

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAFIA
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia

CAIO ANUNCIAÇÃO RIBAS

CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO COMPORTAMENTAL DA ICTIOFAUNA
ASSOCIADA AO NAUFRÁGIO MARTE – SERRAMBI – PE.

Recife – PE
2013

CAIO ANUNCIAÇÃO RIBAS

CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO COMPORTAMENTAL DA ICTIOFAUNA
ASSOCIADA AO NAUFRÁGIO MARTE – SERRAMBI – PE.

Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Biológica.

Orientador: Fábio H. Vieira Hazin

Co-orientador: Paulo Guilherme V. de Oliveira

Recife – PE

2013

Catálogo na fonte

Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

R482c Ribas, Caio Anunciação.

Caracterização e estudo comportamental da ictiofauna associada ao naufrágio Marte – Serrambi - PE / Caio Anunciação Ribas. - Recife: O Autor, 2013.

72 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Fábio H. Vieira Hazin.

. Coorientador: Prof. Dr. Paulo Guilherme V. de Oliveira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2013.

Inclui Referências e anexos.

1. Oceanografia. 2. Recife artificial. 3. Peixe recifal. 4. Oceanografia. 5. Pernambuco. I. Hazin, Fábio H. Vieira. (Orientador). II. Oliveira, Paulo Guilherme V. de. (Coorientador). III. Título.

UFPE

551.46 CDD (22. ed.)

BCTG/2014-167

CAIO ANUNCIAÇÃO RIBAS

CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO COMPORTAMENTAL DA ICTIOFAUNA
ASSOCIADA AO NAUFRÁGIO MARTE – SERRAMBI – PE.

Dissertação apresentada ao Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Biológica.

Orientador: Fábio H. Vieira Hazin

Co-orientador: Paulo Guilherme V. de Oliveira

Aprovada em: 19/11/2013

BANCA EXAMINADORA

Prof^o Dr^o Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (Co-orientador/UFRPE)

Prof^a Dr^a Beatrice Padovani Ferreira (Membro interno/UFPE)

Prof^a Dr^a Patrícia Barros Pinheiro (Membro externo/UNEB)

Prof^a Dr^a Sigrid Neumann Leitão - Suplente (Membro Interno/UFPE)

Dr^a Danielle Lima Viana - Suplente (Membro externo/Pesquisador UFRPE)

Aos meus pais e minha noiva, pelo
incessante incentivo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo Dom da vida.

Aos meus pais e irmãos pelo esforço e incentivo.

A minha noiva Maiara, pelo carinho, cuidado e apoio em todos os momentos.

Ao meu orientador Profº Fábio Hazin, pela oportunidade de estar desenvolvendo esse trabalho e por todo o conhecimento adquirido, e pelo exemplo de pesquisador.

Ao meu coorientador Profº Paulo Oliveira, por ter nos dado a oportunidade de estarmos desenvolvendo esse trabalho, por ter acreditado no meu potencial, pelo apoio incessante na realização desse trabalho e por toda contribuição que sempre foi dada para a conclusão do mesmo.

Ao departamento de Oceanografia, pela oportunidade de estar fazendo parte do corpo discente da casa.

Aos docentes do departamento de Oceanografia por todo o conhecimento que pude adquirir.

A Myrna, por todo esforço e ajuda, além da pró atividade e disponibilidade.

Aos colegas de classe pelo apoio e experiências trocadas.

A operadora de mergulho Aicá Diving, pelo apoio logístico.

A equipe de mergulho, Yúri, Paulo, Dráusio, Marcos, Freddy, Luísa, Rodolfo, Alessandra, pela participação e contribuição no trabalho.

A Yuri e Hudson, pela contribuição e ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Aos amigos Diogo, Marlon, Átila, Natan, Yuri, Hudson, Raul, Eudes, Dráusio, Marcelo, pelo apoio, convivência e amizade.

Aos colegas do laboratório (LOP, LEP).

Ao Profº Fernando Feitosa e Marina Jales pelo apoio e pela tentativa no desenvolvimento de partes do trabalho, e pela acolhida no LABFito.

Aos membros da banca examinadora, por toda colaboração e contribuição para o enriquecimento e melhoria do trabalho.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível dar andamento ao trabalho.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	10
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
CAPÍTULO I - Caracterização da ictiofauna do naufrágio Marte, afundado propositalmente na costa do município de Ipojuca, Pernambuco, Brasil.	19
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO	20
METODOLOGIA	21
1. Área de estudo	21
2. Coleta de Dados.....	23
3. Análise dos dados	26
RESULTADOS.....	27
DISCUSSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO II - Simbiose alimentar de peixes recifais associados a um naufrágio na costa do estado de Pernambuco, Brasil.....	53
RESUMO.....	53
ABSTRACT.....	53
INTRODUÇÃO	54
METODOLOGIA	55
1 Área de estudo	55
2 Coleta de Dados.....	56
3 Análise dos dados	56
RESULTADOS.....	57
DISCUSSÃO	61
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	70

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1 - Mapa da área de estudo, com destaque para o litoral do município de Ipojuca, Pernambuco, e a localização do naufrágio Marte. 22

Figura 2 - Desenho esquemático do rebocador Marte, naufragado propositalmente em frente ao platô recifal da praia de Serrambi, e as condições nas quais o mesmo se encontra. 23

Figura 3 - Desenho esquemático da metodologia adaptada do transecto de faixa para peixes, evidenciando a aplicação da metodologia nos diferentes extratos amostrais encontrados no naufrágio Marte. 24

Figura 4 - Desenho esquemático das categorias espaciais das espécies encontradas no naufrágio Marte, onde as categorias correspondem: A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato. 25

Figura 5 - Número total de espécies identificadas por mergulho através das metodologias do transecto de faixa para peixes e busca intensiva, aplicadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE entre outubro de 2011 e março de 2013. 28

Figura 6 - Curva acumulativa das espécies observadas através das metodologias do transecto de faixa para peixes e busca intensiva, aplicadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE entre outubro de 2011 e março de 2013. 29

Figura 7 - Indivíduos juvenis em fase de recrutamento observados no entorno do naufrágio Marte, Serrambi, PE. a: Juvenis da espécie *Bodianus rufus*; b: Juvenis das espécies *Clepticus brasiliensis* e *Chromis multilineata*. 31

Figura 8 - Indivíduos da espécie *Abudefduf saxatilis* apresentando coloração e comportamento específico do período reprodutivo, no naufrágio Marte, Serrambi, PE. 32

Figura 9 - Número e frequência de ocorrência das espécies distribuídas entre as categorias espaciais observadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato. 33

Figura 10 - Distribuição mensal das espécies entre as categorias espaciais no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato. 33

Figura 11 - Variação mensal dos índices ecológicos de Equitabilidade e Diversidade obtidos para a ictiofauna associada ao naufrágio Marte, Serrambi, PE. 34

Figura 12 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre os transectos replicados por bordo da embarcação entre outubro de 2011 e março de 2013 no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde BB se refere a bombordo e BE a boreste. 36

Figura 13 - *Cluster* gerado através da análise de similaridade entre a distribuição das famílias identificadas através do transecto entre os bordos do naufrágio Marte, Serrambi, PE. 36

Figura 14 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre os transectos replicados por bordo no casario da embarcação entre outubro de 2011 e março de 2013 no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde CBB se refere ao casario a bombordo e CBE, casario a boreste. 38

Figura 15 - *Cluster* gerado através da análise de similaridade entre a distribuição das famílias identificadas através do transecto entre os bordos do casario do naufrágio Marte, Serrambi, PE. 38

Capítulo 2

Figura 1 – Distribuição das espécies de peixes avistadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, entre as categorias tróficas ocupadas pelas mesmas, as quais temos, MI: Predadores de invertebrados móveis; C: Carnívoros; PL: Planctívoros; SI: Predadores de invertebrados sésseis; P: Piscívoros; RH: Herbívoros não territorialistas; O: onívoros; TH: Herbívoros territorialistas. 58

Figura 2 – Distribuição mensal das espécies de peixes avistadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, entre as categorias tróficas ocupadas pelas mesmas, as quais temos, MI: Predadores de invertebrados móveis; C: Carnívoros; PL: Planctívoros; SI: Predadores de invertebrados sésseis; P: Piscívoros; RH: Herbívoros não territorialistas; O: onívoros; TH: Herbívoros territorialistas. 58

Figura 3 – Registros da atividade de limpeza observadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE. A: *Bodianus rufus* realizando limpeza em um indivíduo de *Acanthurus coeruleus*; B: *B. rufus* realizando limpeza em um indivíduo da espécie *Epinephelus itajara*; C: *Elacatinus figaro* realizando limpeza em um espécime de *Cephalopholis fulva*. 60

Figura 4 – Registro de perseguição alimentar entre as espécies *Mulloidichthys martinicus* e *Halichoeres dimidiatus*, espécie nuclear e seguidora, respectivamente, no naufrágio Marte, Serrambi - PE. 61

