



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS

FRANCISCO ALLAN SANTOS MARTINS

**ICTIOFAUNA ASSOCIADA A RECIFES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM UMA
RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA**

FORTALEZA
2019

FRANCISCO ALLAN SANTOS MARTINS

**ICTIOFAUNA ASSOCIADA A RECIFES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM UMA
RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e manejo de ecossistemas marinhos e estuarinos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Caroline Vieira Feitosa.

Coorientador: Dr. Pedro Bastos Carneiro.

FORTALEZA

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)

- M343i Martins, Francisco Allan Santos.
ICTIOFAUNA ASSOCIADA A RECIFES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM UMA RESERVA
EXTRATIVISTA MARINHA / Francisco Allan Santos Martins. – 2019.
54 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2019.
Orientação: Profa. Dra. Caroline Vieira Feitosa.
Coorientação: Prof. Dr. Pedro Bastos de Macedo Carneiro.
1. Habitats artificiais. 2. Área marinha protegida. 3. Peixes recifais. 4. Pesca artesanal. I.
Título.

CDD 551.46

FRANCISCO ALLAN SANTOS MARTINS

**ICTIOFAUNA ASSOCIADA A RECIFES NATURAIS E ARTIFICIAIS EM UMA
RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e manejo de ecossistemas marinhos e estuarinos.

Aprovada em: ___/___/___

BANCA EXAMINADORA

Prof.^a Dr.^a Caroline Vieira Feitosa (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Aldeney Andrade Soares Filho
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Raimundo Nonato de Lima Conceição
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dedico à minha família.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo apoio incondicional e aos valores construídos ao longo da vida. Um agradecimento especial à minha irmã Aline, que dentro da sua amável atenção, pode me acompanhar e se fazer presente nos momentos difíceis. Um amor que não se mede!

Aos meus orientadores (Prof.^a Dr.^a Caroline Vieira Feitosa e Dr. Pedro Bastos Carneiro) pelo empenho e dedicação em todos os processos da elaboração deste trabalho. Agradeço a oportunidade, a confiança, o incentivo e, sobretudo, a paciência. Levarei sempre comigo seus ensinamentos. Agradeço também ao amigo Eduardo Freitas por ter ajudado com muitos esclarecimentos e sugestões desde a banca de qualificação.

A todos os diretores, coordenadores, professores, técnicos e funcionários do LABOMAR pela companhia e pelos serviços prestados ao longo desse tempo. Aos colegas de turma do PPGCMT que durante as aulas, nos encontros pelos corredores e laboratórios, pudemos interagir e compartilhar um pouco da nossa rotina e aflições. Aos colegas de laboratório (DIPEMAR) pelos cafés, bolos e risadas garantidas das tardes. Sou muito feliz pelas amizades que começaram neste laboratório e que se estenderão pela vida, sem dúvidas.

Aos que fazem o meu laboratório irmão, o Zoobentos. Obrigado pelo acolhimento durante toda minha jornada no Labomar (10 anos). Satisfação de ter feito parte deste grupo! Um agradecimento especial à querida Ravena, que foi meu braço direito pra tudo. Obrigado pelo incentivo, pelas conversas, conselhos e inspiração. Vou ser pra sempre grato! Poderia dedicar uma página inteira e ainda não seria suficiente.

A todos da RESEX Prainha do Canto Verde que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho, pelo apoio, amizade e força de sempre. A ONG RARE pela disponibilidade dos dados e financiamento do projeto e a CAPES pela concessão da bolsa. Muito grato!

Obrigado a quem lutou e luta para garantir o acesso a uma Universidade pública, gratuita e de qualidade para todos. A quem não solta a mão de ninguém. A quem acredita que a educação desfaz os mitos. Obrigado!

“A arte de interrogar é bem mais a arte dos mestres do que a dos discípulos; é preciso ter já aprendido muitas coisas para saber perguntar aquilo que não se sabe.”

(Jean Jacques Rousseau)

RESUMO

Os recifes naturais, sejam de origem biológica ou não, contêm notadamente uma rica e estabelecida fauna íctia, incluindo muitas espécies de interesse comercial para a pesca. Da mesma forma, porém de origem não natural, os recifes artificiais marinhos são empregados visando o aumento da produtividade pesqueira e fornecimento de habitats adicionais ao ecossistema. Censos visuais estacionários foram realizados em recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde (Beberibe-CE, Brasil), visando avaliar a estrutura da assembleia, inventariar e comparar a ictiofauna entre os tipos de recifes. O substrato também foi avaliado qualitativamente por meio de *fotoquadrats* para registro da comunidade bentônica. Foi observada diferença significativa entre as assembleias dos tipos de recifes estudados. O nMDS demonstrou uma segregação entre amostras que representam respectivamente um recife artificial mais próximo à costa e um recife natural mais distante, provavelmente pela abundância registrada em cada um destes pontos. Tanto os recifes naturais quanto os artificiais apresentaram maiores abundâncias de peixes de comprimento <20cm, porém, para os artificiais foram observados peixes distribuídos em classes de comprimento >40cm. As categorias tróficas não diferiram quando foi comparado natural vs. artificial, entretanto foram estatisticamente distintas quando comparadas entre si em cada tipo de recife. Das espécies consideradas alvo na RESEX, apenas uma não foi registrada (*Scomberomorus cavalla*) durante os mergulhos, porém, apenas a espécie *Ocyurus chrysurus* foi considerada abundante e comum, para os recifes naturais. As macroalgas dominaram os substratos dos recifes naturais, enquanto que areia e cascalho constituíram o substrato onde os recifes artificiais estão depositados, com a presença de espécies bentônicas aderidas às estruturas. Os recifes artificiais contribuem, de uma forma geral, na agregação de presas das espécies-alvo, favorecendo a produtividade pesqueira. No entanto, a conservação de ambientes naturais adjacentes e medidas que visem avaliar o impacto do emprego de estruturas artificiais em unidades de conservação são necessárias para a garantia da sustentabilidade da iniciativa junto às produções pesqueiras.

Palavras-chave: Habitats artificiais. Área marinha protegida. Peixes recifais.

ABSTRACT

Natural reefs, whether of biological origin or not, notably contain a rich and established ichthyofauna, including many species of interest for commercial fishing. Similarly, but of unnatural origin, artificial marine reefs are used to increase fish productivity and provide additional habitats to the ecosystem. Stationary visual censuses were carried out on natural and artificial reefs present at the RESEX Prainha do Canto Verde Extractive Reserve (Beberibe-CE, Brazil) in order to evaluate the structure of the assemblage and to inventory and compare the ichthyofauna between reef types. The substrate was also evaluated qualitatively through photo-quadrats to record the benthic community. A significant difference was observed between the assemblages of the reef types studied. The nMDS shows a segregation between samples that represent an artificial reef closer to the coast and a more distant natural reef, probably due to the abundance recorded at each of these points. Both the natural and artificial reefs presented greater abundances of fish of length <20cm, however, fishes at the artificial reefs were observed distributed in classes of length >40cm. Trophic categories did not differ between natural and artificial reefs; however, they were statistically different when compared within each type of reef. Of the species considered targets at the Extractive Reserve, only one was not observed during the censuses (*Scomberomorus cavalla*); however, only the species *Ocyurus chrysurus* was considered abundant and common in the natural reefs. Macroalgae dominated the substrates of the natural reefs, while sand and gravel constituted the substrate where the artificial reefs are located, with the presence of benthic species adhering to the structures. Artificial reefs contribute in a general way to the aggregation of prey for the target species, favoring fish productivity. However, the conservation of adjacent natural environments and measures to assess the impact of the use of artificial structures in protected areas are necessary to guarantee the sustainability of the initiative with respect to fishery production.

Keywords: Artificial habitats. Protected marine area. Reef fish.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação gráfica da área estudada e localização dos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	16
Figura 2 – Gráfico nMDS representando a distribuição da abundância da ictiofauna nas amostragens dos recifes naturais (x) e artificiais (círculo vazado) na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	29
Figura 3 – Abundância relativa (%) e número de espécies distribuídas em classes de comprimento entre os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017.....	30
Figura 4 – Gráficos Box-plot demonstrando as diferenças entre os tipos de recifes da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017 para as classes de comprimento com base nos valores de densidade (A) 0-5cm, (B) 6-10cm, (C)11-15cm, (D)16-20cm, (E)21-25cm, (F)26-30cm e (G) 36-40cm.....	31
Figura 5 - Abundância relativa das espécies distribuídas em categorias tróficas nos recifes naturais e artificiais da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	32
Figura 6 - (A) Substrato do recife natural Risca Preta formada por afloramentos rochosos baixos, parcialmente cobertos por areia carbonática; (B) Predominância de macroalgas no substrato do recife natural Risca Preta da RESEX Prainha do Canto Verde.....	34
Figura 7 - Estruturas depositadas sobre banco de rodólitos soterrados dentro dos limites da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	36
Figura 8 - (A) Cardume de paru branco/enxada <i>Chaetodipterus faber</i> e estruturas de pneus em (B) e (C); (D) recrutas de <i>Siderastrea stellata</i> nos pneus presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	37

Figura 9 - Estrutura de madeira (Garajau) sobre o convés do “Naufrágio da Prainha”, embarcação de madeira naufragada há 40 anos na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	38
Figura 10 - Tipo de estrutura (Garajaus) comumente utilizada como recife artificial dispostas sobre substrato de areia e cascalho dentro da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	39
Figura 11 – Presença de algas filamentosas e hidrozoários aderidos às estruturas de madeira de um recife artificial (garajau) presente na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista com os nomes dos recifes analisados; tipo de recife; ano e meses em que os respectivos pontos foram visitados durante o estudo na RESEX Prainha do Canto Verde, Beberibe, Ceará, durante os anos 2016 e 2017.....	18
Tabela 2 – Critérios utilizados para determinação da importância relativa de cada espécie conforme os dados de abundância relativa e frequência de ocorrência para os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	20
Tabela 3 – Valores de abundância relativa em ordem decrescente das 10 espécies mais abundantes registradas respectivamente nos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.....	27
Tabela 4 - Número e percentual de espécies registradas considerando a importância relativa para os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro I – Lista geral das famílias/espécies, valores de densidade, abundância relativa (AR), frequência de ocorrência (FO), índice de importância relativa (IR) e categorias tróficas registradas por meio de censos visuais estacionários nos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde durante os anos de 2016 e 2017.....	23
Quadro II - Lista das famílias e espécies consideradas alvo registradas nos recifes naturais e artificiais da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017; nome popular e importância relativa para os recifes naturais (IRN) e artificiais (IRA).....	33

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 MATERIAIS E MÉTODOS	16
2.1 Área de estudo	16
2.2 Amostras	17
2.3 Análise dos dados	19
3 RESULTADOS	22
3.1 Composição e importância relativa das espécies	22
3.2 Estrutura das assembleias	29
3.3 Espécies-alvo	33
3.4 Considerações sobre os recifes estudados	34
3.4.1 <i>Recifes naturais</i>	34
3.4.2 <i>Recifes artificiais</i>	35
4 DISCUSSÃO	41
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira caracteriza-se como uma área de transição entre o oceano e o continente. Trata-se de um ambiente altamente dinâmico que, dada sua complexidade física e biológica, está em constante modificação, além de apresentar uma grande biodiversidade (GARRISON, 2011). Dentre os ecossistemas marinhos presentes na zona costeira, encontram-se os ambientes recifais, cuja nomenclatura engloba tanto os recifes biogênicos (recifes produzidos pela atividade biológica), os oriundos de processos geológicos e os dendríticos (VILLAÇA, 2009), bem como aqueles ditos artificiais (CASTANHARI, *et al.*, 2012), também chamados de “habitats feitos pelo homem” (LUKENS & SEELBERG, 2004) ou recifes feitos pelo homem (PITCHER & SEAMAN, 2000).

Os recifes de corais, a exemplo de recifes naturais, são formados comumente em águas rasas das regiões tropicais e subtropicais, onde o sucesso desses corais nestas áreas, relaciona-se à condição simbiótica de algas unicelulares, as quais são chamadas de zooxantelas (STANLEY JR., 2003). Os recifes coralíneos são assim chamados devido à maior contribuição dos corais escleractíneos na construção destes recifes, cujo esqueleto é composto por carbonato de cálcio (CaCO_3). No entanto, algas calcárias secretam substâncias que ajudam a “cimentar” partículas sedimentares, contribuindo também para construção e manutenção estrutural do recife (GARRISON, 2011). Estes ambientes, em termos de abundância relativa e diversidade, são comparados às florestas úmidas das regiões tropicais, embora cubram apenas 0,1% de superfície no planeta (VOLKOV *et al.*, 2007; VILLAÇA, 2009; MCINTYRE, 2010). Além disto, recifes costeiros fornecem serviços como o de proteção à costa, turismo, pesca esportiva e sequestro de carbono atmosférico (VILLAÇA, 2009).

Os recifes de arenito podem ser formados tanto nas zonas intertidais quanto em áreas mais profundas da plataforma continental e são produzidos através da cimentação de partículas de sedimentos finos, cuja estrutura consolidada atua como substrato para diversos organismos bentônicos (VILLAÇA, 2009). Embora seja um relevante ecossistema tropical, dada sua complexidade e fatores intrínsecos, a maioria dos estudos restringem-se aos recifes areníticos mais rasos e de fácil acesso (CALANDRA *et al.*, 1998; DE GUIMARAENS *et al.*, 2011; PORTUGAL *et al.*, 2016),

tornando aqueles submersos menos lembrados e, possivelmente, também ameaçados (SOARES *et al.*, 2016).

