



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE BACHARELADO EM OCEANOGRAFIA

CAIO CRISTINO JABORANDY RODRIGUES

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS BENTÔNICOS SÉSSEIS EM UM
SUBSTRATO CONSOLIDADO ARTIFICIAL NA REGIÃO ENTREMARÉS (CEARÁ,
NORDESTE DO BRASIL)

Fortaleza, CE
2019

CAIO CRISTINO JABORANDY RODRIGUES

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS BENTÔNICOS SÉSSIES EM UM
SUBSTRATO CONSOLIDADO ARTIFICIAL NA REGIÃO ENTREMARES (CEARÁ,
NORDESTE DO BRASIL)

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Soares Oliveira

Fortaleza, CE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

R612d Rodrigues, Caio.

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS BENTÔNICOS SÉSSEIS EM UM SUBSTRATO
CONSOLIDADO ARTIFICIAL NA REGIÃO ENTREMARES (CEARÁ, NORDESTE DO
BRASIL) / Caio Rodrigues. – 2019.

41 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Instituto
de Ciências do Mar, Curso de Oceanografia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Marcelo Soares Oliveira .

1. Oceanografia Biológica; Aglomerados benthônicos; Zonação; Portos. I. Título.

CDD 551.46

CAIO CRISTINO JABORANDY RODRIGUES

DISTRIBUIÇÃO DOS ORGANISMOS BENTÔNICOS SÉSSEIS EM UM
SUBSTRATO CONSOLIDADO ARTIFICIAL NA REGIÃO ENTREMARÉS (CEARÁ,
NORDESTE DO BRASIL)

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia. Orientador: Prof. Dr. Marcelo Soares Oliveira

Fortaleza, CE, 10 de Janeiro de 2019

BANCA EXAMINADORA

Prof.Dr. Marcelo de Oliveira Soares

Instituto de Ciências do Mar - Universidade Federal do Ceará

Dr. João Eduardo Pereira de Freitas

Universidade Federal do Ceará

Dra. Cristiane Xerez Barroso

PNPD/CAPES

Dedico este trabalho ao meu melhor amigo,
Sanso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar vivo e permanecer alerta e reconhecer que todo decorrido é a benção de um aprendizado. A Ele também agradeço a generosidade em me colocar cercado de uma família presente, que são tudo de bom que há em mim, e que recentemente recebeu Isabela, dona de todo nosso amor. Gratidão a Bia, pela parceria e amor.

Aos amigos ao longo do caminho acadêmico e as amizades que permaneceram, apesar da distância, desde o início do curso no Departamento de Oceanografia (DOcean) na UFPE, aos que me fizeram sentir-se em casa no Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), e aos espalhados pelo Brasil e pelo mundo, que pude forjar durante o intercâmbio no Galway-Mayo Institute of Technology (GMIT). As amizades que surgiram nos laboratórios que frequentei, com alunos de mestrado e doutorado, e os técnicos, que muito me ensinaram, em especial no Laboratório de Oceanografia Química da UFPE, e no Centro de Diagnósticos de Enfermidades de Organismos Aquáticos (CEDECAM), no Labomar.

Aos membros e servidores do Labomar, como um todo, pelo convívio. Em especial a secretária Ingrid, prestativa e que apontava uma solução para todas questões recorridas a coordenação, aos bibliotecários Murilo, contador de histórias e bem humorado, e a Renata sempre muito gentil no trato.

Gratidão aos professores pela dedicação na valiosa missão de guiar o aprendizado. Ao professor Marcelo Soares, por todo suporte sempre que solicitado, principalmente pelos seguidos estímulos e apoio no andamento do trabalho, sempre mostrando que seria possível. Aos membros da banca, por aceitarem o convite e prestigiarem a apresentação, contribuindo com importantes sugestões, que elevaram a qualidade do trabalho, e também pela orientação para quando em futuras pesquisas.

RESUMO

Estruturas portuárias fornecem substrato artificial na zona costeira, onde organismos se estabelecem, promovendo um ecossistema de distinta zonação ao longo de um gradiente vertical e horizontal, em especial na faixa entremarés. O presente estudo buscou identificar o padrão de distribuição de organismos sésseis em substrato consolidado artificial (colunas do píer) na região portuária do Pecém. Os resultados indicaram uma tendência de aumento na ocupação do substrato e no alcance vertical dos organismos quanto mais próximo estivesse a coluna do mar. Das espécies observadas, aparecem em todas as colunas (*Brachidontes exustus*, *Chaetomorpha* sp., *Balanus amphitrite*, *Chthamalus bissinuatus*). O poliqueta *Phragmatopoma* cf. *lapidosa* esteve ausente em colunas mais afastadas do mar e a alga *Ulva* spp. esteve ausente em 70% das colunas. A espécie mais abundante foi o poliqueta *Phragmatopoma* cf. *lapidosa*, representando 27,3% do total de organismos. A segunda maior abundância, 22,04%, foi do bivalve *Brachidontes exustus*, em sequência a craca *Balanus amphitrite*, com 15,3% e a ostra *Crassostrea* sp. com 13,2%. O cirrípede *Chthamalus bissinuatus* representou 10,6% dos organismos. Quanto as algas identificadas, cerca de 10% do total, 9,9% pertenciam ao gênero *Chaetomorpha* sp., estas geralmente estavam dispostas nas zonas mais superiores, mais abundantes nas colunas próximas ao mar. Os resultados indicam que a estrutura da comunidade bentônica sésil é dominada por organismos filtradores (~90% da porcentagem de cobertura) com uma baixa abundância de macroalgas. Ecossistemas bentônicos com estrutura tridimensional dominada por animais suspensívoros sésseis foi denominado na literatura científica de "bosque animal". Assim, observa-se que no substrato analisado, as colunas do porto formam um bosque animal com competição por espaço ao longo do gradiente vertical e horizontal.

Palavras-chave: Oceanografia Biológica, Portos, Agrupamentos bênticos, Zonação

ABSTRACT

Seaport structures provides artificial substrate in the coastal zone where organisms are established, promoting an ecosystem of distinct zonation along vertical and horizontal gradient, especially in the intertidal zone. The present study aims to identify the distribution pattern of sessile organisms in artificial consolidated substrate (pier columns) in the Pecém port region. The results indicated a tendency of increase in the occupation of the substrate and a higher upper limit reach of the organisms how closer to the sea column was. Of the species observed, appear in all columns (Brachidontes exustus, Chaetomorpha sp., Balanus amphitrite, Chthamalus bissinuatus). The polychaete Phragmatopoma cf. lapidosa was absent in columns further away from the sea and the algae Ulva spp. was absent in 70% of the columns. The most abundant species was the polychaete Phragmatopoma cf. representing 27.3% of the total number of organisms. The second largest abundance, 22.04%, was Brachidontes exustus, in sequence a barnacle Balanus amphitrite, with 15.3% and the oyster Crassostrea sp. with 13.2%. Chthamalus bissinuatus (cirripedia) represented 10.6% of organisms. As for the algae identified, about 10% of the total, 9.9% belonged to the genus Chaetomorpha sp., generally arranged in the higher places of columns, and was more abundant in columns near to the sea. The results indicate that the structure of the sessile benthic community is dominated by filtering organisms (~ 90% of the coverage percentage) with a low abundance of macroalgae. Benthic ecosystems with a three-dimensional structure dominated by sessile suspensive animals were named in the scientific literature of animal fores. Thus, it is observed that in the substrate analyzed, the columns of the port form an animal forest with competition for space along the vertical and horizontal gradient.

Keywords: Biological Oceanography, Seaports, Benthic assemblage, Zonation

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Padrão de zonação vertical em estruturas artificiais do Terminal Portuário do Pecém | 14 |
| Figura 2 - Estudos em ecossistemas de costão rochoso e recife de coral. | 16 |
| Figura 3 - Divisão em classes das produções científicas. | 17 |
| Figura 4 - Distâncias entre as colunas. | 22 |
| Figura 5 - Visão lateral das distâncias entre colunas. | 22 |
| Figura 6 - Artefato de medida com valor determinado: Fotoquadrado. | 23 |
| Figura 7 - Determinação de área com o fotoquadrado..... | 24 |
| Figura 8 - Inserção de grids e marcação dos organismos..... | 24 |
| Figura 9 - Bioconstrução poliqueta na base das pilastras próximo ao mar | 30 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1 - Alcance vertical máximo (cm) dos organismos em cada coluna | 26 |
| Gráfico 2 - Porcentagem das espécies | 29 |
| Gráfico 3 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 1, lado leste..... | 31 |
| Gráfico 4 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 1, lado oeste..... | 31 |
| Gráfico 5 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 2, lado leste..... | 32 |
| Gráfico 6 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 2, lado oeste..... | 33 |
| Gráfico 7 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 3, lado leste | 34 |
| Gráfico 8 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 3, lado oeste..... | 34 |
| Gráfico 9 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 4, lado leste..... | 35 |
| Gráfico 10 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 4, lado oeste..... | 35 |
| Gráfico 11 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 5, lado leste..... | 36 |
| Gráfico 12 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 5, lado oeste..... | 37 |

LISTA DE ESQUEMAS

Esquema 1 - Esquema de distribuição e distância entre colunas. As letras ``O`` e ``L`` fazem referência às colunas do píer, se ao lado leste ou oeste..... 21

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Lista de espécies identificadas presentes nas colunas oeste, píer do Pecém, litoral oeste do Ceará. | 28 |
| Tabela 2 - Lista de espécies identificadas presentes nas colunas leste, píer do Pecém, litoral oeste do Ceará. | 28 |

SUMÁRIO

| | | |
|-----|-------------------------------------|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 | ESTUDOS NO BRASIL | 16 |
| 1.2 | JUSTIFICATIVA | 17 |
| 2 | OBJETIVOS | 19 |
| 2.1 | OBJETIVOS GERAIS..... | 19 |
| 2.2 | OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 19 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 20 |
| 3.1 | ÁREA DE ESTUDO..... | 20 |
| 3.2 | COLETA DE DADOS | 20 |
| 3.3 | ANALISE DE DADOS..... | 25 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 5 | CONCLUSÃO | 39 |
| | REFERÊNCIAS | 40 |

1 INTRODUÇÃO

Construções portuárias costeiras são estratégicas para logística dos países, visto que 80% do comércio mundial é transportado por vias marítimas e o fluxo de insumos pelo globo através de grandes embarcações depende de adequada estrutura portuária (SILVA et al., 2009. p.143). O substrato artificial promovido por interferência de engenharia costeira disponibiliza um meio, sendo este povoado por espécies que ali encontrem condições apropriadas de colonização e estabelecimento (FIGURA 1). Um substrato consolidado artificial inserido na transição entre o meio terrestre e o meio marinho atua de forma semelhante a um ambiente natural de costão rochoso, no sentido da disposição de um espaço tridimensional. Especialmente quanto verticalidade, é possível identificar variações nas características de distribuição em escalas espaciais relativamente pequenas. ().

