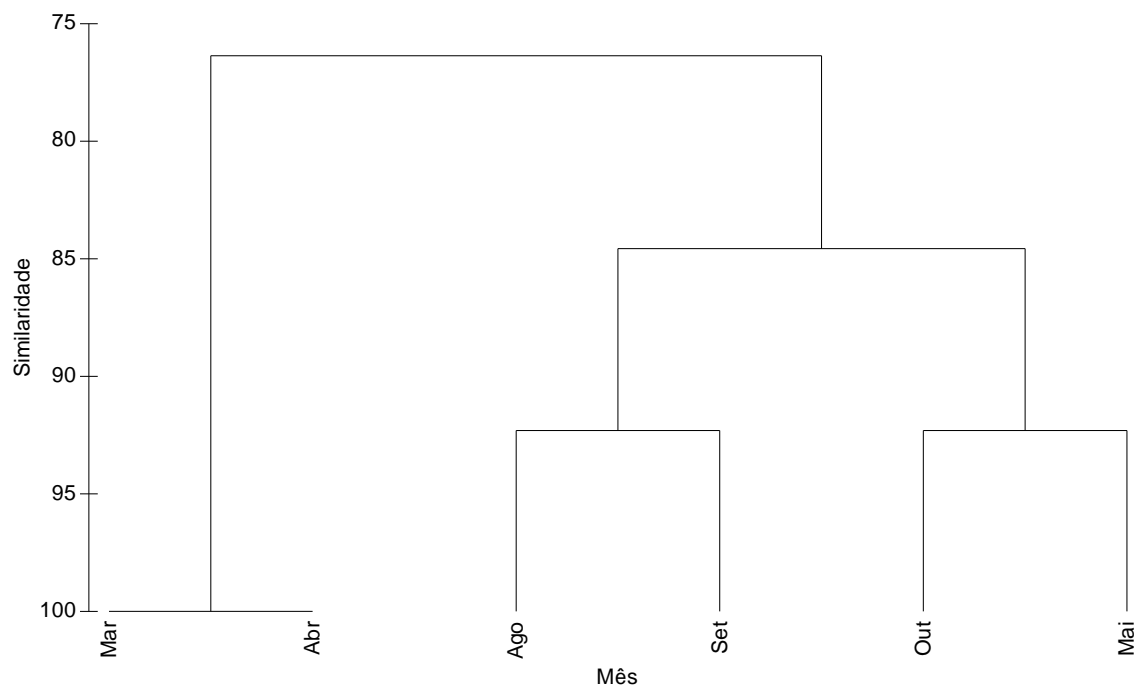


Figura 25 – Análise de agrupamento dos diferentes meses de coleta baseados na composição (presença/ausência) de espécies de animais encontrados em associação à *H. opuntia* nos recifes de Pirangi.

DISCUSSÃO

Em termos de composição de grandes grupos taxonômicos de animais, o presente estudo é semelhante a outros trabalhos. Na Polinésia, quando se considerou a fauna vágil de três espécies de *Halimeda*, inclusive *H. opuntia*, no recife de Tiahura, foram encontrados os mesmos filos do presente trabalho, com exceção de Nematoda. Além disso, o recife polinésio e os recifes de Pirangi, em termos da fauna de *H. opuntia*, compartilharam os seguintes gêneros: Mollusca – *Rissoina*, *Cerithium* e *Bittium*; Arthropoda – *Alpheus*, *Calcinus* e *Pachygrapsus*. Se incluirmos os dados de *H. incrassata*, também ocorre compartilhamento dos gêneros de Polychaeta *Typosyllis*, *Perinereis* e *Eunice* (NAIM, 1988).

Por outro lado, ainda segundo Naim (1988), o fital de Tiahura mostrou uma diversidade e abundância de táxons diferente do de Pirangi. A autora conseguiu correlacionar a composição da fauna associada com a forma de *Halimeda*, e os três morfotipos de *H. opuntia* estudados foram ocupados por espécies diferentes. Além disso, não foi encontrada a dominância acentuada de Amphipoda detectada no presente trabalho, sendo os organismos mais abundantes em *H. opuntia* os microgastrópodes, camarões e caranguejos.

O fital de *H. opuntia* dos recifes de Pajuçara, em Maceió – AL foi dominado por Amphipoda (SANTOS; CORREIA, 2001). Contudo, inversamente ao observado no atual estudo, a este táxon se seguiram, como grupos mais abundantes, Polychaeta e Decapoda. Esse trabalho não especifica o número de indivíduos, entretanto aponta como táxons frequentes, embora menos numerosos, os Gastropoda e os Isopoda, sendo essa última ordem considerada rara no presente trabalho. Além disso, nos recifes de Pajuçara, os platelmintos da classe Turbellaria, moluscos Polyplacophora, Nematoda, moluscos da ordem Opisthobranchia, crustáceos da ordem Stomatopoda e peixes são citados como ocasionais.

No Sri Lanka, em uma espécie de *Halimeda* não identificada, habitante de uma laguna recifal da Reserva Natural de Hikkaduwa, foram encontrados os mesmos filos de animais do presente trabalho, com exceção de Sipuncula e Porifera (JINENADRASA & EKARATNE, 2000). Nesse mesmo trabalho, os crustáceos, particularmente da ordem Amphipoda, foi o grupo mais abundante. No entanto, a “equitabilidade” da comunidade fital foi maior, com os crustáceos respondendo por 35% dos animais, seguidos de poliquetas, gastrópodes e equinodermos, com 25%, 19% e 14% dos indivíduos, respectivamente.

Em concordância com Leite (1976), muitas das espécies de animais que foram encontradas em *H. opuntia* nos recifes de Pirangi parecem buscar abrigo. Frequentemente

foram encontrados organismos jovens, principalmente de equinodermos e caranguejos, bem como fêmeas ovígeras deste último grupo e de anfípodas. Além disso, sabe-se, por exemplo, que o paguro *C. antillensis*, espécie de decapoda mais abundante e freqüente no presente trabalho, apresenta um ciclo cicardiano comportamental que sofre influência da maré. Em episódios de baixa-mar, esses paguros tendem a procurar abrigo em ambientes sombreados e a se agruparem, ficando inativos (TURRA; LEITE, 2000). O que leva a hipótese, então, de que, nos recifes de Pirangi, os tufos de *H. opuntia* podem fornecer essa proteção necessária.

