



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

CAMILLA SILVA DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DA COMUNIDADE ASSOCIADA A *Carijoa riisei* EM  
NAUFRÁGIOS DE DIFERENTES PROFUNDIDADES EM PERNAMBUCO**

RECIFE

2019

CAMILLA SILVA DE OLIVEIRA

**DIVERSIDADE DA COMUNIDADE ASSOCIADA A *Carijoa riisei* EM  
NAUFRÁGIOS DE DIFERENTES PROFUNDIDADES EM PERNAMBUCO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal Rural de Pernambuco como parte do requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Paula Braga Gomes

RECIFE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

O48d

Oliveira, Camilla Silva de

Diversidade da comunidade associada a *Carijoa riisei* em naufrágios de diferentes profundidades em Pernambuco / Camilla Silva de Oliveira. - 2019.  
36 f. : il.

Orientadora: Paula Braga Gomes.  
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Bacharelado em Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. Recifes artificiais. 2. Octocoral. 3. Fauna associada. 4. Batimetria. I. Gomes, Paula Braga, orient. II.  
Título

CDD 574

---

CAMILLA SILVA DE OLIVEIRA

DIVERSIDADE DA COMUNIDADE ASSOCIADA A *Carijoa riisei* EM NAUFRÁGIOS  
DE DIFERENTES PROFUNDIDADES EM PERNAMBUCO

Área de concentração: Ciências Biológicas

Data de defesa: 10/12/2019

Resultado: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Paula Braga Gomes (Presidente)

Departamento de Ecologia da UFRPE

---

Profa. Dra. Simone Maria de Albuquerque Lira (1° Titular)

Departamento de Biologia da UFRPE

---

Msc. Alessandra Karina Gomes Targino (2° Titular)

Programa de Pós-graduação em Ecologia da UFRPE

---

Msc. Rafael Antônio Brandão (Suplente)

Programa de Pós-graduação em Biologia Animal da UFPE

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço primeiramente a Deus, que me guiou durante todo esse tempo, me levantando todas as vezes em que caí, agradeço por Ele ter colocado pessoas ao meu redor que torcem por mim de verdade. Ao longo desses quatro anos de graduação, pensei inúmeras vezes em desistir, por sorte tive pessoas maravilhosas ao meu lado que não deixaram isso acontecer. Agradeço principalmente à minha família, vocês foram essenciais durante toda minha caminhada, sem o apoio, compreensão e carinho de vocês nada disso seria possível. Me perdoem pelas diversas vezes em que não pude estar presente ou dar muita atenção, todo este esforço é por vocês. “O amor é a única coisa que transcende o tempo e o espaço” (Interestelar). Eu amo vocês incondicionalmente.

À minha turma “SBBB1” - UFRPE: Brenda, Eduarda, Emily, Ilana, João Vitor, Lucas, Milena, Rayssa, Rômulo, Ronald, vocês são incríveis! Nenhuma turma da rural chegará aos pés da nossa, a amizade que foi criada entre nós viverá para sempre. Obrigada por todas as vezes que estudamos juntos, sofremos juntos, rimos juntos, jogamos UNO nos intervalos das aulas e fizemos festinhas surpresa para os coleguinhas. Agradeço especialmente às GIMS (BDI): Alessandra, Eduarda, Eridiana, Iviane, Joyce, Gabriella, Marcela, Vanessa e Talyta, sou muito grata pela amizade de vocês desde o primeiro período e tenho certeza que irá durar além dos portões da universidade.

Ao LECEM, o melhor laboratório que existe, responsável por reunir as melhores pessoas desse mundo em um único lugar. Agradeço demais por terem me acolhido tão bem, sem as nossas conversas (algumas vezes sérias, mas nem tanto), risadas e brincadeiras diárias, eu com certeza teria surtado. Lembro da primeira reunião que tivemos, naquele momento eu tive certeza de que era ali que eu queria estar, ao redor de pessoas cheias de luz que zelam sempre uma pela outra. Meu muitíssimo obrigada à Alessandra, Erica, Guilherme, Kayke, Thiago, Stella, Milena, Rafael, João, Isabela Guimarães, Mychel, Yago, William e Isabela Vieira.

Por último, porém não menos importante, agradeço à pessoa que tornou tudo isso possível, minha orientadora Paula Braga Gomes. Sou imensamente grata por ter aceito me orientar, me deixar fazer parte do LECEM e por todas as oportunidades a mim oferecidas. Desde o primeiro dia de aula de Ecologia, me apaixonei pela disciplina, não só por isso, mas também pela facilidade que você tem de cativar a atenção de todos à sua volta e fazer a ecologia tão interessante. Todos sabem o quanto te admiro como profissional e

principalmente como pessoa, espero um dia ter metade da paciência, carinho e compreensão que você tem por nós. Obrigada!

## RESUMO

O octocoral *Carijoa riisei* distribui-se no Oceano Atlântico Ocidental, Pacífico, Caribe e mais recentemente no México, podendo ser encontrado em profundidades de mais de 30 metros, inclusive em naufrágios pernambucanos. Esta espécie possui uma estrutura estolonial arborescente que fornece um ambiente propício para o desenvolvimento de diversos organismos, dentre os quais os macroinvertebrados, organismos de extrema importância para os processos ecossistêmicos. O objetivo deste trabalho é investigar se a composição da fauna associada a *C. riisei* varia entre os diferentes naufrágios. As amostras do octocoral foram coletadas em quatro naufrágios, localizados no Parque de Naufrágios Artificiais de Pernambuco, em Recife, com diferentes profundidades (entre 20 e 30 metros), durante o período seco (dezembro) e chuvoso (julho) de 2018, através do uso de equipamento SCUBA. Posteriormente, em laboratório, as colônias passaram por processos de lavagem e a macrofauna foi retida em peneira de 250 µm, triada, contabilizada e identificada ao menor grupo taxonômico possível. No total, foram coletados 3143 indivíduos associados a *C. riisei*, distribuídos em 52 táxons. Os grupos Amphipoda e Polychaeta foram os mais representativos em todos os naufrágios, com abundância relativa de 66% (táxon dominante) e 22% (táxon pouco raro), respectivamente. O naufrágio Taurus apresentou uma maior riqueza de espécies associadas às colônias do octocoral em relação aos demais naufrágios, principalmente durante o período chuvoso. A composição da fauna associada se mostrou diferente entre os naufrágios, porém a diferença de profundidade entre os naufrágios não se mostrou relevante para essa diferenciação. Portanto, outros fatores abióticos podem ter sido responsáveis por essa diferença na riqueza e composição de espécies entre os naufrágios.

**Palavras-chave:** Recifes artificiais, octocoral, fauna associada, batimetria.

## ABSTRACT

The octocoral *Carijoa riisei* is distributed in the Western Atlantic Ocean, Pacific, Caribbean and most recently in Mexico, it can be found at depths of more than 30 meters, including in Pernambuco shipwrecks. This species has an arborescent estolonial structure that provides a favorable environment for the development of various organisms, among which are macroinvertebrates, organisms of utmost importance for ecosystem processes. This work aims to investigate if the difference in depth between Pernambuco shipwrecks influences the fauna composition associated with *C. riisei*. The octocoral samples were collected in four Pernambuco shipwrecks located in the Pernambuco Artificial Shipwreck Park, in Recife, with different depths (between 20 and 30 meters), during the dry (December) and rainy (July) seasons of 2018, using SCUBA equipment. Later, in the laboratory, the colonies passed by washing processes and the macrofauna was retained in a 250  $\mu\text{m}$  sieve, sorted, counted and identified to the smallest possible taxonomic group. In total, 3143 individuals associated with *C. riisei* were collected, distributed in 52 taxa. The Amphipoda and Polychaeta groups were the most representative in all shipwrecks, with a relative abundance of 66% (dominant taxon) and 22% (slightly rare taxon), respectively. The Taurus shipwreck had a higher species richness associated with the octocoral colonies than the other shipwrecks, especially during the rainy season. The composition of the associated fauna was different among the shipwrecks, but the difference in depth between the shipwrecks was not relevant for this differentiation. Therefore, other abiotic factors may have been responsible for this difference in species richness and composition among shipwrecks.

**Keywords:** Artificial reefs, octocoral, associated fauna, bathymetry

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	08
1.1. OBJETIVOS.....	09
1.1.1 <b>Objetivo geral</b> .....	09
1.1.2 <b>Objetivos específicos</b> .....	10
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	10
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	13
3.1. ÁREA DE ESTUDO.....	13
3.2. PROCEDIMENTOS DE COLETA.....	15
3.3. ANÁLISE DO MATERIAL E ANÁLISE DO DADOS.....	15
<b>4. RESULTADOS</b> .....	16
4.1. DADOS ABIÓTICOS.....	16
4.2. COMPOSIÇÃO DOS MACROINVERTEBRADOS BENTÔNICOS.....	17
4.3. ANÁLISE DE DADOS.....	21
<b>5. DISCUSSÃO</b> .....	27
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	30

## 1. INTRODUÇÃO

Os octocorais constituem um grupo pertencente à subclasse Octocorallia Haeckel, 1866 (Filo Cnidaria, Classe Anthozoa), cujos representantes são: os corais moles, as gorgônias (leques-do-mar, chicotes-do-mar), as penas-do-mar e os corais azuis. São assim classificados, pois dentre os demais antozoários, são os únicos que possuem pólipos com oito tentáculos e oito mesentérios (BAYER, 1973). Segundo Pérez (1999), o grupo apresenta diversidade moderada e ampla distribuição, sendo encontrados desde águas rasas até águas profundas, ocorrendo do Ártico ao Antártico e ao redor do mundo.

O octocoral da espécie *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860), conhecido como coral floco-de-neve, se distribui em todos os oceanos dentro da faixa tropical. No Brasil, está ao longo de todo o litoral, sendo bastante comum na região Nordeste (BARBOSA *et al.*, 2014). Apesar de geralmente ser encontrado no país em profundidades de pouco menos de 30 metros (CASTRO *et al.*, 2006), em estudos realizados por Lira *et al.* (2007), foi observado que *C. riisei* pode ser encontrado também, em profundidades de até 40 metros nos naufrágios pernambucanos.