Os recifes artificiais (RA) representam um tipo particular de ambiente recifal. Como o nome sugere, estas estruturas não-naturais, são depositadas em corpos aquáticos (marinhos ou dulcícolas) e estabelecidas no substrato para um determinado fim. Além disso, podem ainda ser inseridas acidentalmente, como são os casos de naufrágios (LUKENS & SEELBERG, 2004). O termo “recife artificial” é comumente designado quando o propósito de tais estruturas imersas em corpos d’água, seja o de simular as condições estruturais e biológicas de um recife natural e, com isso, incrementar produções pesqueiras (SEAMAN & JANSEN, 2000). Neste contexto, a presença dessas estruturas contribuirá no aumento da complexidade do substrato e favorecerá a criação de habitats, onde as espécies poderão usufruir como áreas de abrigo, refúgio. Portanto, o uso do termo “habitats artificiais”, nesses casos, também parece ser usual (LUKENS & SEELBERG, 2004). São chamados de recifes artificiais secundários estruturas que são introduzidas deliberadamente no mar sem no entanto ter como objetivo principal simular os recifes naturais, servindo apenas como apoio ou suporte secundário às atividades humanas (p. ex: piers, molhes, tubulações, plataformas, etc) (PICKERING *et al.*, 1999).

O uso de RA’s na atividade pesqueira é secular. O primeiro registro da utilização de materiais imersos para favorecimento da pesca artesanal data de 1640 no Japão, cujos avanços continuados na utilização de RAs para este fim, tornaram o país líder mundial no desenvolvimento desta tecnologia até hoje (BAINE & SIDE, 2003; LEE *et al.*, 2018). Outros relatos sobre a utilização de estruturas de madeiras agregadas, a fim de incrementar pescarias de peixes recifais da família Sparidae, confere aos anos de 1830 (SANTOS & PASSAVANTE, 2003). No entanto, a popularização, diversificação de usos e estudos ecológicos dessas estruturas ampliaram-se durante o fim do século XIX e início do século XX, principalmente a partir dos anos de 1960 e 1980 (MILON, 1989; SANTOS & PASSAVANTE, 2003).

Os projetos de instalações de recifes artificiais têm sido implementados ao redor do mundo com diferentes propósitos e com distintos *designs* (BAINE & SIDE, 2003). A plasticidade de serviços prestados pelos RA’s às populações costeiras e ao ecossistema marinho são diversos, desde a proteção à costa da ação das onda (SEAMAN & JANSEN, 2000; THANNER *et al.*, 2006), incremento na produtividade

pesqueira (BOHNSACK, 1989; CONCEIÇÃO & PEREIRA, 2000), restauração de áreas marinhas degradadas (LEE *et al.*, 2018; PICKERING, *et al.*, 1999), atividades recreacionais e turismo (BAINE & SIDE, 2003) e, ainda, como ferramentas de gestão pesqueira (BORTONE, 2015). A interação entre os objetivos, tipos de materiais, localização dos mesmos e o efeito na ecologia, ainda são pouco conhecidos devido à falta de estudos científicos controlados comparáveis (BOHNSACK *et al.*, 1991).

Apesar dos esforços para o entendimento de como os recifes artificiais unicamente podem contribuir na conservação marinha (WALKER & SCHLACHER, 2014), ações integralizadas no aspecto da conservação, como por exemplo a criação de áreas marinhas protegidas e implantação de RA's, como uma ferramenta de gestão pesqueira ainda são poucos explorados. As Unidades de Conservação (UC's) podem ser do tipo de uso sustentável ou de proteção integral, a depender do nível de proteção da área a ser protegida (BRASIL, 2000). Dentre as ferramentas de gerenciamento pesqueiro, tem-se a utilização de estruturas que restringem o emprego de petrechos de pesca, como as redes de arrasto ilegais (BAINE & SIDE J, 2003).

Os estudos sobre a utilização de RA's no contexto brasileiro são relativamente recentes (SEIXAS *et al.*, 2013), no entanto, a tradição de ampliar áreas de pesca artificialmente, é uma prática utilizada há gerações pelos pescadores artesanais no nordeste do país (CONCEIÇÃO *et al.*, 2007). Apesar disso, estudos voltados para a costa desta região ainda são escassos, embora os estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Pernambuco tenham concentrado os maiores números de publicações sobre o assunto entre os anos 1990 e 2010, segundo revisão feita por Seixas *et al.* (2013).

No início das décadas de 90 e 2000, uma parceria entre o Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) e a PETROBRÁS, deu origem a um grupo de estudos sobre recifes artificiais (GERA) visando a elaboração e coordenação de projetos de instalação de RA's no Estado do Ceará (CONCEIÇÃO *et al.*, 2007). Ao longo da costa do estado, diversas armações modulares utilizando pneus foram implantadas visando o aumento da produtividade pesqueira em áreas cuja abundância de peixes eram relativamente baixas (CONCEIÇÃO & FRANKLIN JR., 2001). Um dos municípios contemplados com experimentos do tipo foi São Gonçalo do Amarante, na praia do Paracuru-CE, onde foram instalados contêineres com o mesmo propósito (CONCEIÇÃO *et al.*, 2007). No entanto, tais projetos, apesar da relevante contribuição

no fomento desta tecnologia aplicada à ciência pesqueira, não compararam assembleias presentes nos RA's aos recifes naturais adjacentes, o que poderia ampliar o entendimento da funcionalidade ecológica de um habitat artificial.

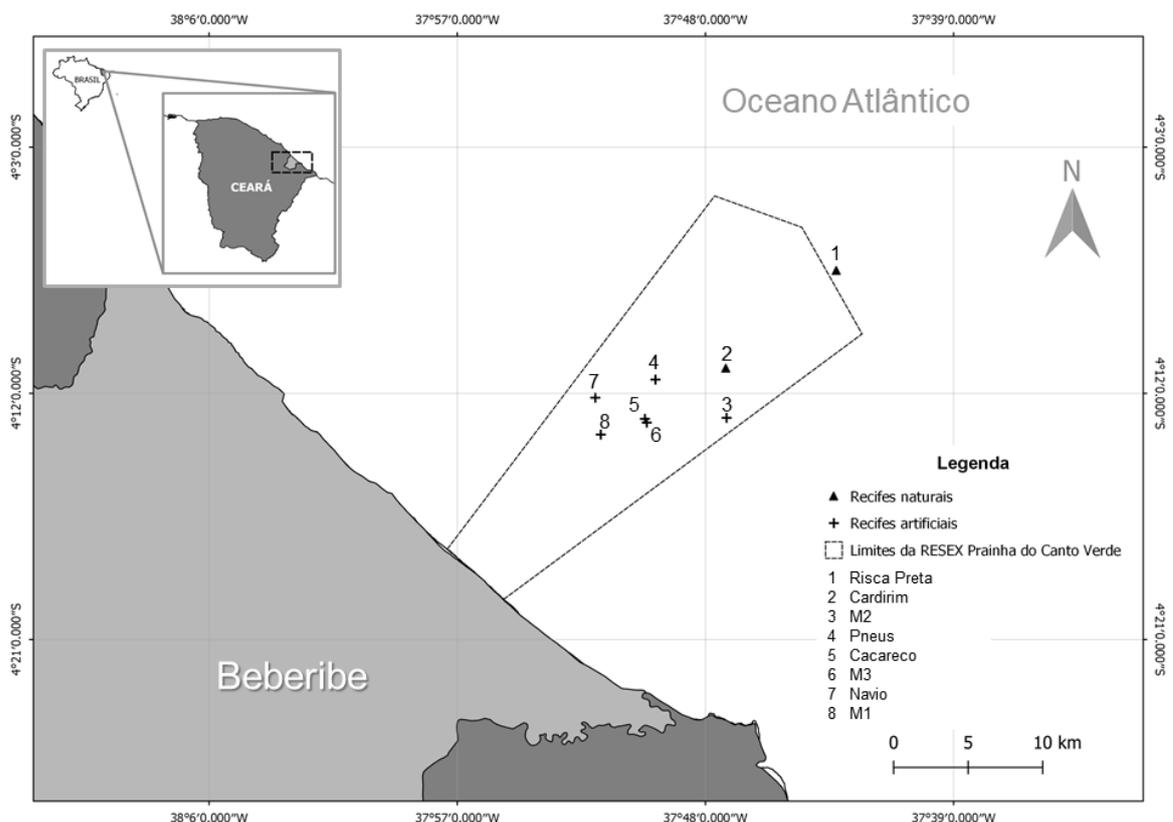
O emprego dessas estruturas dentro de um contexto cuja a própria atividade pesqueira é regulamentada, como é o caso de uma Unidade de Conservação do tipo reserva extrativista, pode trazer perspectivas particulares tanto ao ambiente quanto às atividades pesqueiras propriamente ditas. Partindo das hipóteses de que as espécies consideradas alvo para a RESEX compõem a ictiofauna presente nos recifes artificiais empregados como atratores no local; as assembleias íctias presentes nos recifes artificiais na RESEX não diferem das que ocorrem nos recifes naturais adjacentes em termos de riqueza, diversidade, abundância e estrutura trófica, a presente pesquisa tem a proposta de caracterizar a estrutura das assembleias íctias e dos substratos associados aos recifes naturais e artificiais na RESEX Prainha do Canto Verde, Beberibe, Ceará. Especificamente, pretende-se inventariar as espécies de peixes e comparar as assembleias presentes em recifes artificiais e naturais; quantificar e estimar o comprimento dos indivíduos presentes nos recifes naturais e artificiais.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado na Prainha do Canto Verde, distante 116 km da capital Fortaleza, litoral Leste do estado do Ceará (Figura 1). O local está situado em uma Unidade de Conservação (UC) do tipo Reserva Extrativista Marinha de Uso Sustentável (RESEX), criada pelo Decreto nº S/N, de 05/06/2009. Para tanto, a pesquisa obteve licença concedida pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) sob o número 52552-1. A UC abrange uma área total de 298,06 km² que contempla uma porção continental e uma porção marinha. A gestão da Unidade é feita por parte de um conselho deliberativo (Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista da Prainha do Canto Verde/CE – CDREPCV) e cogerida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Figura 1 - Representação gráfica da área estudada e localização dos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Fonte: o Autor.

2.2 Amostragens

O desenho amostral consistiu na escolha de dois pontos a cada saída ao mar. Em cada ponto, foram realizados dois censos visuais, totalizando 4 censos por saída. Foram realizados no total, sete censos visuais nos dois recifes naturais e 24 censos nos seis recifes artificiais durante os anos 2016 e 2017. No total, foram realizados 31 censos para o estudo (Tabela 01). Por condições atípicas de mar durante uma das saídas de campo, foram realizadas apenas 3 amostragens no recife natural Risca Preta (uma em 2016 e duas em 2017). No primeiro ano, os censos foram realizados durante os meses de maio, junho, julho e agosto. Em 2017, foram realizados em janeiro e maio. Os estudos ocorreram no período do ano em que os ventos estão mais brandos no Ceará (SILVA *et al.*, 2017), priorizando a segurança na execução dos trabalhos. Os pontos de amostragens foram demarcados com o auxílio de um GPS e todos os dados foram anotados em prancheta de PVC.

As amostragens foram realizadas por meio de censos visuais (CVS) do tipo estacionário. Este método foi adaptado de BOHNSACK & BANNEROT (1986) e baseia-se no posicionamento de um pesquisador no centro de um cilindro imaginário, onde este rotaciona o corpo lentamente durante 5 minutos, registrando todas as espécies visualizadas dentro de um raio de 5 m (peixes de tamanho estimado > 10 cm) e 2 m (peixes de tamanho estimado <10 cm) respectivamente. Este modo de trabalho foi escolhido por proporcionar um melhor aproveitamento do tempo de mergulho, reduzida manipulação de equipamentos além de ser um método não destrutivo, capaz de gerar estimativas da composição, abundância e frequência de ocorrência das comunidades ictias (BOHNSACK & BANNEROT, 1986). O comprimento de cada indivíduo foi estimado visualmente e agrupado nas seguintes classes de comprimentos: 0 – 5 cm; 6 – 10 cm; 11 – 15 cm; 16 – 20 cm; 21 - 25 cm; 26 – 30; 31 – 35 cm; 36 – 40 cm e >40 cm.

As espécies identificadas foram agrupadas em oito categorias tróficas, com base na classificação proposta por Ferreira *et al.* (2004): Carnívoros (CAR), herbívoros territorialistas (HT), herbívoros errantes (HERR), onívoros (ONI), piscívoros (PIS), predadores de invertebrados sésseis (PIVS), predadores de invertebrados móveis (PIM) e planctívoros (PL).

Os CVS foram realizados tanto nos recifes artificiais (M1, M2, M3, Cacareco, Navio e Pneu) quanto nos naturais (Pedra da Risca Preta e Pedra do Cardirim, aqui chamado apenas de “Cardirim”). Para fins comparativos, os recifes foram englobados de acordo com sua natureza em “recifes naturais” e “recifes artificiais”. Os pescadores locais, que detinham as localizações geográficas dos recifes artificiais e naturais estudados, orientaram aos pontos amostrados.