Outras espécies, no entanto, além da possibilidade de abrigo, parecem se beneficiar da comunidade formada nos tufos dessas algas e podem se alimentar de outros organismos dessa associação. Assim, Kitting (1984) cita vários trabalhos sobre alimentação de pequenos invertebrados de fitais de gramas marinhas mostrando, por exemplo, que anfípodas gamarídeos se alimentam de algas filamentosas, epífitas em angiospermas, enquanto que espécies do gênero *Bittium*, o molusco mais comum neste estudo, se alimentam de algas epífitas incrustantes e/ou diatomáceas. Não existem motivos fortes para crer que esse padrão de alimentação não possa se repetir nos fitais de *Halimeda*.

Existe relato de pelo menos uma espécie do gênero *Pilumnus* (*P. vespertilio*) que se alimenta preferencialmente da alga vermelha *Gelidium pusillum*. No entanto, essa espécie também pode se alimentar de *Centroceras clavulatum*, *Ceramium sp.*, *Dictyosphaeria cavernosa*, *Gelidiella acerosa*, *Hypnea sp.*, *Jania sp* e *Laurencia sp.* gêneros ou espécies que ocorrem nos recifes de Pirangi e que foram encontradas sobre *H. opuntia* no atual estudo (KYOMO, 1999).

No caso dos Polychaeta, alguns Nereididae, a família mais comum em *H. opuntia* nos recifes de Pirangi, são descritos como onívoros, embora alguns parecessem preferir se alimentar de algas e diatomáceas. Os silídeos, talvez com exceção de *Exogene sp.*, são descritos como carnívoros especialistas em hidrozoários. Vale ressaltar, no entanto, que espécies de Syllidae apareceram em menos de 10% das amostras e que Hydrozoa foi considerado apenas eventual no presente trabalho. Por fim, os euniceídeos apresentam hábitos alimentares diversos: *Eunice sp.* pode ser carnívoro, enquanto *Marphysa sp.* já foi descrita como carnívora, herbívora ou onívora, existindo, ainda, relatos de *Lysidice sp.* se alimentando de organismos com CaCO₃, como corais velhos e algas vermelhas da ordem Corallinales (FAUCHALD; JUMARS, 1979).

Mesmo sem se alimentar dessas algas essa fauna pode causar prejuízos à mesma. Um estudo em escala global, sobre o Amphipoda *Erichthonius brasiliensis*, organismo filtrador que vive associado à *H. tuna*, mostrou que a presença de anfípodas, mesmo não herbívoros,

pode aumentar a frequência de ataques por predadores, que acabariam danificando as plantas ao buscarem suas presas (SOTKA; HAY; THOMAS, 1999).

Em relação às epífitas, no presente estudo foi encontrada uma riqueza maior de macroalgas (24 espécies, contra 11 referida na bibliografia) do que Bandeira-Pedrosa; Pereira e Eskinazi-Leça (2008). Não se conhecem outros estudos sobre a composição da flora associada à *Halimeda*. Sabe-se, no entanto, que essa flora pode, assim como os animais, influenciar as populações dessa alga, normalmente causando prejuízos por competirem por espaço e luz, ou mesmo por produzirem substâncias nocivas (BEACH *et al.*, 2003; VROOM *et al.*, 2003; TUSSENBROEK; DJIK, 2007).

No presente trabalho, não foi possível encontrar relação entre a abundância ou riqueza de espécies de algas epífitas/coabitantes e parâmetros biológicos de *H. opuntia*, o que sugere que essa flora não exerceu grande influência sobre a alga hospedeira durante o período de estudo. A ficoflora encontrada em *H. opuntia* foi similar à encontrada sobre a plataforma recifal dos recifes de Pirangi (PEREIRA *et al.*, 2010), assim essas espécies devem estabelecer majoritariamente relações de competição, tendo sido encontradas em associação devido ao espaço limitado dos recifes e à rápida sucessão ecológica que pode ocorrer nesses ambientes. Talvez essa condição, com as algas encontradas sobre *H. opuntia* não sendo epífitas obrigatórias, mas sendo uma fração das algas encontradas sobre o recife, e que estavam a crescer sobre a hospedeira fortuitamente, explique a maior riqueza de espécies encontradas no presente estudo.

Por outro lado, a abundância de alguns animais, principalmente anfípodos, que foi o grupo dominante, parece estar relacionada ao desenvolvimento da população de *H. opuntia*, com a maior densidade desses animais tendo sido encontrada em meses de maiores ventos e menores índices pluviométricos, que, como mostrado no capítulo 1, são os meses em que a área de cobertura da alga hospedeira sobre os recifes é menor. Não é possível estabelecer uma relação de causa-consequência entre esses dois fatores, no entanto, se a diminuição observada da população de *H. opuntia* representar uma diminuição real na área de cobertura, acreditamos que a abundância de animais pode ter sido maior devido à menor disponibilidade de tufos, o que obrigaria os organismos a se agruparem. Por outro lado, a maior abundância de animais poderia prejudicar as algas hospedeiras, fazendo sua área de cobertura cair. São duas hipóteses, que parecem igualmente plausíveis e que precisam de estudos posteriores para confirmação.

Por fim, parece existir uma relação entre a composição de espécies de algas e de táxons de animais. Apesar de terem ocorrido grandes variações na composição de organismos

associados entre os meses, o resultado significativo do teste RELATE sugere o seguinte padrão: entre agosto-setembro as populações de animais se mantiveram relativamente estáveis em termos de tipos de táxon, enquanto que as populações de algas variaram. Entre setembro-outubro e outubro-março foram as populações de algas que se mantiveram relativamente estáveis, enquanto que a composição de táxons animais variou. Entre março-abril as espécies de algas voltaram a variar e as de animais a se estabilizar e, finalmente, entre abril-maio ocorre nova estabilização das algas e variação na composição de animais. Esse padrão pode representar uma dinâmica de sucessão, breve e provavelmente imprevisível devido à elevada variação dos ambientes entre-marés.