RESUMO

O rebocador Marte foi afundado propositalmente no dia 11 de abril de 1998, e está situado na isóbata de 33 metros, a aproximadamente 7 milhas náuticas da costa e exatamente em frente ao platô recifal do Pontal de Serrambi. Possui 33 metros de comprimento e foi afundado com o objetivo precípuo de servir de estrutura artificial para ponto de mergulho recreativo. O presente trabalho, que foi realizado entre outubro de 2011 e março de 2013, está distribuído em 2 capítulos. O capítulo I apresenta os resultados do levantamento e identificação das espécies associadas ao naufrágio, avaliando-se a abundância e frequência de ocorrência das espécies, os índices ecológicos, e a categoria espacial dos táxons de peixes encontrados no naufrágio. Foram realizados 12 mergulhos sendo identificados 67 espécies, 49 gêneros e 34 famílias distintas. A curva acumulativa de espécies alcançou estabilização após o 9º mergulho, com uma média de 34,33 espécies identificadas por mergulho. Com os dados de abundância das espécies foram calculados os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou. Os valores máximos para a diversidade e equitabilidade ficaram em torno de $H' = 2,776$ e $J = 0,800$. O capítulo II apresenta os resultados das observações acerca dos comportamentos de perseguição alimentar (*Following behaviour*) e limpeza, analisando-se as categorias tróficas nas quais estão inseridos os peixes associados ao naufrágio Marte e as principais espécies envolvidas na simbiose alimentar. Das 67 espécies observadas, 20 foram classificadas como predadores de invertebrados móveis, 15 como carnívoros generalistas, 9 como planctívoros, 6 como predadores de invertebrados sésseis, 5 como piscívoros, 5 como onívoros, 5 como herbívoros não territorialistas e apenas 2 como herbívoros territorialistas. As principais espécies de peixes limpadores foram *Bodianus rufus* e *Elacatinus figaro*, com *Pseudupeneus maculatus* e *Mulloidichthys martinicus* destacando-se como espécies nucleares. A partir dos resultados obtidos é possível concluir que o naufrágio Marte proporcionou condições ecológicas suficientes para o desenvolvimento da comunidade íctia, composta por pelo menos 67 espécies, o que reforça a importância desses ambientes para a manutenção da biodiversidade local.

Palavras-chave: Recife artificial, Peixe recifal, Oceanografia, Pernambuco.

ABSTRACT

The tugboat Marte was sunk purposely at April 11th 1998, and is situated at the isobath of 33 m, approximately 7 nautical miles from Serrambi beach- PE. It has 33 meters long and was sunk to become an artificial structure to recreational diving point. The present work, which was conducted between October 2011 and March of 2013, is distributed in 2 chapters. The chapter I presents the results of diving surveys for the identification of species associated to the shipwreck. This study evaluated the abundance and frequency of occurrence of species, estimated ecological indices, and identified the spatial category of taxa of the fishes found in the shipwreck. Twelve dives were performed, during which 67 species, 49 genera and 34 families were identified. The accumulative curve of species reached stabilization after the 9th dive, with an average of 34.33 species identified per dive. Based on data from species abundance the indexes of Shannon's diversity (H') and Pielou's (J) equitability were calculated. The maximum values for diversity and equitability were around $H'= 2,776$ and $J= 0,800$. The chapter II presents the results of observations on cleaning and following behavior. In this study, the trophic categories in which the fishes associated to the shipwreck Marte are inserted and the main species involved in feeding behavior were analyzed. Of the 67 species observed, 20 were classified as mobile invertebrate feeders, 15 as generalist carnivores, 9 as planktivores, 6 as sessile invertebrate feeders, 5 as piscivores, 5 as omnivores, 5 as roving herbivores and only 2 as territorial herbivores. The main species of fish cleaners were *Bodianus rufus* and *Elacatinus figaro*, while *Pseudupeneus maculatus* and *Mulloidichthys martinicus* were prominent nuclear species. From the results obtained, it is possible to conclude that the shipwreck Marte afforded sufficient ecological conditions for the development of a fish community composed by at least 67 species, which reinforces the importance of these habitats for the maintenance of local biodiversity.

Key-words: Artificial reef, Reef fish, Oceanography, Pernambuco.

INTRODUÇÃO GERAL

Os peixes constituem o mais antigo e numeroso grupo entre os vertebrados existentes, contando atualmente com cerca de 26.000 espécies, que correspondem a pouco mais da metade do número de espécies de todos os outros vertebrados existentes (NELSON, 2006). A fauna de peixes tropicais do Oceano Atlântico Ocidental distribui-se entre 35°N e 28°S, sendo que grande parte dessa região encontra-se em águas brasileiras (0°N a 28°S). Ao contrário do mar do Caribe, da Flórida e das Bermudas, porém, a costa brasileira e suas ilhas oceânicas permaneceram pouco conhecidas pela comunidade científica até a virada do século XXI (SALE, 1991).

Os ambientes recifais, por sua vez, em termos de produtividade e diversidade, representam para os ambientes marinhos, o equivalente ao que as florestas tropicais representam para os ambientes terrestres (CONNELL, 1978; ARAÚJO & FEITOSA, 2003). Esses locais são utilizados como zonas de reprodução, alimentação, desova e desenvolvimento por diversos organismos, entre os quais os peixes estão entre os mais abundantes e conspicuos, apresentando uma grande diversidade morfológica, comportamental e ecológica (ROBERTSON, 1984; CHOAT & BELLWOOD, 1991; BELLWOOD & WAINWRIGHT, 2002), com diversas famílias ocorrendo com exclusividade nesses ecossistemas (BELLWOOD, 1996; CHOAT & BELLWOOD, 1991).

Além dos peixes que habitam permanentemente os recifes, outros peixes utilizam seus recursos esporadicamente, representando, também, componentes biológicos de significativa importância para esses ambientes (CHOAT & BELLWOOD, 1991). Assim, são considerados peixes recifais todas aquelas espécies que mantêm alguma relação com o ambiente recifal ou seu entorno durante alguma fase do seu ciclo de vida (FERREIRA *et al.*, 1998). As comunidades de peixes recifais são caracterizadas pela sua diversidade, tanto em termos do número de espécies como em morfologia e ciclos de vida, caracterizando-se, de uma forma geral, por apresentarem vida longa, crescimento lento e baixa taxa de mortalidade natural (POLOVINA & RALSTON, 1987).

Os recifes artificiais são definidos como sendo um ou mais objetos de origem natural ou humana, depositados propositalmente ou acidentalmente no ambiente marinho, visando influenciar processos físicos, biológicos ou socioeconômicos, relacionados ao ecossistema no

qual são inseridos (SEAMAN & JENSEN, 2000). Alguns autores definem os recifes artificiais como estruturas colocadas pelo ser humano no fundo marinho, com o intuito de recuperar e aumentar a diversidade biológica em regiões costeiras impactadas, e trazer benefícios socioeconômicos referentes à indústria da pesca e/ou do turismo (MCINTOSH, 1981; HUECKEL *et al.*, 1989).

Estimulado pelo conhecimento empírico dos pescadores (GRATWICKE & SPEITGHT, 2005), os primeiros recifes artificiais foram implantados pelo Japão, no final do século XVI, com o propósito de agregar peixes para fins pesqueiros (MEIER *et al.*, 1989). No Brasil, projetos com objetivos distintos envolvendo recifes artificiais estão sendo desenvolvidos em Santa Catarina com plataformas petrolíferas (HOSTIM-SILVA *et al.*, 2002), *reef-balls* no Paraná (PIZZATO, 2004), além de outras estruturas no Rio de Janeiro (SILVA *et al.*, 2003; GODOY & COUTINHO, 2002; GODOY *et al.*, 2002; ZALMON *et al.*, 2002), Espírito Santo (SIMON, 2010), Rio Grande do Norte (ALENCAR *et al.*, 2003), e no Ceará (CONCEIÇÃO, 2003; ALENCAR *et al.*, 2003).

Em Pernambuco, o afundamento de navios para a criação de recifes artificiais teve início no ano de 1998, quando o rebocador Marte foi afundado propositalmente no litoral sul do Estado. Em 2006, um convênio das Universidades Federal de Pernambuco e Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE e UFRPE), com a Associação das Empresas de Mergulho de Pernambuco (AEMPE) e a empresa Wilson & Sons, lançou ao mar três rebocadores: o Mercurius, o Saveiros e o Taurus (FISCHER, 2009). Em 2009, ocorreu o último afundamento proposital no Estado, do rebocador descomissionado Walsa (OLIVEIRA, 2012), o qual fez parte de outro projeto da UFRPE. Todos esses naufrágios, conjuntamente, integram o Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE). Atualmente, estuda-se a possibilidade da criação do Parque Estadual Marinho dos Naufrágios de Pernambuco, com o propósito de recuperar e aumentar a diversidade biológica, além de incrementar o ecoturismo, proporcionando benefícios econômicos e ambientais para a região.

A complexidade ambiental encontrada nos recifes artificiais tem sido frequentemente considerada o principal fator responsável pela manutenção da alta diversidade (LUCKHURST & LUCKHURST, 1978; CARPENTER *et al.*, 1981) e da grande abundância de peixes nesses ambientes (ROBERTS & ORMOND, 1987; HIXON & BEETS, 1993; McCORMICK, 1994; CHABANET *et al.*, 1997; FRIEDLANDER & PARRISH, 1998). Vários fatores, porém, influenciam no processo de colonização de estruturas artificiais implantadas no ambiente

marinho, como: o tipo de material, o desenho escolhido para as estruturas, a profundidade e a distância da costa.