Tabela 1 – Lista com os nomes dos recifes analisados; tipo de recife; ano e meses em que os respectivos pontos foram visitados durante o estudo na RESEX Prainha do Canto Verde, Beberibe, Ceará, durante os anos 2016 e 2017

Recife	Tipo	2016	2017	Nº de censos totais
Risca preta	Natural	maio (1)	maio (2)	3
Cardirim	Natural	junho (2)	maio (2)	4
M1	Artificial	maio (2)	maio (2)	4
M2	Artificial	junho (2)	maio (2)	4
M3	Artificial	agosto (2)	maio (2)	4
Pneu	Artificial	julho (2)	janeiro (2)	4
Navio	Artificial	julho (2)	janeiro (2)	4
Cacareco	Artificial	agosto (2)	janeiro (2)	4
				Total: 31

Fonte: o Autor. (Valores entre parênteses representam o número de censos realizados)

2.3 Análise dos dados

Após serem organizados e tabulados no Excel versão 2016, os dados foram analisados por meio de estatística descritiva. A normalidade e homocedasticidade foram analisadas por meio dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente.

Em termos de abundância das espécies, utilizou-se o cálculo do percentual numérico ($PN\% = 100/S$) e o valor das abundâncias relativas ($AR\%$) para cada recife estudado, onde S é o número de espécies registradas em cada tipo de recife. Considera-se a abundância relativa como sendo a contribuição numérica dos indivíduos de determinada espécie em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies registradas no estudo. O valor da $AR\%$ para cada espécie registrada nos censos foi comparado ao valor de $PN\%$ encontrado para os recifes naturais e artificiais respectivamente. As espécies foram consideradas abundantes (A) quando $AR\% \geq PN\%$ e, não abundantes (NA), quando $AR\% < PN\%$ (GARCIA & VIEIRA, 2001).

Para classificação quanto à frequência de ocorrência (Fo), adotou-se o ranking proposto por Honorio *et al.* (2010), onde as espécies que ocorreram em pelo menos 80% das amostragens, foram consideradas “Muito comum”. Se $Fo = 51 - 80\%$, as espécies foram consideradas “Comum”, se $Fo = 21 - 50\%$, foram consideradas “Ocasional”. No entanto, se $Fo = 5 - 20\%$ ou $F < 5\%$, as espécies foram classificadas em “Incomum” e “Raras”, respectivamente.

Após a obtenção destes dados, as espécies foram categorizadas de acordo com os valores de $AR\%$ e $Fo\%$ e classificadas quanto sua importância relativa em: Muito comum e abundante - MC/A; Comum e abundante - CO/A; Ocasional e abundante - OC/A; Incomum e abundante - IN/A; Rara e abundante - R/A; Muito comum e não abundante - MC/NA; Comum e não abundante - CO/NA; Ocasional e não abundante - OC/NA; Incomum e não abundante - IN/NA; Rara e não abundante - R/NA (Tabela 2).

Tabela 2 – Critérios utilizados para determinação da importância relativa de cada espécie conforme os dados de abundância relativa e frequência de ocorrência para os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.

Importância relativa	Abundância relativa	Frequência de ocorrência	Sigla
Abundante e muito comum	AR \geq PN	Fo > 80%	A/MC
Abundante e comum	AR \geq PN	Fo = 51 - 80%	A/CO
Abundante e ocasional	AR \geq PN	Fo = 21 - 50%	A/OC
Abundante e incomum	AR \geq PN	Fo = 5 - 20%	A/IN
Abundante e rara	AR \geq PN	Fo < 5%	A/RA
Não abundante e muito comum	AR<PN	Fo > 80%	NA/MC
Não abundante e comum	AR<PN	Fo = 51 - 80%	NA/CO
Não abundante e ocasional	AR<PN	Fo = 21 - 50%	NA/OC
Não abundante e incomum	AR<PN	Fo = 5 - 20%	NA/IN
Não abundante e rara	AR<PN	Fo < 5%	NA/RA

Fonte: Adaptado de Garcia & Vieira (2001), Paiva *et al.* (2008) e Honório *et al.* (2010). (PN = Percentual numérico; Fo = Frequência de ocorrência; AR = abundância relativa; A/MC = abundante e muito comum; A/CO = abundante e comum; A/OC = abundante e ocasional; A/IN = abundante e incomum; A/RA = abundante e raro; NA/MC = não abundante e muito comum; NA/CO = não abundante e comum; NA/OC = não abundante e ocasional; NA/IN = não abundante e incomum; NA/RA = não abundante e raro).

Foram obtidos os valores de riqueza (S) baseado no número absoluto de espécies registradas, bem como valores dos índices de diversidade de Shannon (SHANNON & WIENER, 1949) (H) e equabilidade (J) de Pielou (1975), os quais foram analisados pelo teste de permutação da diversidade (Diversity permutation test) (HAMMER *et al.*, 2001). Os dados referentes à categoria trófica e ao comprimento dos indivíduos foram testados para verificar se houve diferenças significativas entre os tipos de recifes (naturais vs. artificiais) onde, para tanto, utilizou-se o teste não paramétrico Mann-Whitney. Adicionalmente, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis para discernir possíveis diferenças entre as categorias tróficas em cada tipo de recife, e, *a posteriori*, foi realizado o teste Mann-Whitney *pairwise*, para verificar possíveis diferenças entre os pares de categorias tróficas (HONÓRIO *et al.*, 2010).

Foi confeccionada uma matriz com base nos dados de abundância utilizando o índice de Bray-Curtis para produção do escalonamento multidimensional não-paramétrico (nMDS) para verificar a similaridade entre os recifes estudados. Posteriormente, foi realizado um teste não paramétrico One-Way PERMANOVA para verificar se as possíveis formações dos grupos observadas no nMDS eram significativas ou não. A análise do percentual de similaridade (SIMPER) foi calculada para avaliar a contribuição de cada espécie na diferenciação das assembleias. O programa utilizado para a obtenção dos índices e todas as análises foi o PAST versão 3.22 e o nível de significância considerado foi de 0,05.

Para a caracterização da assembleia bentônica nas áreas adjacentes aos recifes estudados, foi utilizada a metodologia de *fotoquadrats*, cujo cada quadrat de dimensões 50x50 cm, foram distribuídos sistematicamente, distante 1,5 m entre si. Em cada ponto, foram registrados 6 *quadrats*, totalizando 12 por cada saída de campo. As espécies que ocorreram foram identificadas visualmente *in loco*. Para análise da cobertura do substrato, cada quadrat foi fotografado com câmera digital. Com o intuito de garantir um mesmo campo de visão para todas as fotografias, a distância da câmera em relação ao substrato foi padronizada com o auxílio de um monopé.

3 RESULTADOS

3.1 Composição e importância relativa das espécies

Foram registrados 6.615 indivíduos pertencentes a 58 espécies, distribuídas em 42 gêneros e 24 famílias. Para os recifes naturais (n = 2) foram registradas 32 espécies (896 indivíduos), enquanto que para artificiais (n = 6) foram identificadas 49 espécies (5.719 indivíduos). As famílias mais representativas em termos de número de espécies para todo o estudo foram Haemulidae (8 espécies), Labridae (7), Lutjanidae (5), Pomacentridae (5), Epinephelidae (5) e Carangidae (4). Do total de espécies registradas, 8 (13,7%) ocorreram exclusivamente nos recifes naturais, enquanto que 25 (43,1%) ocorreram exclusivamente nos recifes artificiais e 25 (43,1%) foram comuns em ambos os recifes (Quadro I).

Três espécies da família Lutjanidae registradas neste trabalho estão inclusas na lista vermelha da IUCN (União Internacional para Conservação da Natureza), sendo as espécies *Lutjanus synagris* e *L. analis* consideradas “quase ameaçada” e *L. jocu* com “Dados deficientes”. A espécie *Mycteroperca bonaci* registrada em ambos os tipos de recifes está classificada como “quase ameaçada” na lista da IUCN, e na lista nacional de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA), classificada como “vulnerável” (ICMBIO, 2018). A espécie endêmica *Halichoeres brasiliensis* está classificada na categoria “dados deficientes” (IUCN, 2019). Além destas, constam também na lista do MMA, as espécies *Sparisoma axillare* e *S. frondosum* classificadas como “vulneráveis”.

Quadro I – Lista geral das famílias/espécies, valores de densidade, abundância relativa (AR), frequência de ocorrência (FO), índice de importância relativa (IR) e categorias tróficas registradas por meio de censos visuais estacionários nos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde durante os anos de 2016 e 2017

Famílias/Espécies	Recifes naturais				Recifes artificiais				CATEGORIA TRÓFICA
	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	
ACANTHURIDAE									
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	0,134	4,69	57,14	A/CO	0,401	2,48	95,83	A/MC	HERR
<i>Acanthurus coeruleus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	0,003	0,02	4,17	NA/RA	HERR
CARANGIDAE									
<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	0,010	0,33	14,29	NA/IN	0,010	0,06	8,33	NA/IN	PIS
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	-	-	-	-	0,010	0,06	4,17	NA/RA	CAR
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	-	-	-	-	0,016	0,10	8,30	NA/IN	PL
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	0,477	2,95	12,50	A/IN	CAR
CENTROPOMIDAE									
<i>Centropomus spp</i>	-	-	-	-	0,019	0,12	8,33	NA/IN	CAR
CHAETODONTHIDAE									
<i>Chaetodon ocellatus</i> (Bloch, 1787)	-	-	-	-	0,067	0,41	41,67	NA/OC	PIVS
<i>Chaetodon striatus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	0,006	0,04	4,17	NA/RA	PIVS
CIRRHITIDAE									
<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray in Breder, 1927)	-	-	-	-	0,013	0,08	12,50	NA/IN	PIM
CLUPEIDAE									
<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	-	-	-	-	0,640	3,95	8,33	A/IN	PL
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	-	-	-	-	0,159	0,98	4,17	NA/RA	PL
EPHIPPIDAE									
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	-	-	-	-	0,417	2,58	25,00	A/OC	ONI

Quadro I – Continuação.

Famílias/Espécies	Recifes naturais				Recifes artificiais				CATEGORIA TRÓFICA
	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	
EPINEPHELIDAE									
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860) ^{**a}	0,006	0,22	14,29	NA/IN	0,025	0,16	12,50	NA/IN	PIS
HAEMULIDAE									
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	0,022	0,78	28,57	NA/OC	0,073	0,45	58,33	NA/CO	PIM
<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1830)	-	-	-	-	10,129	62,60	62,50	A/CO	PIM
<i>Haemulon melanurum</i> (Linnaeus, 1758)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	-	-	-	-	PIM
<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	0,115	4,02	28,57	A/OC	1,458	9,01	29,17	A/OC	PIM
<i>Haemulon plumieri</i> (Lacépède, 1801)	0,124	4,35	42,86	A/OC	0,216	1,34	66,67	NA/CO	CAR
<i>Haemulon squamipinna</i> (Rocha & rosa, 1999)	1,639	57,48	28,57	A/OC	-	-	-	-	PIM
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	-	-	-	-	0,729	4,51	33,33	A/OC	PIM
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	-	-	-	-	0,016	0,10	4,17	NA/RA	PIM
HOLOCENTRIDAE									
<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	0,035	1,23	71,43	NA/CO	0,076	0,47	58,33	NA/CO	ONI
<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	0,013	0,45	42,86	NA/OC	0,019	0,12	16,67	NA/IN	PIM
<i>Myripristis jacobus</i> (Cuvier, 1829)	-	-	-	-	0,236	1,46	45,83	NA/OC	PL
KYPHOSIDAE									
<i>Kyphosus spp.</i>	-	-	-	-	0,025	0,16	12,50	NA/IN	HERR
LABRIDAE									
<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	0,010	0,06	8,33	NA/IN	PIM
<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	-	-	-	-	PIM
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791) *	0,010	0,33	14,29	NA/IN	0,073	0,45	29,17	NA/OC	PIM
<i>Halichoeres dimidiatus</i> (Agassiz, 1831)	0,025	0,89	42,86	NA/OC	-	-	-	-	PIM
<i>Halichoeres penrosei</i> (Starks, 1913)	0,098	3,46	14,29	A/IN	0,010	0,06	8,33	NA/IN	PIM
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	0,070	2,46	71,43	NA/CO	0,003	0,02	4,17	NA/RA	PIM

Quadro I – Continuação.

