
Variações no prado de *Halodule wrightii* Ascherson e macrofauna associada na praia da Pedra Rachada, Paracuru, Ceará – Brasil

¹Lorraine Lopes Cavalcante, ²Lucas Antunes Amorim, ²Francimeire do Nascimento Costa, ²Cristina de Almeida Rocha-Barreira, ²Kcrishna Vilanova de Souza Barros

¹Laboratório de Invertebrados Marinhos da Universidade Federal do Ceará; ²Laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

Resumo

Bancos de angiospermas marinhas constituem importantes ecossistemas costeiros. A macrofauna bentônica mais abundante nesses ambientes são Mollusca, Polychaeta e Amphipoda, que sofrem mudanças diretamente relacionadas à dinâmica do prado. Este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças observadas em *H. wrightii* e na macrofauna bentônica associada, durante um monitoramento com amostragens em 2010 e 2014. Os valores das variáveis biométricas e biomassa de *H. wrightii* aumentaram na amostragem de 2014, o que refletiu sobre a macrofauna, cuja abundância e diversidade de espécies também aumentaram. Esta relação direta da fauna com a angiosperma reforça a importância destes ecossistemas para a produtividade costeira. Entretanto, dada a importância desses ambientes, bem como as influências antropogênicas e climáticas, o monitoramento é uma importante ferramenta para fornecer informações sobre a dinâmica natural deste ecossistema, identificando riscos e propondo medidas mitigadoras.

Palavras-chave: Angiospermas marinhas, Capim-agulha, Costa Semiárida do Brasil, Monitoramento, Zoobentos.

Abstract

Variations in the *Halodule wrightii* Ascherson meadow and associated macrofauna in Pedra Rachada Beach, Paracuru, Ceará – Brazil – Seagrass beds constitute important coastal ecosystems. The more abundant benthic macrofauna in these environments are Mollusca, Polychaeta and Amphipoda, which experience changes directly associate with the seagrass dynamic. This study had as an objective to evaluate the changes observed in *H. wrightii* and associated benthic macrofauna, during a monitoring with samplings in 2010 and 2014. The biomass and biometry values of *H. wrightii* increased in the sampling of 2014, and this reflected on the macrofauna, which abundance and species diversity increased. This direct relation between the fauna and the seagrass reinforces the importance of these ecosystems for the coastal productivity. However, given the importance of these environments, as well as the anthropogenic and climatic influences, the monitoring is an important tool to provide information on the natural dynamic of this ecosystem, identifying risks and proposing mitigatory measures.

Keywords: Seagrasses, Shoalgrass, Semiarid coast of Brazil, Monitoring, Zoobenthos.

1. Introdução

As angiospermas marinhas são fontes primárias de energia e fornecem estruturas mais complexas e mais recursos para a macrofauna bentônica, em relação a outros ambientes menos estruturados, funcionando como berçário e local de recrutamento para diversas espécies de importância ecológica e comercial (DUFFY *et al.* 2006, NAKAOKA 2005, ORTH *et al.* 2006). Essas plantas sofrem mudanças sazonais e regionais como resposta às variações no ambiente (BARROS *et al.* 2013). A fauna associada, por sua vez, modifica-se de acordo com as características de densidade e biometria desses prados, que também influenciam o sedimento, fator que atua diretamente sobre outros organismos bentônicos (ECKRICH e HOLMQUIST 2000; BARROS e ROCHA-BARREIRA 2013; STONER 1980).

Devido ao seu relativo sedentarismo, os organismos bentônicos estão constantemente sujeitos às alterações do ambiente, sejam elas naturais ou antropogênicas (MATTHEWS-CASCON e LOTUFO 2006). Moluscos, poliquetas e crustáceos são os grandes grupos de invertebrados dentro da macrofauna bentônica que apresentam as maiores abundâncias e importância ecológica dentro desses ecossistemas (HEMMINGA e DUARTE 2000; MCLACHLAN e BROWN 2006). A utilização desses grupos em estudos de monitoramento pode auxiliar numa avaliação mais robusta do estado ambiental nos ecossistemas de angiospermas marinhas, além de possibilitar inferências de efeitos da situação dos prados sobre a sua produtividade local.