*C. riisei* é um cnidário colonial que apresenta uma estrutura estolonial arborescente (BAYER, 1961), o que fornece um ambiente propício à manutenção da vida de diversos organismos, pois garante a sua utilização como substrato por espécies que estejam em busca de um ambiente que permita sua proteção, reprodução, alimentação e abrigo (MOBERG & FOLKE, 1999).

Segundo Gibbons (1988), a complexidade estrutural do habitat pode influenciar a composição faunística do ambiente. Bruto-Costa (2012) observou que *C. riisei*, era capaz de reter em suas ramificações partículas em suspensão antes que estas pudessem chegar ao substrato, desta forma, atraindo indivíduos que se alimentavam destas partículas. A comunidade associada a *C. riisei* pode ser composta por diversos organismos, inclusive os macroinvertebrados. Os macroinvertebrados são organismos importantíssimos para realização dos processos ecossistêmicos, tais como ciclagem de nutrientes e decomposição da

matéria orgânica, possuindo também, um importante papel na cadeia alimentar, como consumidor secundário (BARROS, 2012), além de servir de alimento para outros organismos (AMARAL *et al.*, 2005).

Por possuir estratégias de reprodução tanto sexuada quanto assexuada (BARBOSA, *et al.* 2014), *C. riisei* apresenta alta capacidade dispersiva podendo ocupar diversos habitats, inclusive naufrágios. Segundo trabalhos realizados em naufrágios pernambucanos por Amaral *et al.* (2010), foram observados a presença de *C. riisei* incrustado aos naufrágios Servemar X e Vapor de Baixo.

Os naufrágios atuam como recifes artificiais gerando substrato propício à instalação de diversos organismos incrustantes (KROHLING *et al.*, 2006), assim como *Carijoa riisei*. Os recifes artificiais são estruturas que podem ser compostas por diversos materiais como: aço, ferro, madeira, concreto, borracha e outros (ZALMON & GOMES, 2003). Estes desempenham papel tanto ambiental quanto socioeconômico, e são criados, na maioria das vezes, com o intuito de incrementar as atividades de subsistência para a população local, recuperar áreas costeiras degradadas, conservação de espécies, promover o turismo subaquático e pesquisas científicas. Conseqüentemente, a prática de submergir estruturas sólidas tem se tornado cada vez mais frequente em muitos países (SEAMAN & SEAMAN, 2000; SANTOS & PASSAVANTE, 2007; SANTOS *et al.*, 2010).

Deste modo, devido à presença do octocoral *Carijoa riisei* em quatro naufrágios (Taurus, Servemar X, Lupus e Minuano) e a diferença de profundidade entre eles (entre 20 e 30 m), sua presença na costa de Pernambuco, e sua capacidade de atrair uma grande diversidade de fauna associada em decorrência da sua complexidade estrutural, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar se a composição da comunidade associada ao octocoral varia entre naufrágios e se é influenciada pela diferença de profundidade.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Geral

- Analisar a fauna associada ao octocoral *C. riisei* em quatro naufrágios de diferentes profundidades presentes no litoral pernambucano.

### 1.1.2. Específicos

- Descrever a comunidade associada ao octocoral *C. riisei* em naufrágios artificiais
- Avaliar se a diferença de profundidade em que se encontram os naufrágios pode influenciar a composição da fauna associada.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Os recifes artificiais são estruturas que podem ser compostas por diversos materiais, tais como: aço, ferro (sendo estes primeiros, a estrutura base dos naufrágios) madeira, borracha e concreto (ZALMON & GOMES, 2003). A criação de recifes artificiais, visando aumentar as atividades de pesca, recuperar áreas costeiras degradadas, promover o turismo subaquático e pesquisas científicas, tem se tornado cada vez mais comum em muitos países (SEAMAN & SEAMAN, 2000; KROHLING *et al.*, 2006; CAVALCANTI *et al.*, 2008).

No Brasil, alguns estados como Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Sergipe, Espírito Santo, Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná têm desenvolvido, juntamente com instituições de ensino e organizações não-governamentais, programas para criação de ambientes artificiais (SANTOS & PASSAVANTE, 2007).

No estado de Pernambuco, uma das primeiras embarcações a serem afundadas com o intuito de criar um ambiente de recife artificial, foi um navio do tipo rebocador em 1998, na costa do município de Ipojuca, porém o afundamento ocorreu sem autorização prévia dos órgãos ambientais e portuários, o que gerou grande polêmica na época. Após isto, outras cinco embarcações foram afundadas, buscando principalmente a criação de novos pontos de mergulho (SANTOS, *et al.*, 2008). Atualmente, a cidade do Recife, capital de Pernambuco, é considerada a “Capital dos Naufrágios”, devido ao grande número de naufrágios (acidentais ou deliberados) ao longo de seus 187 km de costa, possuindo o registro de cerca de

200 embarcações em situação de submersão, incluindo algumas embarcações datadas do século XVIII (SANTOS & PASSAVANTE, 2007; SANTOS, *et al.*, 2010).

Em 2002, pensando em incrementar o turismo subaquático, a operadora de mergulho Projeto Mar em parceria com o Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis (IBAMA), com a Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (CPRH) e pesquisadores de instituições de ensino, afundou propositalmente na costa de Pernambuco, mais precisamente em frente à praia de Boa viagem, três embarcações do tipo rebocador, doadas pela empresa Wilson & Sons. O sucesso da submersão das três embarcações permitiu uma atenção maior à criação de recifes artificiais em Pernambuco. Desta forma, no ano de 2006, foi criado o Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco, um projeto desenvolvido pela Associação de Empresas de Mergulho do Estado de Pernambuco (AEMPE) em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco e a Universidade Federal de Pernambuco. O projeto foi criado com o propósito de fornecer um ambiente artificial propício à realização de pesquisas científicas com ênfase na colonização dessas estruturas e, além disso, fortalecer o turismo subaquático (SANTOS, *et al.*, 2008).

Poucos são os estudos relacionados às comunidades associadas aos naufrágios pernambucanos, como o realizado por Marins, *et al.* (2015), o qual teve como objetivo analisar a estrutura trófica e as relações ecológicas da ictiofauna associada ao naufrágio Gonçalo Coelho, em Serrambi. Além deste, Lira, *et al.* (2010), realizou o levantamento dos organismos sésseis e sedentários no naufrágio Pirapama. Em outro estudo, realizado por Amaral *et al.* (2010), objetivou-se fazer o levantamento de macroinvertebrados presentes nos naufrágios Servemar X e Vapor de Baixo, onde foi verificada a presença de poríferos, moluscos, briozoários, equinodermos, cordados, anelídeos, artrópodes e cnidários, inclusive o octocoral da espécie *Carijoa riisei*.

*Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti 1860) é um octocoral de estrutura estolonial arborescente que ocupa diversos substratos, possuindo ampla distribuição geográfica, sendo encontrado no Pacífico, Atlântico Ocidental, Caribe

(CONCEPCION *et al.*, 2008) e mais recentemente no México (GALVÁN-VILLA & RÍOS-JARA, 2018). No Havaí, *C. riisei* foi reportado pela primeira vez em 1972 (Evans *et al.* 1974), antes disso, acreditava-se que só era possível encontrá-lo no Mar do Caribe (BAYER, 1961).

Sua estrutura tridimensional fornece um ambiente ideal para o desenvolvimento de diversos organismos, provendo abrigo e proteção a uma rica fauna associada (MOBERG & FOLKE, 1999). Além disso, *C. riisei* pode atuar como engenheiro ecossistêmico, modulando o ambiente (correnteza e sedimentação) e consequentemente a disponibilidade de recursos para alguns organismos, assim, permitindo a sobrevivência da fauna associada (BRUTO-COSTA, 2012).

Muitos estudos relatam a interação entre *C. riisei* e outras espécies, por exemplo: com os ofiuróides que vivem em esponjas associadas ao octocoral (NEVES *et al.* 2007), com o poliqueta *Hermodice carunculata* em Porto de Galinhas-PE (SOUZA, *et al.* 2007), com o decápodo *Brachycarpus unguiculatus* (GIRALDES, 2007), com as esponjas incrustantes *Monanchora arbuscula* e *Desmapsamma anchorata* (LIRA, *et al.*, 2010). Existem registros também de *C. riisei* atuando como epibionte do crustáceo *Mycrophrys interruptus* (BRUTO-COSTA *et al.*, 2014), além de interações com anfípodas (NASCIMENTO, 2016). Há também, estudos relacionados a outros aspectos ecológicos de *C. riisei*, tais como reprodução (BARBOSA, *et al.* 2014), ecologia trófica (LIRA, 2008; GOMES *et al.*, 2012), distribuição espacial (SÁNCHEZ & BALLESTEROS, 2014) e outros.

Os macroinvertebrados ou macrofauna que se encontram associados não só ao *C. riisei*, mas a qualquer outro sedimento marinho, são organismos capazes de serem retidos em uma peneira de malha a partir de 0,5mm (RAMOS, 2002). Os principais representantes dessa categoria são moluscos, anelídeos e crustáceos. No entanto, sua diversidade está relacionada às variações e perturbações sofridas pelo ambiente (SILVA, 2011).

Esses organismos são de extrema importância em processos como decomposição de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, além de ocuparem uma posição essencial na cadeia alimentar marinha, desempenhando o papel de

consumidores secundários (BARROS *et al.*, 2012) e servindo de alimento para peixes, crustáceos e aves (AMARAL *et al.*, 2005). De acordo com Stella (2011), muitos organismos tendem a se associar a outros em busca de benefícios, principalmente proteção contra predadores. Sendo assim, a associação desses organismos ao octocoral *C. riisei* nos naufrágios é relevante para a manutenção da biodiversidade no ambiente marinho.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Área de estudo**

O Estado de Pernambuco está inserido na região intertropical, entre as latitudes 7° 15' ao norte e 9° 27' ao sul do Equador (ANDRADE, 2007). Sua costa possui uma extensão de 187 km (MANSO, 1997) e segundo Kempf (1970), a plataforma continental de Pernambuco é composta por uma área estreita e relativamente plana. O clima é tropical, e apresenta uma temperatura média de 26° C e precipitação de cerca de 1.720 mm. Duas estações podem ser definidas: uma seca, correspondente aos meses entre setembro e fevereiro e uma chuvosa, entre os meses de março e agosto (MEDEIROS, *et al.*, 1999).