Famílias/Espécies	Recifes naturais				Recifes artificiais				CATEGORIA TRÓFICA
	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	
LABRISOMIDAE									
<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	-	-	-	-	0,003	0,02	4,17	NA/RA	PIM
LUTJANIDAE									
<i>Lutjanus alexandrei</i> (Moura & Lindemman, 2007)	0,095	3,35	28,57	A/OC	0,006	0,04	4,17	NA/RA	CAR
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828) **	0,006	0,22	28,57	NA/OC	0,013	0,08	12,50	NA/IN	CAR
<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801) *	0,019	0,67	28,57	NA/OC	0,016	0,10	16,67	NA/IN	CAR
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758) **	0,022	0,78	14,29	NA/IN	0,064	0,39	37,50	NA/OC	CAR
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	0,127	4,46	57,14	A/CO	0,162	1,00	66,67	NA/CO	CAR
MALACANTHIDAE									
<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1786)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	-	-	-	-	CAR
MULLIDAE									
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	-	-	-	-	0,035	0,22	20,83	NA/IN	PIM
POLYNEMIDAE									
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	0,095	0,59	4,17	NA/RA	PIM
POMACANTHIDAE									
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	0,016	0,56	42,86	NA/OC	0,041	0,26	41,67	NA/OC	ONI
POMACENTRIDAE									
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)		-	-	-	0,016	0,10	8,33	NA/IN	ONI
<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	0,095	3,35	28,57	A/OC	0,029	0,18	12,50	NA/IN	PL
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)		-	-	-	0,006	0,04	8,33	NA/IN	HT
<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	0,035	1,23	42,86	NA/OC		-	-	-	HT
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)		-	-	-	0,010	0,06	8,33	NA/IN	HT
SCARIDAE									
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878) ^a	0,057	2,01	71,43	NA/CO	0,162	1,00	66,67	NA/CO	HERR
<i>Sparisoma frondosum</i> (Spix & Agassiz, 1831) ^a	0,035	1,23	57,14	NA/CO	0,070	0,43	45,83	NA/OC	HERR

Quadro I – Continuação.

Famílias/Espécies	Recifes naturais				Recifes artificiais				CATEGORIAS TRÓFICAS
	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	Densidade (ind/m ²)	AR (%)	FO (%)	IR	
SCIAENIDAE									
<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	0,010	0,33	14,29	NA/IN	0,006	0,04	8,33	NA/IN	PIM
SCOMBRIDAE									
<i>Scomberomorus brasiliensis</i> (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978)	0,006	0,22	14,29	NA/IN		-	-	-	PIS
SERRANIDAE									
<i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	-	-	-	-	0,003	0,02	4,17	NA/RA	CAR
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	-	0,010	0,06	8,33	NA/IN	CAR
<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	0,003	0,11	14,29	NA/IN	0,010	0,06	12,50	NA/IN	CAR
<i>Rypticus saponaceus</i> (Block & Schneider, 1801)	-	-	-	-	0,003	0,02	4,17	NA/RA	CAR
<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1900)	0,006	0,22	14,29	NA/IN	0,003	0,02	4,17	NA/RA	CAR
SPHYEAENIDAE									
<i>Sphyraena guachancho</i> (Cuvier, 1829)	-	-	-	-	0,095	0,59	8,33	NA/IN	CAR

Fonte: o Autor. (HERR: Herbívoros errantes, HT: Herbívoros territorialistas, CAR: Carnívoros, PIS: Piscívoros, ONI: Onívoros, PIM: Predadores de invertebrados móveis, PIVS: Predadores de invertebrados sésseis); (* Espécies com “dados deficientes”; ** Espécies “quase ameaçadas” (IUCN,2019); ^a Espécies classificadas como “vulnerável” (ICMBIO,2018)) presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017. (A/MC = abundante e muito comum; A/CO = abundante e comum; A/OC = abundante e ocasional; A/IN = abundante e incomum; A/RA = abundante e raro; NA/MC = não abundante e muito comum; NA/CO = não abundante e comum; NA/OC = não abundante e ocasional; NA/IN = não abundante e incomum; NA/RA = não abundante e raro)

Nos recifes naturais, oito espécies foram consideradas abundantes (AR>%PN). Destas, três pertenceram à família Haemulidae (*Haemulon squamipinna*, *H. plumieri* e *H. parra*), que corresponderam a mais da metade da abundância relativa registrada nestes recifes (590 indivíduos; 65,8%). Esta família também teve relevante contribuição em termos de abundância relativa para os recifes artificiais, especialmente as espécies *H. aurolineatum*, *H. parra* e *H. steindachneri* (Tabela 3). Duas espécies da família Lutjanidae também foram consideradas abundantes para o estudo (*Ocyurus chirurgus* e *Lutjanus alexandrei*), ambas registradas nos recifes naturais (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores de abundância relativa em ordem decrescente das 10 espécies mais abundantes registradas respectivamente nos recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017

Recifes naturais	%	Recifes artificiais	%
<i>Haemulon squamipinna</i> *	57,48	<i>Haemulon aurolineatum</i> *	62,60
<i>Acanthurus chirurgus</i> *	4,68	<i>Haemulon parra</i> *	9,11
<i>Ocyurus chrysurus</i> *	4,46	<i>Haemulon steindachneri</i> *	4,17
<i>Haemulon plumieri</i> *	4,35	<i>Harengula clupeiola</i> *	3,98
<i>Haemulon parra</i> *	4,01	<i>Selene vomer</i> *	2,98
<i>Chromis multilineata</i> *	3,34	<i>Acanthurus chirurgus</i> *	2,56
<i>Halichoeres penrosei</i> *	3,34	<i>Chaetodipterus faber</i> *	2,50
<i>Lutjanus alexandrei</i> *	3,34	<i>Myripristis jacobus</i>	1,55
<i>Halichoeres poeyi</i>	2,45	<i>Haemulon plumieri</i>	1,33
<i>Sparisoma axillare</i>	2,00	<i>Opisthonema oglinum</i>	0,99

Fonte: o Autor. * espécies consideradas abundantes no estudo, cujo %AR>%PN

Com base nos valores de abundância relativa e frequência de ocorrência, pode-se verificar a importância relativa de cada espécie para este estudo. Observa-se que 14 espécies (23,7%) nos recifes naturais e 20 espécies (34%) nos artificiais foram classificadas como “não-abundantes e incomum (NA/IN)”. Para os recifes naturais, apenas as espécies *A. chirurgus* e *O. chrysurus* foram classificadas como abundantes e comuns (A/CO) e nenhuma espécie foi classificada como abundante e muito comum (A/MC) neste tipo de recife. Para os recifes artificiais, no entanto, a espécie *A. chirurgus* foi considerada abundante e muito comum (%AR: 2,47; %FO: 95,83). Além disso, das espécies registradas, 12 (20%) foram consideradas não abundantes e raras (NA/RA) neste tipo de recife (Tabelas 3 e 4).

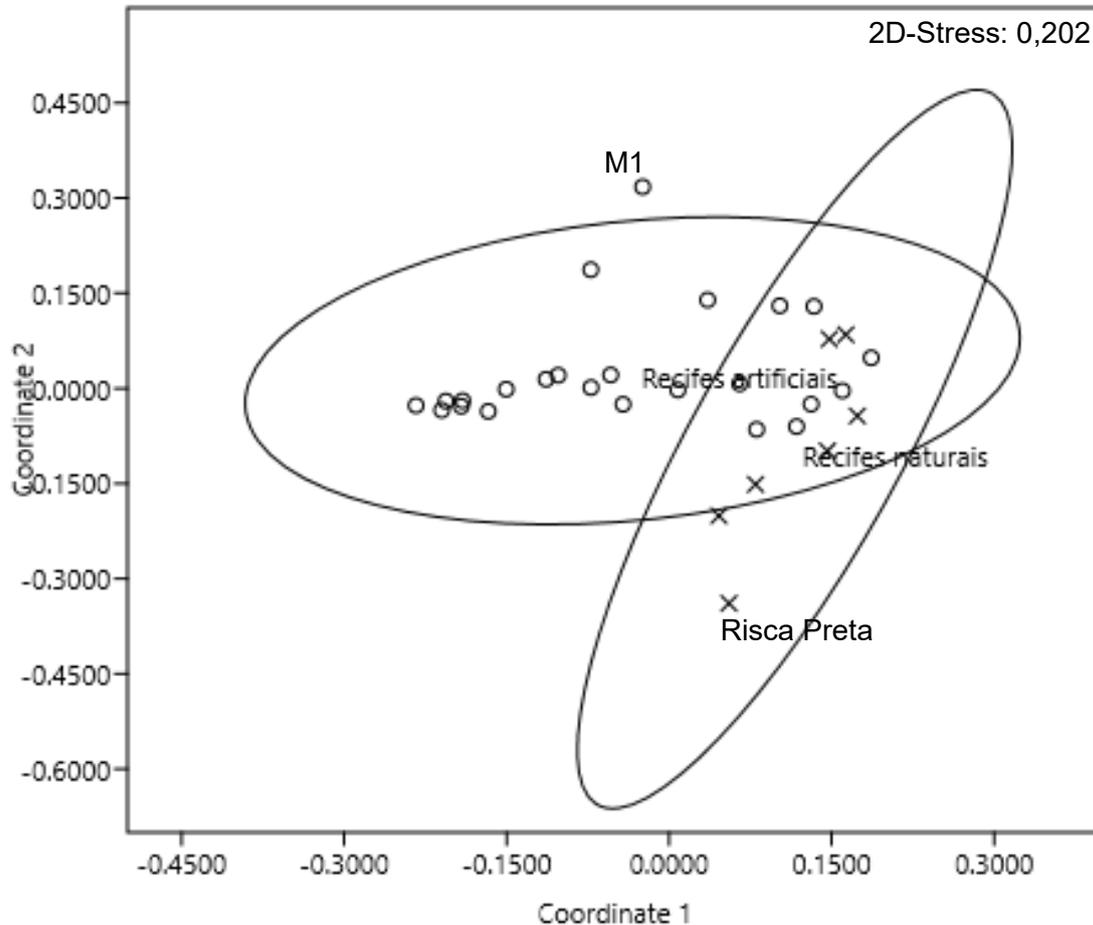
Tabela 4 - Número e percentual de espécies registradas considerando a importância relativa para os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017

Importância relativa	Recifes naturais		Recifes artificiais	
	n	%	n	%
A/MC	-	-	1	2
A/CO	2	3,4	1	2
A/OC	5	8,5	3	5
A/IN	1	1,7	2	3
A/RA	-	-	-	-
NA/MC	-	-	-	-
NA/CO	4	6,8	5	8
NA/OC	7	11,9	6	10
NA/IN	14	23,7	20	34
NA/RA	-	-	12	20

Fonte: o Autor. (A/MC = abundante e muito comum; A/CO = abundante e comum; A/OC = abundante e ocasional; A/IN = abundante e incomum; A/RA = abundante e raro; NA/MC = não abundante e muito comum; NA/CO = não abundante e comum; NA/OC = não abundante e ocasional; NA/IN = não abundante e incomum; NA/RA = não abundante e raro)

O índice de Shannon (H') observado para os recifes naturais e artificiais corresponderam respectivamente a $H'= 1,971$ e $H'= 1,722$ e não divergiram estatisticamente ($p= 0,623$). Resultado distinto foi observado para o índice de equitabilidade (Pielou), que foi maior nos recifes naturais ($J= 0,563$) do que nos artificiais ($J= 0,438$), apresentando diferença estatisticamente significativa ($p= 0,00$). O nMDS revelou uma segregação entre os tipos de recifes estudados, porém com algumas amostras sobrepostas (Figura 2). A análise PERMANOVA demonstrou que a diferença entre os tipos de recife é significativa ($F= 2,413$; $p= 0,0074$). Foi observada pela análise de SIMPER que a espécie *Haemulon aurolineatum* contribuiu com média de dissimilaridade de 32,4%, seguida das espécies *H. parra* (9,5%) e *H. squamipinna* (9,5%).

Figura 2 – Gráfico nMDS representando a distribuição da abundância da ictiofauna nas amostragens dos recifes naturais (x) e artificiais (círculo vazado) na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.



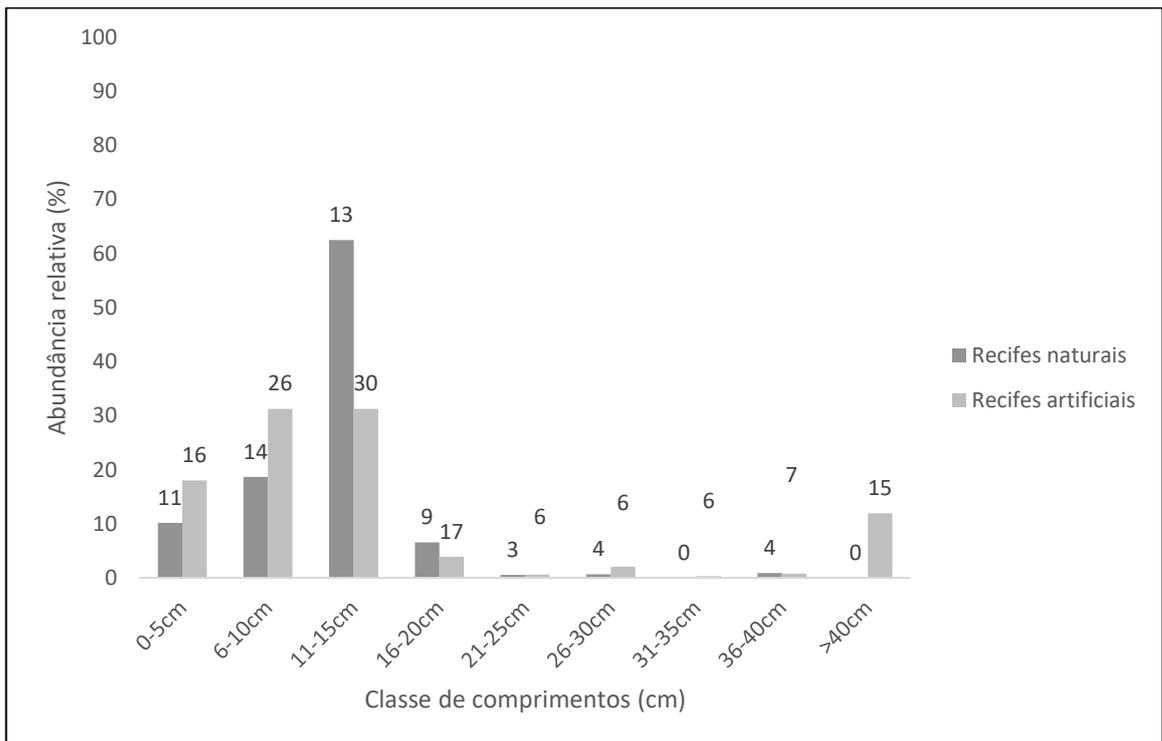
Fonte: o Autor.