O costão rochoso é um habitat bentônico de alta produtividade, especialmente na região do entremarés, pois apresenta riqueza de espécies (e.g. mexilhões, ostras e crustáceos) de importância ecológica e econômica (COUTINHO; ZALMON, 2009, p. 281). A presença e distribuição dos organismos depende da resposta destes ao ambiente na faixa entremarés e as possíveis interações com outros organismos, descrito segundo Coutinho e Zalmon (2009, p. 286)

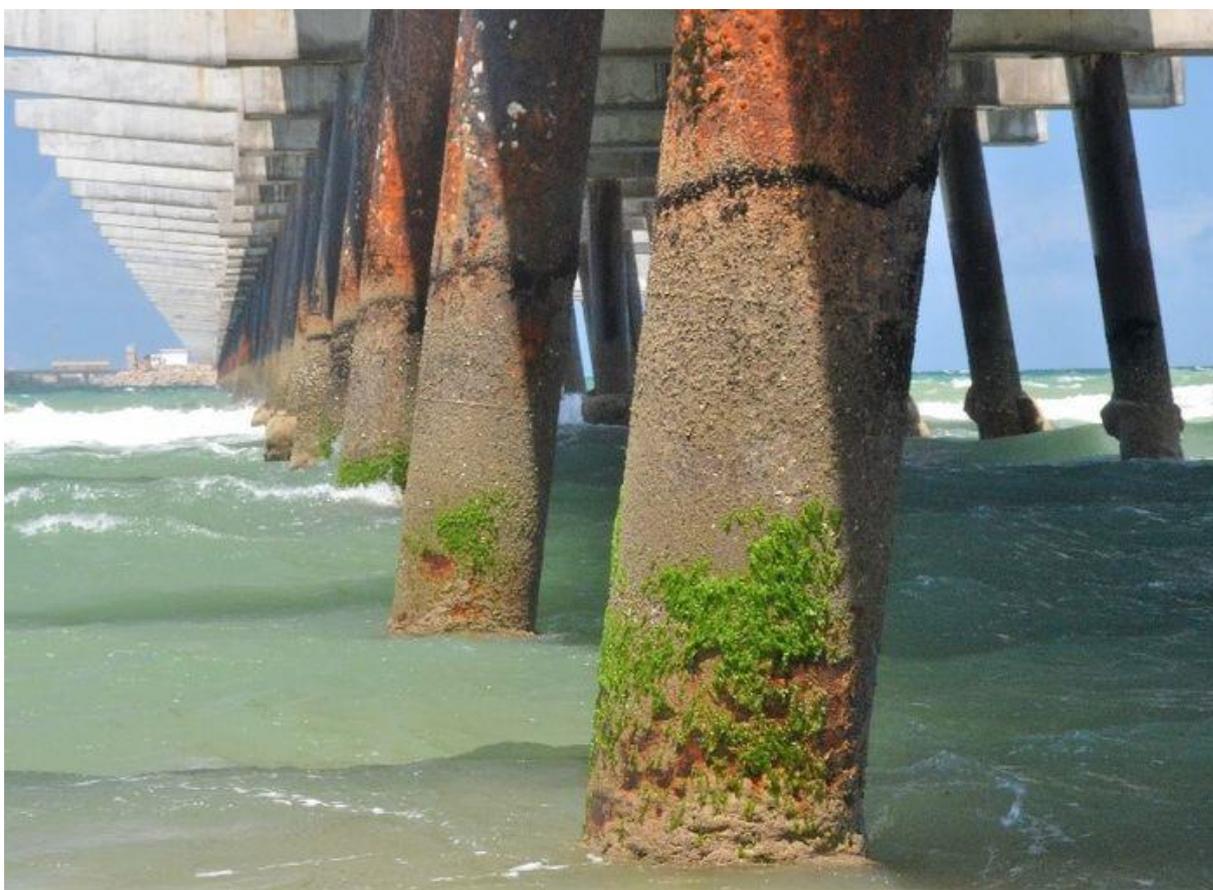
a distribuição vertical dos organismos nos costões rochosos está relacionada ao gradiente de emersão/dessecação e também a outros fatores físicos e biológicos, incluindo a ação das ondas, dinâmica da maré, temperatura, salinidade, orientação do substrato, heterogeneidade topográfica, predação e competição, perturbação e sucessão, herbivoria e recrutamento. A importância relativa desses fatores é difícil de ser generalizada devido ao elevado número de fatores potencialmente envolvidos e, principalmente a suas interações.

A topografia, o alcance da oscilação da maré, a ação das ondas, a intensidade e direção do vento, o espalhar do spray marinho, a perturbação em superfície, a incidência solar, a predominância de imersão em água ou a exposição ao ar, por exemplo, são importantes personagens atuantes desta região. Se construída as estruturas à margem de conglomerados urbanos, o aporte de agentes externos pode contribuir para queda na qualidade da água, visto que vento e chuva carregam

partículas em direção ao mar, possibilitando exposição a componentes que podem vir a exercer influência nos organismos. Dessa forma, mudanças no mosaico de distribuição dos organismos podem servir como indicadores ambientais para alterações locais de curto e médio prazo (ReBentos, 2015, p. 181).

Portanto, a distribuição de organismos em estruturas (como colunas de píers) na faixa entremarés é moldada pela ação de agentes abióticos que exercem influência sob o trecho em questão, de forma a afetar diretamente no comportamento de ocupação dos organismos. Da mesma forma, para com aspectos bióticos, de modo que a compreensão da distribuição da comunidade depende de uma base de dados, a estrutura e dinâmica desta não podem ser entendidas sem informações a respeito da ecologia das espécies que a compõem, conforme sugerido por Lewis (1964 apud COUTINHO, 1995. p. 260).

Figura 1 - Padrão de zonação vertical em estruturas artificiais do Terminal Portuário do Pecém



Fonte: O autor (2019)

Das pesquisas sobre ecologia e dinâmica em costões rochosos a partir do século XX, derivaram três esquemas para a zonação vertical, como os propostos por STEPHENSON & STEPHENSON (1949, 1972), por LEWIS (1964) e PERES & MOLINER (1957). A determinação das zonas nestes esquemas é baseada em fatores como a influência do impacto das ondas, alcance da maré, tolerância a emersão, spray marinho e exposição à luz (COUTINHO, 1995, P.261,262).

O estudo de Coutinho (1995) faz uma avaliação crítica quanto aos esquemas de zonação, de forma objetivamente descritas a seguir. Para Stephenson & Stephenson (1949, 1972 apud COUTINHO, 1995. p. 260) as zonas têm seus limites definidos coincidindo com os da maré e pela distribuição de organismos indicadores, por isso, de certa forma, o esquema negligencia a ação das ondas no modelo, que sabidamente podem ampliar o alcance vertical da água do mar e do spray marinho, logo interferindo no tempo de exposição e dessecação real do organismo. O esquema proposto por Lewis (1964), considera além da maré, a contribuição das ondas para altura das zonas, e também espécies indicadoras. O terceiro esquema, de PERES & MOLINER (1957), considera condições físico-químicas existentes e os atributos fisiológicos das espécies indicadoras, tais como tolerância ou dependência à emersão e exposição a luz para definir zonas.

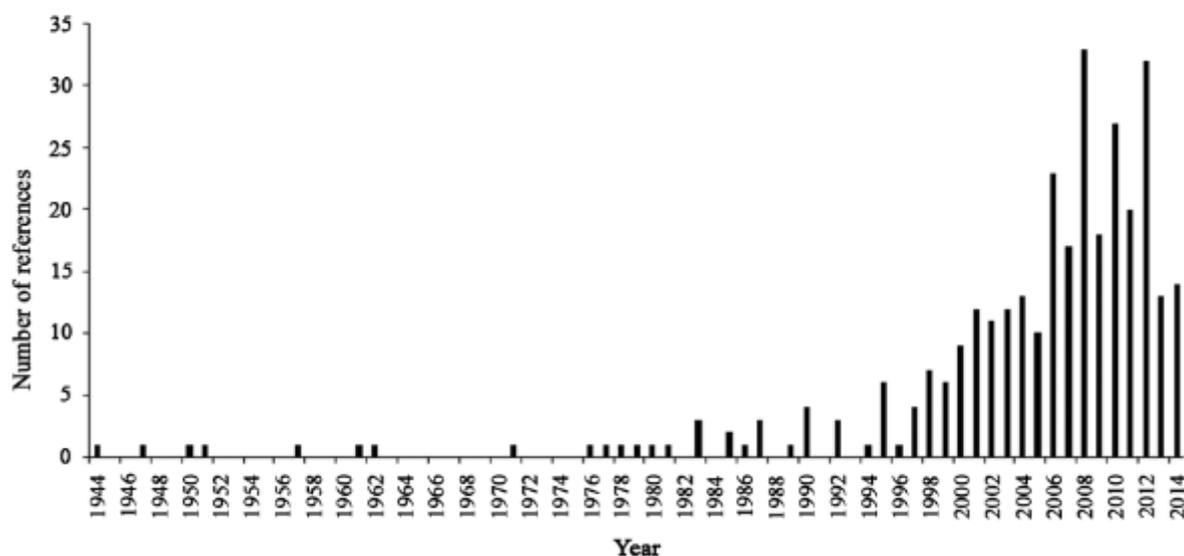
Na tentativa de padronizar os trabalhos produzidos em português, Coutinho (1995) pondera o valioso trabalho descritivo dos ecólogos marinhos pioneiros, o autor alerta que os esquemas foram produzidos em estudos de regiões temperadas, e orienta a observação quanto a generalizações, devido ao prisma de possíveis fatores influentes na dinâmica de um habitat e ao longo de um gradiente de maré. A sugestão em COUTINHO (1995) é a nomenclatura do esquema de Lewis (1964), com adaptação de PAULA (1987), onde as zonas são orla litorânea, região eulitorânea e infralitoral, que estão comumente associadas à nomenclatura de – respectivamente – supralitoral, médio-litoral e infralitoral (Pereira & Soares-Gomes, 2002, p.287)

1.1 ESTUDOS NO BRASIL

Dentre os estudos desenvolvidos em comunidades bêmicas no Brasil, a Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos), criou um grupo de trabalho voltado para os costões rochosos, onde se desenvolvem estudos relacionados “a vulnerabilidade das comunidades bentônicas dos costões rochosos e os efeitos das alterações ambientais sobre a respectiva biota” (COUTINHO et al., 2016, p.27).