Uma primeira visitação das estruturas artificiais por peixes pode ocorrer muito rapidamente, demorando apenas poucas horas após a sua introdução. A permanência desses, entretanto, tende a variar com a espécie, a idade, a localização e a interação com outras espécies. A área de uso, o tempo, a fidelidade ao habitat e o período da vida em que os peixes utilizam essas estruturas são alguns dos aspectos de suma importância para o estudo dessas comunidades, sendo também fundamentais para o manejo e a conservação das espécies aí presentes (NAKAMURA, 1985).

A colonização é um processo ecológico por meio do qual o ambiente, inicialmente quase estéril, passa a ser gradativamente ocupado por organismos diversos, apresentando, ao longo do tempo, várias etapas que se sucedem na sua composição estrutural, do ponto de vista ecológico (RICKLEFS, 1995).

Existem ainda várias dúvidas sobre o real papel dos recifes artificiais como produtores ou agregadores de vida marinha, questionando-se, particularmente, o seu efeito potencialmente nocivo quando empregado como um instrumento de fomento à pesca (STONE *et al.*, 1979; BOHNSACK *et al.*, 1997; BORTONE, 1998; POWERS *et al.*, 2003). No caso do Estado de Pernambuco, entretanto, tal discussão não procede, em função do Decreto Estadual nº 23.394/ 2001, que proibiu qualquer atividade de pesca esportiva ou comercial em naufrágios na costa pernambucana. No centro dessa discussão, são defendidas duas hipóteses, a hipótese da produção e a hipótese da atração.

A hipótese da produção baseia-se no fato de que os novos substratos propiciam novos locais de abrigo, esconderijo e alimentação para diversas espécies, consequentemente beneficiando a sobrevivência e aumentando a biomassa local (BEAUMONT, 2007). Em contrapartida, a hipótese da atração presume que os recifes artificiais apenas redistribuem a biomassa de um determinado local, concentrando os indivíduos de áreas adjacentes em novas estruturas (POLOVINA, 1991; MUNRO & BALGOS, 1995; WILSON *et al.*, 2001).

Desenhos amostrais inadequados têm dificultado, muitas vezes, a compreensão dos mecanismos que regem esses dois processos, fazendo-se necessário para esse tipo de estudo,

o uso da telemetria, a incorporação de áreas-controle, e o uso de dados de idade e comprimento ao longo do tempo (BRICKHILL *et al.*, 2005).

É provável que a atração e a produção dependam diretamente da disponibilidade de nutrientes, do tamanho e heterogeneidade espacial do recife, e do aporte larval, além de outras características oceanográficas, de forma que a distribuição local desses fatores poderá determinar qual hipótese se sobreporá em relação à outra (BOHNSACK, 1989). A colonização dessas estruturas artificiais, por exemplo, poderá ocorrer tanto por meio do aporte de larvas, como pela migração de juvenis e adultos de recifes próximos (FRÉDOU & FERREIRA, 2005). O aporte dependerá, portanto, da saúde geral dos ecossistemas recifais e das populações ali abrigadas, enquanto a permanência dos peixes dependerá das condições ambientais prevaletentes, da adequabilidade da estrutura como habitat, da disponibilidade de alimento e da sobrevivência à predação ou à pesca (FERREIRA *et al.*, 2004).

Então, a adição de um número maior de recifes ou de recifes artificiais mais complexos, favorecerá a produção, enquanto que a atração será maior quando um único recife for introduzido em ambientes oligotróficos (SPANIER *et al.*, 1990). Em Pernambuco, é provável que a atração seja mais intensa que a produção, uma vez que o ambiente marinho na costa é pouco diversificado, em parte como resultado de uma plataforma continental estreita e relativamente pouco produtiva, do ponto de vista biológico, além dos recifes artificiais estarem inseridos em áreas pontuais, se comparados à extensão da plataforma continental.

O levantamento da ictiofauna nos naufrágios, visando a aprofundar o entendimento da estrutura dinâmica das comunidades recifais em estruturas artificiais, é, portanto, essencial para que se possa investigar a real importância e o significado ecológico dos recifes artificiais marinhos, como instrumentos de incremento da biodiversidade e biomassa, em conjunção com o fomento do turismo subaquático.

O naufrágio Marte, nesse contexto, se configura como uma ótima oportunidade para desenvolver este tipo de trabalho, visto que já foi afundado há 15 anos, apresentando, portanto, uma comunidade recifal já estabelecida, com uma elevada diversidade de espécies de peixes, além de constituir um ponto de mergulho recreativo muito visitado por mergulhadores autônomos. Assim, a disponibilidade de dados já existentes e a necessidade de se obter mais informações sobre a ictiofauna em naufrágios motivaram a realização do presente trabalho, que pretende contribuir para o conhecimento da ecologia dos peixes em

estruturas artificiais, comparando-se a dinâmica dos mesmos com a de recifes naturais. Desse modo, será defendida a hipótese de que na plataforma continental do Estado de Pernambuco os naufrágio Marte, enquanto estrutura artificial, oferece condições semelhantes às aquelas encontradas em recifes naturais.

O presente trabalho foi dividido em duas partes (capítulos) que refletem estudos autoexplicativos dentro do tema comum a ambos. Como forma de facilitar a submissão dos trabalhos para revistas científicas, os capítulos foram escritos de forma objetiva, sucinta e com o mínimo possível de figuras e tabelas, adotando-se os requisitos e padrões das revistas científicas. Assim, cada capítulo propõe objetivos diferentes acerca do tema geral da dissertação, os quais se encontram resumidamente descritos abaixo.

Capítulo I. Caracterização da ictiofauna do naufrágio Marte, afundado propositalmente na costa do município de Ipojuca, Pernambuco, Brasil.

Esse capítulo apresenta os resultados do levantamento e identificação das espécies associadas ao naufrágio, avaliando-se a abundância e a frequência de ocorrência das espécies, os índices ecológicos e a categoria espacial dos táxons de peixes encontrados, no período de outubro de 2011 a março de 2013.

Capítulo II. Simbiose alimentar de peixes recifais associados a um naufrágio na costa do estado de Pernambuco, Brasil.

Esse capítulo apresenta os resultados das observações acerca dos comportamentos de perseguição alimentar (*Following behaviour*) e limpeza, analisando-se as categorias tróficas nas quais estão inseridos os peixes associados ao naufrágio Marte e as principais espécies envolvidas na simbiose alimentar no período compreendido entre outubro de 2011 e março de 2013.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALENCAR, C. A. G.; SILVA, A. S.; CONCEIÇÃO, R. N. L. **Recifes artificiais - Texto básico de nivelamento técnico sobre recifes artificiais marinhos**. Secretaria especial de aquicultura e pesca, Brasília, DF. 46f. 2003.
- ARAÚJO, M. E. & FEITOSA, C. V. **Análise de agrupamento da ictiofauna recifal do Brasil com base em dados secundários: Uma avaliação crítica**. Tropical Oceanography, Recife, PE, v. 31, n. 2, p. 181-201. 2003.
- BEAUMONT, J. **Concrete ideas for inshore fisheries**. Planet Earth Magazine, p. 30-31. 2007. Disponível em <<http://www.nerc.ac.uk/publications/planetearth/2007/spring/index.asp>>.
- BELLWOOD, D. R. **The Eocene fishes of Mont Bolca: The earliest coral reef fish assemblage**. Coral reefs, v. 15, p.11-19. 1996.
- BELLWOOD, D. R. & WAINWRIGHT, P. C. **The history and biogeography of fishes on coral reefs**. In coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem (SALE, P. F., ed.), p. 5-32, Orlando, Academic express. 2002.
- BOHNSACK, J. A. **Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference?** Bulletin of Marine Science, v. 44, p. 631-645. 1989.
- BOHNSACK, J. A.; ECKLUND, A. M.; SZMANT, A. M. **Artificial reef research: Is there more than the attraction production issue?** Fisheries, v. 22, p.14-16. 1997.
- BORTONE, S. A. **Resolving the attraction-production dilemma in artificial reef research: some yeas and nays**. Fisheries, v. 23, p. 6-10. 1998.
- BRICKHILL, M. J.; LEE, S. Y.; CONNOLLY, R. M. **Fish associated with artificial reefs: attributing changes to attraction or production using novel approaches**. Journal of Fish Biology, v. 67, p. 53-57. 2005.
- CARPENTER, K. E.; MICLAT, R. I.; ALBALADEJO, V. D.; CORPUZ, V. T. **The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes**. Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, p. 487-502. 1981.
- CHABANET, P.; RALAMBONDRAIN, H.; AMANIEU, M.; FAURE, G.; GALZIN, R. **Relationship between coral reef substrata and fish**. Coral Reefs, v. 16, p. 93-102. 1997.
- CHOAT, J.D. & BELWOOD, D.R. **Reef fishes: Their history and evolution**. Academic press. San Diego, p. 39-66. 1991.
- CONCEIÇÃO, R. N. L. **Ecologia de peixes em recifes artificiais de pneus instalados na costa do estado do Ceará**. 2003. 103 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2003.
- CONNELL, J. H. **Diversity in tropical rain forest and coral reefs**. Science, v. 199, p. 1302-1310. 1978.