Os moluscos representam grande número de bentos marinho, atuando em diferentes níveis tróficos no ecossistema e podendo ser utilizados na representação da estrutura da comunidade bentônica em geral (SOARES-GOMES e PIRES-VANIN 2003). Os poliquetas desempenham um importante papel na cadeia trófica dos ecossistemas marinhos e estão entre os organismos com maior riqueza em espécies associadas aos bancos de angiospermas marinhas (OMENA e CREED 2004), podendo representar de 40% a 45% do número total de organismos da macrofauna associada (STONER,

1980). Além dos moluscos, poliquetas e outros grupos da carcinofauna, os anfípodes estão entre os grupos mais comuns do bentos marinho (WAKABARA e SEREJO, 1998), com destaque em abundância e riqueza de espécies nos prados angiospermas marinhas (BARROS e ROCHA-BARREIRA 2009/2010; STONER 1980), seguindo os padrões gerais da macrofauna como um todo (STONER 1980).

Nos trópicos, as ameaças às angiospermas marinhas estão relacionadas aos aumentos nas taxas de sedimentação e ressuspensão de partículas (SHORT *et al.* 2007). Ainda segundo esse autor, o desenvolvimento costeiro, o aumento da urbanização e as construções costeiras podem contribuir para a erosão ou acúmulo de sedimentos em zonas costeiras. Os monitoramentos desses ecossistemas são de fundamental importância para o reconhecimento de suas variações naturais, oferecendo subsídios para possíveis medidas de preservação e mitigação de perda dos seus serviços (BARROS *et al.* 2013).

O prado de *Halodule wrightii* Ascherson da praia da Pedra Rachada, município de Paracuru, foi o primeiro prado de angiospermas marinhas registrado no litoral do estado do Ceará, Nordeste do Brasil (DEN HARTOG 1972). Esse prado vem sendo utilizado como referência no litoral cearense desde o ano de 2010, para a observação dos efeitos da sazonalidade, bem como das ações antropogênicas e/ou associadas às mudanças climáticas globais sobre o ecossistema como um todo, *i.e.* plantas, flora e fauna associada. Este trabalho teve como objetivo avaliar as mudanças de *H. wrightii* na praia da Pedra Rachada entre os anos de 2010 e 2014, e os efeitos dessas modificações sobre comunidades da macrofauna bentônica, representadas neste estudo pelos moluscos, poliquetas e anfípodes.

2. Metodologia

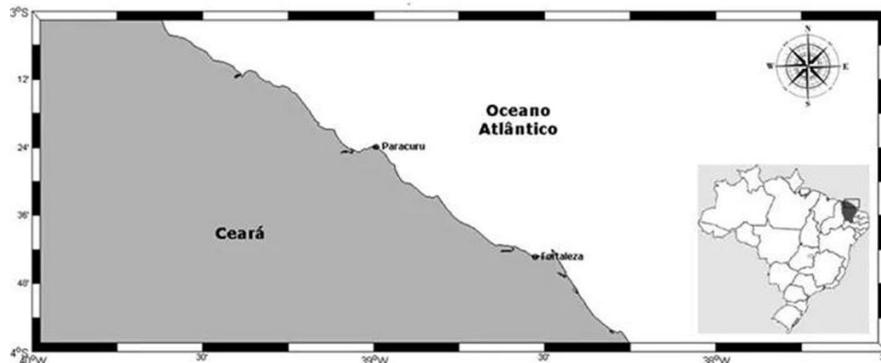
2.1 Área de Estudo

A praia da Pedra Rachada (03°23'45,6''S e 39°00'32,2''O) localiza-se no município de Paracuru, Ceará, Brasil (Figura 1). De acordo com Sousa *et al.* (2008), a região costeira deste município apresenta 17 km de extensão, e a praia da Pedra

Rachada encontra-se a cerca de 80 km da capital Fortaleza. Ainda segundo este autor, a praia está localizada em uma zona de estirâncio e é composta por recifes de arenito (afloramentos rochosos da

formação Barreiras), piscinas naturais e poças de maré, com a presença de currais de pesca.

Figura 1 - Localização da área de estudo, praia da Pedra Rachada, no município de Paracuru, estado do Ceará.