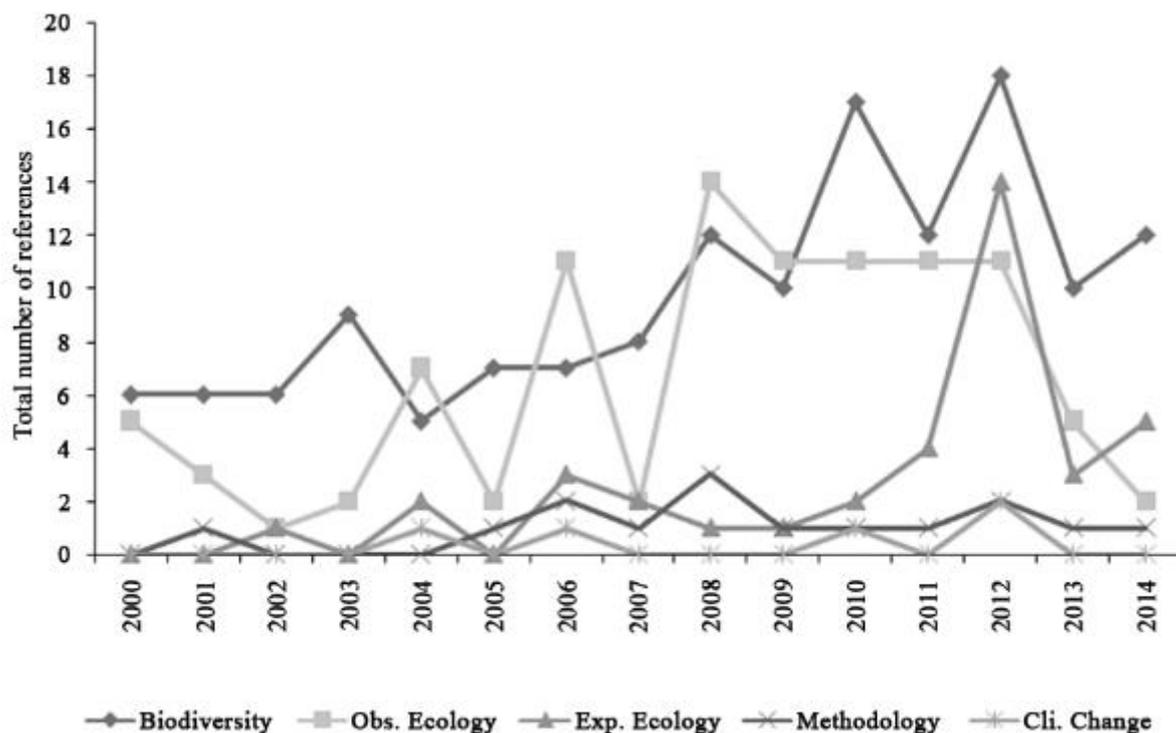
O incremento dos estudos na região entremarés é crescente ao longo dos anos (1944-2014) (Figura 2). A figura 3 é o resultado da classificação dos estudos em 5 grupos (biodiversidade, ecologia de campo, ecologia experimental, metodologia e mudanças climáticas) ao longo de 14 anos.

Figura 2 - Estudos em ecossistemas de costão rochoso e recife de coral.



Fonte: Retirado de “Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges.” Coutinho, Yaginuma e Siviero (2016, p. 30)

Figura 3 - Divisão em classes das produções científicas.



Fonte: Retirado de "Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: status of knowledge and challenges". Coutinho, Yaginuma e Siviero (2016, p. 30)

1.2 JUSTIFICATIVA

A inserção da estrutura portuária no ambiente entremarés fornece um meio para fixação de organismos bentônicos sésseis, e estes se posicionam ao longo da estrutura de acordo com as possibilidades adaptativas de cada espécie e das imposições quais a dinâmica da praia exerce sobre o mesmo. Assim, a biota sésil age como uma sentinela, de forma que a presença - ou ausência - de um organismo auxilie a compreensão da dinâmica neste sistema em um sistema análogo a um recife ou costão rochoso na faixa entremarés.

Portanto, as estruturas costeiras no entremarés ao serem monitoradas a longo prazo podem refletir as modificações ambientais, Somero (2012, apud COUTINHO et al., 2015. p.182) . Dessa forma a biota - em especial a sésil - atua como sentinela do ambiente, auxiliando a compreensão da dinâmica neste sistema ao serem observada.

Se tratando de uma região portuária, existe o risco de carreamento de espécies de outras regiões, mas com habitat semelhante, por incrustações nas embarcações e pela água de lastro (SILVA et al, 2009, p. 145). A considerar ainda que navios modernos podem transportar 150.000 toneladas de água como contrapeso em seus tanques, negligenciar a devida cautela a este fato incrementa a possibilidade da introdução de uma espécie externa, e num pior cenário, pressionar um ecossistema em equilíbrio, com o risco de desencadear situações irreversíveis (SILVA et al 2009, p. 142)

As espécies nativas podem ser substituídas por espécies introduzidas que se adaptem, possivelmente causando desequilíbrios na biodiversidade local e regional (CARVALHO, 2011. p 330). O estudo, portanto, é válido ainda por retratar o estado atual deste ecossistema na área portuária, suprimindo a carência de dados das biotas regionais, fato que dificulta o rastreamento de espécies de bioinvasoras, Junqueira et al. (2009, apud MIRANDA et al, 2013, p.87). Além disso, a presente pesquisa fornece dados sobre o diagnóstico da biodiversidade em substratos artificiais na faixa entremarés.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Identificar através de registros *in situ* o padrão de distribuição de organismos sésseis em substrato consolidado artificial (colunas do píer) na região portuária do Pecém, na faixa de maior dinamismo, o entremarés. Obter um diagnóstico dos organismos mais abundantes sésseis e o padrão de distribuição destes ao longo do perfil vertical - em cada coluna- e do gradiente horizontal.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Descrever o alcance vertical dos organismos nos 5 pares de colunas, e identificar as variações no limite superior.
2. Analisar a porcentagem de cobertura nas colunas para cada organismo estudado, e relacionar com a posição das colunas no entremares
3. Gerar dados que possam servir de subsídio para comparação com cenários futuros ou realizados em substratos consolidados diferentes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Terminal Portuário do Pecém, a Latitude 03° 32´.1 S e Longitude 038° 47´.9 W, segundo a tábua de maré de 2018, fornecida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). A área de estudo está localizada no município de São Gonçalo do Amarante, situado no litoral oeste do Ceará.

O Terminal é fruto da modernização do estado para adequar-se as demandas do mercado, com fins de desenvolvimento da estrutura para promover a economia da região (DE SOUSA, 2012). Este faz parte do Complexo Industrial e Portuário do Pecém (CIPP), onde principalmente estão situadas duas usinas termelétricas e uma usina siderúrgica. Nas adjacências do Complexo estão importantes vias da malha rodoviária federal (BR-222; BR-116), além de conexão com a malha ferroviária, agilizando o escoamento da carga (CEARÁPORTOS, 2001). Em 2018, a administradora Port of Rotterdam entrou em acordo com o Governo do Estado do Ceará para administração conjunta do CIPP (VARELA, 2018).

Por ser um porto off-shore, as partes do terminal voltadas – principalmente para atracagem (Pier 1, Pier 2 e Pier de rebocadores), estão distanciadas da estrutura em continente, sendo o afastamento da costa para maior profundidade, que demandem menor custo de manutenção e favoreça o calado dos navios. Para o Porto do Pecém, os berços interno e externo vão de 14 a 15,5 metros de calado, a depender do pier. A conexão com os píers ocorre por meio de uma ponte, que se projeta perpendicular à praia desde o supralitoral, estendendo-se - até o pier mais distante - por mais de 2 km (CEARAPORTOS, 2001) .

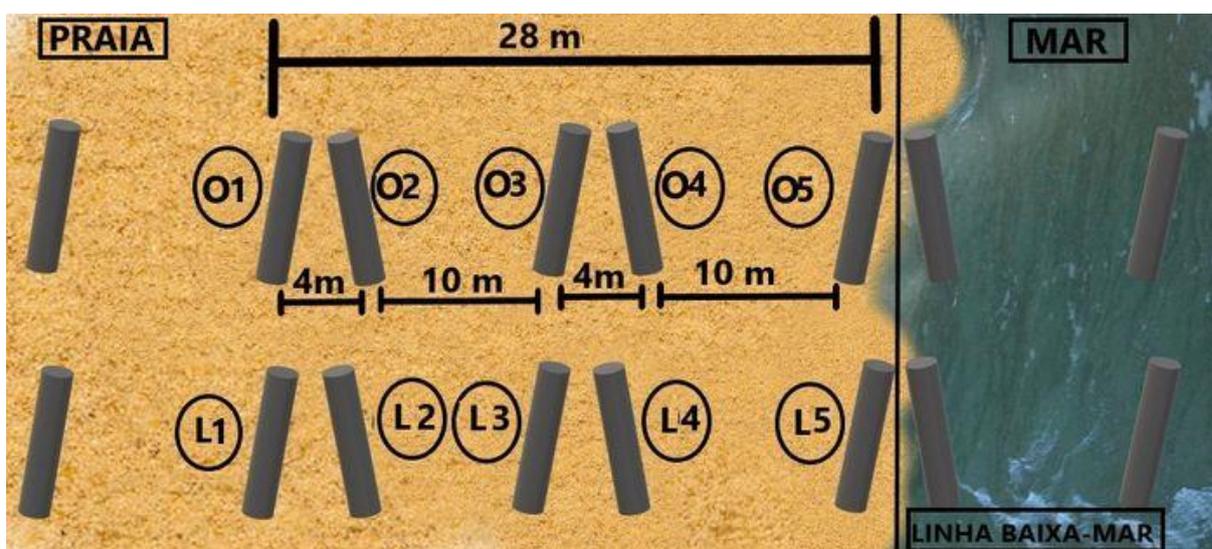
3.2 COLETA DE DADOS

O campo foi realizado em 4 de maio de 2018, em maré de quadratura, durante a baixa-mar, com nível de maré em 0.6 m, segundo a tábua de maré para o Terminal

Portuário do Pecém. A observação do sítio nestas condições de maré baixa forneceu subsídios para que se seleccionassem as colunas da região do entremarés.