FERREIRA, B. P.; CAVA, F. C.; FERRAZ, A. N. **Relações morfométricas em peixes recifais da zona econômica exclusiva brasileira, região Nordeste.** Bol. Téc. Cient. CEPENE, Tamandaré, PE, v.6, n.1. 1998.

FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, B. P.; JOYEUX, J.C. **Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: A latitudinal comparison.** Journal of Biogeography, v. 31, p. 1093-1106. 2004.

FISCHER, A. F. **Afundamento, caracterização e comportamento da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco – Brasil.** 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2009.

FRÉDOU, T. & FERREIRA, B. P. **Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the reef fishery dynamic.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 48, n. 5, p. 787-800. 2005.

FRIEDLANDER, A. M. & PARRISH, J. D. **Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef.** Journal of experimental Marine Biology and Ecology v. 224, p. 1-30. 1998.

GODOY, E. A. S.; ALMEIDA, T. C. M.; ZALMON, I. R. **Fish assemblages and environmental variables on an artificial reef north of Rio de Janeiro, Brazil.** Journal of Marine Science, v. 59, p. 138-143. 2002.

GODOY, E. A. S. & COUTINHO, R. **Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*?** Journal of Marine Science, v. 59, p. 111-115. 2002.

GRATWICKE, B. & SPEIGHT, M. R. **The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats.** Journal of Fish Biology, v. 66, p. 650-667. 2005.

HIXON, M. A. & BEETS, J. P. **Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fishes assemblages.** Ecological Society of America, Ecological Monographs v. 63, p. 77-101. 1993.

HOSTIM-SILVA, M.; FONTES, J.; AFONSO, P.; SERPA, N.; SAZIMA, C.; BARREIROS, J. P.; SAZIMA, I. **Plataformas de petróleo: Pontos de encontro de peixes em alto-mar.** Ciência Hoje, v. 183, p. 20-26. 2002.

HUECKEL, G. J.; BUCKLEY, R. M.; BENSON, B. L.. **Mitigating rocky habitat loss using artificial reefs.** Bulletin of Marine Science, v. 44, p. 913-922. 1989.

LUCKHURST, B. E. & LUCKHURST, K. **Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities.** Marine Biology v. 49, p. 317-323. 1978.

MCCORMICK, M. I. **Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with a tropical reef fish assemblage.** Marine Ecology Progress Series, v. 112, p. 87-96. 1994.

MCINTOSH JR., G. S. **A concept for artificial reefs as fishery management tools in the United States.** In Proceedings of the 4th International Reef Symposium, Manilla. 1981.

MEIER, M. H.; BUCKLEY, R.; POLOVINA, J. J. **A debate on responsible artificial reef development.** Bulletin of Marine Science v. 44, p. 1051-1057. 1989.

MUNRO, J. L. & BALGOS, M. C. **Artificial Reefs in the Philippines.** International Center for Living Aquatic Resources Management, Conf. Proc. 56 f. Manilla, Philippines. 1995.

NAKAMURA, M. **Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan.** Bulletin of Marine Sciences, v. 37, p. 271-278. 1985.

NELSON, J. S. **Fishes of the World.** New Jersey: John Wiley & Sons, 4th ed. 2006.

OLIVEIRA, D. S. **Acompanhamento da colonização e ocupação ictiofaunística do rebocador Walsa intencionalmente naufragado no litoral do estado de Pernambuco – Brasil.** 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Recursos pesqueiros e aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2012.

PIZZATO, R. **Avaliação dos impactos ambientais do Programa Recifes Artificiais Marinhos do Paraná – Programa RAM.** 2004. 62 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR. 2004.

POLOVINA, J. J. **Ecological considerations on the applications of artificial reefs in the management of artisanal fishery.** Trop. Coastal Area Management, v. 6, p. 1-4. 1991.

POLOVINA, J. J. & RALSTON, S. **Tropical Snappers and Groupers: Biology and Fisheries Management.** 659p. Boulders, Colorado: Westview Press, 1987.

POWERS, S. P.; GRABOWSKI, J. H.; PETERSON, C. H.; LINDBERG, W. J. **Estimating enhancement of fish production by offshore artificial reefs: uncertainty exhibited by divergent scenarios.** Marine Ecology Progress Series, v. 264, p.265-277. 2003.

RICKLEFS, R. E. **The distribution of biodiversity.** In: Heywood, Vernon H.; Watson, Robert T. Global biodiversity assessment. Cambridge: University Press, p. 139 – 166. 1995.

ROBERTS, C. M. & ORMOND, R. F. G. **Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs.** Marine Ecology Progress Series, v. 41, p. 1-8. 1987.

ROBERTSON, D. R. **Cohabitation of competing territorial damselfishes on a Caribbean coral reef.** Ecology, v. 65, p. 1121-1135. 1984.

SALE, P.F. **The ecology of fishes on coral reef.** Academic Press Inc, p. 3-15. 1991.

SEAMAN, W. J. & JENSEN, A. C.. **Purposes and practices of artificial reef evaluation.** Pages 1-20 in W. J. Seaman, editor. Artificial Reef Evaluation: With Application to Natural Marine Habitats. CRC Press, Florida. 2000.

SILVA, A. S.; SANTOS, P.; MAURO, J. **Uso de estruturas descomissionadas de grande porte como recifes artificiais: o caso do projeto Orion.** SOBENA – Sociedade Brasileira de Engenharia Naval. Rio de Janeiro. Resumo. 2003.

SIMON, T. E. 2010. **Peixes recifais: comparação entre ambientes artificiais e naturais.** 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2010.

SPANIER, E.; TOM, M.; PISANTY, S.; ALMOG-SHTAYER, G. **Artificial Reefs in the low productive marine environments of the southeastern Mediterranean.** Marine Ecology, v. 11, p.61-75. 1990.

STONE, R. B.; PRATT, H. L.; PARKER JR, R. O.; DAVIS, G. E. **A comparison of fish populations on an artificial and natural reef in the Florida Keys.** Marine Fisheries Review v. 41, p.1-11. 1979.

WILSON, J.; OSENBURG, C. W.; ST. MARY, C. M.; WATSON, C. A.; LINDBERG, W. J. **Artificial reefs, the attraction-production issue, and density dependence in marine ornamental fishes.** Aquarium Sciences and Conservation, v. 3, p.95-105. 2001.

ZALMON, I. R.; NOVELLI, R.; GOMES, M. R.; FARIA, V. V. **Experimental results of an artificial reef programme on the Brazilian coast north of Rio de Janeiro.** Journal of Marine Science, 59: S83-S87. 2002.

CAPÍTULO I

CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DO NAUFRÁGIO MARTE, AFUNDADO PROPOSITAMENTE NA COSTA DO MUNICÍPIO DE IPOJUCA, PERNAMBUCO, BRASIL.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a ictiofauna associada ao naufrágio Marte, afundado propositalmente a 7 milhas náuticas da praia de Serrambi- PE. Para esse fim, foram realizados 12 mergulhos entre 2011 e 2013, utilizando-se como metodologia o transecto de faixa para peixes e a busca intensiva, tendo sido identificados 67 espécies distribuídas entre 49 gêneros e 34 famílias distintas. A curva acumulativa de espécies alcançou estabilização após o 9º mergulho, com uma média de 34,33 espécies identificadas por mergulho. As famílias mais especiosas foram Haemulidae e Labridae, com 6 espécies cada, além das famílias Carangidae e Lutjanidae, cada uma representada por 5 espécies. Os gêneros mais representativos foram Haemulon, Lutjanus e Sparisoma. Com os dados de abundância das espécies foram calculados os índices de diversidade de Shannon (H') e equitabilidade de Pielou (J). Os valores máximos para a diversidade e equitabilidade ficaram em torno de $H' = 2,776$ e $J = 0,800$, não tendo sido identificadas diferenças estatísticas significativas entre os períodos amostrados. Os resultados coligidos indicam que a inserção de substrato consolidado a partir de um naufrágio pode contribuir significativamente com a conservação e manutenção da biodiversidade local.

Palavras-chave: Recife artificial, Peixe recifal, Oceanografia, Serrambi.

ABSTRACT

The aim of this study was to characterize the reef fish assemblage established around the shipwreck Marte, purportedly sunken at 7 nautical miles off Serrambi beach, Pernambuco. Twelve diving surveys were conducted between 2011 and 2013, using the methodologies of fishes belt transect and intensive search. During the surveys, 67 species distributed among 49 genera and 34 different families, were identified. The cumulative curve of species reached stabilization after the 9th dive, with an average of 34.33 species being identified by each dive. The most specious families were Haemulidae and Labridae, with 6 species each, besides the families Lutjanidae and Carangidae, each one represented by five species. The most representative genera were Haemulon, Lutjanus and Sparisoma. Shannon diversity (H') and Pielou's evenness index (J) were calculated based on data of species abundance. The highest

values of diversity and evenness were $H' = 2,776$ and $J = 0,800$. There were no statistically significant differences between lapse sampled. The results lead to the conclusion that the inclusion of consolidated substrates like a shipwreck may contribute significantly to the maintenance of local biodiversity.