2.2 Amostragem e Procedimentos em laboratório

As amostragens, realizadas em setembro de 2010 e setembro de 2014, foram adaptadas de Burdick e Kendrick (2001), cujo desenho amostral considerou dois pontos originais com plantas (CI e CII) e, a partir destes, mais quatro pontos orientados pelos pontos cardeais (N, S, E e O) e distantes 10 m dos pontos de origem (CI e CII), totalizando 10 amostras em cada amostragem. Em cada ponto, as amostras foram coletadas utilizando-se um tubo coletor de PVC de 10 cm de diâmetro, retirando-se as plantas junto com o sedimento e fauna associada.

O sedimento foi processado no Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar através do método de peneiramento úmido, segundo Suguio (1973). O processamento de dados foi feito através do programa ANASED 5.0, para a obtenção da granulometria.

No Laboratório de Zoobentos do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará (Labomar/UFC), as plantas foram analisadas, obtendo-se a densidade de brotos, comprimento médio e largura do meio de cinco folhas inteiras por amostra. As partes aérea (brotos) e subterrânea (rizoma e raízes) foram colocadas separadamente em estufa a 60°C por 24h, para obtenção da biomassa, em gramas de peso seco por metro quadrado ($g\ ps\ m^{-2}$). O sedimento vindo com as plantas foi lavado em malha 0,05 mm para a retenção da macrofauna e

conservado em álcool a 70%, até a triagem e identificação dos táxons, com auxílio de literatura especializada. Os organismos foram agrupados de acordo com o hábito alimentar, segundo Felder *et al.* (2009) para Mollusca; Fauchald e Jumars (1979), para Polychaeta; e Lecroy (2000; 2011), para Amphipoda.

2.2 Amostragem e Procedimentos em laboratório

Os descritores de comunidade (Número de indivíduos – N, Número de espécies – S, Diversidade de Shannon – H', Equitabilidade de Pielou – J' e Riqueza de Margalef – d) foram obtidos para cada amostragem, através do pacote estatístico Primer®, versão 6.0.

As médias dos descritores das comunidades e dos caracteres das plantas foram comparadas, após testadas a sua normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov e Liliefors) e homocedasticidade (teste de Levene), através do teste U de Mann-Whitney, a fim de observar se houve diferenças significativas entre as médias obtidas nas amostragens de 2010 e 2014.

Correlações entre os descritores das comunidades e os caracteres das plantas foram obtidas através do teste não paramétrico de correlação de Spearman. Os testes de normalidade, homocedasticidade, comparação entre médias (teste U) e correlação de Spearman foram obtidos através do Programa Estatística®, versão 7.0.

3. Resultados

O sedimento do prado de *H. wrightii* da praia da Pedra Rachada foi considerado pobremente selecionado em ambas as amostragens realizadas. As classificações do grão revelaram um aumento entre as amostragens de 2010 e 2014 (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise granulométrica do sedimento coletado dentro do prado de *Halodule wrightii* em 2010 e 2014, na praia de Pedra Rachada, Paracuru-Ceará.

Amostragem	Grau de Seleção	Classificação Folk & Ward	Classificação de Larssonneur
Setembro/2010	Pobremente selecionado	Areia Fina	Areia litoclástica média
Setembro/2014	Pobremente selecionado	Areia Média	Areia litoclástica fina a muito fina

A média de densidade dos brotos de *H. wrightii* foi de 9248 brotos m⁻² em 2010 e de 11427 brotos m⁻² em 2014. As médias de comprimento e largura das folhas foram de 4,2 cm e 0,56 cm, em 2010; e de 12,4 cm e 0,32 cm, em 2014, respectivamente. Já as biomassas aérea e subterrânea variaram de 15,3 g ps m⁻² e 81,8 g ps m⁻² em 2010; e de 17,1 g ps m⁻² e 160 g ps m⁻² em 2014, respectivamente. A densidade, comprimento das folhas e a biomassa subterrânea de *H. wrightii* foram significativamente mais elevadas na amostragem realizada em 2014 (Tabela 2).

Tabela 2 - Resultados do Teste U de Mann-Whitney para os caracteres de *Halodule wrightii* amostrados em 2010 e 2014, na praia de Pedra Rachada, Paracuru-Ceará.