3.2 Estrutura das assembleias

De modo geral, para ambos os recifes, observa-se uma concentração maior de espécies nas primeiras classes de comprimento (até 20 cm). Em termos de abundância relativa, somadas, as classes 0-5, 6-10, 11-15 e 16-20 cm corresponderam a 86,4% (5.703 indivíduos) de todo o estudo. Nos recifes naturais, as classes 6-10 e 11-15 cm foram as mais representativas em números de espécies, correspondendo a 14 (abundância relativa= 18,63%) e 13 espécies (62%), respectivamente (Gráfico 1). Estas mesmas classes foram as mais abundantes nos recifes artificiais, com 31,2% da abundância relativa registrada em cada. No entanto, um número maior de espécies foi registrado, comparado aos naturais, sendo 26 na

classe 6-10cm e 30 na classe 11-15 (Gráfico 1). Adicionalmente, nos recifes artificiais, foi observado um maior número de espécies em classes de comprimento >20 cm. A classe >40cm correspondeu a 12% da abundância relativa registrada, representada por 15 espécies (Figura 3).

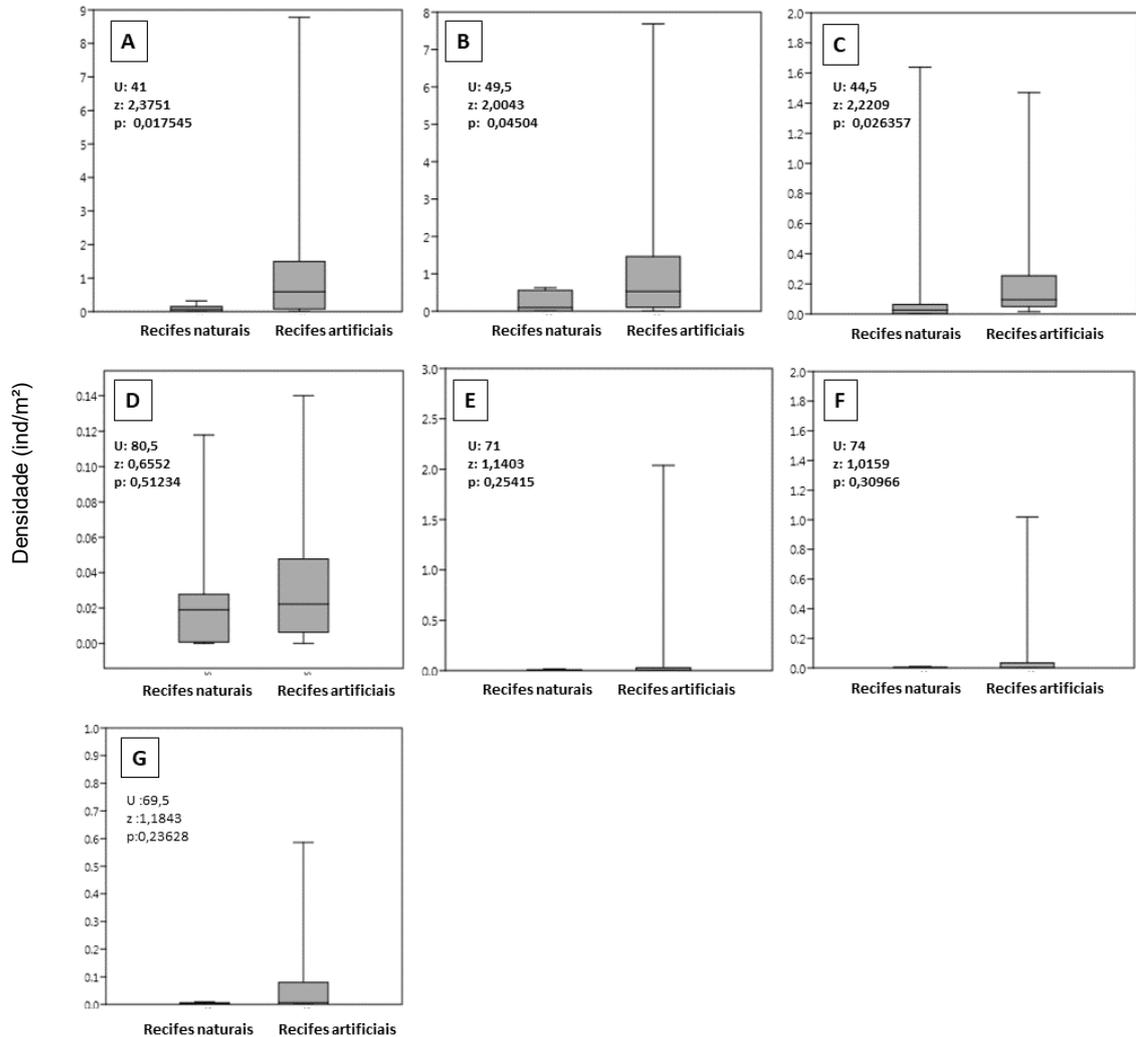
Figura 3 – Abundância relativa (%) e número de espécies distribuídas em classes de comprimento entre os recifes naturais e artificiais presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017.



Fonte: o Autor. (Valores acima das barras representam o número de espécies)

Foi observada diferença estatisticamente significativa entre as classes de comprimento 0-5cm (Figura 4A), 6-10cm (Figura 4B) e 11-15cm (Figura 4C). As classes de comprimento 31-35cm e >40cm foram retiradas da análise, uma vez que não ocorreu nenhuma espécie nesta classe para os recifes naturais (Figuras 3 e 4).

Figura 4 – Gráficos Box-plot demonstrando as diferenças entre os tipos de recifes da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017 para as classes de comprimento com base nos valores de densidade (A) 0-5cm, (B) 6-10cm, (C) 11-15cm, (D) 16-20cm, (E) 21-25cm, (F) 26-30cm e (G) 36-40cm

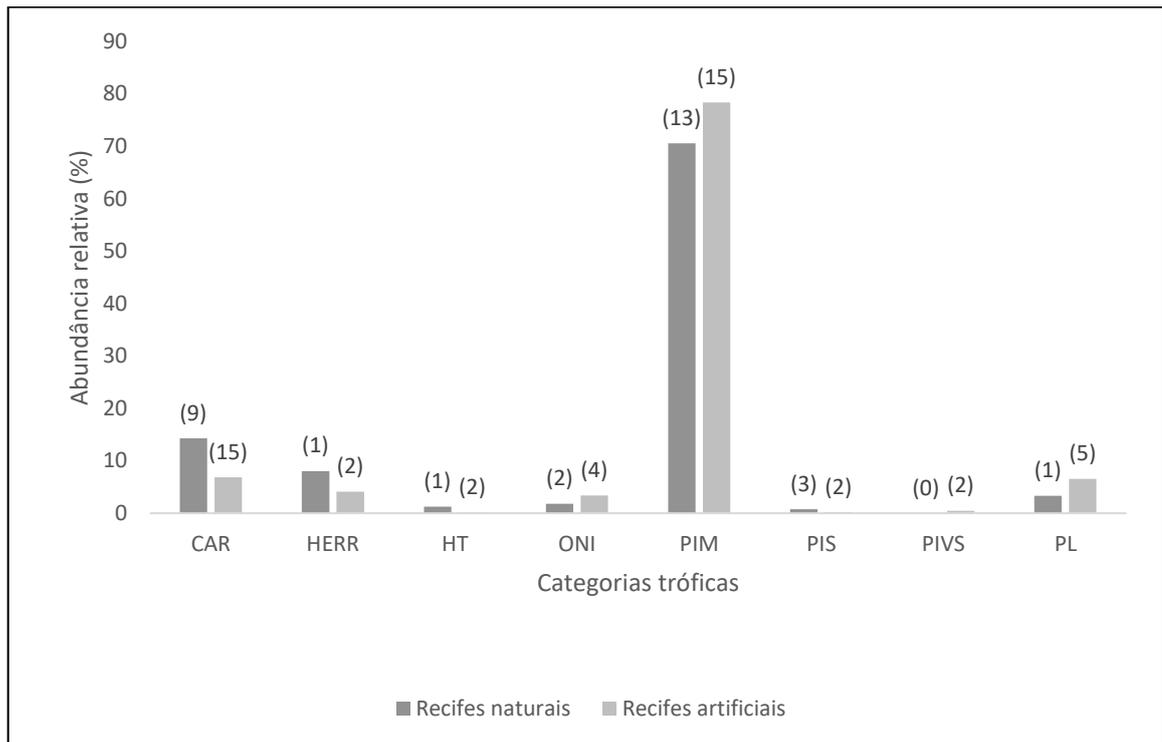


Fonte: o Autor.

A categoria trófica PIM foi a mais representativa em termos de abundância relativa e em número de espécies para ambos os tipos de recifes. Para os recifes naturais esta categoria representou 70,5% (632 indivíduos) com 13 espécies (33,39% dos registros). Para os recifes artificiais, esta categoria foi representada por 78,3% (3.981 indivíduos) e 15 espécies (30,6% dos registros). Para a categoria CAR, nos recifes naturais, a abundância relativa correspondeu a 14,3% (128 indivíduos) onde foram registradas 09 espécies (27,3%), enquanto que nos recifes artificiais, nesta categoria, a abundância registrada foi 6,84% (348 indivíduos) correspondentes a 15 (30,6%) espécies (Figura 5).

Não foram observadas diferenças significativas entre os recifes naturais e artificiais ao analisar as categorias tróficas CAR (U= 77,5 e p= 0,902), HERR (U= 64 e p= 0,356), HT (U= 5 e p= 0,053), ONI (U= 12 e p= 0,414), PIM (U= 56,5 e p= 0,202) e PL (U=71,5 e p=0,541).

Figura 5 - Abundância relativa das espécies distribuídas em categorias tróficas nos recifes naturais e artificiais da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017.



Fonte: o Autor. (HERR: Herbívoros errantes, HT: Herbívoros territorialistas, CAR: Carnívoros, PIS: Piscívoros, ONI: Onívoros, PIM: Predadores de invertebrados móveis, PIVS: Predadores de invertebrados sésseis; PL: Planctívoros. (valores entre parênteses representam o número de espécies)

Em contraste, as categorias tróficas diferiram significativamente entre si em cada tipo de recife (Recifes naturais: p=0,000 e Recifes artificiais: p=0,000). Ao realizar um teste Mann-Whitney *post hoc* pairwise foram observadas diferenças significativas entre as categorias CAR e HT (p=0,0356), CAR e PIS (p=0,0199), HT e PIM (p=0,0185), HT e HERR (p=0,0093), ONI e HERR (p=0,0336), ONI e PIM (p=0,0344), PIM e PIS (p=0,0112) e PIM e PL (p=0,0333) para os recifes naturais. Para os artificiais, foram observadas diferenças significativas entre CAR e HT (p=0,0000), CAR e ONI (p=0,0000), CAR e PIM (p=0,0000), CAR e PIS (p=0,0000) e CAR e PL (p=0,0025). A categoria “Predador de Invertebrados sésseis (PIVS)” foi registrada apenas nos recifes artificiais e por isso não foi considerada nos testes. Apenas em duas

amostragens dos naturais ocorreram espécies piscívoras, o que também impediu a obtenção dos resultados dos testes estatísticos.

3.3 Espécies-alvo

Sete espécies são consideradas alvo na RESEX segundo os pescadores locais. Destas, seis foram registradas neste estudo (Quadro II). Nos recifes naturais, ocorreram quatro destas: *Carangoides bartholomaei* (Abundância Relativa= 0,33% e Frequência de Ocorrência= 14,29%), *L. synagris* (AR= 0,78% e FO= 14,28%), *O. chrysurus* (AR= 4,46% e FO= 57,14%) e *Scomberomorus brasiliensis* (AR= 0,22% e FO=14,29%). Para os recifes artificiais, no entanto, foram registradas cinco espécies: *C. bartholomaei* (AR= 0,05% e FO=8,33%), *Centropomus spp.* (AR= 0,11% e FO=8,33%), *Caranx crysos* (AR= 0,05% e FO= 4,16%), *L. synagris* (AR= 0,39% e FO= 37,5%) e *O. chrysurus* (AR= 1,0% e FO= 66,67%). A única exceção foi para a espécie *Scomberomorus cavalla*, que não foi registrada em nenhum dos tipos de recifes estudados, mas que também é considerada alvo (Quadro II).