Key-words: Artificial reef, Reef fish, Oceanography, Serrambi.

INTRODUÇÃO

Os recifes de coral são ecossistemas únicos e altamente produtivos, abrigando milhares de espécies diferentes (WALKER & WOOD, 2005). A sua destacada importância ecológica dos ambientes recifais tem motivado grandes esforços conservacionistas, em razão dos fortes processos de degradação aos quais os mesmos têm sido atualmente submetidos (MAIDA & FERREIRA, 1997). A ictiofauna recifal brasileira é considerada um elemento importante nesses ambientes, encontrando-se distribuída tanto nos recifes costeiros como nas ilhas oceânicas (ROCHA, 2003). Diferentes padrões na composição da comunidade de peixes têm causas distintas em larga escala como a história evolucionária de diferentes regiões, processos de dispersão e gradientes ambientais básicos (FLOETER *et al.*, 2001).

Em meados da década de 40, os ambientes recifais passaram a ser mais estudados, não somente em razão da necessidade de se melhor conhecer os vários aspectos do seu funcionamento, mas principalmente devido ao advento do equipamento de mergulho autônomo (SCUBA). Estudos sobre a estrutura das comunidades nesses ambientes recifais vêm se tornando, desde então, cada vez mais comuns, sendo principalmente baseados na metodologia do censo visual. Tais estudos mostram que a complexidade dos recifes, sua composição bioquímica e as condições oceanográficas a que estão submetidos determinam as comunidades de peixes que ali habitam (SALE, 1991; PYLE, 2000). As variações entre diferentes comunidades ictiofaunísticas se devem, assim, aos diversos fatores abióticos, como a complexidade ambiental e tipo de substrato; bióticos, como a interação competitiva e disponibilidade de alimento; e antrópicos (VIANNA, 1997 *apud* ARAÚJO & FEITOSA, 2003).

Até o final do século XX, o Atlântico Sul Ocidental abrigava algumas das comunidades recifais menos conhecidas do mundo, situação que somente começou a ser revertida mais recentemente, a partir do esforço de estudos pioneiros, os quais culminaram em um maior conhecimento das mesmas e na consequente descrição de várias novas espécies

(MOURA, 1995; SAZIMA, *et al.* 1998; ROCHA & ROSA, 1999; FLOETER & GASPARINI, 2001; MOURA *et al.* 2001; MOURA & LINDEMAN, 2007; ROCHA *et al.* 1998; ARAÚJO *et al.* 2000; FLOETER & GASPARINI, 2000; FERREIRA & CAVA, 2001; ARAÚJO & FEITOSA, 2003; FLOETER *et al.* 2003; FEITOZA, 2005; LUIZ JR *et al.* 2008; HONÓRIO *et al.* 2010; PINHEIRO, 2010). A existência de muitas espécies endêmicas em uma pequena área recifal, quando comparado a outras zonas costeiras do mundo, atribui aos recifes do Brasil grande prioridade para a realização de estudos e programas conservacionistas (MOURA, 2000).

Assim sendo, este trabalho teve como objetivo levantar e caracterizar a ictiofauna associada ao naufrágio Marte, observando-se a frequência de ocorrência das espécies, os índices ecológicos, e as categorias espaciais, comparando-se a variação de espécies por mergulho nos bordos e no casario da embarcação e a sua variação mensal.

METODOLOGIA

1. Área de estudo

O Estado de Pernambuco, localizado na região Nordeste do Brasil, possui 187 km de litoral, que corresponde a 4% do seu território, aproximadamente. Limita-se ao norte com o município de Goiana e ao sul com o município de São José da Coroa Grande, possuindo uma costa com grande importância biológica, por possuir áreas de manguezais, recifes costeiros, praias e prados de fanerógamas. O clima da região é classificado como tropical úmido, com precipitação anual em torno de 1.900 mm, distribuída em duas estações, seca e chuvosa. Os meses de maio, junho e julho são os mais chuvosos, com precipitação em torno de 70 a 75% do total anual, enquanto outubro, novembro e dezembro são os mais secos (CAVALCANTI & KEMPF, 1970). As temperaturas variam entre 26°C e 30°C, sem variações significativas durante o ano. Os ventos predominantes vêm de leste-sudeste e apresentam velocidades médias entre 3 e 5 m/s, sendo os ventos alísios e as brisas marinhas os fenômenos de maior influência nas condições climáticas da costa do estado (MANSO *et al.*, 2006).

Em quase todo litoral pernambucano, a plataforma continental possui uma largura relativamente reduzida, com 35 km em média, pouca profundidade, declive suave, quebra da plataforma entre 50 e 60 m de profundidade, águas relativamente quentes, salinidade elevada,

e cobertura sedimentar composta principalmente por sedimentos terrígenos e carbonáticos biogênicos (MANSO *et al.*, 2003).

As marés no Estado são do tipo semi-diurna, sendo classificadas, em termos de amplitude, como mesomarés, com variações médias de 0,7 m na quadratura e 2,0 m na sizígia (MANSO *et al.*, 2006). As águas que recobrem a plataforma continental apresentam temperaturas superficiais entre 27,0 e 28,7°C, com raras ocorrências de temperaturas menores que 25°C (MUEHE, 2006).

A praia de Serrambi, por sua vez, é distrito municipal de Ipojuca, situando-se no litoral sul de Pernambuco, a 70 km do Recife. Possui aproximadamente 4 km de orla, encontrando-se protegida por recifes de arenito em quase toda a sua extensão (Fig. 1).

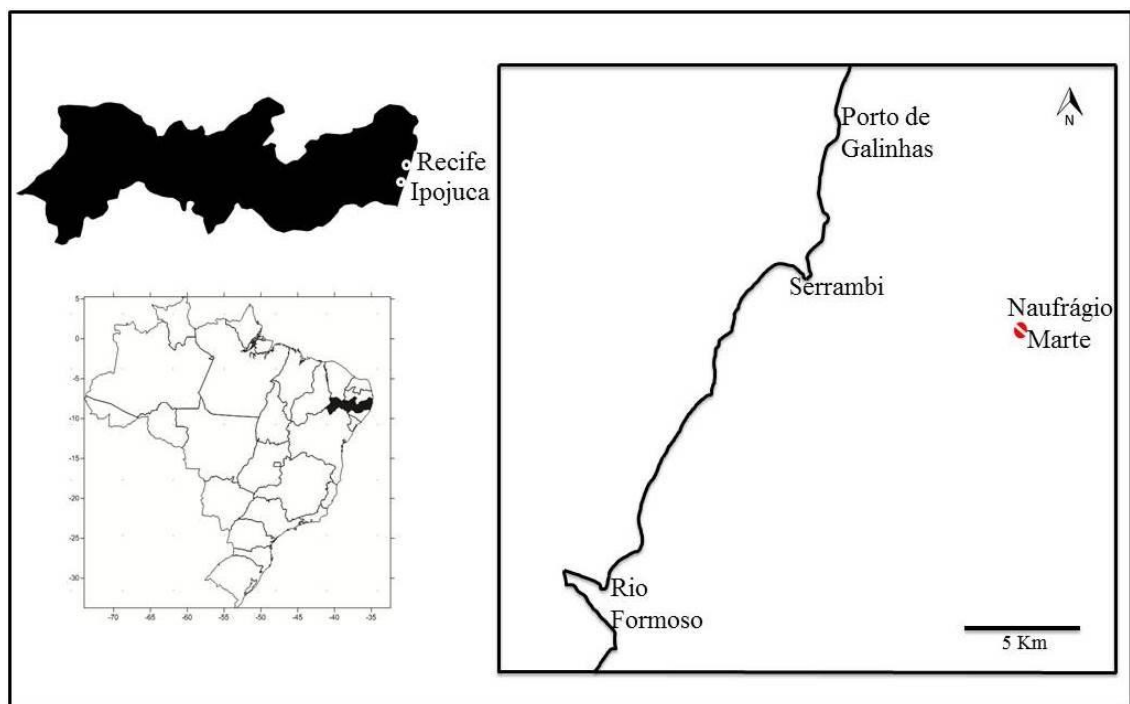


Figura 1 - Mapa da área de estudo, com destaque para o litoral do município de Ipojuca, Pernambuco, e a localização do naufrágio Marte. Crédito: Hudson Batista, 2013.

1.1 Naufrágio Marte

O rebocador Marte foi afundado propositalmente no dia 11 de abril de 1998, sob as coordenadas de 08°35'31"S e 034°54'43"W. Situado na isóbata de 33 m, a aproximadamente 7 milhas náuticas da costa e exatamente em frente ao platô recifal do Pontal de Serrambi, o Marte, que possui 33 metros de comprimento e 8 metros de boca aproximadamente, foi

afundado com o objetivo precípua de servir de estrutura artificial para ponto de mergulho recreativo (Fig. 2).