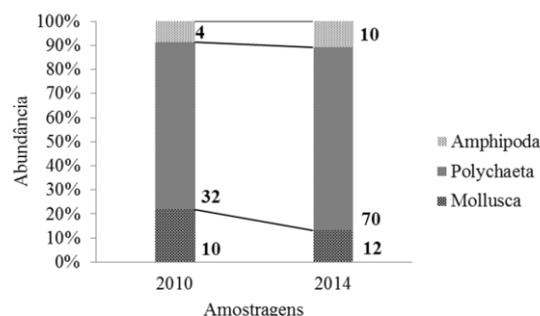
Varáveis da planta	U	Z	p	Rank
Densidade dos brotos	30,50	-1,47	0,1404	2010 < 2014
Média do comprimento da folha	0,00	-3,25	0,0011*	2010 < 2014
Média do meio da folha	6,00	2,60	0,0092*	2010 > 2014
Biomassa aérea	44,00	-0,45	0,6501	2010 < 2014
Biomassa subterrânea	20,00	-2,04	0,0041*	2010 < 2014

Legenda: U – somatório dos pontos; Z – valor crítico; p – significância. * Resultados significativos

Dentre moluscos, poliquetas e anfípodes, capturou-se um total de 46 indivíduos, em 2010; e 103 indivíduos, em 2014. Para os moluscos, foram 22 indivíduos pertencentes a 8 famílias; para os

poliquetas, 113 indivíduos, distribuídos em 6 famílias; e para os anfípodes, 14 indivíduos pertencentes a 3 famílias. A abundância aumentou em todos os grupos no período de 2014 em relação a 2010 e a composição de espécies variou para os Mollusca e Polychaeta. Houve variação na representação dos diferentes grupos da macrofauna bentônica associada ao prado, considerando os dois períodos amostrados, com redução do grupo Mollusca e aumento dos grupos Polychaeta e Amphipoda (Figura 2).

Figura 2 - Abundância relativa e valores de abundância total dos grupos da macrofauna bentônica associados ao prado de *Halodule wrightii* nas amostragens de 2010 e 2014, na praia de Pedra Rachada, Paracuru - Ceará.



A família com maior abundância dentre os moluscos foi a Lucinidae, e a espécie mais abundante foi o bivalve *Ctena orbiculata* (Montagu, 1808), em ambas as amostragens. A família de Polychaeta mais abundante foi a Eunicidae, em ambas as amostragens, sendo que *Lysidice* sp. foi a espécie mais abundante. Para os anfípodes, os táxons mais abundantes foram da família Maeridae e da espécie *Elasmopus* sp.

Quanto ao hábito alimentar, foram encontradas espécies de gastrópodes raspadores onívoros, além de bivalves suspensívoros ou detritívoros e uma espécie de polioplacóforos herbívora. A maioria dos poliquetas foi detritívora ou onívora, também com representantes. E os anfípodes foram, em sua maioria, detritívoros e herbívoros (Tabela 3).

Embora as abundâncias dos grupos tenham aumentado na última amostragem, os descritores da comunidade bentônica não variaram significativamente (Tabela 4) e foram fracamente correlacionados aos caracteres do prado (Tabela 5).

Tabela 3. Lista de espécies, ocorrências e hábitos alimentares de moluscos, poliquetas e anfípodos associados ao prado de *Halodule wrightii* na praia de Pedra Rachada, Paracuru-Ceará.

Classes	Famílias	Espécies	Amostragens		Hábitos Alimentares
			2010	2014	
Gastropoda	Caecidae	<i>Caecum ryssotitum</i> de Folin, 1867	X		RO
		<i>Caecum pulchellum</i> Stimpson, 1851	X		RO
	Cerithiidae	<i>Cerithium atratum</i> (Born, 1778)	X		RO
	Litiopidae	<i>Alaba incerta</i> (d'Orbigny, 1842)		X	RO
	Phasianellidae	<i>Tricolia affinis</i> (C. B. Adams, 1850)		X	RO
Bivalvia	Lucinidae	<i>Ctena orbiculata</i> (Montagu, 1808)	X	X	SU
		<i>Codakia orbiculata</i> (Montagu, 1808)	X		SU
		<i>Parvilucina pectinella</i> (C. B. Adams, 1852)		X	SU
	Semelidae	<i>Ervilia subcancellata</i> E. A. Smith, 1885	X	X	SU / DE
	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp.		X	SU / DE
Polyplacophora	Ischnochitonidae	<i>Ischnochiton striolatus</i> (Gray, 1828)		X	HE
Polychaeta	Onuphidae	<i>Onuphidae</i> sp.	X	X	DE/ ON
		<i>Kinbergonuphis</i> sp.		X	DE / ON
		<i>Mooreonuphis</i> sp.		X	DE / ON
		<i>Nothria</i> sp.	X		DE / ON
	Syllidae	<i>Ehlersia</i> sp.	X		CA / HE ON
	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp.	X		CA / HE
	Eunicidae	<i>Eunicidae</i> sp.	X		CA / HE
		<i>Lysidice</i> sp.	X	X	CA / HE
	Lumbrineridae	<i>Lumbrineridae</i> sp.		X	CA / HE
	Magelonidae	<i>Magelona</i> sp.	X		DE
<i>Magelona papilicornis</i> F. Müller, 1858		X	X	DE	
Malacostraca	Phoxocephalidae	<i>Metharpinia</i> sp.	X	X	PR/ DE
	Maeridae	<i>Elasmopus</i> sp.	X	X	HE
	Urothoidae	<i>Urothoidae</i> sp.	X		DE/ HE