CONCLUSÃO

- A população de *H. opuntia* dos parrachos de Pirangi vive em associação com uma comunidade diversa, formada por algas e animais. Os grupos mais comuns foram anfípodas, tanaidáceos, decapodas, poliquetas, gastrópodes e ofiuroides, nesta ordem, além das algas *Gelidiella acerosa*, *Amphiroa fragilíssima* e *Pterocliadiella caerulescens*. Devido à complexidade dessas associações muitas são as relações estabelecidas entre os diferentes organismos.
- Alguns organismos, como os moluscos, parecem ser mais afetados pelas variações ambientais. Outros, como os equinodermos, parecem ser mais afetados por variações nas populações de algas epífitas.. Enquanto, artrópodes e poliquetas parecem ser influenciados tanto por fatores ambientais quanto biológicos. Uma hipótese alternativa é que esses dois últimos filos, por sua elevada abundância, ao invés de serem influenciados, influenciam negativamente a população de *H. opuntia* sobre os parrachos de Pirangi.
- Por fim, algas de outros gêneros parecem estabelecer relações competitivas com *H. opuntia*, não tendo sido observadas relações no número de espécies ou biomassa de epífitas com nenhum dos parâmetros ambientais testados. Por outro lado, a presença dessas algas parece afetar as populações da fauna associada, tanto em termos de composição e riqueza de espécies, quanto em abundancia de organismos.

REFERÊNCIAS CITADAS

ARAÚJO, V. D. **Mapeamento geológico de uma área entre Natal e Nísia Floresta - RN com ênfase na geometria dos depósitos eólicos**. 2004. 105 f. Monografia (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

BACH, S. D. Standing crop, growth and production of calcareous Siphonales (Chlorophyta) in a south Florida lagoon. **Bulletin of Marine Science**, v. 29, p. 191-201, 1979.

BALLESTEROS, E. Seasonality of growth and production of a deep-water population of *Halimeda tuna* (Chlorophyceae, Caulerpales) in the North-western Mediterranean. **Botanica Marina**, v. 34, p. 291-310, 1991.

BANDEIRA-PEDROSA, M. E.; PEREIRA, S. M. B.; OLIVEIRA, E. C. Taxonomy and distribution of the green algal genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta) in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 2, p. 363-377, 2004.

BATISTA, J. B.; LEONEL, R. M. V.; COSTA, M. A. J. Características populacionais de *Microphrys bicornutus* (Brachyura, Mithracidae) no fital *Halimeda opuntia* (Chlorophyta, Halimedaceae), em área recifal submetida à visitação humana, em João Pessoa, Paraíba. **Iheringia. Série Zoologia**, v. 99, n. 1, p. 44-52, 2009.

BEACH, K.; WALTERS, L.; BORGEAS, H.; SMITH, C.; COYER, J.; VROOM, P. The impact of *Dictyota* spp. on *Halimeda* populations of Conch Reef, Florida Keys. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 297, p. 141-159, 2003.

BEER, D.; LARKUM, A. W. D. Photosynthesis and calcification in the calcifying algae *Halimeda discoidea* studied with microsensors. **Plant, Cell and Environment**, v. 24, p. 1209-1217, 2001.

CAVALCANTI, V. M. M. **Plataforma continental: a ultima fronteira da mineração brasileira**. Brasília: DNPM. 2011.

CHAPMAN, F.; MAWSON, D. On the Importance of *Halimeda* as a reef-forming organism: with a description of The *Halimeda*-limestones of the New Hebrides. **Quarterly Journal of the Geological Society**, Londres, v.62, p.702-711, 1906.

CHAVE, K. E. Physics and chemistry of biomineralization. **Annual Review of Earth and Planetary Sciences**, v. 12, p. 293-305, 1984.

COMA, R.; LLOBET, I.; ZABALA, M.; GILI, J.; HUGHES, R. G. The population dynamics of *Halecium petrosum* and *Halecium pusillum* (Hydrozoa, Cnidaria), epiphytes of *Halimeda tuna* in the northwestern Mediterranean. **Scientia Marina**, v. 56, n. 2-3, p. 161-169, 1992.

COUTINHO, P. N.; MORAIS, J. O. Distribuição dos sedimentos na plataforma continental norte-nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 10, p. 79-90, 1970.

DANTAS, N. P. **Estudos taxonômicos dos representantes da ordem Caulerpales (Chlorophyta) da Praia de Guagirú (Estado do Ceará - Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1994.

DAVIS, B. C.; FOURQUREAN, J. W. Competition between the tropical alga, *Halimeda incrassata*, and the sea grass, *Thalassia testudinum*. **Aquatic Botany**, v. 71, n. 3, p. 217-232, 2001.

DEMES, K. W.; BELL, S. S.; DAWES, C. J. The effects of phosphate on the biomineralization of the green alga, *Halimeda incrassata* (Ellis) Lam. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 374, p. 123-127, 2009.

DREW, E. Diversity of the green algal genus *Halimeda* in the Chagos Archipelago, central Indian. **Ocean Aquatic Botany**, v. 52, n. 1-2, p. 143-150, 1995.

DREW, E. A.; ABEL, K. M. Studies on *Halimeda* II: Reproduction, particularly the seasonality of gametangia formation, in a number of species from the Great Barrier Reef Province. **Coral Reefs**, v. 6, p. 207-218, 1988.

DUBIASKI-SILVA, J.; MASUNARI, S. Estrutura populacional de *Hyale media* (Dana) (Amphipoda, Gammaridae, Hyalidae), habitante dos fitais de caiobá, Matinhos, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 1, p. 59-71, 1998.