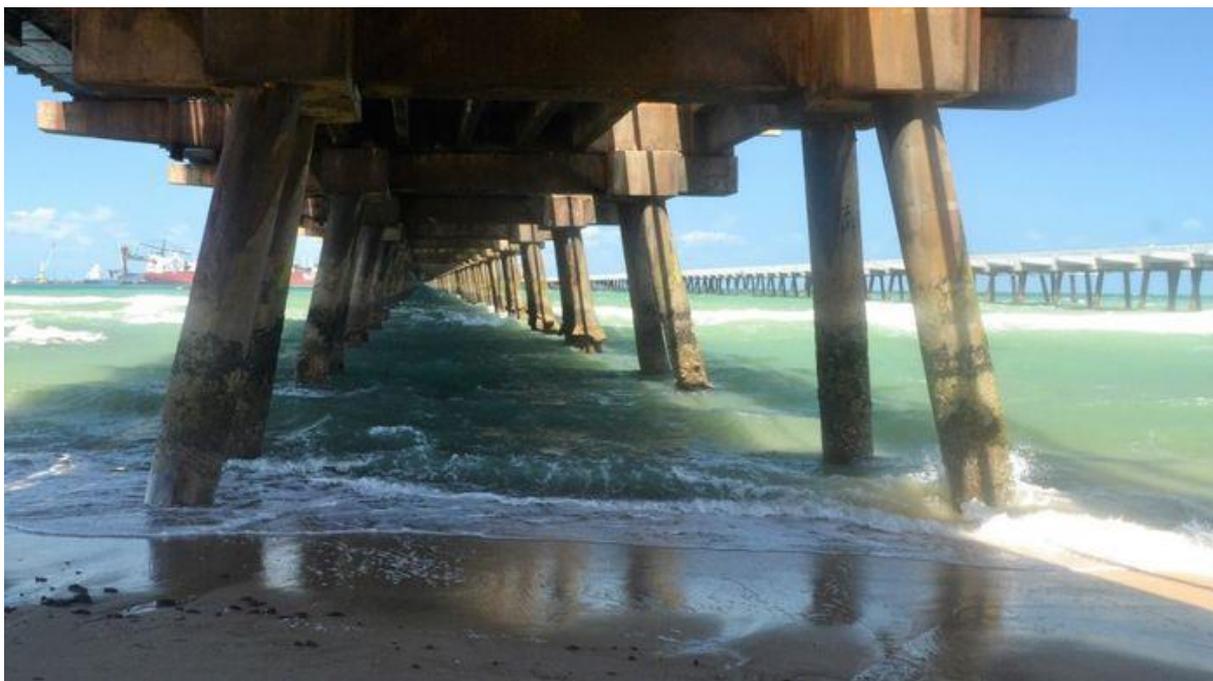
Limitada pelo contato das águas marinhas em um extremo (Figura 4), a maré de quadratura exclui as colunas que tem a base exposta ao ar com menor frequência, como quando em marés de sizígia, quando há maior amplitude de maré. O outro extremo foi determinado através das colunas quais não se identificasse zonação (Figura 4). Estabelecidos estes limites, o estudo incluiu 10 colunas (O1 a O5, e L1 a L5), ao longo de 28 metros de extensão de praia, como representado no esquema da figura 4 e por diferentes ângulos nas imagens das figuras 5 e 6.

Esquema 1 - Esquema de distribuição e distância entre colunas. As letras "O" e "L" fazem referência às colunas do píer, se ao lado leste ou oeste.



Fonte: O autor (2019)

Figura 4 - Distâncias entre as colunas.



Fonte: O autor (2019)

Figura 5 - Visão lateral das distâncias entre colunas.



Fonte: O autor (2019)

Ao todo foram realizados 10 transectos verticais, um para cada coluna, sendo a face interna, mais sombreada, o perfil escolhido. O transecto foi estendido de baixo para cima, desde a base exposta até a última região identificável de zonação, e ao longo deste, somavam-se registros fotográficos, com câmeras de 12 e 16 Mp, a cada 20 centímetros. Para isso, foram projetadas marcações de 20 centímetros (FIGURA 7) em artefatos manuais de diferentes dimensões, visto a realização dos transectos se estenderam por alturas de até 4 metros.

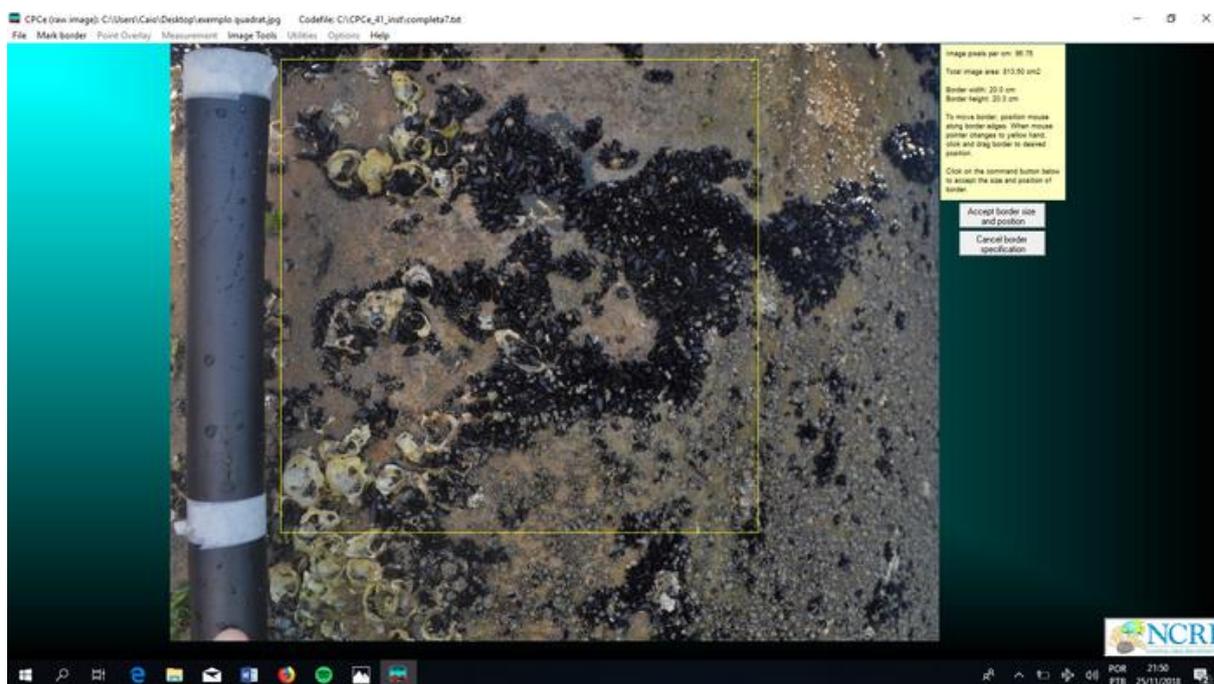
As imagens capturadas foram trabalhadas no software Coral Point Count with Excel extensions (CPCe V4.1). Uma das ferramentas do programa permite a demarcação de área, desde que se tenha uma referência de medida (FIGURA 7), e para a execução deste trabalho, todos os registros fotográficos foram acompanhados de uma marcação de 20 cm de comprimento, no sentido vertical, acompanhando a direção do transecto. Tendo a referência de extensão que acompanha as fotos, outra ferramenta de medida do programa permite a criação de um quadrat virtual, proposto no estudo em 20x20cm, totalizando por quadrat área de 400 cm² (FIGURA 8).

Figura 6 - Artefato de medida com valor determinado: Fotoquadrado.



Fonte: O autor (2019)

Figura 7 - Determinação de área com o fotoquadrado



Fonte: O autor (2019)

Posteriormente, determinada a área, foram inseridos grids, que para o presente estudo, estipulou-se em 100 pontos, distribuídos em intervalo padrão, em matriz de 10x10. Os 100 pontos foram observados e atribuídos aos respectivos organismos identificados.

Figura 8 - Inserção de grids e marcação dos organismos.



Fonte: O autor (2019)

3.3 ANALISE DE DADOS

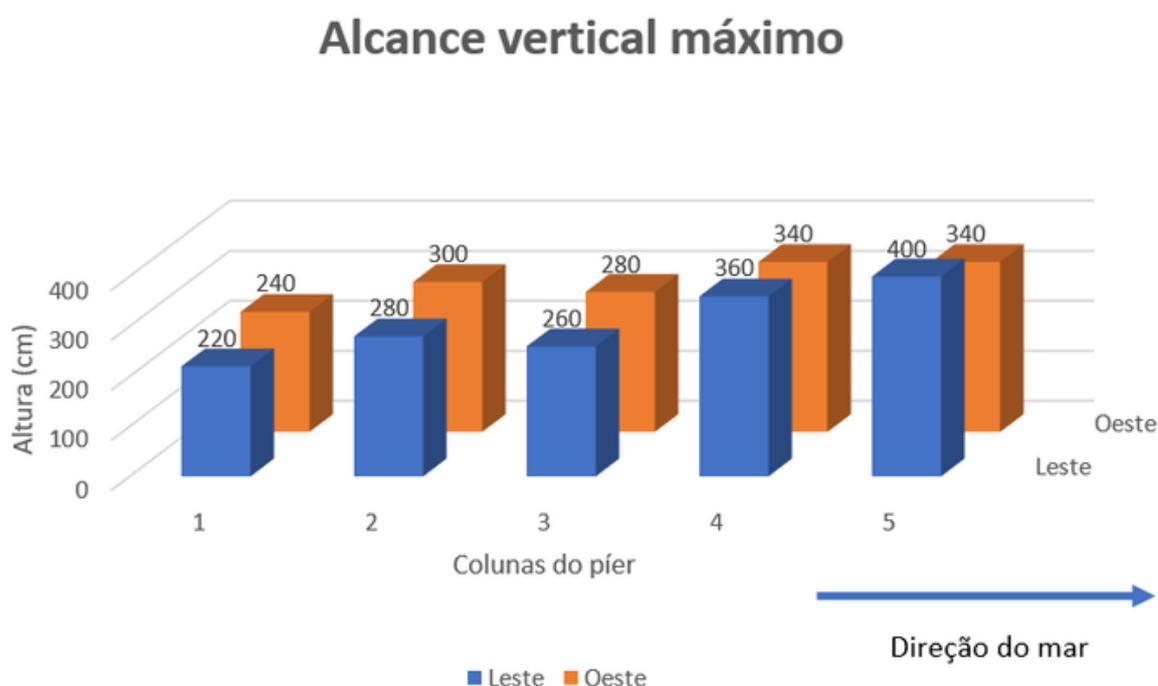
A identificação dos organismos foi realizada durante o campo e também posteriormente através dos registros fotográficos, com auxílio da literatura na região. A assembleia bentônica sésil identificada é composta por cirripédios *Balanus amphitrite*, *Chthamalus bissinuatus* e *Tetraclita stactifera*; os bivalves *Brachidontes exustus* e *Crassostrea* sp; as clorófitas *Chaetomorpha* sp. e *Ulva* spp. e o poliqueta *Phragmatopoma* cf. *lapidosa*.