Legenda: RO – raspados onívoro; SU – Suspensívoro; DE – depositívoro; HE – herbívoro; CA – carnívoro; ON – onívoro; PR – predador.

Tabela 4. Resultados do Teste U de Mann-Whitney para os descritores da macrofauna bentônica associada a *Halodule wrightii* 2010 e 2014, na praia de Pedra Rachada, Paracuru - Ceará.

Descritores da comunidade	U	Z	P	Rank
S	34,00	-0,57	0,565	2010 < 2014
N	29,00	-1,01	0,309	2010 > 2014
d	19,00	-0,28	0,775	2010 > 2014
J'	15,00	0,86	0,391	2010 > 2014
H' (log e)	8,00	-1,86	0,063	2010 < 2014

Legenda: S – número de espécies; N – abundância de indivíduos; d – riqueza de espécies; J' – equitabilidade de Pielou; H' – diversidade de Shannon; U – somatório dos postos; Z – valor crítico; p – significância.

Tabela 5. Valores do coeficiente de Correlação de Spearman (valor de R) entre os descritores da macrofauna e a biomassa e biometria de *Halodule wrightii*, na praia da pedra rachada, Paracuru-CE.

Descritores da Comunidade	Densidade de brotos	Média do Comprimento da Folha	Média do Meio da Folha		
			Biomassa aérea	Biomassa subterrânea	
S	0,542*	-0,147	-0,099	0,326	0,506*
N	0,603*	-0,100	-0,258	0,333	0,522*
d	-0,110	0,018	0,615*	0,330	-0,068
J'	-0,565*	0,100	0,614*	0,107	-0,395
H' (log e)	0,044	0,327	0,036	0,046	0,288

Legenda: S – número de espécies; N – abundância total; d – riqueza de espécies; J' – equitabilidade de Pielou; H' – diversidade de Shannon; U – somatório dos postos; Z – valor crítico; p – significância. *Resultados significativos

4. Discussão

Entre 2010 e 2014, a densidade, comprimento das folhas e biomassa de *H. wrightii* na praia da Pedra Rachada aumentaram e isto influenciou a abundância da macrofauna bentônica associada, representada neste estudo pelos moluscos, poliquetas e anfípodes. As características estruturais e o crescimento destas plantas podem ser influenciados pela hidrodinâmica, atuando diretamente sobre a composição e abundância das espécies associadas (BOSTRÖM *et al.* 2006). A presença de sedimento pobremente selecionado no prado estudado indica que nesta área ocorreu maior atuação hidrodinâmica (MEDEIROS 1992), refletindo na classificação do grão, entre as duas amostragens. Este hidrodinamismo, influenciado pela velocidade dos ventos e maior durante período seco, retira o sedimento fino de dentro do banco e nele deposita sedimentos mais grossos de áreas adjacentes (BARROS e ROCHA-BARREIRA *no prelo*).

Tal deposição ou retrabalhamento deste sedimento do prado pode estar relacionada a um pequeno aumento na velocidade dos ventos, previsto para esta região (PEREIRA *et al.* 2013), mas esta hipótese deve ser mais bem investigada.