Quadro II - Lista das famílias e espécies consideradas alvo registradas nos recifes naturais e artificiais da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos 2016 e 2017; nome popular e importância relativa para os recifes naturais (IRN) e artificiais (IRA)

Família	Espécies-alvo	Nome popular	Categoria trófica	IRN	IRA
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i>	Guarajuba amarela	PIS	NA/IN	NA/IN
	<i>Caranx crysos</i>	Guarajuba branca	CAR	-	NA/RA
Centropomidae	<i>Centropomus spp</i>	Robalo	CAR	-	NA/IN
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	Ariacó	CAR	NA/IN	NA/OC
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Guaiuba	CAR	A/CO	NA/CO
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Serra	CAR	NA/IN	-
	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Cavala	CAR	-	-

Fonte: o Autor

3.4 Considerações sobre os recifes estudados

3.4.1 Recifes naturais

A Risca Preta constitui-se de afloramentos rochosos relativamente baixos a uma profundidade aproximada de 18m, parcialmente cobertos por areia carbonática (Figura 6a) e, embora não tenham sido obtidos dados relativos às dimensões (comprimento e largura) do recife, supõe-se que os limites da RESEX abrangem apenas parcialmente sua área. A partir da costa, a distância ao ponto estudado foi de 31 Km (Figura 1). Dentre os organismos que compõem sua comunidade bentônica, as macroalgas foram os mais abundantes (Figura 6B), recobrendo 67,22% do substrato. Dentre essas algas, houve uma predominância de Phaeophyceae (algas pardas), particularmente de espécies da família Dictyotaceae (i.e. *Dictyopteris justii* (Lamouroux, 1809), *Dictyota mertensii* (Kützinger, 1859), *Dictyota menstrualis* (Schnetter, Hörning & Weber-Peukert 1987), *Canistrocarpus cervicornis* (De Paula & De Clerck in De Clerck et al. 2006). Além de macroalgas, o substrato apresentou-se recoberto também por areia (26,67%), esponja (5,56%) e corais (0,56%).

Figura 6 - (A) Substrato do recife natural Risca Preta formada por afloramentos rochosos baixos, parcialmente cobertos por areia carbonática; (B) Predominância de macroalgas no substrato do recife natural Risca Preta da RESEX Prainha do Canto Verde.



Fonte: Pedro Bastos.

A Pedra do Cardirim é formada por rochas baixas, que afloram de forma descontínua em profundidades de cerca de 15,6 m, mas permanecendo praticamente na mesma altura dos depósitos de areia e cascalho que as circundam, sendo, portanto, ainda mais baixas que as da Risca Preta. Esses afloramentos também são amplamente dominados por algas (51,43% de cobertura), tendo sido encontradas espécies como *D. justii*, *D. jolyana* (Oliveira & Furtado, 1978), *D. delicatula* (Lamouroux, 1809) e *Dictyota pulchella* (Hörnig & Schnetter, 1988) (*Phaeophyceae, Dictyotales*), *Halimeda discoidea* (Decaisne, 1842) e *Chamaedoris* sp. (Chlorophyta), *Bryothamnion triquetum* (S.G.Gmelin) M.A.Howe, 1915, *Centroceras gasparrini* (Meneghini) Kützing, 1849, *Laurencia* sp., *Digenea simplex* (Wulfen) C.Agardh, 1822 e *Jania* spp. (Rodophyta). Outros organismos bentônicos, tais como esponjas (3,33%), algas coralíneas (11,90%) e corais (0,56%) também ocorreram nas amostragens. A cobertura de areia neste recife correspondeu a 36,67%

3.4.2 Recifes artificiais

O Cacareco aparentemente é um recife natural, localizado a cerca de 15,8km da costa, com cerca de 14,5m de profundidade. Pela descrição dos pescadores locais, parece ter sido um banco de rodolitos, mas que hoje se encontra soterrado. Algumas estruturas de madeira foram colocadas no local para ajudar a pesca, como por exemplo o garajau (Figura 5), portanto, foi considerado nesta pesquisa como sendo artificial. Neste recife, a cobertura do substrato onde está depositado correspondeu a areia (93,89%), macroalgas (3,33%) e algas coralíneas (1,67%).

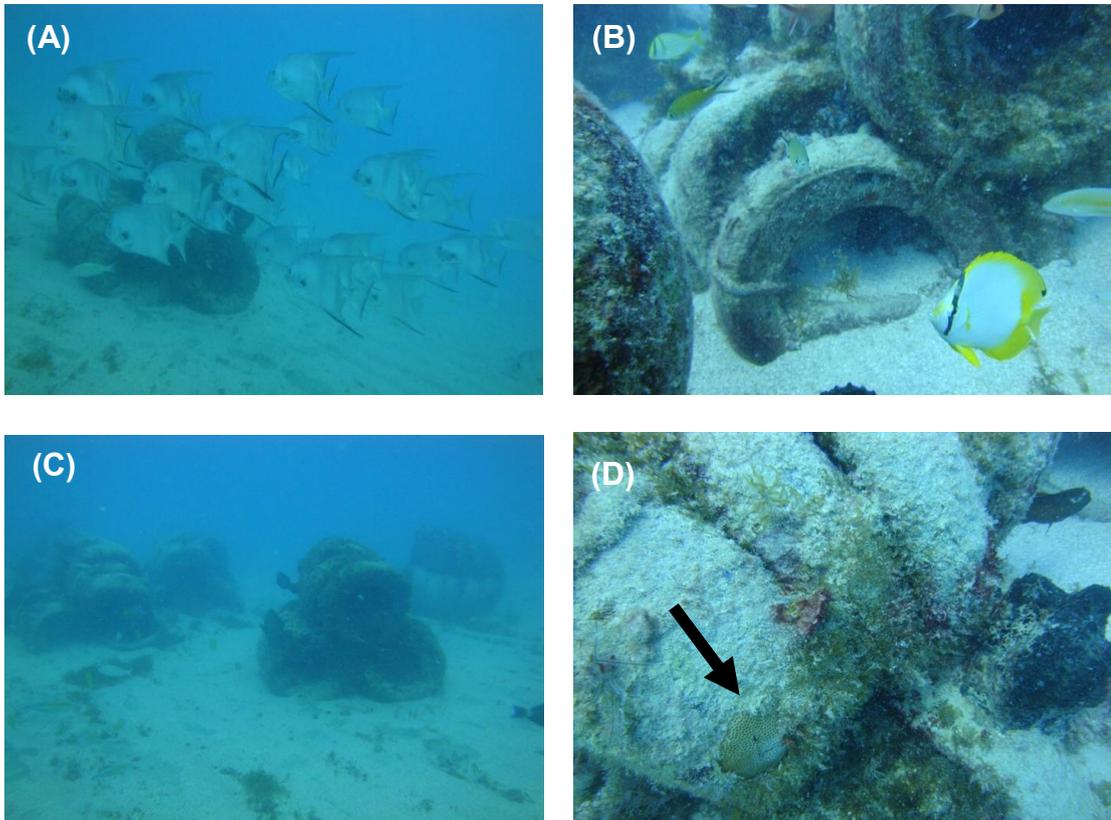
Figura 7 - Estruturas depositadas sobre banco de rodolitos soterrados dentro dos limites da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Fonte: Pedro Bastos.

Os pneus estão situados a 18 km da praia, 15 m de profundidade e tem substrato composto areia (15,52% de cobertura) e alga calcária do gênero *Halimeda* (2,22%). Sobre os pneus frequentemente havia uma fina cobertura de algas filamentosas (como *Callithamnion corymbosum* (Smith) Lyngbye, 1819), que constituíam uma camada retentora de sedimento, que podia recobrir completamente os pneus (Figura 8). Além das algas filamentosas, foi possível observar em abundância algas pardas da espécie *D. delicatula*, além de outras macroalgas (*D. simplex*, algas calcárias, etc.), esponjas (8,89%), colônias do coral *Siderastrea stellata* (3,33%) e, em menor quantidade, pólipos de hidrozoários (2,22%).

Figura 8 - Figura 8 - (A) Cardume de paru branco/ enxada *Chaetodipterus faber* e estruturas de pneus em (B) e (C); (D) recrutas de *Siderastrea stellata* nos pneus presentes na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Fotos: Pedro Bastos.

O “navio”, trata-se de um veleiro naufragado há aproximadamente 40 anos, segundo informações dos pescadores. A embarcação encontra-se a 15 km da costa e 13 m de profundidade. Estruturas de madeira (garajaus) foram depositados no substrato imediatamente próximo e sobre à embarcação. No convés, observa-se macroalgas (45% de cobertura), especialmente da espécie *Dictyopteris delicatula*, além de algas filamentosas, esponjas (6,11%) e corais (27,78%) (*Siderastrea* sp.) (Figura 9).

Figura 9 - Estrutura de madeira (Garajau) sobre o convés do “Naufrágio da Prainha”, embarcação de madeira naufragada há 40 anos na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Foto: Pedro Bastos.

De uma forma geral, praticamente todas as estruturas construídas (recifes artificiais), para o incremento da pesca na área de estudo, são feitas de madeira em formato retangular e, às vezes, construídas em forma piramidal sem definições específicas de dimensões. No presente estudo, foi identificado que as estruturas artificiais, de modo geral, são depositadas no assoalho marinho com algum grau de planejamento prévio por parte dos usuários (por ex.: definição do local a ser depositado, distância da costa, escolha do tipo de material), mas sem muita aplicação técnica (observação pessoal).

Um dos critérios utilizados pelos pescadores, baseados pela própria experiência, refere-se à distância da implantação desses recifes artificiais a outros recifes, sejam dos naturais ou mesmo artificiais (GOMES, E. 2017, informação verbal). Em alguns casos, estes garajaus apresentaram uma espécie de tela na face superior, que são usadas para fazer “sombra”, conforme mencionado pelos pescadores da comunidade. Além de garajaus, outros materiais são frequentemente encontrados,

como pneus, carcaças de fogão, geladeira e anéis de concreto dispostos isoladamente ou em conjunto dentro dos limites da RESEX, mas não foram avaliados neste estudo. Estes recifes estão depositados em áreas cujo substrato é predominantemente de areia e cascalho, e em uma profundidade média de 13,6 m (Figura 10).

Figura 10 - Tipo de estrutura (Garajaus) comumente utilizada como recife artificial dispostas sobre substrato de areia e cascalho dentro da RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Fonte: Pedro Bastos.

O recife artificial M1 está disposto sobre um substrato arenoso distante aproximadamente a 13 km da praia e confeccionado com pedaços de madeira. Provavelmente devido à turbidez da água, a comunidade bentônica apresentou-se pouco desenvolvida (visibilidade <10 m). Apenas alguns hidrozoários e algas filamentosas foram observados na estrutura deste recife. Aproximadamente 90% da cobertura onde está depositado, foi composto por areia e cascalho carbonático constituído por fragmentos da alga verde *Halimeda* sp. Além disso, foram observadas algas arribadas em abundância presas à estrutura dos recifes, principalmente presas à restos de redes de pesca.

O recife artificial denominado M2 está disposto sobre um substrato arenoso a 12,9 km da praia, 13,4 m de profundidade e confeccionado com pedaços de madeira, pneu e carcaça de um carro. Talvez devido à idade (14 anos) e ao tamanho desse recife (não dimensionado), as estruturas estavam recobertas por algas pardas (principalmente *D. delicatula*) e esponjas, além de hydrozoários.

O recife artificial M3 é um conjunto pequeno de estruturas de garajaus, localizados a cerca de 13,4 m de profundidade. O fundo é composto exclusivamente por areia e cascalho, tendo o primeiro tipo recoberto 76,7% do substrato. Também foram observadas algumas algas arribadas. As estruturas de madeira estavam, como esperado, recobertas por hydrozoários e poucas algas filamentosas (figura 11).

Figura 11 – Presença de algas filamentosas e hydrozoários aderidos às estruturas de madeira de um recife artificial (garajau) presente na RESEX Prainha do Canto Verde nos anos de 2016 e 2017



Foto: Pedro Bastos.

4 DISCUSSÃO

As espécies registradas no presente estudo têm, em grande maioria, ampla distribuição, ocorrendo ao longo do Atlântico Ocidental (25 espécies) (FLOETER *et al.*, 2003). Outras, no entanto, são endêmicas do NE brasileiro, como também observado por FREITAS & LOTUFO (2015), o que evidencia a similaridade de composição da ictiofauna presente em outros recifes naturais e artificiais fora da RESEX estudada. A relativa estabilidade das condições ambientais, as águas quentes e oligotróficas, influenciadas pela corrente norte do Brasil, são fatores que favorecem a ocorrência e o domínio de determinadas famílias nestes recifes (FLOETER *et al.*, 2001). A alta representatividade, em termos de riqueza, de famílias como Haemulidae, Labridae, Lutjanidae, Pomacentridae, Carangidae, Epinephelidae também foi constatada para outros estudos em ambientes recifais do Nordeste brasileiro (ROCHA *et al.*, 1998; HONÓRIO *et al.*, 2010; FREITAS & LOTUFO, 2015; FREITAS *et al.*, 2019), inclusive em recifes artificiais (CONCEIÇÃO, 2000).