Para a aplicação dos pontos nos quadrats, o software CPCe V4.1 (KOHLENER, 2011) forneceu a ferramenta de zoom e recorte da área, otimizando a marcação dos organismos. Esse mesmo programa produziu as porcentagens de cobertura descritas neste estudo, em seguida trabalhadas no Excel 2013. Ao todo, foram produzidas 151 imagens de quadrats, 15.100 pontos avaliados e uma área de 60.400 cm² em registro ao longo das colunas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada uma tendência de aumento no alcance vertical de ocupação dos organismos quão mais próximo estivesse a coluna do mar (GRÁFICO 1). As colunas à Oeste e à Leste apresentam, respectivamente, aumento na altura de ocupação vertical de cerca de 42% e 82%, se comparadas as colunas 1 e 5.

Gráfico 1 - Alcance vertical máximo (cm) dos organismos em cada coluna



Fonte: O autor (2019)

Este resultado é explicado pela hidrodinâmica local. Quão mais próxima é a coluna do mar, mais sujeita à imersão e ao embate das ondas, que somadas a ação do vento no litoral, podem ampliar a região onde organismos encontraram condições de sobrevivência. O modelo proposto por Lewis (1964) para zonação é o sugerido por Coutinho (1995) para trabalhos em português por este considerar a ação das ondas, que ampliam também o alcance de respingo e do spray marinho, considerando-o mais sensível. Este modelo auxilia a explicar o resultado encontrado no gráfico 1. A coluna à leste apresentou um limite superior maior (4,0m), em relação a coluna à oeste (3,4m). A diferença de 0.6m se deu basicamente pela ausência da *Chaetomorpha* sp. na parcela superior da coluna à oeste. Além disso, a soma das alturas máximas em

cada coluna foi de 15,2 m para coluna leste, e de 15 m para a coluna oeste, ou seja, apenas 1,34% mais alta à leste.

Tendo em vista que o estudo considerou as faces internas das colunas, algumas suposições podem ser feitas ao comparar alcance dos organismos em cada lado. Nas colunas à leste, os organismos se distribuíram ao longo de uma faixa vertical menos extensa, nas três primeiras colunas, enquanto à oeste, a extensão da faixa vertical foi menor ao longo das colunas 4 e 5. Uma possível suposição é de que a parte interna das colunas à leste estão mais abrigadas do embate com as ondas e ação dos ventos, visto que o vento e a corrente de deriva na região é predominantemente de oeste. De modo contrário, esta hidrodinâmica faz com que as colunas à oeste receba de forma mais eficaz os respingos e spray marinho jorrados pelo vento e pelo embate inicial da corrente. No entanto, nas colunas 4 e 5, mais próximas ao mar e da ação das ondas, a força do embate nas colunas à oeste seja intensa ao ponto de inibir a adesão dos organismos nessa área.

Das espécies observadas, 4 aparecem em todas as colunas (*Brachidontes exustus*, *Chaetomorpha* sp., *Balanus amphitrite*, *Chthamalus bissinuatus*), enquanto a *Crassostrea* sp. esteve presente em 9 das 10 colunas. O poliqueta *Phragmatopoma* cf. *lapidosa* esteve ausente em colunas mais afastadas do mar (O1-2 e L1) e a alga *Ulva* spp. esteve ausente em 7 de 10 colunas (TABELAS 1 e 2). Portanto, o táxon *Ulva* ssp. foi o menos frequente nas colunas, enquanto os bivalves e cirrípedes foram os mais frequentes.

Tabela 1 - Lista de espécies identificadas presentes nas colunas oeste, píer do Pecém, litoral oeste do Ceará.

| Espécie | O1 | O2 | O3 | O4 | O5 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Phragmatopoma cf. lapidosa</i> | - | - | + | + | + |
| <i>Brachidontes exustus</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Crassostrea sp</i> | + | + | + | + | - |
| <i>Chaetomorpha sp.</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Ulva spp</i> | - | - | - | - | - |
| <i>Balanus amphitrite</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Chthamalus bissinuatus</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Tetraclita stactifera</i> | + | + | + | + | + |
| Presença em: | 6 | 6 | 7 | 7 | 6 |

Fonte: O autor (2019). Presença (+), ausência (-)

Tabela 2 - Lista de espécies identificadas presentes nas colunas leste, píer do Pecém, litoral oeste do Ceará.

| Espécie | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 |
|-----------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <i>Phragmatopoma cf. lapidosa</i> | - | + | + | + | + |
| <i>Brachidontes exustus</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Crassostrea sp</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Chaetomorpha sp</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Ulva spp</i> | + | - | + | + | - |
| <i>Balanus amphitrite</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Chthamalus bissinuatus</i> | + | + | + | + | + |
| <i>Tetraclita stactifera</i> | + | + | + | + | + |
| Presença em: | 7 | 7 | 8 | 8 | 7 |

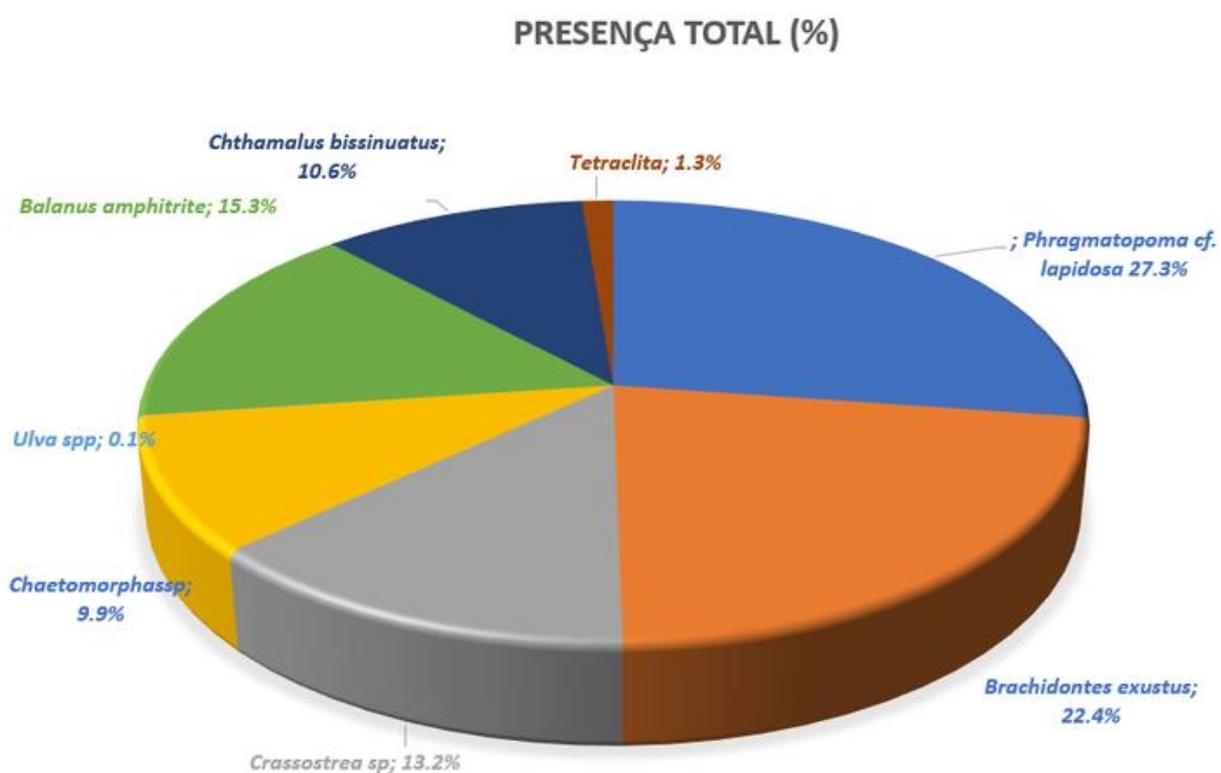
Fonte: O autor (2019). Presença (+), ausência (-)

De forma geral, quanto a cobertura, há um predomínio do poliqueta *Phragmatopoma cf. lapidosa*, representando 27,3% do total de organismos (GRÁFICO 2), mesmo que ausente em 30% das colunas, ou seja, com menor frequência. A segunda maior cobertura, 22,04%, é do bivalve *Brachidontes exustus*, em sequência ao craca *Balanus amphitrite*, com 15,3% e 13,2% da ostra *Crassostrea sp*. O cirrípede *Chthamalus bissinuatus* representa 10,6% dos organismos presentes.

Quanto as algas, a *Chaetomorpha* sp. representa 9.9% dos organismos e a *Ulva* spp., ausente em 70% das colunas, apresenta 0.1%. O menos presente dos cirrípedes, *Tetraclita stactifera*, esta presente com cobertura de 1.3% (GRÁFICO 2).

Enquanto os cirrípedes estiveram presentes em todas as colunas, e em diferentes alturas, os poliquetas (organismo mais abundante), quando presentes, dominavam a base da coluna, formando bioconstruções (aglutinação de partículas sedimentares) (FIGURA 9).