Os resultados observados entre 2010 e 2014 demonstraram que *H. wrightii* investiu, sobretudo, em comprimento da folha e biomassa subterrânea, provavelmente como resistência ao hidrodinamismo, já que estas plantas costumam ser mais robustas em locais de maior estresse hídrico (BANDEIRA 2002). Nessa região, os prados de *H. wrightii* aumentam sazonalmente em biomassa, comprimento e largura de folhas durante o período chuvoso, quando a atuação dos ventos é reduzida e há, provavelmente, maior disponibilidade de nutrientes e matéria orgânica trazidos pelas chuvas, para as águas oligotróficas da costa semiárida (BARROS e ROCHA-BARREIRA 2013; BARROS e ROCHA-BARREIRA *no prelo*). Dessa forma, os resultados destas amostragens indicam também que as plantas podem estar ainda mais desenvolvidas durante o período chuvoso. Contudo, estudos continuados associando as variáveis climáticas a estes caracteres poderão esclarecer a dinâmica deste prado, no futuro.

Os descritores da macrofauna bentônica associada foram diretamente correlacionados às características da planta, à exceção da equitabilidade. Pela redução do número de espécies observada entre 2010 e 2014 e relação negativa com a equitabilidade, é possível inferir que algumas espécies estão sendo favorecidas, provavelmente, espécies mais bem adaptadas ao hidrodinamismo ou diretamente associadas às plantas. A classe Bivalvia, que se alimenta de detritos da coluna d'água ou do sedimento (PETERSON e HECK JR. 2001), por exemplo, pode ter sido favorecida pelo aumento no hidrodinamismo, que proporciona maior dispersão de partículas. Os bivalves foram o grupo mais representativo em abundância dentre os moluscos, tanto na amostragem de 2010 quanto na amostragem de 2014, com duplicação no número de espécies e aumento na abundância relativa, na última amostragem, provavelmente também em função do significativo aumento em biomassa da parte subterrânea das plantas. Além disso, os moluscos são diretamente relacionados às angiospermas marinhas (BARROS e ROCHA-BARREIRA 2013).

A estabilidade do sedimento relacionada à biomassa das plantas atua significativamente na composição e diversidade de poliquetas em bancos de angiospermas marinhas (OMENA e CREED 2004). Contudo, vale lembrar que este prado apresentou valores de biometria e biomassa bastante reduzidos em relação a outros prados de angiospermas marinhas, que efetivamente atuam sobre o sedimento. Nessa região, os ventos atuam significativamente e influenciam a corrente longitudinal e a hidrodinâmica de ondas, depositando maiores quantidades de sedimento no período de estiagem, na região estudada (MORAIS *et al.* 2006), o que pode ter influenciado a diversidade e abundância (MCLACHLAN, 1983). O prado estudado está, portanto, mais sujeito à atuação do ambiente que atuando significativamente sobre o sedimento. Isso pode ser observado pela classificação do grão entre as amostragens, apesar da possibilidade de maior retenção de partículas finas, que é frequentemente associada ao aumento em biomassa destas plantas. Por este motivo, apesar do aumento na abundância de poliquetas, que são organismos diretamente relacionados ao sedimento, houve uma redução na composição de espécies na

última amostragem. Outros estudos, porém, observaram incremento na riqueza e abundância de poliquetas associado ao aumento da biomassa de angiospermas marinhas (STONER 1980; OMENA e CREED 2004).

Os anfípodes foram pouco abundantes e pouco diversos no presente estudo. Estes animais podem seguir padrões temporais diferentes daqueles da biomassa das angiospermas marinhas, mas podem representar quase metade da macrofauna encontrada em prados (STONER, 1980) e constituir a maior frequência de ocorrência nos brotos de *H. wrightii* (BARROS e ROCHA-BARREIRA, 2009/2010). Os táxons do gênero *Elasmopus* Costa, 1853, que teve a maior abundância, são comumente encontrados em prados de angiospermas marinhas, especialmente quando esses prados estão associados a algas e em substrato rígido (LECROY, 2000), como é o caso do prado da praia da Pedra Rachada.

Apesar das prováveis alterações no ambiente, do aumento dos valores dos caracteres de *H. wrightii* e da redução no número de espécies entre as amostragens de 2010 e 2014, as guildas tróficas se mantiveram. Segundo Stoner (1980), as atividades de alguns organismos infaunais podem ser inibidas pelo aumento das raízes, mas a abundância das espécies comedoras de depósito, onívoras, carnívoras e suspensívoras pode estar diretamente relacionada à biomassa das plantas, como uma função do aumento na disponibilidade/retenção de partículas e abundância de presas. No presente estudo, tanto o provável aumento no hidrodinamismo local quanto o incremento em densidade, biomassa subterrânea e comprimento da folha, podem ter favorecido a diversidade de bivalves e poliquetas em função do hábito alimentar, ao passo que os anfípodos podem ter sido prejudicados pela hidrodinâmica, já que estes são geralmente epífitos e mais sujeitos à atuação das ondas.