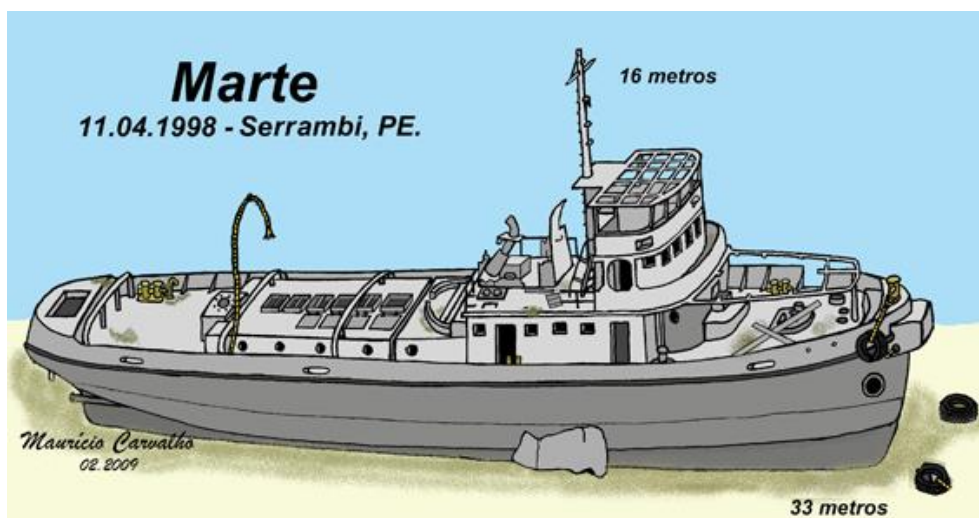


Figura 2 - Desenho esquemático do rebocador Marte, naufragado propositalmente em frente ao platô recifal da praia de Serrambi, e as condições nas quais o mesmo se encontra. Fonte: Disponível em <www.naufragiosdobrasil.com.br>

2. Coleta de Dados

Para o estudo biológico e ecológico da ictiofauna encontrada no naufrágio Marte a atividade de mergulho autônomo (SCUBA) foi utilizada como principal ferramenta de pesquisa, com 12 mergulhos tendo sido realizados, entre outubro de 2011 e março de 2012 e entre outubro de 2012 e março de 2013. As incursões à área de estudo ocorreram nos referidos meses em virtude das condições climáticas favoráveis encontradas na região, durante os mesmos, visto que esse período é considerado a estação seca para o estado de Pernambuco. As condições climáticas e oceanográficas inóspitas, somadas a contratempos de caráter logístico, impossibilitaram a realização de mergulhos em outros meses. Todos os mergulhos foram realizados durante o dia, no período entre 10h e 13h, visando a aproveitar ao máximo a luminosidade natural incidente no naufrágio, com cada incursão tendo durado aproximadamente 25 minutos, totalizando 1,200 minutos de observação subaquática. Para a realização do trabalho, a equipe contou com o apoio logístico da operadora de mergulho Aicá Diving, localizada em Porto de Galinhas, distrito de Ipojuca- PE, com as saídas para os mergulhos acontecendo sempre em conjunto com as operações de mergulho recreativo.

O censo visual foi o método escolhido para a coleta de dados, devido à sua fácil aplicação e baixo impacto no ambiente, além da grande visibilidade encontrada no naufrágio. A metodologia utilizada nos mergulhos foi adaptada do método do transecto de faixa para

peixes, *belt transect* (BORTONE *et al.*, 1989; BUCKLEY & HUECKEL, 1989; WALKER *et al.*, 2002; TESSIER *et al.*, 2004), consistindo em registrar os peixes visualizados dentro de um túnel fictício de 4m², ao longo do comprimento do naufrágio (33m). Uma equipe composta por quatro mergulhadores realizou quatro transectos (Fig. 3) simultâneos, sendo dois próximos ao substrato e dois na altura do casario, a bombordo e boreste do rebocador, de modo que toda a extensão do naufrágio fosse percorrida ao mesmo tempo, com o propósito de explorar a maior área possível dos extratos amostrais da embarcação naufragada. Foi considerado bombordo e boreste, a área compreendida entre o costado externo do rebocador e o substrato, dentro dos 4m² estabelecidos, e toda área referente ao convés da embarcação foi considerado como casario. O número de espécies e a quantidade de indivíduos foram anotados em pranchetas de PVC, e o número de indivíduos das espécies formadoras de grandes cardumes foi estimado. Ao final dos transectos, foram realizadas buscas intensivas (BORTONE & BOHNSACK, 1991) de forma a registrar todas as espécies presentes no entorno e no casario do rebocador, visando a minimizar a subestimação das espécies crípticas, uma das limitações dos censos visuais (BROCK, 1982). As espécies identificadas através da busca intensiva não foram contabilizadas, tendo sido registrado somente a ocorrência dessas espécies nas amostragens. Em todos os mergulhos foram feitos registros de imagens das espécies para uma identificação posterior, se necessário.

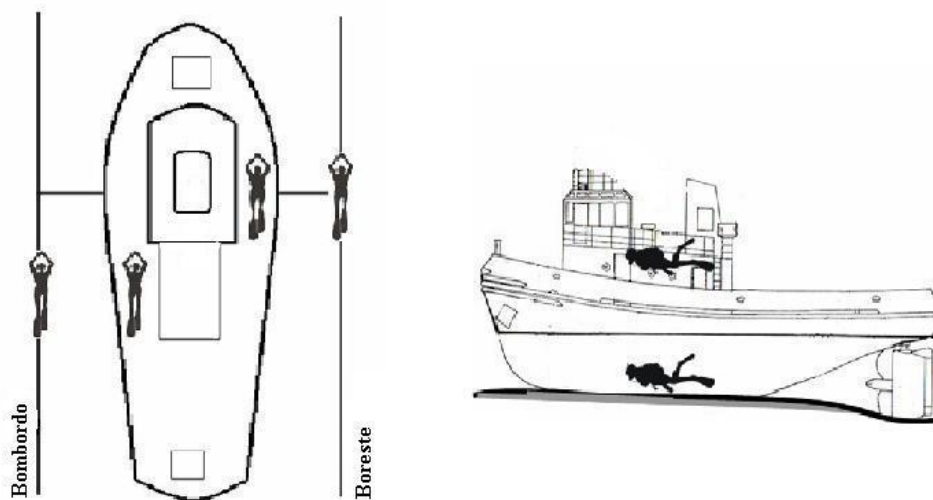


Figura 3 - Desenho esquemático da metodologia adaptada do transecto de faixa para peixes, evidenciando a aplicação da metodologia nos diferentes extratos amostrais encontrados no naufrágio Marte.
Fonte: Dráusio Veras, 2006. Adaptado por Ribas, 2013.

2.1 Identificação das espécies

Todos os indivíduos avistados foram identificados até o nível taxonômico de espécie, de acordo com Humann & DeLoach (2002), Sampaio & Nottingham (2008) e Froese & Pauly (2004), com sua ocorrência tendo sido confirmada em Carvalho-Filho (1999), e classificada segundo ordem evolutiva, de acordo com Nelson (2006). As alterações na família Serranidae propostas por Craig & Hastings (2007) foram adotadas, utilizando-se, portanto, a família Epinephelidae.

2.2 Categorias Espaciais

Para a caracterização do uso do habitat no naufrágio, as espécies foram classificadas em quatro categorias diferentes, segundo Okamoto *et al.*, (1979) e Nakamura (1985), a saber: A- espécies que preferem contato direto com o recife; B- espécies que se encontram próximas ao recife, mas sem contato direto com o mesmo, apenas contato visual; C- espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; e D- espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato (Fig. 4).

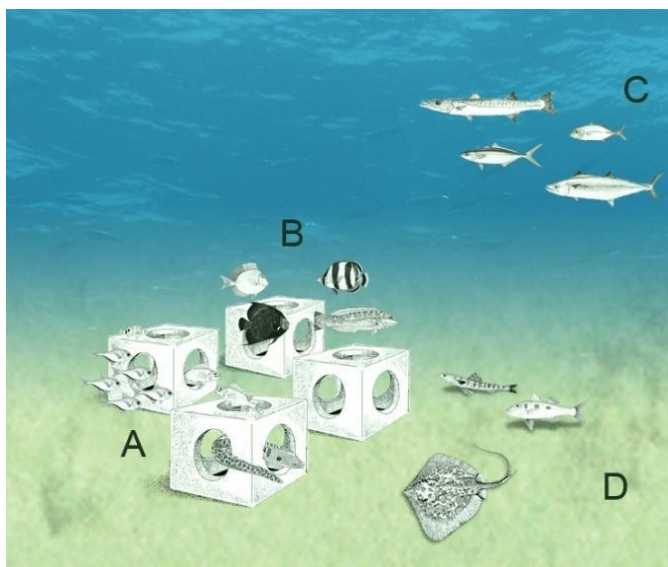


Figura 4 - Desenho esquemático das categorias espaciais das espécies encontradas no naufrágio Marte, onde as categorias correspondem: A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato. Fonte: Coxey, 2008 apud Maranhão, 2011.