Gráfico 2 - Porcentagem das espécies



Fonte: O autor (2019)

Figura 9 - Bioconstrução poliqueta na base das pilastras próximo ao mar



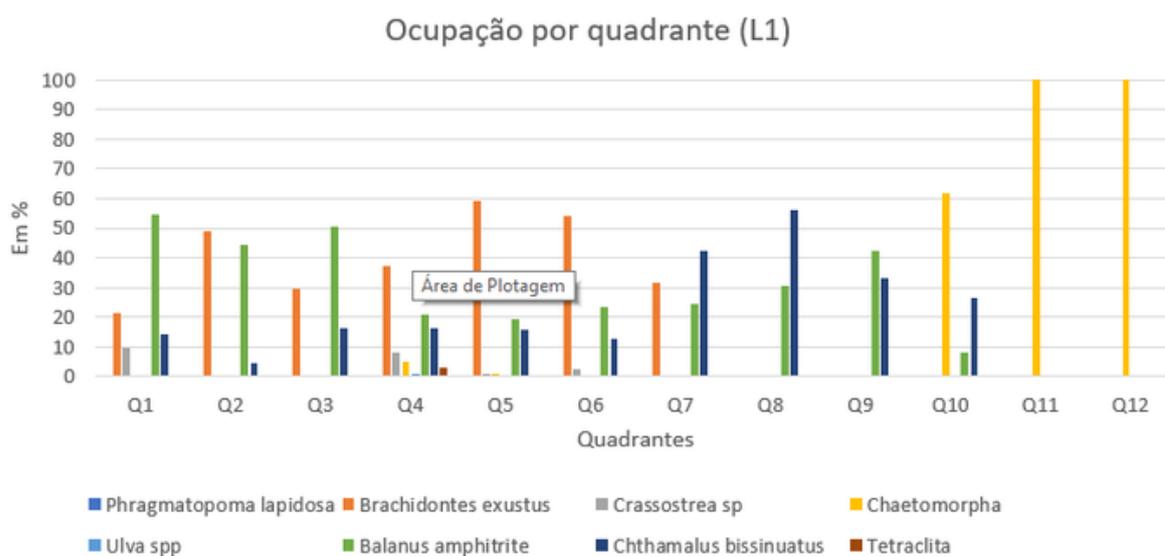
Fonte: O autor (2019)

Quanto as algas identificadas, cerca de 10% do total de organismos, 9,9% pertenciam ao gênero *Chaetomorpha* sp., estas geralmente estavam dispostas nas zonas mais superiores, mais abundantes nas colunas próximas ao mar. O táxon *Ulva* spp. (0.1%) apresentou a menor abundância. A baixa presença de algas pode estar relacionada ao fato de as faces internas serem as estudadas, logo menos expostas ao sol, reduzindo o tempo de realização de fotossíntese, e, portanto, a transformação em biomassa. Além disso, o alto potencial de dessecação pela posição vertical nas colunas dos píers gera uma limitação à ocorrência de algas que não possuem estruturas morfológicas (conchas e estruturas de cracas) e comportamentais (fechamento da concha ou proteção dentro da bioconstrução) para resistir à dessecação.

As colunas L1 e O1, mais distantes do mar, apresentam majoritariamente nos quadrantes -até aproximadamente 1,40 m de altura - a composição mais significativa (entre 20% e 60%) por bivalves *Brachidontes exustus* e por cirripedes *Balanus*

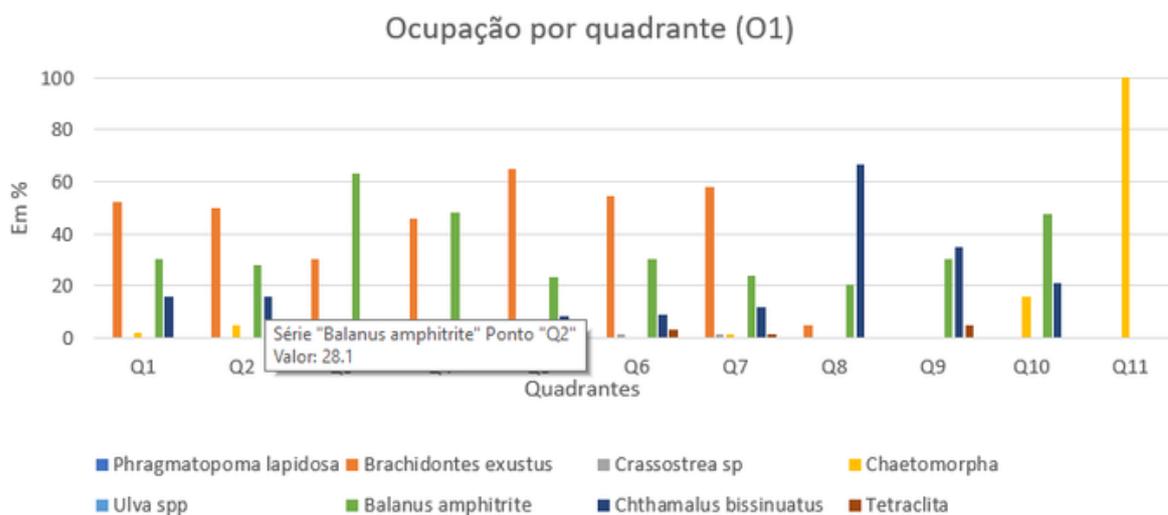
amphitrite (GRÁFICOS 3 e 4). Outro cirripede, *Chthamalus bissinuatus*, apresenta maior concentração a partir de 1,40-1,60m, até que os quadrantes mais elevados sejam de maior dominância pela alga *Chaetomorpha* sp.

Gráfico 3 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 1, lado leste.



Fonte: O autor (2019)

Gráfico 4 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 1, lado oeste.

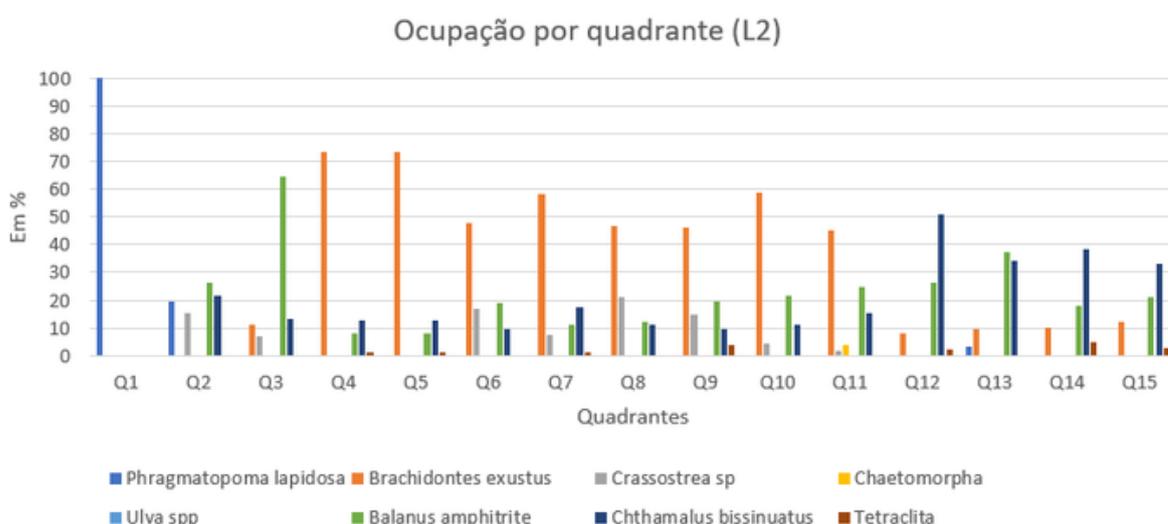


Fonte: O autor (2019)

Nas colunas L2 e O2, percebeu-se um comportamento semelhante à coluna 1, na presença das espécies *Brachidontes exustus* e *Balanus amphitrite*. O alcance vertical dos organismos nessa coluna porém é maior (2,10m) e com concentração superior a 60% em determinados pontos (GRÁFICO 5 e 6). A exceção nos primeiros centímetros se dá pela existência de bioconstruções de poliqueta dominando o primeiro quadrante de L2 (GRÁFICO 5).

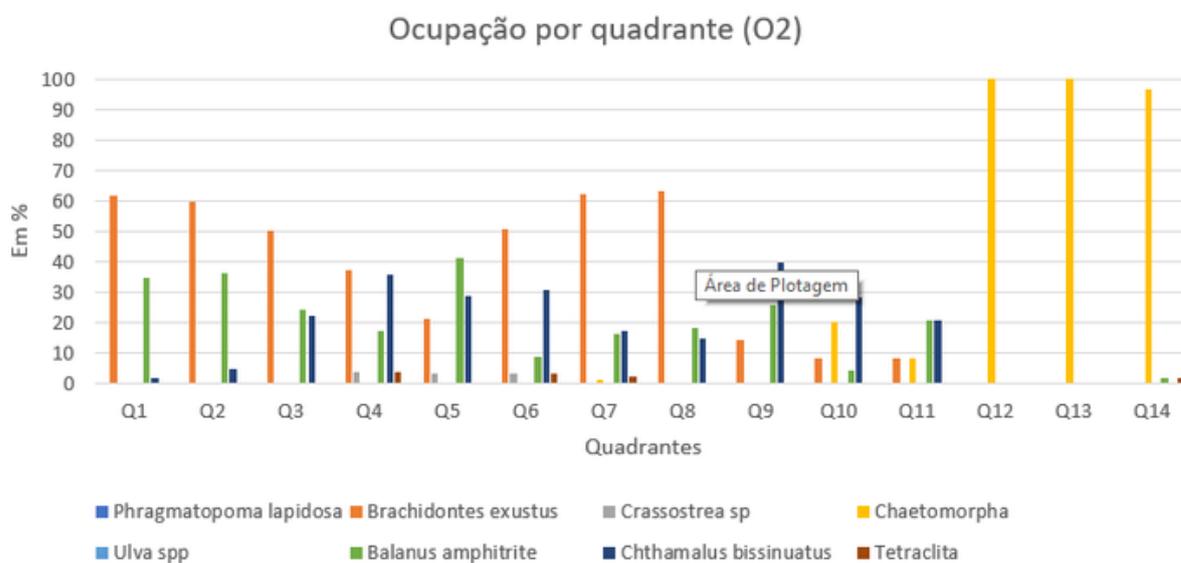
A espécie *Chthamalus bissinuatus* repete o padrão de aumento da concentração com a altura, chegando a 50% em 2,40m e passivo de identificação até 3m de altura (GRÁFICO 5), indo de acordo com o previsto de ocupação em faixa superior em estudo de monitoramento (TURRA et al, 2015). Similar ao ocorrido nas colunas 1, a *Chaetomorpha* sp. tem a dominância praticamente de 100% nos três últimos quadrantes da coluna O2 (GRÁFICO 6). Oposto a isto, na coluna L2 não foram identificadas algas nos quadrantes mais superiores.