Assim, a relação direta observada entre a macrofauna estudada e *H. wrightii* reforça a importância destes ecossistemas para a produtividade costeira. Considerando as importâncias ecológica e econômica dos prados, as influências antropogênicas e as mudanças do clima sobre estes ecossistemas, o monitoramento é uma importante ferramenta para o registro da dinâmica

deste prado.

5. Considerações finais

A densidade de brotos, biomassa e o tamanho das folhas de *H. wrightii* na praia da Pedra Rachada, de um modo geral, apresentaram índices mais elevados na amostragem de 2014 em relação à amostragem de 2010, à exceção da largura da folha, que diminuiu significativamente. Estas modificações nas plantas influenciaram a macrofauna bentônica associada, que aumentou significativamente em abundância e diversidade de espécies.

Considerando que o tamanho do grão do sedimento também aumentou, as modificações na planta podem significar uma adaptação a um possível aumento no hidrodinamismo local. No entanto, somente a continuação do monitoramento e associação destes caracteres a variáveis ambientais e climáticas poderão fornecer informações mais robustas sobre a dinâmica deste ecossistema, identificando riscos e propondo medidas mitigadoras.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao graduando em Oceanografia, Ítalo César Camelo Soares Lima, pela elaboração do mapa da área de estudo; e ao Dr. Wilson Franklin Júnior pelas sugestões e revisões do manuscrito.

Referências

- BANDEIRA, S.O. Leaf production rates of *Thalassodendron ciliatum* from rocky and sandy habitats. *Aquatic Botany*, v. 72, p. 13-24, 2002.
- BARROS, K.V. S.; ROCHA-BARREIRA, C.A. Influence of environmental factors on a *Halodule wrightii* Ascherson meadow in northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Aquatic Sciences and Technology*. No prelo.
- BARROS, K.V.S.; ROCHA-BARREIRA, C.A. Caracterização da dinâmica espaço temporal da macrofauna bentônica em um banco de *Halodule wrightii* Ascherson (Cymodoceaceae) por meio de estratificação. *Revista Nordestina de Zoologia*, v. 4, n. 1, p. 73-81, 2009/2010.