O presente estudo foi realizado em quatro naufrágios de duas diferentes profundidades (faixa de 20 e de 30 metros), localizados no Parque de Naufrágios Artificiais de Pernambuco, em Recife. Apesar dos afundamentos de embarcações terem começado no início dos anos 2000, o projeto denominado Parque de Naufrágios Artificiais de Pernambuco se estabeleceu em 2006, com o intuito de fornecer um ambiente propício para o desenvolvimento de pesquisas científicas a respeito da colonização dessas embarcações, além de servir também, como atrativo turístico. Todas as embarcações passaram por processos de limpeza antes de serem submersos, evitando a poluição do ambiente por derramamento de óleo ou quaisquer outros vestígios (SANTOS, *et al.*, 2008).

Os naufrágios selecionados para o referido estudo foram: Servemar X (08°07'19" S, 034°45'46" W) e Taurus (08°04'193" S, 034°45'196" W), ambos encontrados em profundidade de 20 metros, Minuano (08°10'6" S, 034°44'48" W) e

Lupus (08°09'791" S, 034°42'328" W), ambos encontrados em profundidade de 30 metros (Figura 1).

O navio do tipo rebocador Servemar X, encontra-se naufragado a 7,5 milhas (12 Km) da costa, em frente à praia de Boa Viagem, no Recife. Foi o primeiro entre os três navios (Servemar X, Lupus e Minuano) doados e rebocados pela empresa Wilson & Sons em parceria com o Projeto Mar, em 2002, a ser naufragado. O navio levou aproximadamente cerca de 1 hora e 20 minutos para submergir até a profundidade máxima de 25 metros. Em 2007, o naufrágio encontrava-se totalmente colonizado (NAUFRÁGIOS DO BRASIL, 1998 - 2019).

O navio Taurus, uma embarcação do tipo rebocador de menor porte, encontra-se a 5 milhas (8 Km) da costa, em frente à praia de Boa Viagem, Recife. Foi afundado em conjunto com outros dois navios rebocadores, Saveiros e Mercúrio, em 2006, pela empresa Wilson & Sons em parceria com a AEMPE – Associação das Empresas de Mergulho do Estado de Pernambuco juntamente com as universidades federais: UFRPE (Universidade Federal Rural de Pernambuco), UFPE (Universidade Federal de Pernambuco), UPE (Universidade de Pernambuco) e UFC (Universidade Federal do Ceará), responsáveis por desenvolver pesquisas sobre os processos de colonização, ocupação biológica e impactos ambientais nas embarcações (NAUFRÁGIOS DO BRASIL, 1998 - 2019).

O navio Minuano foi afundado em 2002. Está localizado a 10 milhas (16 km) da costa, em frente à praia de Boa Viagem, Recife. Após a abertura das válvulas, levou cerca de 30 minutos para submergir, atingindo a profundidade máxima de 32 metros (NAUFRÁGIOS DO BRASIL, 1998 - 2019).

No ano de 2002, o navio rebocador Lupus foi afundado, levando aproximadamente 2 horas e 30 minutos para atingir o fundo, cerca de 36 metros de profundidade. Está localizado a 11,7 milhas (18,8 km) da costa, em frente à praia de Boa Viagem, Recife (NAUFRÁGIOS DO BRASIL, 1998 - 2019).

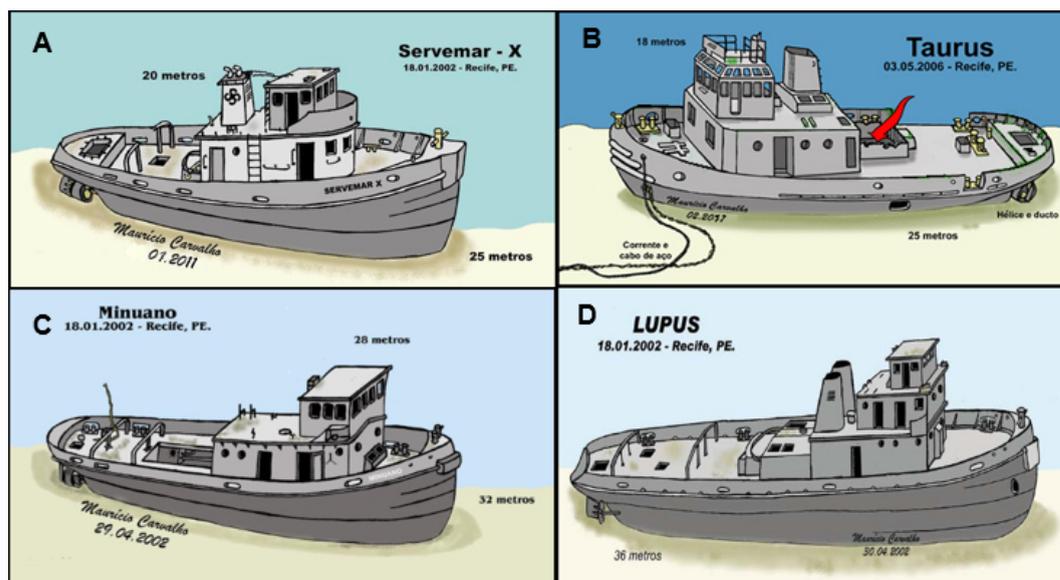


Figura 1 – Desenhos esquemáticos dos naufrágios estudados. A: Servemar X (25 metros). B: Taurus (25 metros). C: Minuano (32 metros). D: Lupus (36 metros). Fonte: Naufrágios do Brasil.

### 3.2. Procedimentos de coleta

As amostras foram coletadas ao longo do ano de 2018, durante o período chuvoso (julho) e seco (dezembro). Através da técnica de mergulho autônomo com auxílio de equipamentos SCUBA, foi possível chegar até o local de coleta (naufrágios), onde foram utilizadas espátulas para raspagem das colônias fixadas no substrato, a partir da sua base. O tamanho da colônia a ser coletada, foi padronizado através do uso de quadrados de PVC 15x15 cm. As colônias foram envolvidas com sacos plásticos antes de serem retiradas do substrato, para evitar a perda dos organismos epibiontes, e também para armazenamento das mesmas. A retirada das colônias foi realizada na região da cabine e do porão, sendo coletadas um total de cinco amostras por região, em cada naufrágio, com distância de dois metros entre cada colônia com o intuito de se evitar coletar a mesma colônia mais de uma vez, assim como sugerido por Barbosa *et al.* (2014), e ter independência nas amostras. Ainda em campo, o material foi fixado em formol a 4% a fim de manter a conservação do mesmo. Foram retiradas 10 amostras em cada naufrágio/período. Cinco amostras foram coletadas na região da cabine e cinco no porão da embarcação, exceto no Minuano que não possuía área de porão. As duas regiões

foram usadas para aumentar a variabilidade dos dados e também devido a aparente forma diferente de crescimento das colônias visualizadas em campo.

Foram realizadas a coletas dos dados abióticos: profundidade, temperatura, salinidade, condutividade, densidade, turbidez e oxigênio dissolvido nos períodos seco (dezembro, 2018) e chuvoso (julho, 2018) em todos os naufrágios utilizando um CTDO.

### 3.3. Análise do material e análise dos dados

As amostras foram levadas para o Laboratório de Ecologia e Conservação de Ecossistemas Marinhos (LECEM), localizado na Universidade Federal Rural de Pernambuco. As colônias presentes nas amostras foram submetidas à lavagem, e a água proveniente da lavagem foi filtrada com o auxílio de uma peneira de malha de 250  $\mu\text{m}$  para retenção da macrofauna epibionte. A macrofauna que ficou retida na peneira foi posteriormente conservada em potes plásticos com álcool a 70%, e em seguida analisada, contabilizada e identificada com o auxílio de lupas, guias de identificação taxonômica e consulta à especialistas da área. Após esse processo, as colônias foram triadas, onde passaram por processos de pesagem. A abundância relativa dos táxons foi calculada e os organismos foram classificados da seguinte maneira:  $AR \leq 10\%$  (táxon raro);  $AR > 10$  e  $< 40\%$  (táxon pouco raro);  $AR \geq 40$  e  $< 50\%$  (táxon abundante) e  $AR \geq 50\%$  (táxon dominante) (DAJOZ, 1983). A riqueza (número de táxons), a diversidade (Índice de Shannon-  $H'$ ) e a Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) foram calculados usando a rotina DIVERSE e através das análises de Variância Two-Way os naufrágios e os períodos tiveram seus valores comparados, O teste de Tukey foi utilizado para comparações *a posteriori*. Os dados de abundância foram transformados usando  $\log(x+1)$  para atender as premissas de normalidade e homocedasticidade. Nessas análises, os dados de cabine e porão foram tratados juntos em cada naufrágio.

O teste de PERMANOVA 3-Way Nested foi utilizado para testar as possíveis diferenças entre as comunidades associadas a *C. riisei*, levando em consideração os fatores fixos: Naufrágios (3 níveis: Taurus, Servemar X, Lupus), período do ano (2

níveis: seco e chuvoso) e o fator local aninhado com naufrágios (2 níveis: cabine e porão). Por não possuir porão no naufrágio Minuano, este foi excluído dos testes.

A matriz de abundância foi previamente transformada utilizando  $\log(x+1)$  e convertidos em uma matriz de similaridade usando Bray-Curtis. Resultados significativos da PERMANOVA foram então analisados através do nMDS. A análise SIMPER foi realizada para definir quais táxons mais contribuíram para a dissimilaridade média entre os naufrágios, apenas considerando os táxons que contribuíram com uma similaridade cumulativa de 80%. Todas as análises de dados foram feitas utilizando o programa PRIMER versão 6.0 (CLARKE & GORLEY, 2006) utilizando um nível de significância de  $\alpha = 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

#### 4.1. Dados abióticos

Os dados abióticos tiveram pouca variação entre os naufrágios e entre os períodos, no entanto, apenas a turbidez mostrou alguma variação (tabela 1).

Tabela 1- Dados abióticos dos quatro naufrágios nos períodos seco e chuvoso.