EKARATNE, S.; JOHN, D. Spatial and temporal variation of macrofauna in reef-associated *Halimeda* and seagrass of a bleach-resisting bay in Sri Lanka. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 11., 2008, EUA. **Proceedings...** 2008.

FAUCHALD, K.; JUMARS, P. A. The diet of worms: a study of polychaetes feeding guilds. **Oceanography and Marine Biology: An Annual Review**, v. 17, p. 193-284, 1979.

FERREIRA JR., A.V. **Mapeamento da zona costeira protegida por arenitos de praia (beachrocks) em Nísia Floresta – RN.** 2005. F. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica) – Centro de Geodinâmica e Geofísica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.

FRANCINI-FILHO, R. B.; FERREIRA, C. M.; CONI, E.; MOURA, R. L.; KAUFMAN, L. Foraging activity of roving herbivorous reef fish (Acanthuridae and Scaridae) in eastern Brazil: influence of resource availability and interference competition. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 90, n. 3, p. 481-492, 2010.

FREILE, D.; HILLIS, L. Carbonate productivity by *Halimeda incrassata* in a land proximal lagoon, Pico Feo, San Blas, Panama. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 8., 1997, Panama, **Proceedings...** 1997.

FREILE, D. Carbonate productivity of *Halimeda* in two different locations, San Salvador Island, Bahamas. In. SYMPOSIUM ON THE GEOLOGY OF BAHAMAS AND OTHER CARBONATE REGIONS, 11, 2004, **Proceedings...** 2004.

GANESAN, M.; THIRUPPATHI, S.; SAHU, N.; RENGARAJAN, N.; VEERAGURUNATHAN, V.; JHA, B. In situ observations on preferential grazing of seaweeds by some herbivores. **Current Science**, v. 91, n. 9, p. 1256-1260, 2006.

GARCÍA-RIOS, C.I.; SOTO-SANTIAGO, F.J.; COLÓN-RIVERA, R.J.; MEDINA-HERNÁNDEZ, J.R. Gasterópodos asociados al alga calcárea *Halimeda opuntia* (Udoteaceae) en Puerto Rico. **Revista de Biología Tropical**, v. 56, n. 4, p. 1665-1675, 2008.

GARRIGUE, C. Biomass and production of two *Halimeda* species in the Southwest New Caledonian lagoon. **Oceanologica Acta**, v. 14, n. 6, p. 581-588, 1991.

GUIRY, M.D.; GUIRY, G.M. 2011. **AlgaeBase**. Publicação electrónica. National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; acessado em 10 de janeiro de 2011.

HAY, M.E. The functional morphology of turf-forming seaweeds: persistence in stressful marine habitat. **Ecology**, v. 62, p. 739-750, 1981.

HILLIS, L.W. *Halimeda* and *Tydemania*: distribution, diversity and productivity at Enewetak. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 3., 1977, EUA. **Proceedings...** 1997.

HILLIS, L.W. The calcareous reef alga *Halimeda* (Chlorophyta, Byrpsidales): a cretaceous genus that diversified in the Cenozoic. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 166, p. 89-100, 2001.

HILLIS-COLIVAUX, L. Ecology and taxonomy of *Halimeda*: primary producer of coral reefs. **Avances in Marine Biology**, v. 17, 1980.

HILLIS-COLIVAUX, L. Deep water populations of *Halimeda* in the economy of an atoll. **Bulletin of Marine Science**, v. 38, n. 1, p. 155-169, 1986.

HILLIS-COLIVAUX, L.; ORME, C. R. Trends in research on the biology and geology of *Halimeda*. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 6., 1988, Australia. **Proceedings...** 1988.

HINE, A. C.; HILLOCK, P.; HARRIS, M. W.; MULLINS, H. T.; BELKNAP, D. F.; JAAP, W. C. *Halimeda* bioherms along an open seaway: Miskito Channel, Nicaraguan Rise, SW Caribbean Sea. **Coral Reefs**, v. 6, n. 3-4, p. 173-178, 1988.

HUDSON, J.H. Growth rate and carbonate production in *Halimeda opuntia*: Marquesas Keys, Florida. In TOOMEY, D.F. NITECKI, M.H. **Paleoalgology: Contemporary Research and Application**, Springer, Berlin, Heidelberg, Nova York. p. 257-263. 1985.

INPE. 2011. Laboratório de Variáveis Ambientais Tropicais (LAVAT). Publicação eletrônica. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Natal – RN. <http://www.crn2.inpe.br/lavat/index.php?id=inicio>. Acessado em 23 de outubro de 2010.

JENSEN, P. R.; GIBSON, R. A.; LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S. Photosynthesis and calcification in four deep-water *Halimeda* species (chlorophyceae, caulerpales). **Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers**, v. 32, n. 4, p. 451-464, 1985.

JINENDRADASA, S. S.; EKARATNE, S. U. K. Composition and monthly variation of fauna inhabiting reef-associated *Halimeda*. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 9., 2000, Indonesia. **Proceedings...** 2000.

KAHNG, S. E.; KELLEY, C. D. Vertical zonation of megabenthic taxa on a deep photosynthetic reef (50–140 m) in the Au'au Channel, Hawaii. **Coral Reefs**, v. 26, p. 679-687, 2007.

KITTING, C. L. Selectivity by dense populations of small invertebrates foraging among seagrass blades surface. **Estuaries**, v. 7, n. 4A, p.276-288, 1984.

KOOISTRA, W. H. C. F.; COPPEJANS, E.; PAYRI, C. E. Molecular systematics, historical ecology, and phylogeography of *Halimeda* (Bryopsidales). **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 24, n. 1, p. 121-138, 2002.

KYOMO, J. Feeding patterns, habits and food storage in *Pilumnus vespertilio* (Brachyura: Xanthidae). **Bulletin of Marine Science**, v. 65, n. 2, p. 381-389, 1999.

LEE, R. E. **Phycology**. 4. ed. Nova York: Cambridge University Press, 2008, 547p.