3. Análise dos dados

3.1 Frequência de ocorrência (f.o.) abundância total e abundância relativa (a.r.)

A frequência de ocorrência representa a probabilidade de se encontrar uma espécie em um determinado local; a abundância total representa o número de indivíduos amostrados de determinada espécie; e a abundância relativa mostra a porcentagem da contribuição de determinada espécie dentro do universo de indivíduos amostrados. Para a determinação desses índices foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$Fo = \frac{Ti}{Tm} \times 100 \quad e \quad Ar = \frac{Ni}{Nt} \times 100$$

Onde: T_i é o número de mergulhos em que a espécie i foi observada; T_m é número total de mergulhos; N_i é o número de indivíduos da espécie i registrada; e N_t é o número total de indivíduos encontrados.

A classificação utilizada para agrupar as espécies de acordo com a frequência de ocorrência foi adaptada de Feitoza (2001), sendo assim representada: muito comum (> 81%); comum (50 - 81%); ocasional (20 - 49%); incomum (9 - 19%); e rara (< 9%).

3.2 Índices ecológicos

Para avaliar a variação da diversidade, ao longo das amostragens (mergulhos), foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J') (PINTO-COELHO, 2000), como segue:

Índice de Diversidade de Shannon (H')

$$H' = -\sum [(ni/n) \ln (ni/n)],$$

onde H' é a incerteza comum por espécie em uma comunidade infinita composta por S espécies na amostra; ni é o número de indivíduos pertencentes a S espécies; e n o número de amostras.

Índice de Equitabilidade de Pielou (J')

$$J' = H' / \ln (S)$$

onde J' é a equitabilidade ou paridade que se refere ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies; H' representa a diversidade de Shannon; e S o número de espécies observadas.

Todos os índices foram obtidos através do software PRIMER 6, efetuados sobre o logaritmo natural.

3.3 Análise estatística

Para comparação mensal dos índices ecológicos e comparação entre as categorias das classes espaciais, foram realizados testes não paramétricos de Kruskal-Wallis, devido à distribuição não normal dos dados de abundância das espécies. Os testes foram realizados utilizando-se o *software* XLSTAT (2013, versão teste).

Uma análise multivariada de agrupamento foi realizada, utilizando-se como medida de similaridade o coeficiente de Bray-Curtis, com o propósito de se comparar a similaridade entre a distribuição das espécies nos diferentes extratos amostrais existentes no naufrágio Marte (bombordo, boreste, casario a bombordo e casario a boreste), utilizando-se os dados de abundância absoluta, transformados à raiz quadrada, além da execução do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para verificar se existiam diferenças significativas na distribuição das espécies entre esses extratos. A interpretação foi efetuada por análise visual dos dendogramas, através do *software* PRIMER 6, e os testes utilizando-se o *software* XLSTAT (2013, versão teste). O nível de significância definido para este trabalho foi de 0,05 (5%).

RESULTADOS

Foram identificadas 67 espécies, distribuídas entre 49 gêneros e 34 famílias distintas, das quais 45 espécies foram identificadas utilizando-se a metodologia do transecto de faixa para peixes, e 22 espécies registradas por meio da metodologia de busca intensiva. Das 34 famílias observadas, 18 foram identificadas nos transectos e 16 na busca intensiva. O número de espécies avistadas apresentou variações no decorrer dos mergulhos, com uma média de 34,33 espécies por mergulho, utilizando as duas metodologias. O maior número de espécies ocorreu em dezembro de 2012 (9º mergulho), quando foram observadas 40 espécies, enquanto o menor número ocorreu em fevereiro de 2012 (5º mergulho), quando foram observadas apenas 27 espécies (Fig. 5). A média de indivíduos observados por transecto, nos 48

realizados foi de 4,26 indivíduos por transecto e a maior média por transecto, 14,17 indivíduos, foi encontrada no mês de dezembro de 2012, no casario situado a bombordo da embarcação. Em contrapartida, as menores médias foram observadas no mesmo mês e ano, no casario e substrato a boreste da embarcação, 0,33 e 0,4 indivíduos, respectivamente.

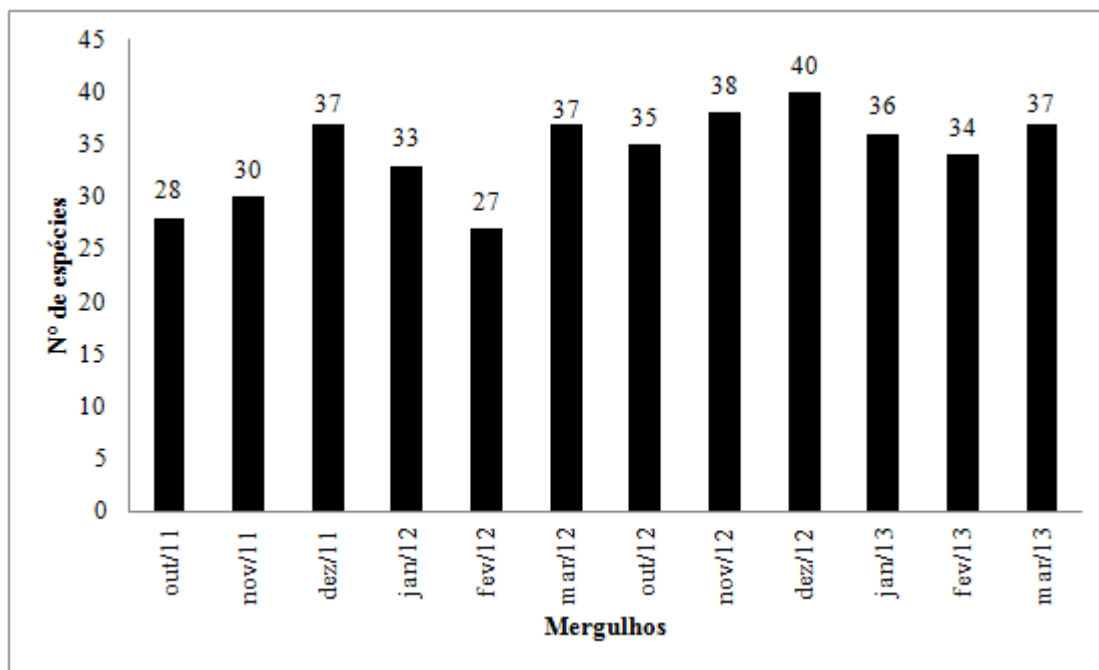


Figura 5 - Número total de espécies identificadas por mergulho através das metodologias do transecto de faixa para peixes e busca intensiva, aplicadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE entre outubro de 2011 e março de 2013.

A curva cumulativa de espécies (Fig. 6) observadas por mergulho apresentou um aumento progressivo nos 6 primeiros mergulhos, período em que foram identificadas 53 espécies, número que corresponde a 79% do total das espécies observadas no naufrágio ao fim do trabalho. A partir do 7º mergulho, ainda houve um acréscimo no número de espécies, porém mais discreto em relação aos primeiros mergulhos, sendo adicionadas apenas espécies crípticas ou espécies pelágicas de passagem. A curva apresentou uma tendência a estabilização a partir do nono mergulho.

As famílias mais especiosas encontradas no naufrágio Marte contribuíram com 58% do total das espécies identificadas, entre as quais se destacaram Haemulidae e Labridae, com 6 espécies cada; Carangidae e Lutjanidae, com 5 representantes; Epinephelidae e Scaridae, com 4 espécies; além de Pomacentridae, Pomacanthidae e Acanthuridae, com 3 representantes cada. Os gêneros mais representativos foram Haemulon, Lutjanus e Sparisoma, com 4 espécies cada.

Em termos de abundância absoluta, os meses de dezembro de 2012, janeiro e fevereiro de 2013 apresentaram os maiores valores, com o maior número de indivíduos contabilizados, igual a 1.338 espécimes, tendo sido encontrado em janeiro. As espécies mais abundantes no geral foram *Haemulon aurolineatum* Cuvier, 1830, *Pempheris schomburgkii* Müller & Troschei, 1848 e *Chromis multilineata* (Castelnau, 1855), as quais juntas corresponderam a 48% do total de indivíduos avistados. As espécies citadas foram avistadas quase sempre formando grandes cardumes nas proximidades ou em parte do casario da embarcação naufragada.