<b>CHUVOSO</b>							
	Temp. [deg C]	Sal. [ ]	Cond. [mS/cm]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Turb-M [FTU]	DO [%]	DO [mg/l]
<b>TAURUS</b>	26.229	37.018	57.141	1024.596	0.21	93.75	6.13
<b>SERVEMAR</b>							
<b>X</b>	26.237	37.069	57.22	1024.633	0.21	95.11	6.218
<b>LUPUS</b>	26.23	37.041	57.177	1024.64	0.63	93.84	6.135
<b>MINUANO</b>	26.245	37.071	57.233	1024.649	0.38	96.46	6.305
<b>SECO</b>							
	Temp. [deg C]	Sal. [ ]	Cond. [mS/cm]	Density [kg/m <sup>3</sup> ]	Turb-M [FTU]	DO [%]	DO [mg/l]
<b>TAURUS</b>	27.742	36.656	58.307	1023.833	<b>3.7</b>	92.62	5.919
<b>SERVEMAR</b>							
<b>X</b>	27.75	36.655	58.314	1023.827	<b>0.69</b>	92.05	5.884
<b>LUPUS</b>	27.698	36.639	58.237	1023.86	<b>0.08</b>	92.83	5.939
<b>MINUANO</b>	27.697	36.639	58.235	1023.856	0.1	92.76	5.935

#### 4.2. Composição dos macroinvertebrados bentônicos

Foram coletados um total de 3143 indivíduos associados a *C. riisei*, distribuídos entre 52 táxons durante o período seco e chuvoso. Destes, os grupos mais representativos foram os Amphipoda e Polychaeta com 2.104 e 673 indivíduos, respectivamente (Tabela 2). O grupo Amphipoda apresentou uma abundância relativa de 66% sendo considerado um táxon dominante, enquanto Polychaeta apresentou abundância relativa de 22% sendo considerado um táxon pouco raro, de acordo com a classificação utilizada por Dajoz (1983). O número de indivíduos foi maior durante o período chuvoso, com 1956 indivíduos em relação ao período seco com 1189 indivíduos. As Classes Demospongiae e Hydrozoa não foram contabilizadas pelo fato de serem organismos coloniais. Os grupos encontrados nas amostras dos quatro naufrágios durante o período seco e chuvoso foram identificados ao menor nível taxonômico possível (Tabela 3).

Tabela 2 – Número de indivíduos da macrofauna associada a *Carijoa riisei* por grupo taxonômico identificados por período de coleta.

<b>TÁXON</b>	<b>SECO CHUVOSO</b>	
<b>Classe Demospongiae</b>	X	X
<b>Classe Hydrozoa</b>		X
<b>Classe Turbellaria</b>	48	2
<b>Classe Gastropoda</b>	4	24
<b>Classe Bivalve</b>	5	17
<b>Classe Polychaeta</b>	280	393
<b>Classe Ostracoda</b>	4	18
Ordem Amphipoda	688	1416
Ordem Decapoda	13	14
Ordem Isopoda	86	32
Ordem Tanaidacea	52	3
<b>Classe Ophiuroidea</b>	9	37
<b>TOTAL</b>	<b>1189</b>	<b>1956</b>

Tabela 3 – Lista das espécies encontradas associadas ao octocoral *Carijoa riisei* nos quatro naufrágios (Taurus, Servemar x, Lupus e Minuano) durante os períodos seco e chuvoso. Onde, Tau= Tauros; Serv x= Servemar x; Lu= Lupus; Min= Minuano.

<b>TÁXONS</b>	Seco				Chuvoso			
	Tau	Ser x	Lu	Min	Tau	Ser x	Lu	Min

**Filo Porifera**

**Classe Demospongiae**

<i>Haliclona</i> sp. Grant, 1841	x						
<i>Tedania ignis</i> (Duchassaing & Michelotti, 1864)		x			x		

**Filo Cnidaria****Classe Hydrozoa**

<i>Corydendrium parasiticum</i> (Linnaeus, 1767)							x
--	--	--	--	--	--	--	---

**Filo Platyhelminthes****Classe Turbellaria**

Turbellaria sp. Ehrenberg, 1831	x	x	x		x		x	x
---------------------------------	---	---	---	--	---	--	---	---

**Filo Mollusca****Classe Gastropoda**

<i>Alba incerta</i> (d'Orbigny, 1841)							x	
<i>Alvania auberiana</i> (d'Orbigny, 1842)							x	
<i>Astyris lunata</i> (Say, 1826)	x							
<i>Bittium varium</i> (Pfeiffer, 1840)							x	
<i>Boonea jadisi</i> (Olsson & McGinty, 1958)								
<i>Cerithiopsis gemmulosa</i> (C. B. Adams, 1850)	x							
<i>Cerithiopsis greenii</i> (C. B. Adams, 1839)							x	
<i>Cerithium litteratum</i> (Born, 1778)								x
<i>Coralliophila aberrans</i> (C. B. Adams, 1850)							x	
<i>Coralliophila caribaea</i> Abbott, 1958	x		x			x	x	x
<i>Gabrielona sulcifera</i> R. Robertson, 1973			x			x	x	x
<i>Mathilda hendersoni</i> Dall, 1927								x
<i>Mitrella ocellata</i> (Gmelin, 1791)	x						x	
<i>Steironepion minus</i> (C. B. Adams, 1845)							x	

**Classe Bivalvia**

<i>Musculus lateralis</i> (Say, 1822)			x		x	x	x	
---------------------------------------	--	--	---	--	---	---	---	--

**Filo Annelida****Classe Polychaeta**

Família Alciopidae Ehlers, 1864							x	
---------------------------------	--	--	--	--	--	--	---	--

Família Ampharetidae Malmgren, 1866						X			
Família Chrysopetalidae Ehlers, 1864						X	X		
Família Dorvilleidae Chamberlin, 1919	X		X			X			
Família Eunicidae Berthold, 1827	X	X	X	X		X	X	X	
Família Hesionidae Grube, 1850	X								X
Família Lumbrineridae Schmarda, 1861	X	X	X	X		X		X	X
Família Nereididae Blainville, 1818	X	X	X			X			
Família Polynoidae Kinberg, 1856	X		X						
Família Sabellidae Latreille, 1825	X	X	X	X		X		X	X
Família Serpulidae Rafinesque, 1815						X			
Família Sigalionidae Kinberg, 1856							X		
Família Syllidae Grube, 1850	X	X	X	X		X	X	X	X
Família Terebellidae Johnston, 1846						X			
<b>Filo Arthropoda</b>									
<b>Subfilo Crustacea</b>									
<b>Classe Ostracoda</b>									
Ostracoda sp. Latreille, 1802	X	X	X	X		X			
<b>Classe Malacostraca</b>									
<b>Ordem Amphipoda</b>									
<b>Família Amphinomidae</b>									
Amphipoda sp. Latreille, 1816									
<b>Família Ischyroceridae</b>	X	X				X	X	X	X
<i>Erichthonius brasiliensis</i> (Dana, 1853)									
<b>Família Podoceridae</b>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Podocerus brasiliensis</i> (Dana, 1853)									
<b>Família Stenothoidae</b>	X	X	X	X		X	X	X	X
<i>Stenothoe</i> sp. Dana, 1852	X	X	X			X	X	X	X
<b>Ordem Decapoda</b>									
<b>Família Palaemonidae</b>									
Palaemonidae sp. Rafinesque, 1815	X					X			

<i>Periclimenaeus</i> sp. Borradaile, 1915	x	x	x			x
<b>Família Mithracidae</b>						
<i>Mithrax</i> sp. Latreille, 1816	x	x				x
<b>Família Xanthidae</b>						
<i>Paracataea rufopunctata</i> (H. Milne Edwards, 1834)	x					
Xanthidae sp. MacLeay, 1838						x
<b>Família Alpheidae</b>						
<i>Synalpheus</i> sp. Spence Bate, 1888			x			x
<b>Família Pilumnidae</b>						
<i>Pilumnus</i> sp. Leach, 1816	x					x
<b>Ordem Isopoda</b>						
<b>Família Steneriidae</b>						
<i>Stenetrium occidentale</i> Hansen, 1905	x	x	x			x
<i>Stenetrium</i> sp. Haswell, 1881	x	x	x		x	x
<b>Família Janiridae</b>						
<i>Carpias</i> sp. Richardson, 1902	x	x	x			x
<b>Ordem Tanaidacea</b>						
<i>Chondrochelia dubia</i> (Krøyer, 1842)	x	x	x			
<i>Chondrochelia</i> sp.1 Gutu, 2016						x
<i>Chondrochelia</i> sp.2 Gutu, 2016	x	x				
<b>Filo Echinodermata</b>						
<b>Classe Ophiuroidea</b>						
Ophiuroidea sp. Gray, 1840	x	x			x	x

No naufrágio Taurus foram obtidos um total de 1.121 indivíduos associados ao octocoral, onde os grupos mais abundantes foram Amphipoda e Polychaeta, com 716 e 215 indivíduos, respectivamente, cuja abundância relativa foi de 63% (táxon dominante) para Amphipoda e 19% (táxon pouco raro) para Polychaeta. A macrofauna associada no naufrágio Servemar X resultou em um total de 1.011 indivíduos. Os grupos mais abundantes foram Amphipoda e Polychaeta, com 730 e 185 indivíduos, respectivamente, cuja abundância relativa foi de 72% (táxon dominante) para Amphipoda e 18% (táxon pouco raro) para Polychaeta. No

naufrágio Lupus, foram contabilizados um total de 580 indivíduos associados, com Amphipoda e Polychaeta sendo os grupos mais abundantes, apresentando 324 e 195 indivíduos, respectivamente, e abundância relativa de 55% para Amphipoda (táxon abundante) e 33% para Polychaeta (táxon pouco raro). O naufrágio Minuano apresentou 431 indivíduos, e assim como nos naufrágios anteriores, os anfípodas e poliquetas, com 324 e 78 indivíduos, respectivamente, constituíram a maior parte da macrofauna associada com abundância relativa de 77% para Amphipoda (táxon dominante) e 18% (táxon pouco raro) para Polychaeta. A abundância relativa dos grupos foi calculada e classificada de acordo com o proposto por Dajoz (1983) (Figura 2).