LEITE, Y. M. R. **Aspectos ecológicos do fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux**. 1976. 47 f. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

LIDDELL, W. D.; OHLHORST, S. L.; BOSS, S. L. The significance of *Halimeda* as a space-occupier and sediment-producer, 1-750m, North Jamaica. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 6., 1988, Australia. **Proceedings...**, 1988.

LITTLER, D. S.; LITTLER, M. M. **Caribbean reef plants: an identification guide to the reef plants of the Caribbean, Bahamas, Florida and Gulf of Mexico**. 1. ed. Washington: Offshore Graphics, 2000. 542p.

LITTLER, M. M. The effects of bottle volume, thallus weight, oxygen saturation levels, and water movement on apparent photosynthetic rates in marine algae. **Aquatic Botany**, v. 7, p. 21-23, 1979.

LITTLER, M. M. Sampling and interpretive considerations in the measurement of macrophytic primary productivity: an overview with recommendations. In: ABBOTT, I. A.; FOSTER, M. S.; EKLUND, L.F. **Pacific Seaweed Aquaculture**. La Jolla: University of California, 1980. p. 62-71.

LITTLER, M. M. Electrode techniques for measuring marine macrophytic primary productivity. In: ABBOTT, I. A.; FOSTER, M. S.; EKLUND, L.F. **Pacific Seaweed Aquaculture**. La Jolla: University of California, 1980. p. 186-187.

LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S.; BLAIR, S. M; NORRIS, J. N. Deepwater plant communities from San Salvador Seamount, Bahamas: new records of distribution, abundance and primary productivity. **Deep-sea research**, v. 33, p. 882-892 , 1986

LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S.; LAPOINTE, B. E. A comparison of nutrient- and light-limited photosynthesis in psammophytic versus epilithic forms of *Halimeda* (caulerpales, Halimedaceae) from the Bahamas. **Coral Reefs**, v. 6, p. 219-225, 1988.

LITTLER, M. M.; LITTLER, D. S.; TAYLOR, P. R. Selective herbivore increases biomass of its prey: a chiton-coralline reef-building association. **Ecology**, v. 76, n. 5, p. 1661-1681, 1995.

LITTLER, M. M.; ARNOLD, K. E. Sources of variability in macroalgal primary productivity: sampling and interpretative problems. **Aquatic Botany**, v. 8, p. 141-156, 1980.

LITTLER, M. M.; ARNOLD, K. E. Electrodes and Chemicals. In: LITTLER M.M.; LITTLER, D.S. **Handbook of Phycological Methods. Ecological Field Methods: Macroalgae**. Cambridge: Cambridge University Press, 1985. p. 349-375.

LLOBET, I.; COMA, R.; ZABALA, M.; GILI, J.; HUGHES, R. G. The population dynamics of *Orthonyx screnata* (Hartlaub, 1901) (Hydrozoa, Cnidaria), an epiphyte of *Halimeda tuna* in the northwestern Mediterranean. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 150, n. 2, p. 283-292, 1991.

LOBBAN, C. S.; HARRISON, P. J. **Seaweed ecology and physiology**. 1. ed. Nova York: Cambridge University Press, 1994. 366p.

MULTER, H. G. Growth rate, ultrastructure and sediment contribution of *Halimeda incrassata* and *Halimeda monile*, Nonsuch and Falmouth Bays, Antigua, WI. **Coral Reefs**, v. 6, p. 179-186, 1988.

MULTER, H.G.; CLAVIJO, I.E. *Halimeda* investigations: progress and problems. In: Caribbean Geological Conference, 12, Teague Bay, St. Croix. **Proceedings...** 1989

MUZUKA, A. N. N.; KANGWE, J. M.; NYANDWI, N.; WANNÄS, K.; MTOLERA, M. S. P.; BJÖRK, M. Preliminary results on sediment sources, grain size distribution and percentage cover of sand-producing *Halimeda* species and associated flora in Chwaka Bay. In: ANNIVERSARY CONFERENCE ON ADVANCES IN MARINE SCIENCE IN TANZANIA, 20., 2001, Tanzania. **Proceedings...** 2001.

NAIM, O. Distributional patterns of mobile fauna associated with *Halimeda* on the Tiahura coral-reef complex (Moorea, French Polynesia). **Coral Reefs**, v.6, p. 237-250, 1988.

NASCIMENTO, F. S.; FREIRE, G. S. S.; MIOLA, B. Geochemistry of marine sediments of the brazilian northeastern continental shelf. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. especial, p. 1-11, 2010.

NORTON, T. A.; BENSON, M. R. Ecological interactions between the brown seaweed *Sargassum muticum* and its associated fauna. **Marine Biology**, v. 75, p. 169-177, 1983.

NUGUES, M. M.; SZMANT, A. M. Coral settlement onto *Halimeda opuntia*: a fatal attraction to an ephemeral substrate? **Coral Reefs**, v. 25, p. 585-591, 2006.

PAUL, V. J.; VAN ALSTYNE, K. L. Chemical defense and chemical variation in some tropical Pacific species of *Halimeda* (Halimedaceae; Chlorophyta). **Coral Reefs**, v. 6, p. 263-269, 1988.

PAYRI, C. E. *Halimeda* contribution to organic and inorganic production in a Tahitian reef system. **Coral Reefs**, v. 6, p. 251-262, 1988.

PEREIRA, J. U.; AQUINO, A. R.; RAMALHO, R. R.; CARNEIRO, P. B. M. Levantamento das espécies de macroalgas marinhas bentônicas dos recifes de Pirangi, Parnamirim – RN. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 62., 2010, Brasil. **Anais...** 2010.

PONCET, J. Présence du genre *Halimeda* Lamouroux, 1812 (algue verte calcaire) dans le Permien supérieur du sud Tunisien. **Revue Micropaléontologie**, v. 32, n. 1, p. 40-44, 1989.

QUEIROZ, E. V.; COSTA, I. G.; AMARAL, R. F. Caracterização sedimentológica da plataforma continental rasa de Pirangi e Búzios, litoral sul do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, 12., 2007, Brasil. **Anais...** 2007.