- BARROS, K.V.S.; ROCHA-BARREIRA; C.A. Responses of the molluscan fauna to environmental variations in a *Halodule wrightii* Ascherson ecosystem from Northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 85, n. 4, p. 1397-1410, 2013.
- BARROS, K.V.S.; ROCHA-BARREIRA, C.A.; MAGALHÃES, K. M. Ecology of Brazilian seagrasses: Is our current knowledge sufficient to make sound decisions about mitigating the effects of climate change? *Iheringia Série Botânica*, v. 68, n. 1, p.155-170, 2013.
- BOSTRÖM, C.; JACKSON, E. L.; SIMENSTAD, C. A. Seagrass landscapes and their effects on associated fauna: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 68, p. 383-403, 2006.
- BURDICK, D.M. & KENDRICK, G.A. 2001. Standards for seagrass collection, identification and sample design. In: SHORT, F.T.; COLES, R.G., Eds. *Global Seagrass Research Methods*. Elsevier, p. 79-100, 2001.
- DEN HARTOG, D. 1972. The sea-grasses of Brazil. *Acta Botanica Neerland*, v. 21, n. 5, p. 512-516, 1972.
- DUFFY, J. Biodiversity and the functioning of seagrass ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, v. 311, p. 233–250, 2006.
- ECKRICH, C. & HOLMQUIST, J. Trampling in a seagrass assemblage: direct effects, response of associated fauna, and the role of substrate characteristics. *Marine Ecology Progress Series*, v. 201, p. 199–209, 2000.
- FAUCHALD, K. AND P. A. JUMARS. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography Marine Biology, Annual Review*, v. 17, p. 193-284, 1979.
- FELDER, D. L. *Gulf of Mexico origin, waters, and biota: Biodiversity*. Texas: Texas A&M University Press, 2009, 1312 p.
- HEMMINGA, M.A.; DUARTE, C.M. *Seagrass ecology*. 1ª Edição. Cambridge: Cambridge University Press, 2000, 298 p.
- LECROY, S.E. *An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida, Families Gammaridae, Hadziidae, Isaeidae, Melitidae and Oedicerotidae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection, 2000, 195p, Volume 1.
- LECROY, S.E. *An Illustrated Identification Guide to the Nearshore Marine and Estuarine Gammaridean Amphipoda of Florida, Families Leucothoidae, Liljeborgiidae, Neomegamphopidae, Ochlesidae, Phliantidae, Phoxocephalidae, Platyschnopidae, Pleustidae, Podoceridae, Pontoporeiidae, Sebidae, Stenothoidae, Synopiidae and Talitridae*. Tallahassee: Florida Department of Environmental Protection, 2011, 209p., Volume 5.
- McLACHLAN, A. 1983. *Sandy beach ecology - a review*. In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T., Eds. *Sandy Beaches as Ecosystems*. The Hague, JUNK, 321-380.
- MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, T. M. *Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2006, 248 p.
- MEDEIROS, L. R. A. Meiofauna de praia arenosa da Ilha Anchieta, São Paulo I: Fatores físicos. *Boletim do Instituto oceanográfico da Universidade de São Paulo*, v. 40, n. 1-2, p. 27-38, 1992.
- MORAIS, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L. S.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R.; OLIVEIRA, S. H. M. Caracterização fisiográfica e geoambiental da zona costeira do estado do Ceará. In: MUEHE, D. (Org.). *Erosão e progradação no litoral brasileiro*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), p. 131-154, 2006.
- NAKAOKA, M. Plant–animal interactions in seagrass beds: ongoing and future challenges for understanding population and community dynamics. *Population Ecology*, v. 47, n. 3, p. 167–177, 2005.
- OMENA, E.; CREED, J. C. Polychaete fauna os seagrass beds (*Halodule wrightii* Ascherson) along the coast of Rio de Janeiro (Southeast Brazil). *Marine Ecology*, v. 25, n. 4, p. 273-288, 2004.
- ORTH, R. J.; CARRUTHERS, T. J. B.; DENNISON, W. C.; DUARTE, C. M.; FOURQUREAN, J. W.; HECK JR., K.; HUGHES, A. R.; KENDRICK, G. A.; KENWORTHY, W. J.; OLYARNIK, S.; SHORT, F. T.; WAYCOTT, M.; WILLIAMS, S. L. A Global Crisis for Seagrass

Ecosystems. *BioScience*, v. 56, n. 12, p. 987–996, 2006.

PEREIRA, E.B.; MARTINS, F.R.; PES, M.P.; SEGUNDO, E.I.C.; LYRA, A.A. The impacts of global climate changes on the wind power density in Brazil. *Renewable energy*, v. 49, p. 107-110, 2013.

PETERSON, B.J. & HECK Jr, K.L. Positive interactions between suspension-feeding bivalves and seagrass - a facultative mutualism. *Marine Ecology Progress Series*, v. 213, n.1985, p. 143–155, 2001.

SHORT, F.; CARRUTHERS, T.; DENNISON, W.; WAYCOTT, M. Global seagrass distribution and diversity: A bioregional model. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 350 n.1-2, p. 3–20, 2007.

SOARES-GOMES, A.; PIRES-VANIN, A.M.S. Padrões de abundância, riqueza e diversidade de moluscos bivalves na plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil: uma comparação metodológica. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 20, n. 4, p. 717-725, 2003.

SOUSA, P. H. G. O.; CARVALHO, D. A. P.; PINHEIRO, L. S. A Costa de Paracuru: Turismo, Ocupação e Perfil do Usuário. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 8, n. 2, p. 247-258, 2008.

STONER, A. W. *The role of seagrass biomass in the organization of benthic macrofaunal assemblages. Bulletin of Marine Science*, v. 30, n. 3, p. 537-551, 1980.

SUGUIO, K. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 1973, 317p.

WAKABARA, Y.; SEREJO, C. 1998. Malacostraca – Peracarida. Amphipoda. Gammaridea and Caprellidea. P.561-594. in Young, P. S. (Ed.). Catalogue of Crustacea of Brazil, Serie Livros 6, Museu Nacional. *Zoologia*, v. 20, n. 4, p. 717-725, 2003.