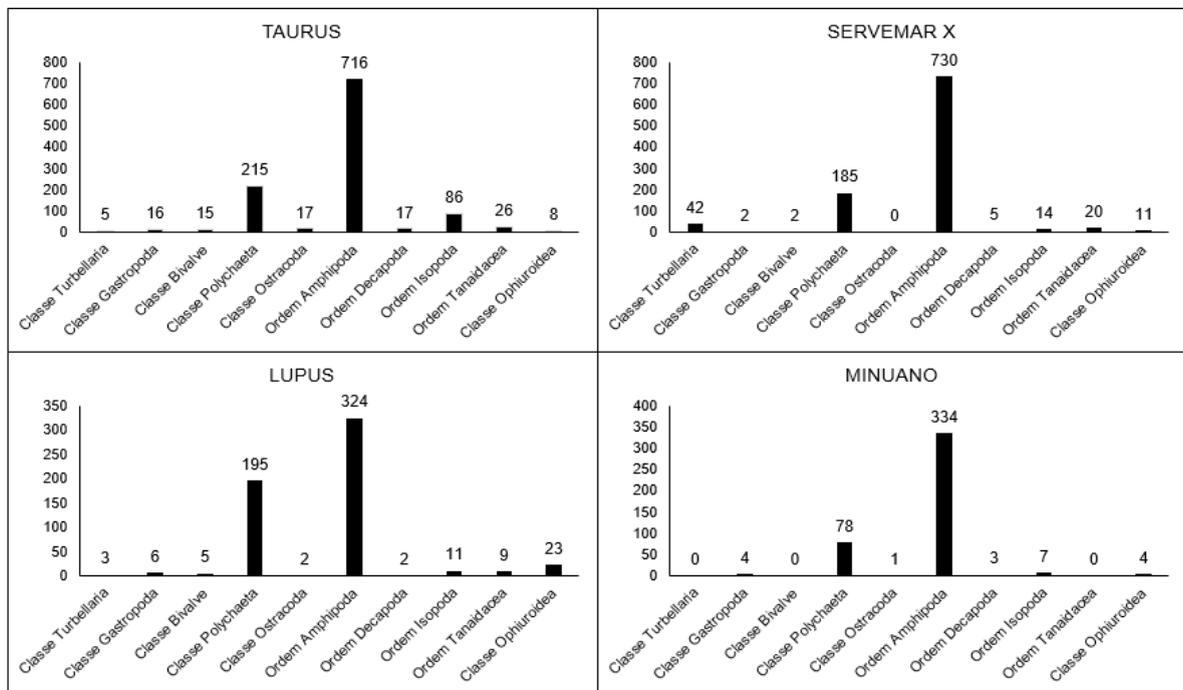


Figura 2 – Táxons e respectivos números de indivíduos da macrofauna coletados associados ao octocoral *Carijoa riisei*, de acordo com o período e naufrágio.

#### 4.3. Análise de dados

Em relação à riqueza de espécies associadas a *C. riisei* por período, as colônias presentes no naufrágio Taurus apresentaram um maior número de espécies associadas quando comparado com as colônias dos demais naufrágios. Servemar X foi o segundo a apresentar maior riqueza de espécies associadas, seguido por

Lupus e Minuano. Houveram diferenças significativas em relação à riqueza entre todos os naufrágios (ANOVA Two-Way  $F = 11,78$  e  $p = 0,0034$ ). O teste de Tukey mostrou diferenças significativas entre Taurus e Servemar X, Taurus e Lupus, Taurus e Minuano (todos com  $p < 0,05$ ). Assim como em relação à riqueza, Taurus e Servemar X apresentaram uma maior abundância de organismos associados, principalmente no período chuvoso. Os outros dois naufrágios de maior profundidade apresentaram uma menor abundância. Houveram diferenças significativas entre os naufrágios (ANOVA Two-Way,  $F = 3,899$  e  $p = 0,01$ ). O teste de Tukey mostrou diferença significativa entre Taurus e Lupus (com  $p < 0,05$ ).

Em relação a Equitabilidade de Pielou ( $J'$  usando  $\log e$ ) foi mostrada interação entre período e naufrágios (ANOVA Two-Way,  $F = 10,4$  e  $p = 0,0001$ ). O teste de Tukey mostrou diferença entre Taurus e Lupus, e entre Lupus e Minuano (com  $p < 0,05$ ).

Para a diversidade de Shannon-Wiener ( $H'$  usando  $\log e$ ), ocorreram diferenças entre naufrágios e período (ANOVA Two-Way,  $F = 5,005$  e  $p = 0,003$ ), apresentando uma maior diversidade de espécies no naufrágio Taurus, tanto no período seco quanto no chuvoso. O teste de Tukey mostrou diferenças entre Taurus e Lupus e entre Taurus e Minuano (ambos com  $p < 0,05$ ) (Figura 3).

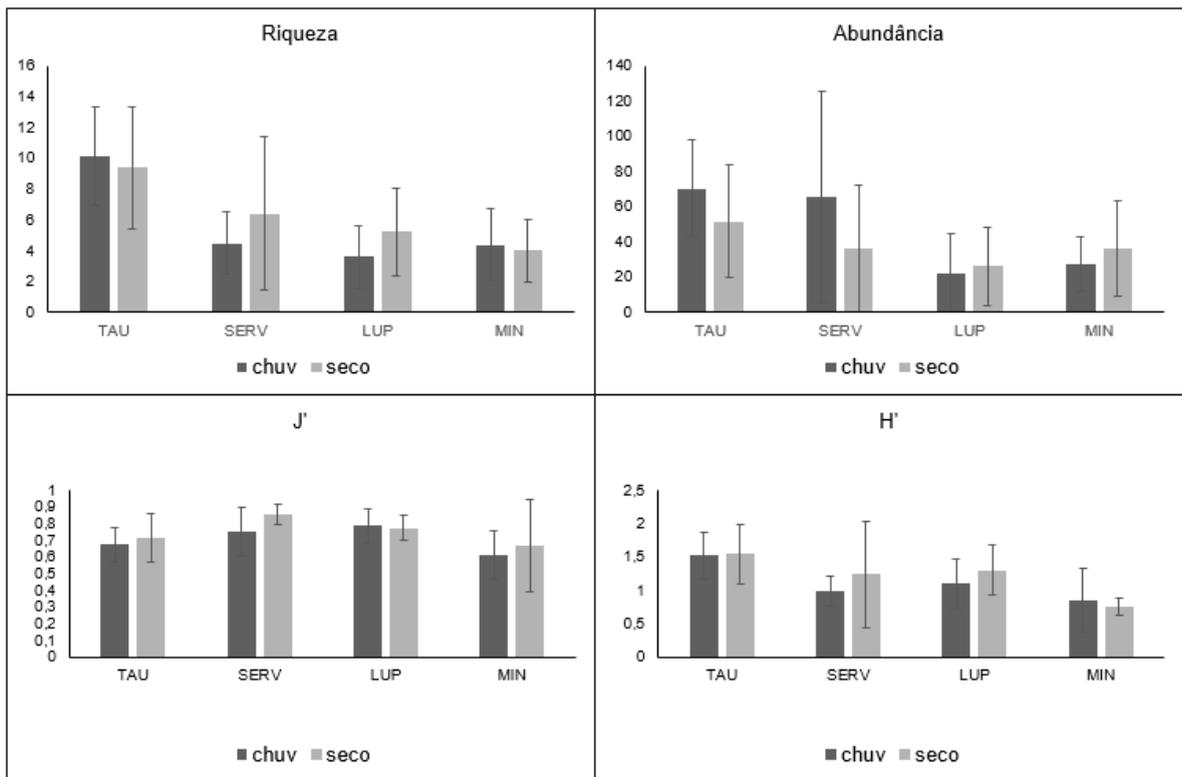


Figura 3 – Riqueza de espécies, abundância, equitabilidade e diversidade de espécies associadas ao octocoral *Carijoa riisei* de acordo com o naufrágio e período. TAU=Taurus; SERV=Servemar X; LUP=Lupus, MIN=Minuano; J', Coeficiente de Equitabilidade de Pielou; H', Índice de diversidade de Shannon; chuv, chuvoso. As barras de erro indicam o desvio padrão

O teste PAIRWISE, mostrou que houve diferenças significativas em relação aos naufrágios e os períodos de coleta. Taurus, Servemar X e Lupus apresentaram diferenças significativas durante o período chuvoso ( $p < 0,05$ ). Durante o período seco, foram apenas encontradas diferenças significativas nos naufrágios Servemar X e Lupus ( $p < 0,05$ ). Não foram encontradas diferenças significativas em relação à riqueza do naufrágio Taurus durante o período chuvoso e seco (Tabela 4).

Tabela 4 – Tabela do PAIR-WISE por período (seco e chuvoso) e naufrágio.

Naufrágios	Seco		Chuvoso	
	t	p	t	p
Taurus	ns	ns	1,57	0,04
Servemar x	3,13	0,03	2,22	0,01
Lupus	1,82	0,03	1,95	0,01

Através da PERMANOVA 3-Way Nested, foi observado diferenças significativas entre o período, naufrágios, local aninhado ao naufrágio e entre o período x local aninhado ao naufrágio ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5).

Tabela 5 – PERMANOVA 3-Way Nested realizada entre os fatores: local, período e naufrágio. Pe=período; Na= naufrágio; Lo= local

Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(perm)	Unique perms
Pe	1	5516.3	5516.3	4.9666	0.0001	9944
Na	2	11630	5815.1	5.2356	0.0001	9918
Lo(na)	3	23809	7936.4	7.1455	0.0001	9910
Pexna	2	3790.1	1895.1	1.7062	0.0569	9922
PexLo(na)	3	5685	1895	1.7061	0.0251	9915
Res	47	52202	1110.7			
Total	58	102820				

O nMDS foi utilizado para realizar a comparação em relação à composição de espécies entre os locais (cabine e porão) e período (seco e chuvoso). Este mostrou que as espécies encontradas associadas ao octocoral na cabine e no porão diferem significativamente durante o período seco e durante o período chuvoso (Figuras 4 e 5).