SANTANA, A. M. L. **Assembléia de equinodermos associadas aos fitais de *Amphiro afragilissima* e *Halimeda opuntia* das praias de Itapuã (Salvador) e Ipitanga (Lauro de Freitas), Bahia.** 2008. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2008.

SANTOS, C. G.; CORREIA, M. D. Fauna associada ao fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) Lamouroux (Chlorophyta) do recife da Ponta Verde, Maceió – Alagoas. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 12, n. 2, p. 263-271, 1995.

SANTOS, C. G.; CORREIA, M. D. Composição quali-quantitativa do fital *Halimeda opuntia* (Linnaeus) (Chlorophyta) do recife de coral da Pajuçara, Maceió, Alagoas, Brasil. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2001.

SMITH, J. E.; SMITH, C. M.; VROOM, P. S.; BEACH, K. L.; MILLER, S. Nutrient and growth dynamics of *Halimeda tuna* on Conch Reef, Florida Keys: Possible influence of

internal tides on nutrient status and physiology. **Limnology and Oceanography**, v. 49, n. 6, p.1923-1936, 2004.

SOTKA, E. E.; HAY, M. E.; THOMAS, J. D. Host-plant specialization by a non-herbivorous amphipod: advantages for the amphipod and costs for the seaweed. **Oecologia**, v. 118, n. 4, p. 471-482, 1999.

STANLEY, S. M.; RIES, J. B.; HARDY, L. A. Increased production of calcite and slower growth for the major sediment-producing alga *Halimeda* as the Mg/Ca ratio of seawater is lowered to a "calcite sea" level. **Journal of Sedimentary Research**, v. 80, p. 6-16, 2010.

STENECK, R. S. A limpet-coraline alga association: adaptations and defenses between a selective herbivory and its prey. **Ecology**, v. 63, n. 2, p.507-522, 1982.

TAYLOR, W. R. **Marine algae of the eastern tropical and subtropical coasts of the Americas**. 1. ed. University of Michigan Press, 1960. 870p.

TOMASCIK, T.; MAH, A. J. The ecology of "Halimeda lagoon" naanchialine lagoon of a raised atoll, Kakaban Island, east Kalimantan, Indonesia. **Tropical Biodiversity**, v. 2, n. 3, p. 385-399, 1994.

TROWBRIDGE, C.D. Interactions between an ascoglossan sea slug and its green algal host: branch loss and role of epiphytes. **Marine Ecology Progress Series**, v. 101, p. 263-272, 1993.

TURRA, A.; LEITE, F. P. P. Clustering behavior of hermit crabs (Decapoda, Anomura) in an intertidal rocky shore at São Sebastião, southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 60, n. 1, p. 39-44, 2000.

TUSSENBROEK, B. I.; DJIK, J. K. Spatial and temporal variability in biomass and production of psammophytic *Halimeda incrassata* (Bryopsidales, Chlorophyta) in a Caribbean reef lagoon. **Journal of Phycology**, v. 43, p. 69-77, 2007.

VERBRUGGEN, H.; CLERCK, O.; SCHILS, T.; KOOISTRA, W. H. C. F.; COPPEJANS, E. Evolution and phylogeography of *Halimeda* section *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). **Molecular Phylogenetics and Evolution**. v. 37, p. 789-803, 2005.

VERBRUGGEN, H.; KOOISTRA, W. H. C. F. Morphological characterization of lineages within the calcified tropical seaweed genus *Halimeda* (Bryopsidales, Chlorophyta). **European Journal of Phycology**, v. 39, p. 1-16, 2004.

VERBRUGGEN, H.; LITTLER, D.S.; LITTLER, M. M. *Halimeda pygmaea* and *Halimeda pumila* (Bryopsidales, Chlorophyta): two new dwarf species from fore reef slopes in Fiji and the Bahamas. **Phycologia**, v. 46, n. 5, p. 513-520, 2007.

VERBRUGGEN, H.; TYBERGHEIN, L.; PAULY, K.; VLAEMINCK, C.; NIEUWENHUYZE, K. V.; KOOISTRA, W. H. C. F.; LELIAERT, F.; CLERCK, O. D. Macroecology meets macroevolution: evolutionary niche dynamics in the seaweed *Halimeda*. **Global Ecology and Biogeography**, v. 18, p. 393-405, 2009.

VIDAL, R. M. B.; BECKER, H.; FREIRE, G. S. S. Geoquímica de sedimentos da plataforma continental do Estado do Ceará – Brasil. **Revista de Geologia**, v. 21, n. 2, p. 223-232, 2008.

VROOM, P. S.; SMITH, C. M.; COYER, J. A.; WALTERS, L. J.; HUNTER, C. L.; BEACH, K. S.; SMITH, J. E. Field biology of *Halimeda tuna* (Bryopsidales, Chlorophyta) across a depth gradient: comparative growth, survivorship, recruitment, and reproduction. **Hydrobiologia**, v. 501, p. 149-166, 2003.

WALTERS, L. J.; SMITH, C. M.; COYER, J. A.; HUNTER, C. L.; BEACH, K. S.; SMITH, J. E.; VROOM, P. S. Asexual propagation in the coral reef macroalga *Halimeda* (Chlorophyta, Bryopsidales): production, dispersal and attachment of small fragments. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 278, n. 1, p. 47-65, 2002.

WEFER, G. Carbonate production by algae *Halimeda*, *Penicillus*, and *Padina*. **Nature**, v. 285, p. 323-325, 1980.

WIMAN, S. K.; MCKENDREE, W. G. Distribution of *Halimeda* plants and sediments on and around a patch reef near Old Rhodes Key, Florida. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 45, n. 2, p. 415-421, 1975.

WYNNE, M. J. **A checklist of benthic marine algae of the tropical and subtropical Western Atlantic: second revision**. Nova Hedwigia, 2005. 152p.

YÑIGUEZ, A. T. **Spatial dynamics in the growth and spread of *Halimeda* and *Dictyota* in Florida reefs: a simulation modeling approach**. 2007. University of Miami, Coral Gables, 2007.