A ictiofauna associada aos recifes naturais e artificiais estudados na RESEX Prainha do Canto Verde apresentam semelhanças quanto à sua composição (43,1% das espécies foram comuns nos diferentes tipos de recife). Contudo, a diferença obtida no teste PERMANOVA, provavelmente se deve aos valores de abundância registrados entre os tipos de recifes considerados no estudo. Comparações entre assembleias de recifes naturais e artificiais são frequentemente estudadas, mas atestar semelhanças e diferenças entre os tipos de recifes ainda são controversos (DAVIS & SMITH, 2017). Isto se deve à fatores metodológicos, fatores bióticos (por ex: competição, predação) e físicos (distância entre recifes, densidade e tamanho das estruturas, topografia) intrínsecos, não avaliados diretamente neste trabalho, que podem estar atuando como estruturadores das comunidades de peixes recifais associados aos recifes artificiais (BROCK & NORRIS, 1989; BOHNSACK *et al.*, 1991; FROELICH & KLINE, 2015; DAVIS & SMITH, 2017), influenciando inclusive na abundância encontrada. No entanto, a literatura demonstra que deposição de materiais artificiais em áreas próximas a recifes naturais implicará no aumento da complexidade do ambiente, especialmente em superfícies arenosas planas e, conseqüentemente, no aumento da abundância de peixes nessas áreas (BROCK & NORRIS, 1989; BAINE, 2003; MILLER, 2002; BAINE & SIDE, 2003; STRELCHECK *et al.*, 2005; SIMON *et al.*, 2011).

A elevada abundância observada das espécies da família Haemulidae, especialmente *H. squamapinna* para os recifes naturais e *H. aurolineatum* para os artificiais estudados, revela a capacidade desta família em se estabelecer nestes ambientes. Este resultado foi semelhante ao observado por Honório *et al.* (2010) e Freitas & Lotufo (2015) onde registraram em ambientes recifais do NE brasileiro, o domínio de espécies de haemulídeos. Essas espécies geralmente usam áreas do recife para descanso durante o dia e áreas adjacentes para predação de invertebrados móveis durante a noite (HELFMAN, *et al.*, 1982), o que pode ter contribuído para o registro neste estudo. Adicionalmente, a manutenção de elevadas densidades destas espécies em ambientes recifais deve-se ao sucesso do assentamento das larvas planctônicas e à alta sobrevivência de estágios juvenis (SIMON *et al.*, 2011). Santos *et al.*, (2010) também observaram os maiores valores de abundância para a espécie *H. aurolineatum*, sendo esta dominante dentre as espécies registradas em um experimento com recifes artificiais.

Dentre as duas espécies da família Acanthuridae registradas no estudo, a espécie *Acanthurus chirurgus* foi a mais importante em termos de abundância e frequência de ocorrência. Esta foi abundante em ambos os tipos de recife e comum e muito comum nos recifes naturais e artificiais, respectivamente. Esta espécie também foi registrada em recifes naturais na Paraíba com 90% de ocorrência (ROCHA *et al.*, 1998). O oposto foi observado para espécie-irmã *A. coeruleus*, a qual não foi abundante em nenhum dos recifes, e incomum nos recifes naturais e rara nos recifes artificiais. Embora as duas espécies tenham ciclos de vida semelhantes, apresentam preferências de habitats diferentes em estágios adultos (ROCHA *et al.*, 2002). Além disto, a espécie *A. chirurgus* tende a ser naturalmente abundante em recifes do Ceará, enquanto que as espécies *A. coeruleus* e *A. bahianus* tendem a dominar em latitudes superiores (e.g. Pernambuco e Alagoas) (FEITOSA, C. V. 2019, comunicação pessoal), talvez pela maior transparência da água nesses recifes.

O tamanho e/ou comportamento das espécies são aspectos oriundos de mudanças ontogenéticas, em que estas características podem desempenhar um papel importante quanto à função ecológica e utilização dos diferentes habitats em um ambiente recifal (ALMANY, 2004; BOHNSACK, 1991). A influência da complexidade do habitat na abundância, mediada por seu efeito na predação ou competição, pode diferir entre as classes de tamanho (ALMANY, 2004). Isto provavelmente explica as diferenças significativas na abundância para as classes de comprimento 0-5 cm

(Figura 3A), 6-10 cm (Figura 3B), 11-15 cm (Figura 3C) observadas neste estudo. As diferenças podem estar associadas à disponibilidade de refúgio/abrigo para espécies de menor porte promovidas pela complexidade em cada tipo de recife. Além disto, os diferentes materiais utilizados juntamente com os diferentes arranjos dos recifes artificiais estudados, devem proporcionar inúmeras oportunidades de utilização conforme os estágios do ciclo de vida, comportamento e hábitos individuais das espécies presentes (HACKRADT *et al.*, 2011).

As maiores abundâncias registradas para ambos os tipos de recifes, foram observadas nas classes < 20 cm. Uma maior proporção de peixes de pequeno porte também foi observada por FREITAS *et al.*, (2019) tanto nos recifes artificiais quanto nos naturais em uma unidade de conservação do Estado do Ceará. Peixes menores tendem a utilizar os espaços disponíveis dos recifes (e.g. fendas e aberturas) como abrigo contra predadores, reduzindo este risco quando maiores (SANTOS *et al.*, 2010; BOHNSACK *et al.*, 1991). Nos recifes artificiais estudados, entretanto, foi observado uma distribuição maior dos indivíduos dentro das classes de comprimento avaliados, sendo o tipo em que espécies acima de 40 cm foram registradas. Foi observado que a visibilidade na maioria dos recifes artificiais é menor, pois estão situados mais próximos à linha de costa. Talvez essas espécies tenham vantagem na captura de suas presas em águas mais turvas.

As estruturas tróficas das assembleias estudadas apresentaram riqueza semelhante para a categoria predadores de invertebrados móveis (PIM) e foram proporcionalmente dominantes nos respectivos tipos de recifes estudados, sendo encontrada diferença significativa entre as categorias Herbívoro territorialista ($p=0,0185$), onívoro ($p=0,0344$) e zooplânctívoro ($p=0,0333$). Esta dominância é claramente explicada pelos maiores valores de abundância das espécies da família Haemulidae, para ambos os tipos de recifes. Esta guilda trófica tende a dominar ambientes complexos, como substratos consolidados e também áreas planas arenosas circunvizinhas (FERREIRA *et al.*, 2004). Este padrão também foi registrado por Freitas & Lotufo (2015) em uma Unidade de Conservação no Estado do Ceará, onde o domínio desta categoria na área estudada, é referido à grande abundância da espécie *H. aurolineatum*.

A categoria “carnívoro generalista” (CAR) foi a segunda mais representativa para ambos os tipos de recifes tanto em termos de abundância quanto número de espécies. Para os recifes naturais, esta categoria apresentou diferença

significativa entre as categorias herbívoro territorialista ($p=0,0356$) e piscívoro ($p=0,01995$). Para os recifes artificiais, esta categoria apresentou diferença entre todas as demais categorias ($p=0,0000$; PL: $p=0,0025$). Isto se deve principalmente aos valores de abundância de espécies das famílias Lutjanidae e Carangidae. As espécies *Ocyurus chrysurus* e *L. alexandrei* para os naturais e *Selene vomer* para os artificiais, contribuíram com as maiores abundâncias nesta categoria. Esta última, apesar disso, foi classificada como incomum para os recifes artificiais, porém foi avistada em cardumes. Em outros recifes do NE, os valores de abundância relativa para esta categoria foram semelhantes ao observado no presente estudo (HONÓRIO *et al.*, 2010).

Em contraste, estudos prévios demonstraram que esta categoria não esteve entre as mais representativas em termos de abundância (FERREIRA *et al.*, 2004; SIMON *et al.*, 2013; FREITAS & LOTUFO, 2015). Têm-se atribuído que, devido à influência da pesca, espécies desta categoria trófica, conjuntamente com espécies piscívoras, têm sido impactadas, uma vez que muitas espécies ditas alvo, fazem parte deste grupo (FERREIRA *et al.*, 2004; HONÓRIO *et al.*, 2010; KRAJEWSKI & FLOETER, 2011).

A maior ocorrência de espécies-alvo nas estruturas artificiais estudadas, provavelmente ocorre em resposta à disponibilidade de alimento, uma vez que predadores são atraídos frequentemente por presas que utilizam os recifes artificiais como abrigo, tais como representantes das espécies de haemulídeos (BOHNSACK, 1989; HONÓRIO *et al.*, 2010; SIMON *et al.*, 2011). Esta hipótese corrobora com as informações ditas pelos pescadores locais, onde a ideia de se utilizar os recifes artificiais seria a de atrair objetivamente as presas das espécies-alvo (MILTON, 2017 informação verbal). Das espécies-alvo registradas, apenas *O. chrysurus* foi comum em ambos os tipos de recifes. No entanto, foi a única considerada abundante para os recifes naturais, o que pode estar relacionado ao fato desta ser uma espécie tipicamente recifal, enquanto que outras espécie-alvo (p. ex: *S. cavala*, *S. brasiliensis*, *C. crysos*, *C. bartholomei*) são consideradas pelágicas e apresentam alta capacidade de mobilidade.

O recife natural Risca Preta, como já mencionado, encontra-se mais distante da costa (aproximadamente 40 Km) em relação ao recife Cardirim (aproximadamente 23 Km). A distância associada à utilização de embarcações de propulsão a vela (demanda maior tempo no deslocamento) provavelmente mantém

este recife, de algum modo, menos susceptível à exploração pesqueira, pelo menos por parte dos pescadores da RESEX. O gráfico nMDS na figura 2, demonstrou duas amostragens destacadas entre os grupos formados, sendo uma delas correspondente às amostragens nos recifes naturais (Risca preta, aprox. 32 Km da costa) e a outra, ao recife artificial M1 (aprox. 13 Km da costa), o que provavelmente está relacionado com esta hipótese. Estudos que avaliem a produção pesqueira (desembarques) conjuntamente aos censos visuais e outras metodologias, poderão ser importantes na elucidação desta questão (KOECK *et al.*, 2011).

Os limites da UC estudada, abrangem parcialmente pelo menos duas grandes áreas de recifes naturais principais (Risca Preta e Cardirim), as quais configuram-se como importantes áreas de pesca e de grande relevância para biodiversidade local. Afloramentos rochosos similares aos recifes naturais aqui estudados apresentam grande representatividade ao longo da plataforma continental interna no Estado do Ceará (CAMPOS, 2003). Freitas *et al.* (2019) estudando ambientes recifais semelhantes aos recifes aqui estudados, considerou significativa a diversidade encontrada. A diferença observada no índice de equitabilidade (índice de Pielou) ($p=0,00$), sugere que as espécies presentes no ambiente natural estão distribuídas de maneira mais homogênea em termos de abundância, apesar da proximidade dos valores encontrados (recifes naturais: $J=0,563$; recifes artificiais: $J=0,438$). Estes valores servem como medidas de diversidade local, sendo, portanto, comparáveis entre os dois ambientes estudados (MAGURRAN, 1988; PIELOU, 1969).

O material utilizado como recife artificial apresentou, em muitos casos, uma cobertura majoritária de macroalgas sobre as estruturas, bem como espécies da fauna bentônica (e.g. esponjas, hidrozoários). Apesar da composição bentônica ser aparentemente semelhante à dos recifes naturais, não há evidências suficientes de que os recifes artificiais simulem o ambiente natural a ponto de influenciar diretamente na composição da ictiofauna presente nos tipos de recifes estudados. No entanto, estudos tem mostrado que em recifes artificiais, a comunidade epibentônica pode atuar como elo na cadeia trófica marinha (KROHLING *et al.*, 2008). Além disso, diferenças na estrutura trófica entre assembleias ícticas de recifes naturais e artificiais estão mais ligadas à composição da comunidade bentônica e cobertura do substrato do que de fato a distância entre os tipos de recifes (SIMON; *et al.*, 2013).

Dado o poder atrativo das estruturas artificiais, a adição de novos recifes dentro da RESEX deve respeitar um limite em volume, o qual ainda continue favorecendo as pescarias em equilíbrio (BROCHIER *et al.*, 2015). Pelos depoimentos dos pescadores locais, a deposição de novas estruturas é comum. Esta ação tende a contribuir com a presença de espécie-alvo pelágicas ampliando a oportunidade de serem pescadas (BOHNSACK, 1989; POLOVINA, 1991). O presente estudo não considerou a totalidade dessas estruturas presentes dentro da RESEX, o que aprimoraria a compreensão da dinâmica das assembleias associadas a estes materiais nesta área. No entanto, como forma de contribuir na eficiência da gestão da unidade de conservação e elaboração do plano de manejo, estes dados favorecem um panorama inicial para o conhecimento da associação da ictiofauna aos distintos tipos de recifes, bem como considerações quanto o uso de recifes artificiais para a costa cearense (FREITAS *et al.*, 2019).

A exploração dos recursos pesqueiros dentro da UC estudada, é garantida pelas definições de uma Reserva Extrativista, previstas na Lei nº 9.985 de 2000, que promulga o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) (BRASIL, 2000). Por esta Lei, uma área protegida de uso sustentável, tal como a RESEX estudada, deverá ter um plano de manejo como ferramenta legal para o uso apropriado dos recursos naturais presentes na área. Contudo, este documento ainda está em fase de elaboração (MILTON, 2017 informação verbal). A Resolução nº 02 de 31 de março de 2012 do Conselho Deliberativo da Reserva Extrativista da Prainha do Canto Verde, que regula a atividade pesqueira na referida UC, não estabelece nenhum regimento específico quanto o uso e confecção de estruturas artificiais, apesar de reconhecer a necessidade de amadurecer o debate na comunidade. Além disso, revela a intenção de firmar parcerias para estudos acerca do tema.