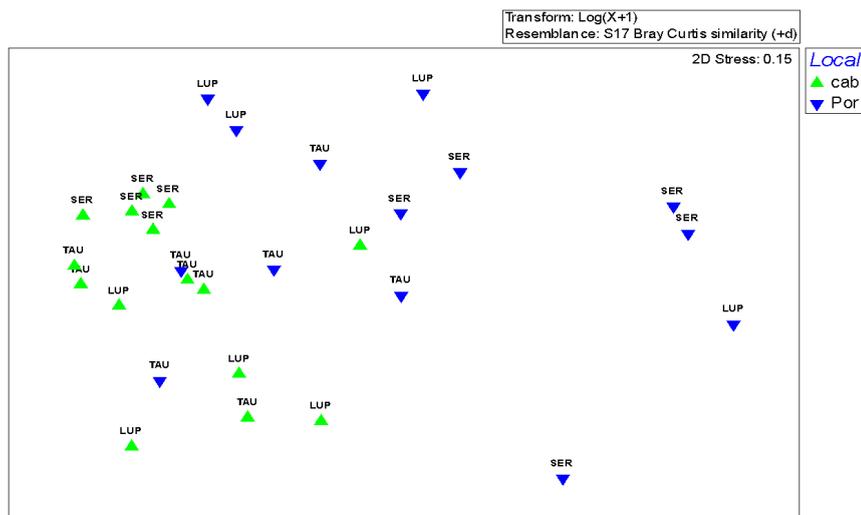


Figura 4 – Ordemação nMDS comparando a comunidade associada a *Carijola riisei* na cabine e porão dos naufrágios no período seco

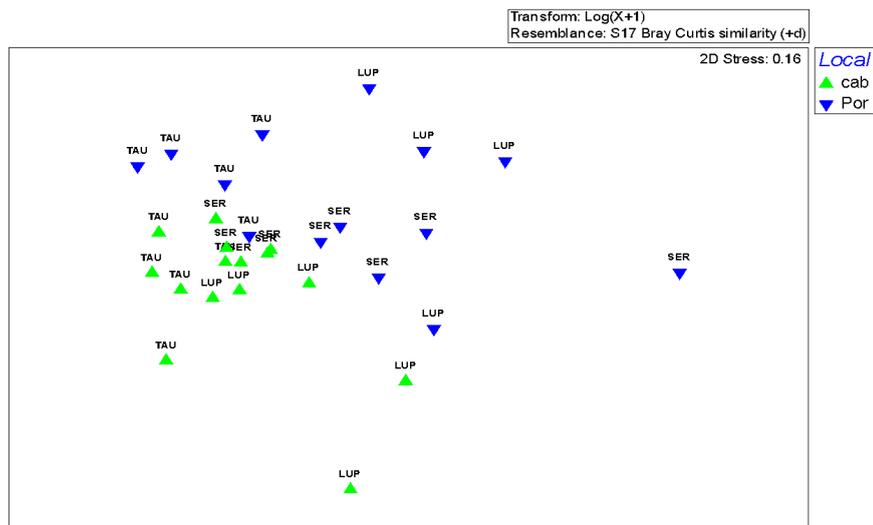


Figura 5 – Ordenação nMDS comparando a comunidade associada a *Carijoa riisei* na cabine e porão dos naufrágios no período chuvoso.

Em relação às regiões onde ocorreram as coletas (cabine e porão), valores também foram obtidos para a riqueza, abundância, diversidade (Índice de Shannon- $H'$ ) e Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ) e comparados entre os naufrágios. Em relação à riqueza, o naufrágio Servemar X foi o único que apresentou diferença significativa entre os dois locais de coleta (ANOVA Two-Way  $F = 16.67$  e  $p = 0.0001$ ), com  $p < 0,05$  segundo o teste de Tukey. Os valores de riqueza para o porão no naufrágio Minuano não foram obtidos devido à ausência de porão na embarcação. A abundância apresentou diferenças significativas (ANOVA Two-Way  $F = 47.59$  e  $p = 0,000006$ ), o teste de Tukey mostrou diferenças entre cabine e porão do naufrágio Servemar X e entre cabine e porão do naufrágio Lupus, ambos com  $p < 0,05$ . Para a Equitabilidade de Pielou ( $J'$ ), nenhum naufrágio apresentou diferença significativa entre cabine e porão (ANOVA Two-Way  $F = 1963$  e  $p = 0.1676$ ). Ambos os locais amostrados apresentaram valores médios de Equitabilidade ( $J'$ ), sem grandes variações. A diversidade de Shannon ( $H'$ ) apresentou diferença significativa (ANOVA Two-Way  $F = 6252$   $p = 0.01$ ), o teste de Tukey mostrou diferenças entre a cabine e porão do naufrágio Servemar X com  $p < 0,05$  (Figura 6)

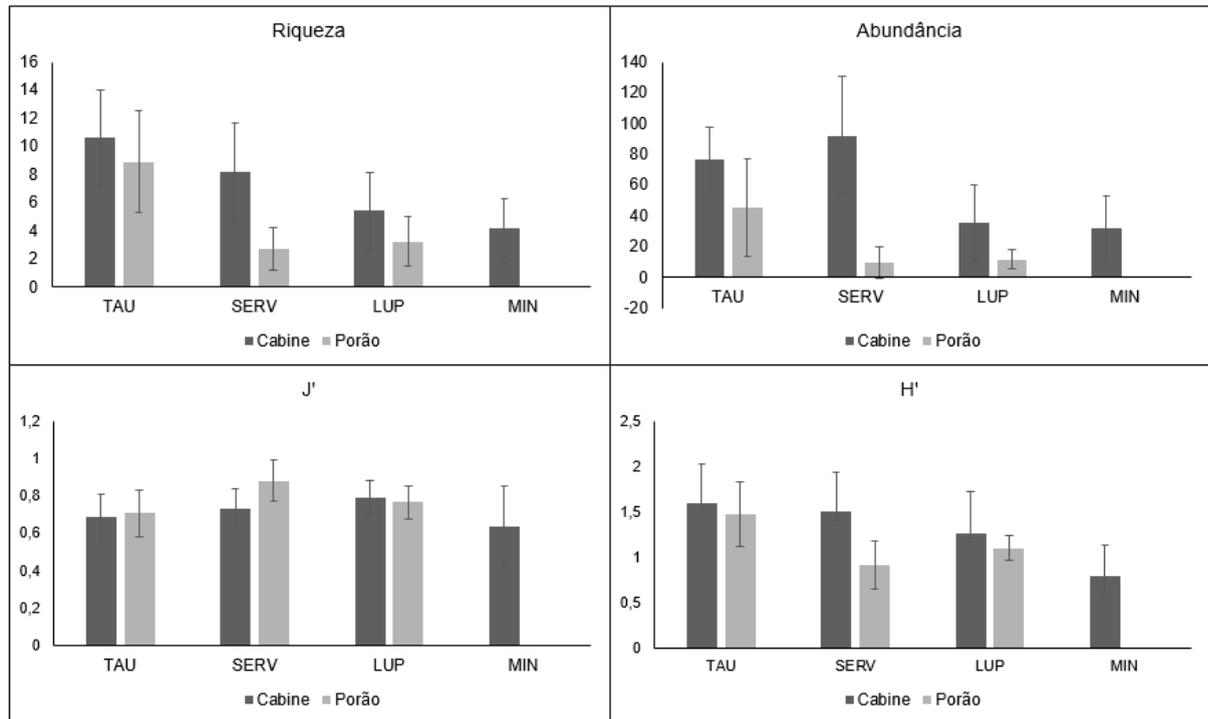


Figura 6– Riqueza de espécies, abundância, equitabilidade e diversidade de espécies associadas ao octocoral *Carijoa riisei* de acordo com local (cabine e porão). TAU=Taurus; SERV=Servemar X; LUP=Lupus, MIN=Minuano; J', Coeficiente de Equitabilidade de Pielou; H', Índice de Diversidade de Shannon.

A Análise da Similaridade das Porcentagens (SIMPER) mostrou que os táxons que mais contribuíram para a diferença de similaridade entre os períodos seco e chuvoso (Tabela 6) e entre os locais (cabine e porão) (Tabela 7) foram *Podocerus brasiliensis*, *Erichthonius brasiliensis* e *Syllidae* sp.

Tabela 6 – SIMPER feito entre os períodos seco e chuvoso nos quatro naufrágios. C= chuvoso; S= seco.

Táxons	Group c		Group s	Diss/S D	Contrib %	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss			
<i>Podocerus brasiliensis</i>	1.84	1.21	10.10	0.96	15.86	15.86
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	2.49	1.87	10.00	0.96	15.70	31.56
<i>Syllidae</i> sp.	1.30	1.67	6.79	1.01	10.66	42.23
<i>Stenothoe</i> sp.	0.88	0.64	5.23	0.94	8.22	50.44
<i>Lumbrineridae</i> sp.	0.30	0.59	3.54	0.69	5.56	56.00
<i>Turbellaria</i> sp.	0.29	0.44	3.34	0.73	5.25	61.25

Sabellidae sp.	0.47	0.62	3.15	0.68	4.95	66.21
<i>Chondrochelia dubia</i>	0.00	0.47	2.72	0.59	4.27	70.48
Stenetrium sp.	0.06	0.39	1.91	0.71	3.00	73.48
<i>Stenetrium occidentale</i>	0.04	0.29	1.48	0.53	2.32	75.80
Amphipoda sp.	0.11	0.17	1.42	0.40	2.24	78.04
Eunicidae sp.	0.19	0.18	1.42	0.59	2.23	80.26

Tabela 7 – SIMPER feito entre os locais cabine e porão nos quatro naufrágios.

Species	Group		Av.Diss	D	Diss/S	Contrib %	Cum. %
	Cab	Por					
<i>Podocerus brasiliensis</i>	2.41	0.82	10.85	1.15	16.02	16.02	
Syllidae sp.	2.39	0.77	10.19	1.52	15.05	31.08	
<i>Erichitonius brasiliensis</i>	2.40	1.77	9.86	1.10	14.57	45.65	
<i>Stenothoe</i> sp.	1.15	0.45	5.40	0.99	7.98	53.62	
Lumbrineridae	0.75	0.17	4.04	0.74	5.97	59.59	
Sabellidae	0.78	0.33	3.15	0.73	4.65	64.25	
Turbellaria	0.53	0.28	3.11	0.79	4.59	68.83	
<i>Stenetrium</i> sp.	0.37	0.15	2.16	0.74	3.18	72.02	
<i>Chondrochelia dubia</i>	0.29	0.24	1.95	0.74	2.88	74.90	
Ophiuroide	0.41	0.02	1.77	0.67	2.61	77.50	
Eunicidae	0.30	0.09	1.49	0.60	2.20	79.71	
<i>Stenetrium occidentale</i>	0.27	0.11	1.37	0.58	2.03	81.73	

## 5. DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 3143 indivíduos distribuídos em 52 táxons associados a *C. riisei* em quatro naufrágios pernambucanos de diferentes profundidades durante os períodos seco e chuvoso. Os anfípodes e poliquetas constituíram os grupos mais abundantes associados a *C. riisei* em todos os naufrágios. A associação de anfípodes e poliquetas à espécie, já foi reportada

anteriormente por Bruto-Costa (2012) em estudos realizados na costa de Pernambuco, onde comparou a fauna associada entre *C. riisei* e um complexo algal, sendo encontrados 12 táxons exclusivos ao octocoral, e também por Galván-Villa & Ríos-Jara (2018) onde encontraram uma grande variedade de invertebrados associados às colônias recentes de *C. riisei* no México. Já foram registradas a ocorrência de anfípodes associados também a outros grupos da Subclasse Octocorallia, como por exemplo gorgônias e penatuláceos (CLIPPELE; BUHL-MORTENSEN; BUHL-MORTENSEN, 2015).