ANEXO I: Lista de espécies da flora epífita em *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour. nos recifes de Pirangi - RN

Tabela 6 - Lista de táxons de algas epífitas em *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour., com suas respectivas frequências, coletadas dos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010.. Frequência: e = eventual, R = raro, C = comum, F = frequente.

ESPÉCIE	Freq.	Ago	Set	Out	Mar	Abr	Mai
CYANOBACTERIA							
Oscillatoriaceae							
<i>Lyngbya sp.</i>	E	-	-	-	X	-	-
CHLOROPHYTA							
Bryopsidaceae							
<i>Bryopsis pennata</i> <u>J.V.Lamour.</u>	E	X	-	-	-	-	-
Caulerpaceae							
<i>Caulerpa racemosa</i> <u>(Forssk.) J.Agardh</u>	R	-	X	X	X	-	-
Siphonocladaceae							
<i>Dictyosphaeria cavernosa</i> <u>(Forssk.) Børgesen</u>	E	-	-	-	X	-	-
PHAEOPHYCEAE							
Dictyotaceae							
<i>Dictyopteria delicatula</i> <u>J.V.Lamour.</u>	C	X	X	X	X	-	X
<i>Dictyota menstrualis</i> <u>(Hoyt) Schnetter, Hörnig, Weber-Peukert</u>	C	X	X	X	X	X	X
<i>Lobophora variegata</i> <u>(J.V.Lamour.) Womersley ex E.C.Oliveira</u>	E	-	X	-	-	-	-
Sargassaceae							
<i>Sargassum vulgare</i> <u>C.Agardh</u>	R	-	X	X	-	-	-
RHODOPHYTA							
Ceramiaceae							
<i>Centroceras clavulatum</i> <u>(C.Agardh) Mont.</u>	E	X	-	-	-	-	-
<i>Ceramium sp.</i>	E	-	-	-	-	-	X
Corallinaceae							
<i>Amphiroa fragilissima</i> <u>(L.) J.V.Lamour.</u>	F	X	X	X	X	X	X
<i>Haliptilon subulatum</i> <u>(J.Ellis & Sol.) H.W.Johans.</u>	E	-	X	-	-	-	-
<i>Jania rubens</i> <u>(L.) J.V.Lamour.</u>	E	-	X	-	-	-	-
Cystocloniaceae							
<i>Hypnea musciformis</i> <u>(Wulfen) J.V.Lamour.</u>	R	-	-	-	X	-	X
<i>Hypnea spinella</i> <u>(C.Agardh) Kütz.</u>	C	X	X	X	X	X	X
Gelidiaceae							
<i>Gelidium coarctatum</i> <u>Kütz.</u>	C	X	X	X	X	X	-
Gelidiellaceae							
<i>Gelidiella acerosa</i> <u>(Forssk.) Feldmann & G.Hamel</u>	F	X	X	X	X	X	X

Gracilariaceae								
<i>Gracilaria sp.</i>	R	-	X	-	X	-	-	-
Gigartinaceae								
<i>Chondracanthis acicularis</i> <u>(Roth) Fredericq</u>	E	X	-	-	-	-	-	-
Lomentariaceae								
<i>Gelidiopsis scoparia</i> (Mont. & Millard.) De Toni	R	-	-	-	X	-	-	-
Pterocladaceae								
<i>Pterocladella caerulescens</i> <u>(Kütz.) Santel. & Homers.</u>	C	X	X	X	X	X	X	X
Rhodomelaceae								
<i>Palisada perforata</i> (Bory de Saint-Vincent) K.W.Nam	E	X	-	-	-	-	-	-
<i>Laurencia</i> *	C	X	X	X	X	X	X	X
Rhodymeniaceae								
<i>Botryocladia occidentalis</i> <u>(Børgesen) Kylin</u>	E	X	-	-	-	-	-	-

**ANEXO II: Lista de espécies da fauna associada à *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour.
nos recifes de Pirangi - RN**

Tabela 7 – Lista de táxons da fauna associada à *Halimeda opuntia* (L.) J.V. Lamour., com suas respectivas frequências, coletadas dos recifes de Pirangi, Parnamirim, Rio Grande do Norte durante meses do segundo semestre de 2009 e primeiro de 2010. Frequência: e = eventual, R = raro, C = comum, F = frequente.

TÁXON	Freq.	Ago	Set	Out	Mar	Abr	Mai
ACTINOPTERYGII							
<i>Entomacrodus cf. nigricans</i> Gill, 1859	E	-	X	-	-	-	-
ANTHOZOA							
<i>Protopalythoa variabilis</i> Duerden, 1898	C	X	X	X	X	X	X
<i>Zoanthus sociatus</i> Ellis & Solander, 1786	C	X	X	-	X	X	X
ECHINOIDEA							
GASTROPODA							
Areneidae							
<i>Arene cf. bairdii</i> Dall, 1889	E	-	-	-	X	-	-
Cerithiidae							
<i>Bittium varium</i> Pfeiffer, 1840	C	-	X	-	X	X	X
<i>Cerithium eburneum</i> Bruguière, 1792	C	X	X	X	X	X	X
Columbellidae							
<i>Columbella mercatoria</i> Linnaeus, 1758	R	X	-	X	-	X	-
<i>Mitrella lunata</i> Say, 1826	R	-	-	-	-	X	-
Cylindrobullidae							
<i>Cylindrobulla beauui</i> P. Fischer, 1857	E	-	X	-	-	-	-
Marginellidae							
<i>Persicula sp.</i>	R	X	-	-	X	-	-
Muricidae							
<i>Trachypolia nodulosa</i> C.B. Adams, 1845	E	-	-	-	X	-	-
Placobranchidae							
<i>Elysia sp.</i>	E	-	-	-	X	-	-
Rissoidae							
<i>Rissoina catesbyana</i> Orbigny, 1842	R	-	-	X	X	-	X
Tricoliidae							
<i>Tricolia affinis</i> C. B Adams, 1850	R	X	X	-	-	X	X
<i>Tricolia bella</i> M. Smith, 1937	E	-	X	-	-	-	-
HYDROZOA							
<i>Sertularia marginata</i> Kirchenpauer, 1864	E	-	X	-	-	-	-
Hydrozoa	R	X	-	-	-	X	-