Em termos legais, a instrução normativa nº 22 de 10 de julho de 2009 em seu Art 2º, garante a implantação de recifes artificiais no Mar Territorial e na Zona Exclusiva brasileiros com a finalidade de ordenamento e apoio à pesca (IBAMA, 2009) desde que devidamente licenciado pelos órgãos competentes. O Art 6º, do mesmo documento, determina que a instalação destas estruturas no interior das Unidades de Conservação, está condicionada à anuência do órgão responsável por sua administração, respeitando o plano de manejo. Portanto, cabe aos gestores (IBAMA e ICMBIO) da referida UC regularizar a situação junto às questões legais para regulamentação do uso de recifes artificiais na RESEX.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As assembleias compartilham cerca de 50% das espécies registradas, apresentando semelhança na composição entre os tipos de recife (natural vs. artificial). Entretanto, nos recifes artificiais as espécies foram mais abundantes. As estruturas artificiais contribuem com o aumento da complexidade do substrato, cujas áreas as quais estão empregadas, é constituída basicamente por areia e cascalho. Apesar disto, uma das espécie-alvo (*O. crysurus*) é abundante apenas nos recifes naturais.

Apesar de ser uma área em que a pesca artesanal é de certa forma controlada, por ocorrer em uma RESEX e ter acordo de pesca, é necessária a regulamentação por parte dos órgãos competentes sobre utilização de artefatos artificiais no provimento desta atividade. A deposição desses materiais é recorrente e aparentemente desconhecida ou ignorada por parte dos órgãos ambientais. Assim, o mapeamento de estruturas além das quais foram estudadas dentro da RESEX, a realização de censos para distinção dos tipos de materiais empregados, poderá complementar o entendimento da funcionalidade dos recifes artificiais para a região, bem como o monitoramento sistemático e uma fiscalização eficiente. Dessa forma, a sustentabilidade da atividade e o manejo eficiente dos recifes artificiais na gestão da UC estarão garantidos.

REFERÊNCIAS

- ALMANY, G. R. Differential effects of habitat complexity, predators and competitors on abundance of juvenile and adult coral reef fishes. **Oecologia**, v. 141, n. 1, p. 105–113, 2004.
- BAINED, M. & SIDE, J. Habitat modification and manipulation as a management tool. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, n. 2001, p. 187–199, 2003.
- BOHNSACK, J. A. Are high densities of fishes at artificial reefs the results of habitat limitation or behavioural preference? **Bulletin of Marine Science**, v. 44, n. 2, p. 631–645, 1989.
- BOHNSACK, J. A.; BANNEROT, S. P. A Stationary Visual Census Technique for Quantitatively Assessing Community Structure of Coral Reef Fishes. **NOAA Technical Report NMFS**, v. 41, n. July, p. 21 pp., 1986.
- BOHNSACK, J. A.; JOHNSON, D. L.; AMBROSE, R. F. **Ecology of Artificial Reef Habitats and Fishes** In: SEAMAN, W. & SPRAGUE, L.M. (Ed.) **Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries**. California: ACADEMIC PRESS, INC., 1991.
- BORTONE, S. A. CARAH (International Conference on Artificial Reefs and Related Aquatic Habitats): an historical perspective of accomplishments. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 31, n. 3, p. 3-14, 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.985**. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. 18 de julho de 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm> Acesso em: 13 mar. 2019.
- BROCHIER, T. *et al.* Implementation of artificial habitats: Inside or outside the marine protected areas? Insights from a mathematical approach. **Ecological Modelling**, v. 297, p. 98–106, 2015.
- BROCK, R. E.; NORRIS, J. E. An analysis of the efficacy of four artificial reef designs in tropical waters reef design in habitat enhancement studies. **Bulletin of marine science**, v. 44, n. 2, p. 934–941, 1989.
- CALANDRA, D. M. *et al.* Relationships between habitat structure and fish communities on coral and sandstone reefs. **Environmental Biology of Fishes**, p. 36–43, 1998.
- CAMPOS, A.A.; MONTEIRO, A.Q.; NETO, C.M.; POLETTE, M. (Orgs.). **A Zona Costeira do Ceará: Diagnóstico para a Gestão Integrada**. Fortaleza: Ed. Pouchain Ramos, 2003.
- CASTANHARI, G.; TOMÁS, A. R. G.; ELLIFF, C. I. Benefícios, prejuízos e considerações relevantes na utilização de sistemas de recifes artificiais e estruturas correlatas. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 12, n. 3, p. 313–322, 2012.
- CONCEIÇÃO, R. N. L. *et al.* Projeto marambaia : apoio à pesca artesanal no Ceará - instalação e monitoramento dos recifes artificiais em Paracuru. **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 40, n. 1, p. 72–77, 2007.

CONCEIÇÃO, R.N.L. & PEREIRA, J. A. Comunidades de peixes em recifes artificiais do Estado do Ceará, Brasil. **Arquivo de Ciências do Mar**. p. 99–109, 2000.

CONCEICAO, R. N. L.; FRANKLIN JR., W. A situacao atual dos recifes artificiais instalados na plataforma continental do estado de Ceara, Brasil. The state of art of the artificial reefs installed on Ceara State's continental shelf (Brazil). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 34, p. 107–115, 2001.

DAVIS, T. R.; SMITH, S. D. A. Proximity effects of natural and artificial reef walls on fish assemblages. **Regional Studies in Marine Science**, v. 9, p. 17–23, 2017.

DE GUIMARAENS, M. A. *et al.* Modeling the succession of barnacles and mussels on a sandstone reef in Pernambuco State, Brazil. **Hydrobiologia**, v. 658, n. 1, p. 365–372, 2011.

FERREIRA, C. E. L. *et al.* Trophic structure patterns of Brazilian reef shes: a latitudinal comparison. **Journal of Biogeography**, p. 1093–1106, 2004.

FLOETER, S.R. *et al.* Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. **Global Ecology & Biogeography**, p. 423–431, 2001.

FLOETER, S. R. *et al.* Brazilian reef fish fauna : checklist. **Atlantic**. p.1–22, 2003.

FREITAS, J.E.P. & LOTUFO, T.M.C. Reef fish assemblage and zoogeographic affinities of a scarcely known region of the western equatorial Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 95(3), p. 623–633, 2015.

FREITAS, J.E.P.; ARAÚJO, M.E.; LOTUFO, T.M.C. Composition and structure of the ichthyofauna in a marine protected area in the western equatorial Atlantic: A baseline to support conservation management. **Regional Studies in Marine Science**, v. 25, 2019.

FROEHLICH, C. Y. M. & KLINE, R. J. Using fish population metrics to compare the effects of artificial reef density. **PLoS ONE**, v. 10, n. 9, 2015.

GARRISON, S. T. **Essentials of oceanography**. 6. ed. Canada: Cengage Learning, 2011.

HACKRADT, C. W.; FÉLIX-HACKRADT, F. C.; GARCÍA-CHARTON, J. A. Influence of habitat structure on fish assemblage of an artificial reef in southern Brazil. **Marine Environmental Research**, v. 72, n. 5, p. 235–247, 2011.

HELFMAN, G.; MEYER, J. L.; MCFARLAND, W. N. The ontogeny of twilight migration patterns in grunts (pisces: *haemulidae*). **Animal Behavior**. n. 1. p. 317–326, 1982.

HONÓRIO, P.P.F; RAMOS, R.T.C.; FEITOZA, B.M. Composition and structure of reef fish communities in Paraíba State, north-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**. v. 77 (4), p. 907–926, 2010.

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Instrução Normativa Nº 22, de 10 de julho de 2009**. Dispõe sobre licenciamento ambiental para instalação de recifes artificiais no Mar Territorial na Zona Economica Exclusiva brasileiros. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 10 de jul 2009.

- KOECK, B.; PASTOR, J.; LARENIE, L. Evaluation of impact of artificial reefs on artisanal fisheries: need for complimentary approaches. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 59, p. 1–11, 2011.
- KRAJEWSKI, J. P. & FLOETER, S. R. Reef fish community structure of the Fernando de Noronha Archipelago (Equatorial Western Atlantic): The influence of exposure and benthic composition. **Environmental Biology of Fishes**, v. 92, n. 1, p. 25–40, 2011.
- KROHLING, W.; BROTTTO, D. S.; ZALMON, I. R. Functional role of fouling community on an artificial reef at the northern coast of Rio de Janeiro State, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 54, n. 4, p. 183–191, 2008.
- LEE, M. O.; OTAKE, S.; KIM, J. K. Transition of artificial reefs (ARs) research and its prospects. **Ocean and Coastal Management**, v. 154, n. January, p. 55–65, 2018.
- LUKENS, R. R. & SEELBERG, C. Guidelines for Marine Artificial Reef Materials. **Artificial Reef Subcommittees. Atlantic and Gulf States Marine Fisheries Commissions**, p. 205, 2004.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton university press, 1988.
- MCINTYRE, A. (Ed). **Life in the world's oceans: Diversity, Distribution and Abundance**. United Kingdom: Wiley-Blackwell. 2010.
- MILON, J. W. Economic evaluation of artificial habitat for fisheries : progress and challenges. **BULLETIN OF MARINE SCIENCE**, v. 44, n. 2, p. 831–843, 1989.
- PICKERING, H.; WHITMARSH, D.; JENSEN, A. Artificial reefs as a tool to aid rehabilitation of coastal ecosystems: Investigating the potential. **Marine Pollution Bulletin**, v. 37, n. 8–12, p. 505–514, 1999.
- PIELOU, E.C. **An introduction to mathematical ecology**. Ontario: Wiley interscience, 1969.
- PITCHER, T. J.; SEAMAN, W. Petrarch's Principle: how protected human-made reefs can help the reconstruction of fisheries and marine ecosystems. **Fish and Fisheries**, v. 1, n. 1, p. 73–81, 2000.
- PORTUGAL, A. B. *et al.* Increased anthropogenic pressure decreases species richness in tropical intertidal reefs. **Marine Environmental Research**, v. 120, p. 44–54, 2016.
- ROCHA, L. A., ROSA, I. L., ROSA, R. S. Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 15, n. 2, p. 553–566, 1998.
- SANTOS, L. N.; BROTTTO, D. S.; ZALMON, I. R. Fish responses to increasing distance from artificial reefs on the Southeastern Brazilian Coast. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 386, n. 1–2, p. 54–60, 2010.
- SANTOS, D.H.C. & OLIVEIRA, J.Z.O. Boletim técnico-científico do cepene. **Bol. Téc. Cient. CEPENE**. p. 43–56, 2003.
- SEAMAN, W. & JANSEN, A.C. Purposes and Practices of Artificial Reef Evaluation. *In*: SEAMAN, W. (Ed.) **Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats**. v. II. Florida: CRC Marine Science Serie Press. 2000.
- SEIXAS, L. B.; BARRETO, N. R.; NEVES, L. Artificial reefs for marine and freshwater

fish management in Brazil: researchers profile and academic production over the 1990-2010 period. **Oecologia Australis**, v.17, n.3, 2013.

SILVA, G. K. *et al.* Estudo dos padrões de ventos offshore no litoral do ceará utilizando dados estimados pelo produto de satélites BSW. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 4, p. 579–690, 2017.

SIMON, T.; JOYEUX, J. C.; PINHEIRO, H. T. Fish assemblages on shipwrecks and natural rocky reefs strongly differ in trophic structure. **Marine Environmental Research**, v. 90, p. 55–65, 2013.

SIMON, T.; PINHEIRO, H. T.; JOYEUX, J. C. Target fishes on artificial reefs: Evidences of impacts over nearby natural environments. **Science of the Total Environment**, v. 409, n. 21, p. 4579–4584, 2011.

SOARES, M. O. *et al.* The forgotten reefs: benthic assemblage coverage on a sandstone reef (Tropical South-western Atlantic). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 97, n. 8, p. 1–8, 2016.

SOARES, M. O. *et al.* Gestão de unidades de conservação marinhas: o caso do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, NE – Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 11, n. 2, p. 257–268, 2011.

STANLEY JR., G. D. The evolution of modern coral and their early history. **Earth-Science Reviews**, v. 60, p. 195–225, 2003.

STRELCHECK, A. J.; COWAN, J. H.; SHAH, A. Influence of reef location on artificial-reef fish assemblages in the northcentral Gulf of Mexico. **Bulletin of Marine Science**, 2005.

THANNER, S. E.; MCINTOSH, T. L.; BLAIR, S. M. Development of benthic and fish assemblages on artificial reef materials compared to adjacent natural reef assemblages in Miami-Dade County, Florida. **Bulletin of Marine Science**, v. 78, n. 1, p. 57–70, 2006.

VILLAÇA, R. Cap. 17 Recifes Biológicos. *In*: PEREIRA, R.C. & SOARES-GOMES, A. **Biologia Marinha**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência. 2009. p. 399–420.

VOLKOV, I. *et al.* Patterns of relative species abundance in rainforests and coral reefs. **Nature**, v. 450, n. 7166, p. 45–49, 2007.

WALKER, S. J.; SCHLACHER, T. A. Limited habitat and conservation value of a young artificial reef. **Biodiversity and Conservation**, v. 23, n. 2, 2014.