A espécie *C. riisei* possui uma estrutura arborescente estolonial que permite a retenção de partículas em suspensão pelas suas ramificações (BRUTO-COSTA, 2014), o que por vezes acaba atraindo uma grande variedade de organismos que se alimentam dessas partículas. Segundo Gibbons (1988), a complexidade do habitat pode influenciar a composição faunística do ambiente. Clippele e colaboradores (2015) observaram que a fauna associada às gorgônias e penatuláceos, apresentava padrões de abundância e diversidade diferentes, e relacionaram esses resultados às diferenças morfológicas destes corais. As gorgônias são mais largas e possuem uma estrutura tridimensional e mais complexa apresentando maiores valores de abundância e riqueza em comparação com os penatuláceos, que também possuem uma estrutura tridimensional, porém não tão complexa. Nogueira e colaboradores (2015) em estudos realizados com três espécies de corais escleractíneos do gênero *Mussismilia*, concluiu que as diferenças morfológicas entre as espécies influenciavam na abundância e riqueza de crustáceos, pois forneciam diferentes formas de proteção contra predadores. Dessa forma, a riqueza e abundância da fauna associada está relacionada com a morfologia do hospedeiro (CLIPPELE; BUHL-MORTENSEN; BUHL-MORTENSEN, 2015), visto que a maioria dos organismos tendem a se associar a outros, principalmente, em busca de proteção (STELLA *et al*, 2011).

A Análise de Similaridade de Porcentagens (SIMPER) mostrou que a composição das comunidades associadas foi caracterizada por poucas espécies dominantes e comuns entre os naufrágios. Os táxons mais representativos encontrados associados foram *Podocerus brasiliensis*, *Erichthonius brasiliensis* e

representantes de poliquetas da família Syllidae. Essas espécies foram similares às encontradas em outros estudos sobre comunidade associada a *C. riisei*, sugerindo ser uma espécie com uma comunidade associada muito própria (BRUTO-COSTA, 2012; COSTA, 2013; NASCIMENTO, 2016). A espécie *P. brasiliensis* possui hábito alimentar suspensívoro, *E. brasiliensis* tem hábito detritívoro e filtrador (COSTA, 2013) e por último Syllidae apresenta hábitos detritívoros quando estão em locais mais profundos (JARDEWESKI & ALMEIDA 2005), essas espécies podem possuir uma relação ecológica de comensalismo com o octocoral, já que podem se beneficiar da capacidade do mesmo de disponibilizar alimento a partir da retenção de partículas de sedimento. A abundância e riqueza de espécies, no entanto, muda em relação aos períodos de coleta e entre os naufrágios, justificando algumas diferenças.

A composição da fauna associada apresentou diferenças significativas entre o período seco e chuvoso, sendo o período chuvoso o que apresentou maior riqueza e abundância de espécies. O aumento na precipitação pluviométrica durante o período chuvoso, contribui para o transporte de nutrientes e sedimento do continente para o ambiente marinho (BASTOS, *et al.*, 2011), principalmente pelo fato dos naufrágios estarem em uma área que recebe aporte de água doce do Rio Capibaribe e Rio Beberibe (MACÊDO *et al.*, 2004). A elevação da quantidade de nutrientes e sedimentos no meio aquático oriundos do continente, pode explicar a abundância da fauna associada durante este período.

Foram encontradas diferenças significativas também em relação à composição da comunidade associada entre os naufrágios, porém a profundidade não se mostrou um fator de forte influência para essas diferenças. Isso indica que a composição faunística entre os naufrágios não é homogênea e que a fauna associada é influenciada por outros fatores. Provavelmente a diferença de profundidade dos naufrágios, entre 20 e 30 metros, não foi o suficiente para apresentar uma diferença significativa sobre a composição da fauna associada. Isso é reforçado pela pouca variação dos parâmetros abióticos. Estudos utilizando uma

diferença maior de profundidade podem apresentar resultados diferentes do obtido neste trabalho.

Os quatro naufrágios aqui estudados, encontram-se relativamente próximos à costa, estão entre profundidades de 20 e 30 metros, assim como são constituídos pelo mesmo material em comum, o aço. Ainda assim, as colônias do naufrágio Taurus apresentaram uma maior riqueza de espécies em comparação com os demais naufrágios. Em estudos realizados por Borba e colaboradores (2010), o qual realizou a caracterização sedimentológica de naufrágios pernambucanos, foi constatado que a posição em paralelo à correnteza, na qual o naufrágio *Mercurius* foi afundado, influenciou na remobilização dos sedimentos. Dependendo da posição em relação à correnteza, na qual o rebocador Taurus foi afundado, o acúmulo de sedimento entre as estruturas do naufrágio pode influenciar a presença de organismos que possuam hábitos alimentares detritívoro, filtrador e suspensívoro, assim como *C. riisei* e também os Amphipoda e Polychaeta que têm preferência por sedimentos mais grosseiros e finos, respectivamente.

Segundo Paiva e colaboradores (2005), o tipo de sedimento e a salinidade, são os fatores abióticos que mais influenciam a macrofauna. No entanto, nos dados abióticos obtidos durante este trabalho, a salinidade não variou consideravelmente entre os períodos. Dessa forma, após o estabelecimento das colônias de *C. riisei* na embarcação, as espécies ao se associarem ao octocoral, podem ter se beneficiado pelo acúmulo de sedimentos no rebocador e nas estruturas ramificadas do octocoral, que por sua vez, acaba fornecendo um ambiente propício à sobrevivência desses organismos.

Nossos resultados mostram a importância de *Carijoa riisei* nos naufrágios pernambucanos, pelo fornecimento de condições para o desenvolvimento de uma rica e diversa comunidade associada. Assim, a presença desse octocoral nos naufrágios aumenta a diversidade em escala local e também em escala de paisagem já que a comunidade apresentou diferenças entre os naufrágios. Os dados também reforçam a importância dos naufrágios na manutenção da comunidade bêntica e como recifes artificiais. Estudos futuros poderão acessar tanto a

conectividade de naufrágios com recifes costeiros como investigar mais a fundo os parâmetros que condicionam a comunidade associada a *C. riisei*.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. **Os climas do Nordeste**. In: VASCONCELOS SOBRINHOS, J. (ed.). As regiões naturais do Nordeste o meio e a civilização. Recife, CONDEPE, p.95-138, 1971.

AMARAL, F. M. D.; FARRAPEIRA, C. M. R; LIRA, S. M. A.; RAMOS, C. A. C. Benthic macrofauna inventory of two shipwrecks from Pernambuco coast, Northeastern of Brazil. **Revista Nordestina de Zoologia**, v. 4, p. 24-41, 2010.

BARBOSA, T.M. *et.al.* Comparisons of sexual reproduction in *Carijoa riisei* (Cnidaria, Alcyonacea) in South Atlantic, Caribbean, and Pacific Areas. **Hydrobiologia, the International Journal of Aquatic Sciences**. Vol.734(1), 2014.

BARBOSA, T. M. **Biologia reprodutiva do octocoral *Carijoa riisei* (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860) (Cnidaria: Anthozoa) no litoral sul de Pernambuco, Brasil**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Departamento de Zoologia, 2009.

BARROS, F.; COSTA, P. C.; CRUZ, I.; MARIANO, D. L. S.; MIRANDA R. J. Habitats Bentônicos na Baía de Todos os Santos. **Rev. Virtual Química**, 4 (5), 551-565, 2012.

BASTOS R. B.; FEITOSA F. A. N.; KOENING, M. L.; MACHADO R. C. A.; MUNIZ, K. CARACTERIZAÇÃO DE UMA ZONA COSTEIRA TROPICAL (IPOJUCA PERNAMBUCO-BRASIL): PRODUTIVIDADE FITOPLANCTÔNICA E OUTRAS VARIÁVEIS AMBIENTAIS. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 2011, 15(1): 01-10.

BAYER, F. M. **Colonial organization in octocorals**. In: (ed. R. S. Boardman, A. H. Cheetham & W. A. Oliver). *Animal colonies, development and function through time*. Stroudsburg: Dowden, Hutchinson & Ross, pp. 69–93, 1973.

Bayer, F. M. (1961). The shallow-water Octocorallia of the West Indian region. **A manual for marine biologists**. *Martinus Nijhoff, The Hague, Netherlands*. 373 pp.

BORBA, S. F. C. M.; MALLMANN, D. L. B.; GUERRA, N. C. Caracterização Sedimentológica da Área de Fundeio de dois naufrágios na Plataforma Continental Pernambucana. *Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management*, vol. 10, núm. 1, 2010, pp. 49-64

BRUTO-COSTA, L. V; BEZERRA, L. E.; PÉREZ, C. D. The octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria, Anthozoa) as a macro-epibiont of the crab *Mycrophrys interruptus* (Crustacea, Brachyura, Majidae) in northeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**. 9(2):141-144. 2014.

CASTRO, C.B.; PIRES, D.O.; MEDEIROS, M.S.; LOIOLA, L.L.; ARANTES, R.C.M.; THIAGO, C.M. & BERMAN, E. Filo Cnidaria- Corais. In: LAVRADO, H.P. & IGNACIO, B.L. (org). Biodiversidade Bentônica da Região Central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v.18: 147-192.2006.