MALACOSTRACA

AMPHIPODA	F	X	X	X	X	X	X
DECAPODA							
Alpheidae							
<i>Alpheidae</i>	R	X	-	-	-	-	-
<i>Alpheus sp.</i>	R	-	-	X	-	-	X
<i>Synalpheus sp.</i>	E	-	X	X	-	-	-
Caridae							
<i>Caridae</i>	R	-	X	-	-	-	-
Diogenidae							
<i>Calcinus tibicen</i> Herbst, 1791	R	-	X	-	-	-	-
<i>Clibanarius sp.</i>	E	-	-	-	-	-	X
<i>Clibanarius antillensis</i> Stimpson, 1862	R	X	X	X	X	X	X
Grapsidae							
<i>Pachygrapsus sp.</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Pachygrapsus transversus</i> Gibbes 1850	R	-	-	-	X	X	-
Hyppolitidae							
<i>Hyppolitidae</i>	R	-	-	-	X	-	-
Majidae							
<i>Microphrys antillensis</i> M. J. Rathbun, 1920	E	-	X	-	-	-	-
<i>Microphrys bicornutus</i> Latreille, 1825	R	X	X	X	X	X	-
<i>Microphrys sp.</i>	R	-	-	-	X	-	-
<i>Mithraculus forceps</i> A. Milne-Edwards, 1875	R	-	-	X	X	X	-
<i>Mithrax sp.</i>	R	-	-	X	-	X	-
Palaemonidae							
<i>Cuapetes americanus</i> Kingsley, 1878a	E	-	-	-	-	-	X
Panopeidae							
<i>Panopeus americanus</i> Saussure, 1857	E	-	-	-	-	X	-
Pilumnidae							
<i>Pilumnus dasypodus</i> Kingsley, 1879	R	X	X	X	X	-	X
<i>Pilumnus quoyi</i> H. Milne-Edwards, 1834	R	X	-	X	X	X	-
<i>Pilumnus reticulatus</i> Stimpson, 1860	R	X	X	-	X	-	-
<i>Pilumnus sp.</i>	R	-	X	X	-	X	-
<i>Pilumnus spinosissimus</i> M. J. Rathbun, 1898	R	X	X	-	X	X	-
Porcellanidae							
<i>Pachycheles sp.</i>	E	-	-	-	-	-	X
ISOPODA	R	X	X	X	X	-	-
TANAIDACEA	C	X	X	X	X	X	X
NEMATODA	R	X	-	X	-	-	X
NEMERTEA	R	X	X	X	-	-	X

OPHIUROIDEA

Amphiuridae							
<i>Amphipholis januarii</i> Ljungman, 1866	C	X	-	X	X	X	X
Ophiactidae							
<i>Ophiactis savignyi</i> Müller & Troschel, 1842	C	X	X	X	X	-	-
Ophiodermatidae							
<i>Ophioderma appressa</i> Say, 1825	R	-	-	-	X	X	-
Ophiotrichidae							
<i>Ophiotrix angulata</i> Say, 1825	C	X	X	-	X	-	-
POLYCHAETA							
Amphinomidae							
<i>Amphinomidae</i>	R	-	-	-	X	-	X
<i>Paramphinome</i> sp.	R	-	-	X	-	-	X
Capitellidae							
<i>Capitellidae</i>	E	-	X	-	-	-	-
Chrysopetalidae							
<i>Chrysopetalidae</i>	E	-	-	X	-	-	-
Cirratulidae							
<i>Cirriformia punctata</i> Grube, 1856	R	-	-	-	X	-	X
<i>Cirriformia</i> sp.	R	-	-	X	-	-	X
Eunicidae							
<i>Eunicidae</i>	R	-	-	X	-	-	-
<i>Eunicesp.</i>	C	X	X	X	X	X	X
<i>Lysidice ninetta</i> Audouin & Milne-Edwards, 1833	E	-	-	-	X	-	-
<i>Marphysa</i> sp.	E	-	-	-	X	-	-
<i>Nematonereis</i> sp.	R	-	-	X	X	-	X
Hesionidae							
<i>Hesionidae</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Hesione picta</i> Müller, 1858	R	X	-	-	-	-	X
Lumbrineridae							
<i>Lumbrineridae</i>	R	-	-	X	X	-	-
Nereididae							
<i>Nereididae I</i>	C	X	X	X	X	X	X
<i>Nereididae II</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Nereididae III</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Nereididae IV</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Nereis riisei</i>	R	X	X	-	-	-	X
<i>Perinereis ponteni</i> Kinberg, 1866	C	X	X	X	X	X	X
Polynoidae							

<i>Polynoidae</i>	R	-	X	X	-	-	-
Sabellidae							
<i>Branchiomma</i> sp.	R	-	-	-	X	X	X
Sigalionidae							
<i>Sthenelais</i> sp.	E	X	-	-	-	-	-
Syllidae							
<i>Syllidae</i>	E	X	-	-	-	-	-
<i>Ehlersia</i> sp.	R	-	-	X	-	-	X
<i>Exogone</i> sp.	R	-	-	X	X	-	-
<i>Pionosyllis</i> sp.	R	-	-	X	X	-	-
<i>Typosyllis</i> sp.	R	-	-	X	X	-	X
Terebellidae							
<i>Terebellidae</i>	R	-	-	X	-	-	X
<i>Loimiasp.</i>	E	-	-	X	-	-	-
<i>Nicolea uspiana</i> Nogueira, 23	E	-	-	X	-	-	-
POLYPLACOPHORA							
Polyplacophora	R	X	-	-	-	-	X
PORIFERA							
	C	X	X	X	X	X	X
PYCNOGONIDA							
Pycnogonida	E	X	-	-	-	-	-
SIPUNCULA							
	R	X	X	-	-	-	-
TURBELLARIA							
	R	-	-	X	-	-	-