Gráfico 5 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 2, lado leste.



Fonte: O autor (2019)

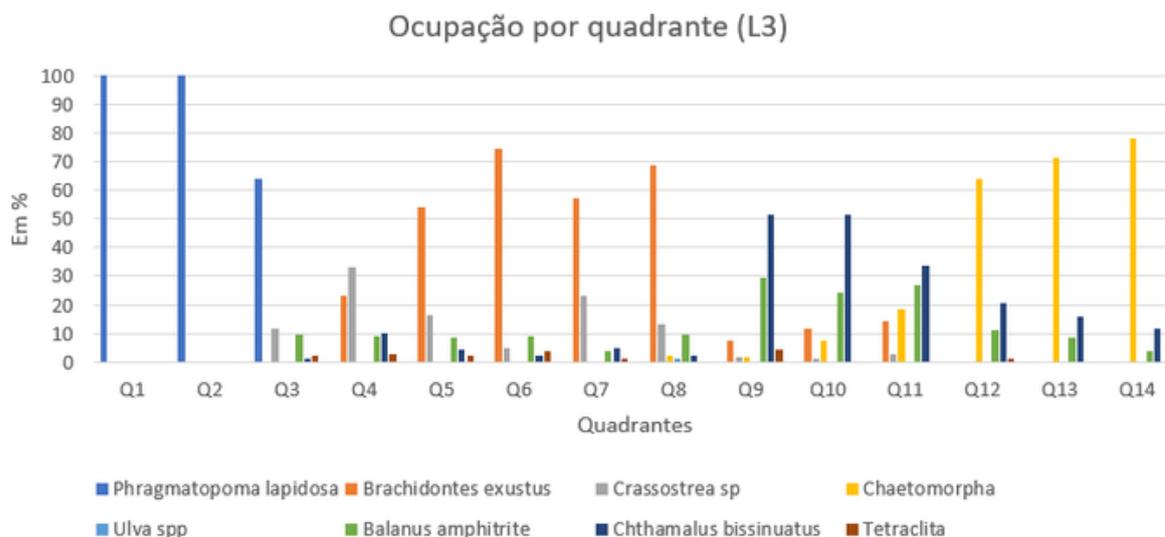
Gráfico 6 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 2, lado oeste.



Fonte: O autor (2019)

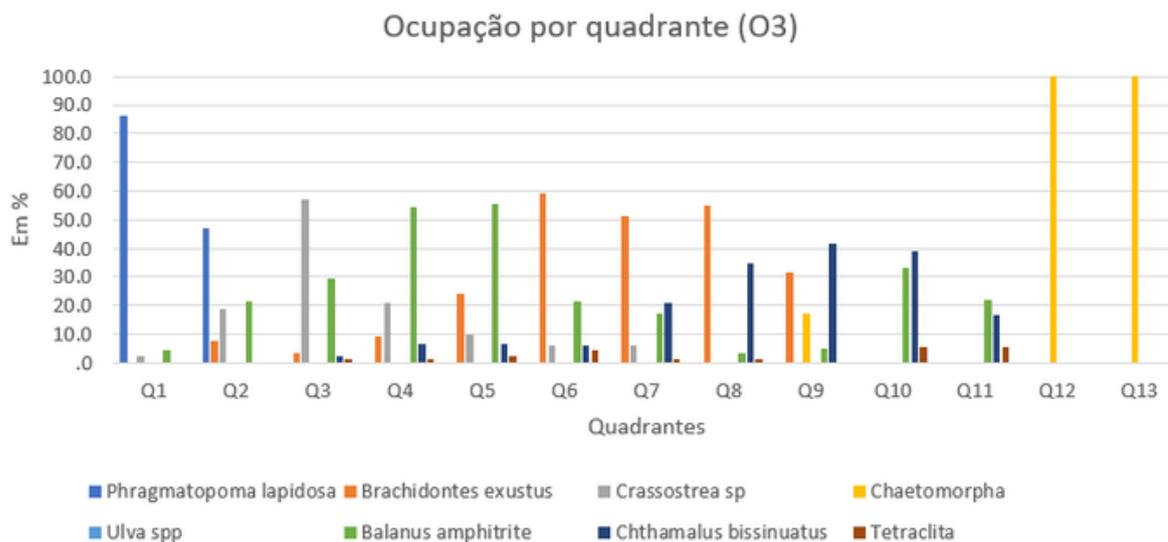
As colunas 3 (L e O) apresentam dominância das poliquetas nos primeiros quadrantes, tendo maior presença da *Crassostrea* sp. em relação as colunas anteriores. A espécie *Brachidontes exustus* e *Balanus amphitrite* estão presentes em todos os quadrantes, com exceção dos pontos mais extremos, porém alcançando grandes (40%-70%) concentrações nas alturas médias. A espécie *Chthamalus bissinuatus* apresenta maior incidência a partir de 1,40-1,60m. A espécie *Chaetomorpha* sp. domina os quadrantes mais elevados das colunas 3, tanto no lado oeste quanto no leste (GRÁFICO 7 E 8)

Gráfico 7 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 3, lado leste



Fonte: O autor (2019)

Gráfico 8 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 3, lado oeste.

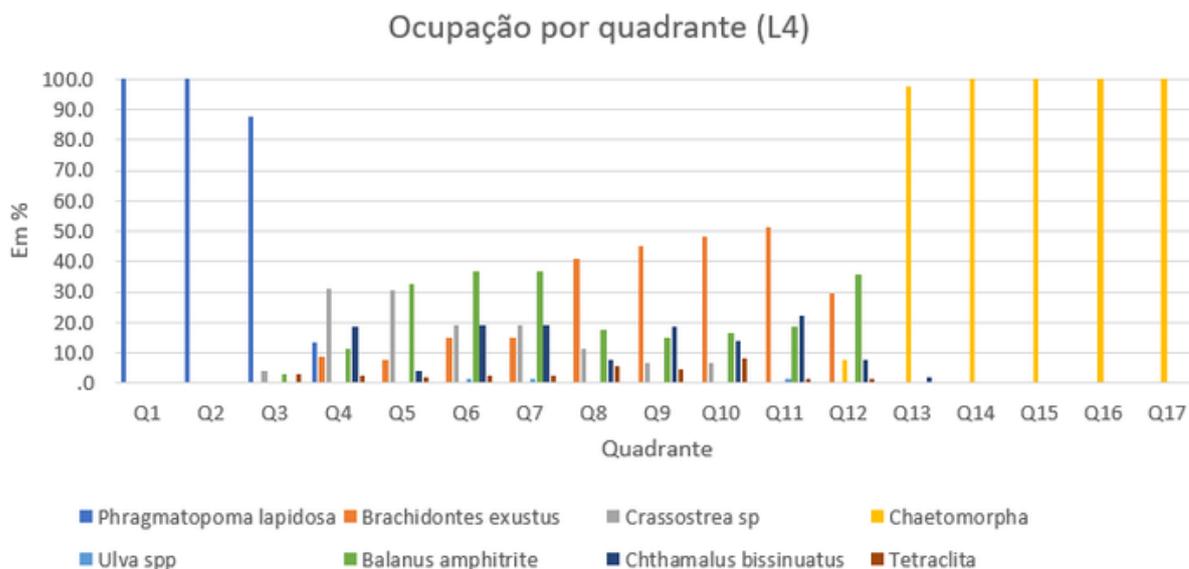


Fonte: O autor (2019)

Em L4 e O4, as bioconstruções das poliquetas ocupam massivamente os primeiros quadrantes. Além da dominância dos cirripedes (*Balanus amphitrite* e *Chthamalus bissinuatus*) e do *Brachidontes exustus* nos quadrantes intermediários, há uma maior frequência de outro bivalve, *Crassostrea sp.*, se comparadas as colunas 1, 2 e 3 com a 4 (GRÁFICOS 9 e 10)

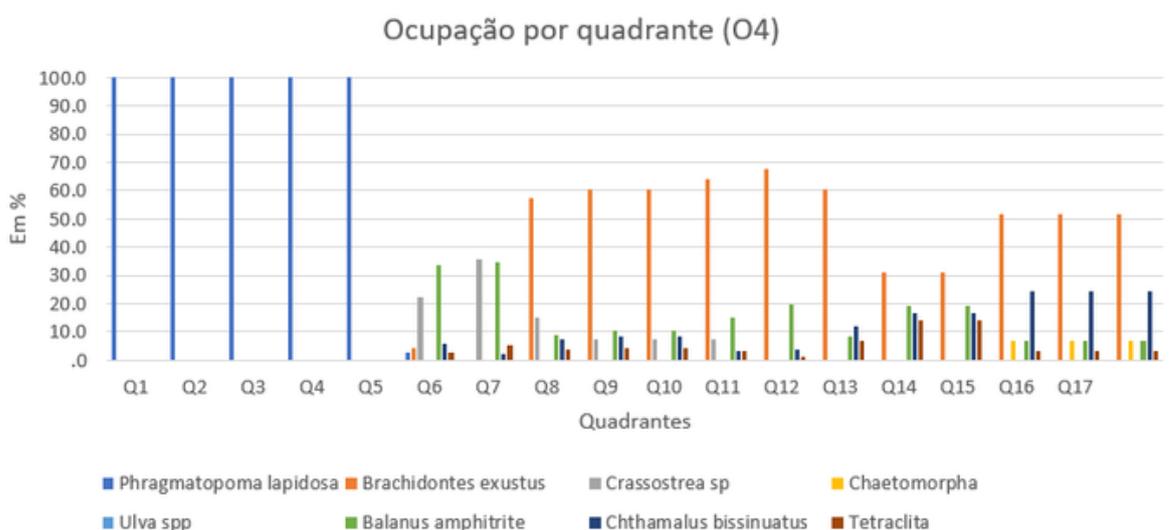
Nos parcela mais elevada da coluna, foi identificada uma notável diferença. Em L4, repete-se o padrão de dominância de *Chaetomorpha* sp, no entanto, esta está praticamente ausente em O4, tendo sido a região mais elevada nessa coluna ocupada principalmente por *Brachidontes exustus* e por cirrípedes.