CLARKE, K.R.; GORLEY, R.N. (2006) PRIMER v6: User Manual/Tutorial (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research). PRIMER-E, Plymouth.

DE CLIPPELE, L. H., BUHL-MORTENSEN, P.; BUHL-MORTENSEN, L. (2015). Fauna associated with cold water gorgonians and sea pens. *Continental Shelf Research*, 105, 67-78.

COLES, S. L.; ELDREDGE, L. G. (2002) Nonindigenous species introductions on coral reefs: a need for information. *Pac Sci* 56:191–209

CONCEPCION, G.T.; KAHNG, S.E.; CREPEAU, M. W.; FRANKLIN, E.C.; COLES, S.L.; TOONEN, R.J. (2010) Resolving natural ranges and marine invasions in a globally distributed octocoral (genus *Carijoa*). **Mar Ecol Prog Ser** 401:113–127

CONCEPCION, G. T.; CREPEAU, M.W.; WAGNER D.; KAHNG S. E.; TOONEN, R. J. 2008. An alternative to ITS, a hypervariable, single-copy nuclear intron in corals, and its use in detecting cryptic species within the octocoral genus *Carijoa*. **Coral Reefs** 27: 323-336

COSTA, D. C. **O octocoral *Carijoa riisei* (duchassaing & michelotti, 1860) como substrato biogênico no litoral pernambucano através da análise da carcinofauna associada.** 2014. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Saúde Humana e Meio Ambiente.

COSTA, L. B. **Avaliação do Octocoral, *Carijoa riisei* (Cnidaria, Anthozoa) como engenheiro ecossistêmico da praia de Porto de Galinhas – Pernambuco, Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Saúde Humana e Meio Ambiente.

DAJOZ R. 1983. Ecologia geral. 4. ed., Petrópolis, Vozes, 475 p.

EVANS, E.C.; BUSKE, N.L.; GROVHOUG, J.G.; GUNTHER, E.B.; JOKIEL, P.L.; KAM, D.T.; KAY, E.A.; PEELING, T.J.; SMITH, S.V (1974) Pearl Harbor biological survey—final report. Rep NUC TN 1128, Naval Undersea Center, San Diego.

GALVÁN-VILLA, C.; RÍOS-JARA, E. First detection of the alien snowflake coral *Carijoa riisei* (Duchassaing and Michelotti, 1860) (Cnidaria: Alcyonacea) in the port of Manzanillo in the Mexican Pacific. **Bioinvasions Records**, [s.l.], v. 7, n. 1, p.1-6, 2018. Regional Euro-Asian Biological Invasions Centre Oy (REABIC).

GIANGRANDE, A., LICCIANO, M.; PAGLIARA, P. (2000). The diversity of diets in Syllidae (Annelida: Polychaeta). **Cahiers de Biologie Marine**, 41(1), 55-66.

GIBBONS, M. J. The impact of wave exposure on the meiofauna of *Gelidium pristoides* (Turner) Kuetzing (Gelidiales: Rhodophyta). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 27, n. 6, p. 581–593, dez. 1988.

GIRALDES, B. W. **Comunidade de Crustáceos Decápodos Infralitorâneos dos Recifes da Praia de Porto de Galinhas (PE)**. Dissertação (mestrado - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Oceanografia. p 175. 2007.

GOMES, P. B., LIRA, A. K., NAUD, J. P., SANTOS, A. M., & PÉREZ, C. D. (2012). Prey selectivity of the octocoral *Carijoa riisei* at Pernambuco, Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 84(1), 157-164.

GRIGG, R. W. Invasion of a deep black coral bed by an alien species, *Carijoa riisei*, off Maui, Hawaii. **Coral Reefs**, [s.l.], v. 22, n. 2, p.121-122, 1 jul. 2003. Springer Nature.

JARDEWESKI, C. L. F.; ALMEIDA, T. C. (2005). Sucessão de espécies de peixes em recifes artificiais numa ilha costeira do litoral sul brasileiro. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 9(2), 57-63.

KEMPF, M. A. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal Rural de Pernambuco**, Recife, v.9/11, p. 111-124, 1970.

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*, [s.l.], v. 54, n. 4, p.183-191, dez. 2006.

LIRA, A. K. F. **Ecologia Trófica do Octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Alcyonacea) em Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil)**. 80 p. 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal. Recife.

LIRA, S. M. A. **Epifauna macrobentônica associada a alguns naufrágios do litoral de Pernambuco-Brasil**. 2007. 71 p. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

LIRA, S. M. A.; FARRAPEIRA, C. M. R.; AMARAL, F. M. D.; RAMOS, C. A. C. Sessile and sedentary macrofauna from the Pirapama Shipwreck, Pernambuco, Brazil. **Biota Neotrop**. vol.10 no.4 Campinas Oct./Dec. 2010.

MACÊDO, S.J., MUNIZ, K. & MONTES, M.J.F. (2004) - Hidrologia da região costeira e plataforma continental do Estado de Pernambuco. In: Eskinazi-Leça, E., Neumann-Leitão, S. & Costa, M.F. (eds), *Oceanografia: um Cenário Tropical*, pp. 255-286, ed. Bagaço, Recife, Brasil

MANSO, V. A. V. 1997. **Geologia da planície costeira e da plataforma continental interna adjacente da região entre Porto de Galinhas e Tamandaré – litoral sul de Pernambuco**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 171p.

MARINS, Y.O.; OLIVEIRA, P.G.V.; RIBAS, C.A. Estrutura trófica e relações ecológicas na ictiofauna associada ao naufrágio Gonçalo Coelho, Serrambi – PE. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.** 19(2).2015.

MEDEIROS, C.; MACEDO, S. J.; FEITOSA, F. A. N.; KOENING, M. L. (1999), Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North-East Brazilian

Waters. Arch. of Fish. and Mar. Res., 47: (2/3), 133-151. MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, n. 2, p. 215–233, maio 1999.

MUEHE, D. (2006) - Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro. <http://www.mma.br>. Brasília, Brasil. (Acedido em Nov/19)

NASCIMENTO, L. C. **Amphipoda (Crustacea, Peracarida) associados ao octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria, Anthozoa) em ambientes estuarinos e recifais no litoral sul de Pernambuco**. 2016. 36 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Biociências. Programa de Pós-graduação em Biologia Animal, Recife.

NAUFRÁGIOS DO BRASIL. Naufrágios de Pernambuco. Disponível em: <https://www.naufragiosdobrasil.com.br/pernambuco.htm>. Acessado em: 19 de setembro de 2019.

NEVES, B.M.; LIMA, E.J.B. & PÉREZ, C.D. Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) Associated with the octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria:Anthozoa) from the Litoral of Pernambuco, Brazil. **J. Mar. Ass.** UK (2007), 87, 1263- 1267. 2007.

NOGUEIRA, M. M.; NEVES, E.; JOHNSON, R. Effects of habitat structure on the epifaunal community in *Mussismilia* corals: does coral morphology influence the richness and abundance of associated crustacean fauna?. **Helgoland Marine Research**, [s.l.], v. 69, n. 2, p.221-229, 24 abr. 2015. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10152-015-0431-x>.

PAIVA, A. C. G.; COELHO P. A.; TORRES, M. F. A. INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS SOBRE A MACROFAUNA DE SUBSTRATOS INCONSOLIDADOS DA ZONA ENTRE-MARÉS NO CANAL DE SANTA CRUZ, PERNAMBUCO, BRASIL. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 2005, 38: 85 - 92

PEREZ, C. D. Taxonomía, distribución y diversidad de los Pennatulacea, Gorgonacea y Alcyonacea del mar epicontinental argentino y zonas de influencia. 1999. **Tese de Doutorado**. Universidad Nacional de Mar Del Plata, Argentina.

RAMOS, M. E. C. **Diagnóstico da Comunidade Zoobentônica do infralitoral da Baía de Garapúá, Cairú – Ba**. 2002. 39p. (Monografia). Universidade Federal da Bahia.

RODRIGUES, H. A. **Ecologia alimentar de *Hermodice carunculata* (Pallas, 1776) (Polychaeta-Amphinomidae) em bancos de *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Anthozoa-Clavuralidae)**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife. p. 59 . 2007.

SÁNCHEZ, J. A.; BALLESTEROS, D. The invasive snowflake coral (*Carijoa riisei*) in the Tropical Eastern Pacific, Colombia. **Rev. Biol. Trop.** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744) Vol. 62 (Suppl. 1): 199-207, February 2014

SANTOS, D. C.; HAZIN, F. V.; FISHER, A. F.; FEITOSA, F. N.; ARAÚJO, M. E. The creation of a shipwreck park off the coast of pernambuco, Brazil. **Rev. Bras. Enga. Pesca** 3(1), jan. 2008.

SANTOS, D. H. C.; PASSAVANTE, J. Z. O. Recifes Artificiais Marinhos: Modelos e Utilizações no Brasil e no Mundo. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, v.15, n.1, p.113-124. 2007.

SANTOS, D. H. C.; SILVA-CUNHA, M. G. G.; AMANCIO, F. C; PASSAVANTE, J. Z. O. Recifes Artificiais, Mergulho e Pesca Artesanal: Alguns Aspectos do Conflito na Costa de Pernambuco – Brasil, **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v.10, n.1, p.7-22. 2010.

SEAMAN, W.; SEAMAN, W. JR. (2000). Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats. Florida: CRC Press.

SILVA, B. T.; PEREZ, C. D. Diagnose do conhecimento da fauna de octocorais (cnidaria, anthozoa) do litoral nordestino. In: CONIC-UFPE, 10, 2002, Recife. **Resumo**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2002.

SILVA, I. P. **Estudo comparativo da diversidade da macrofauna bentônica do mesolitoral das praias do Bom Jesus dos Pobres e Cabuçu, Bahia**. Monografia. Universidade Federal do Recôncavo Bahiano.

STELLA J.S.; PRATCHETT M. S.; HUTCHINGS P.A.; JONES G.P. (2011) Coral-associated invertebrates diversity, ecological importance and vulnerability to disturbance. *Oceanogr Mar Biol* 49:43–104

ZALMON, I. R.; GOMES, F. A. C. Comunidade Incrustante em diferentes materiais de um recife artificial no litoral norte do Estado do Rio de Janeiro. **Biotemas**, v. 16, n. 1, p. 57–80, 1 jan. 2003.