Gráfico 9 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 4, lado leste.



Fonte: O autor (2019)

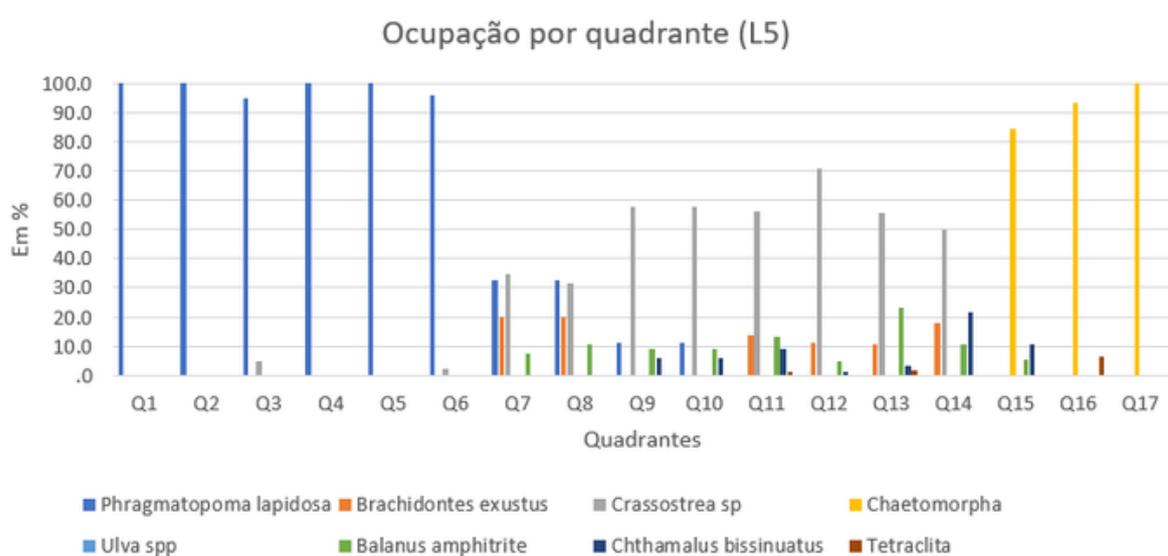
Gráfico 10 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 4, lado oeste.



Fonte: O autor (2019)

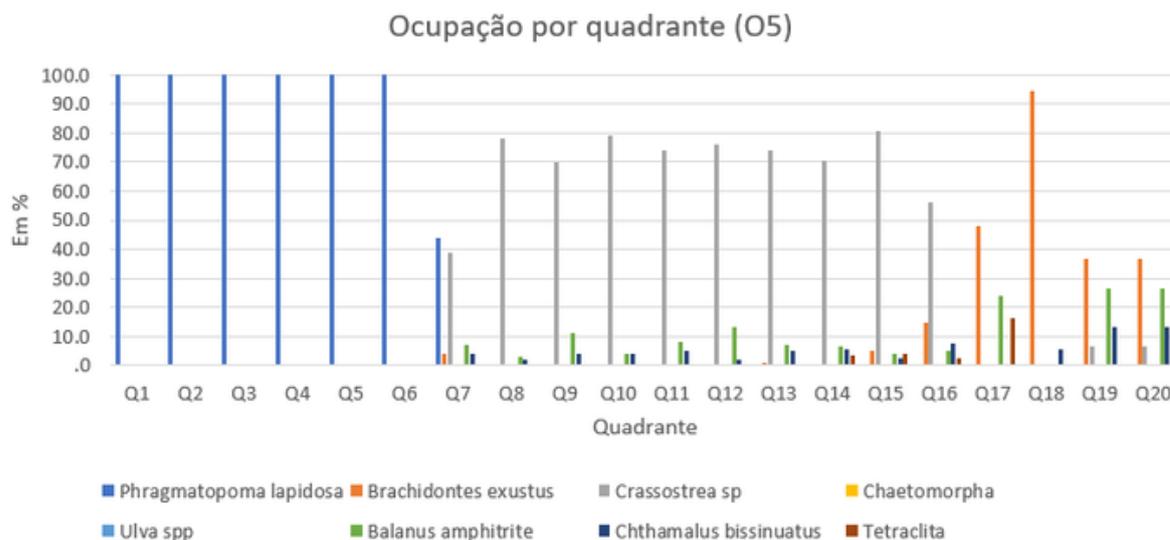
Em L5 e O5, colunas mais próximas ao mar, a dominância das poliquetas atinge 1,20m de altura, tendo o maior número de quadrantes ocupados por um organismo até então (GRÁFICOS 11 e 12). A formação de aglomerados de *Crassostrea* sp. é nítido nas duas colunas 5. A ausência da *Chaetomorpha* na parte mais alta da coluna ocorrido em O4 se repete em O5. Da mesma forma, a dominância da *Chaetomorpha* sp na parcela superior se repete em L5, assim como na maioria dos quadrantes mais elevados.

Gráfico 11 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 5, lado leste.



Fonte: O autor (2019)

Gráfico 12 - Porcentagem de ocupação referente a coluna 5, lado oeste.



Fonte: O autor (2019)

Os bivalves e cirrípedes estão presentes desde os primeiros quadrantes, quando mais afastados do mar (L1-2; O1), e se estabeleceram principalmente nas alturas intermediárias da maioria das colunas. Estes também estão presentes nas zonas mais elevadas das colunas próximas ao mar (O4-5), quando ausente a espécie *Chaetomorpha* sp., a dominante dos quadrantes mais superiores. O poliqueta *Phragmatopoma* cf. *lapidosa*, consolida a ocupação da base das colunas quão mais próxima ao mar, dominando os primeiros quadrantes (L3-5 e O4-5)

Comparado estes resultados com trabalhos de outras regiões, determinados padrões de distribuição são similares. Em estudo realizado em molhes com diferentes hidrodinamismos no sudeste (BRUNO P; ILANA R, 2008), o poliqueta foi mais abundante na faixa sublitorânea destas estruturas. Para o mesmo estudo, a clorófita *Chaetomorpha* sp., quando presente (molhe menos protegido), ocupou a porção média superior da composição vertical dos organismos. O cirripédio *Chthamalus bissinuatus* ocupou faixas intermediárias (molhe mais protegido) e a porção superior (molhe menos protegido)

Os resultados indicam que a estrutura da comunidade bentônica sésil é dominada por organismos bentônicos filtradores (~90% da porcentagem de cobertura)

com uma baixa abundância de macroalgas. Ecossistemas bentônicos com estrutura tridimensional dominada por animais suspensívoros foi denominado por Rossi (2013) de ``bosque animal``. Assim, observa-se que, no terminal do pecém, as pilastras formam um bosque animal com intensa competição por espaço ao longo do gradiente vertical e horizontal.

5 CONCLUSÃO

A observação do eixo vertical das colunas ao longo da zona do entremarés permitiu o mapeamento de organismos sesséis em um ecossistema de substrato artificial. O substrato escarpado, verticalizado, é diferente do substrato predominante no litoral oeste do Ceará, que em sua maior parte composto por grandes extensões de praias arenosas e ocasionais afloramentos rochosos e *beach rocks* (REF).

O litoral oeste do Ceará recebeu o diagnóstico de prioridade de conservação muito alta, sendo importantes trabalhos sob os mais diversos aspectos naturais e de diversidade de espécies (MATTHEWS-CASCON; LOTUFO, 2006, p. 8). Registrada a distribuição de bentos sésseis, um diagnóstico atual (2018) da ocupação do substrato consolidado foi disponibilizada, os dados podem servir de subsídios para comparação com cenários futuros ou realizados em substratos consolidados de outras regiões. Por se tratar de uma região portuária, que concentra diversos vetores para invasões biológicas (e.g: água de lastro e de porão, incrustações) o estudo contínuo pode acusar a ocorrência de organismos antes que venham a trazer prejuízos a economia, ambiente ou saúde humana.

REFERÊNCIAS

CEARÁ PORTOS. Complexo industrial e portuário do pecém. **Ceará Portos**. 2001. Disponível em: <<http://www2.cearaportos.ce.gov.br/complexo.asp>>. Acesso em: 20 dez. 2018.

COUTINHO, Ricardo ; ZALMON, Ilana. Monitoramento de Longo Prazo dos Costões Rochosos. In: TURRA, Alexandre (Org.); DENADAI, Marcia (Org.). **Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros**. São Paulo: Biblioteca Digital de Produção Intelectual, f. 258, 2015. cap. 13, p. 180-193.

_____. Os bentos de costões rochosos. In: SOARES-GOMES, Abílio (Org.); PEREIRA, Renato (Org.). **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciencia, 2009. cap. 11, p. 281-297.

COUTINHO, Ricardo. Avaliação crítica das causas da zonação dos organismos bentônicos em costões rochosos. **Oecologia Brasiliensis**. Rio de Janeiro, v. 1, p. 259-271, 1995.

COUTINHO, Ricardo; YAGINUMA, Luciana; SIVIERO, Fernanda. Studies on benthic communities of rocky shores on the Brazilian coast and climate change monitoring: Status of knowledge and challenges. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, p. 27-36, 2016.

DMITRUK, Hilda Beatriz (Org.). **Cadernos metodológicos**: diretrizes da metodologia científica. 5. ed. Chapecó: Argos, 2001. 123 p.

MATTHEWS-CASCON, H.; LOTUFO, TM da C. Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará. **Secretária de Biodiversidade e Florestas**. Brasília, p. 248, 2006.

REBENTOS. Monitoramento de Longo Prazo dos Costões Rochosos. In: TURRA, Alexandre (Org.); DENADAI, Marcia (Org.). **Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros**. São Paulo, 2015. 258 p. cap. 13, p. 11.

ZALMON, Ilana; MASI, Bruno. Zonation of intertidal benthic communities on breakwaters of different hydrodynamics in the north coast of the state of Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 662-673, 2008.