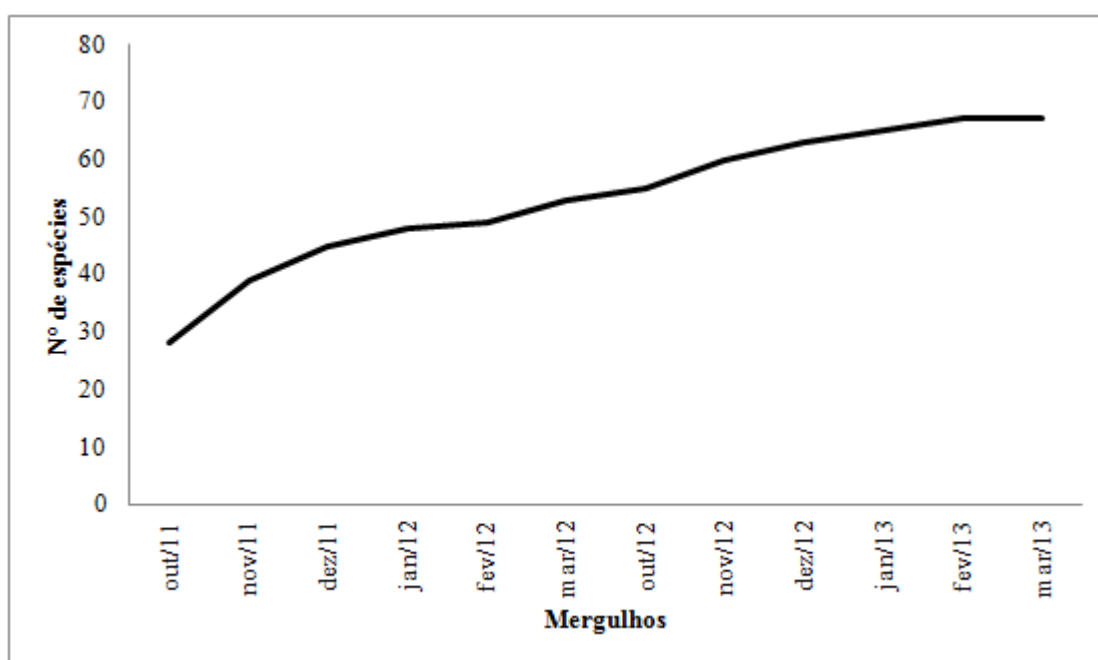


Figura 6 – Curva acumulativa das espécies observadas através das metodologias do transecto de faixa para peixes e busca intensiva, aplicadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE entre outubro de 2011 e março de 2013.

Além dessas, as espécies *Haemulon squamipinna* (Rosa & Rosa, 1999); *Myripristis jacobus* Cuvier, 1829; *Clepticus brasiliensis* Heiser, Moura & Robertson, 2000; *Bodianus rufus* (Linnaeus, 1758) e *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) foram também componentes importantes da biomassa agregada ao naufrágio Marte, correspondendo a 33% do total dos espécimes avistados. Entre as espécies menos abundantes, destacaram-se *Balistes vetula* (Linnaeus, 1758); *Dasyatis americana* Hilderande & Schoreder, 1928; *Thalassoma noronhanum* (Boulenger, 1890) e *Pareques acuminatus* (Bloch & Schneider, 1801) com somente 1 indivíduo avistado em todo o esforço amostral.

No que se refere à frequência de ocorrência (f.o.), 21 espécies foram consideradas muito comuns (f.o. > 80%), das quais 13 foram identificadas em todos os mergulhos

realizados no naufrágio Marte. Outras 13 espécies foram consideradas comuns (f.o.= 51 e 80%), 9 ocasionais (f.o.= 21 e 50%), 14 incomuns (f.o.= 10 e 20%) e 10 espécies consideradas como raras (f.o. < 9%) (Tabela I) (Anexos). Somente a família Holocentridae, representada no Marte por 2 espécies, apresentou frequência de ocorrência igual a 100%. A espécie *Haemulon aurolineatum*, apresentou 91,7% de frequência de ocorrência, apesar de ter sido a espécie que obteve o maior valor referente a abundância relativa entre todas as espécies identificadas. As outras 5 espécies da família Haemulidae obtiveram 100% de frequência de ocorrência.

Entre as espécies consideradas muito comuns, destacaram-se *Cephalopholis fulva* (Linnaeus, 1758); *Lutjanus alexandrei* Moura & Linderman, 2007; *Haemulon plumieri* (Lacepède, 1801), *Haemulon parra* (Desmarest, 1823) e *Anisotremus surinamensis* (Bloch, 1791), todas elas espécies que possuem algum valor comercial e que são comumente capturadas pela frota pesqueira artesanal do nordeste do Brasil. Ainda no tocante à pesca, representantes das famílias Carangidae, Epinephelidae, Lutjanidae, Mullidae e Scombridae, encontrados no Marte, também possuem valor comercial e são alvos frequentes da pesca artesanal na costa do estado de Pernambuco, e na região nordeste como um todo. É importante ressaltar também a presença de espécies endêmicas do Brasil, como *Gramma brasiliensis* Sazima, Moura & Rosa, 1997, *Haemulon squamipinna*, *Clepticus brasiliensis*, *Sparisoma amplum* (Ranzani, 1842), *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1867), *Sparisoma frondosum* (Agassiz, 1831) e *Ptereleotris randalli* Gasparini, Rocha & Floeter, 2001.

Avaliando-se a abundância relativa entre as 18 famílias observadas durante a aplicação dos transectos, a família Haemulidae apresentou o maior percentual, correspondendo a 31,72% do total de indivíduos amostrados, seguida pelas famílias Pomacentridae (23,55%), Pempheridae (16,91%), Labridae (8,65%) e Holocentridae (8,55%). Somadas, essas famílias representam 89% do total observado no naufrágio Marte. As famílias Lutjanidae (3,74%), Acanthuridae (1,88%), Epinephelidae (1,73%) e Mullidae (1,23%) contribuíram com valores entre 1% e 4%. Todas as outras famílias contribuíram com menos de 1% do total de espécimes avistadas, das quais podemos destacar Balistidae e Dasyatidae, com 0,01% cada, e Monacanthidae com 0,02%, os menores valores encontrados.

Analisando-se a composição específica dessas famílias, é possível notar que a família Haemulidae, que correspondeu a 31,72% do total de indivíduos amostrados, foi representada por 6 espécies, o mesmo número de espécies da família Labridae, que apresentou 8,65% de

abundância relativa. Já a família Pempheridae correspondeu a 16,91%, e no entanto essa família foi representada por apenas uma espécie (*P. schomburgkii*), enquanto as famílias Lutjanidae (5 espécies) e Epinephelidae (4 espécies), que juntas corresponderam a 13,43% do total de espécies amostradas, quando somados os valores de abundância relativa de cada (3,74% e 1,73%, respectivamente) representam somente 32,34% do valor referente a abundância relativa da família Pempheridae.

Nos meses de dezembro de 2011, janeiro, fevereiro e dezembro de 2012 e janeiro de 2013 foram observados muitos indivíduos juvenis em fase de recrutamento (Fig. 7), das espécies *Anisotremus virginicus* (Linnaeus, 1758), *Bodianus rufus*, *Clepticus brasiliensis*, e *Chromis multilineata* no entorno do naufrágio, além de grande quantidade de larvas não identificadas. Em todos os mergulhos foram avistados diversos machos da espécie *Abudefduf saxatilis* apresentando coloração e comportamento específicos do período reprodutivo da espécie, com demonstrações de claro antagonismo às espécies que se aproximassem dos respectivos ninhos (Fig 8).

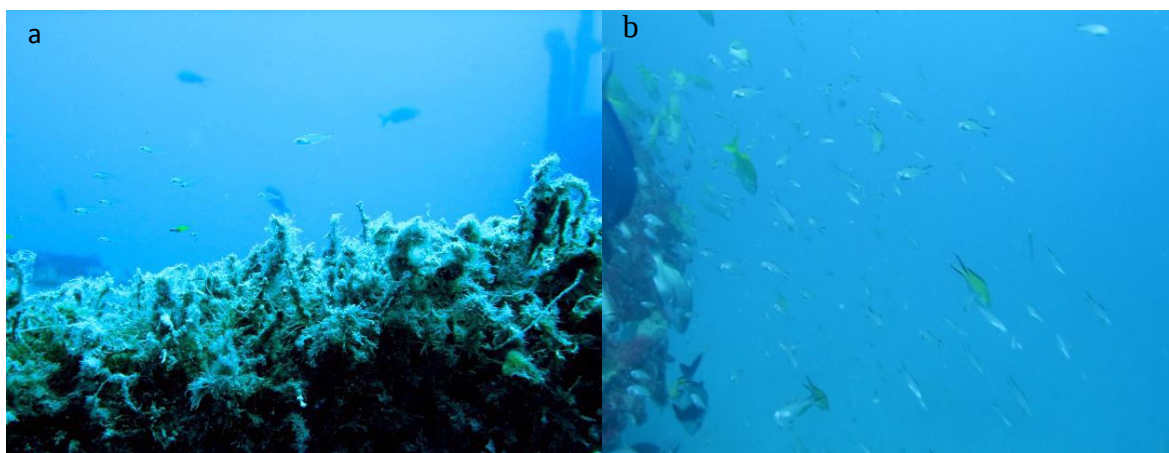


Figura 7 - Indivíduos juvenis em fase de recrutamento observados no entorno do naufrágio Marte, Serrambi, PE. a: Juvenis da espécie *Bodianus rufus*; b: Juvenis das espécies *Clepticus brasiliensis* e *Chromis multilineata*.



Figura 8 - Indivíduos da espécie *Abudefduf saxatilis* apresentando coloração e comportamento específico do período reprodutivo, no naufrágio Marte, Serrambi, PE.

Em relação as categorias espaciais (Fig. 9), 39 espécies, representando 58% do total das espécies avistadas, foram classificadas na categoria B, que preservam uma certa proximidade do recife, mantendo apenas contato visual com a estrutura. Essa categoria também foi dominante na distribuição mensal das espécies (Fig. 10). Todas as espécies identificadas das famílias Lutjanidae, Haemulidae, Pomacanthidae, Labridae, Scaridae e Acanthuridae foram classificados nessa categoria. Na categoria A, espécies que preferem o contato direto com o recife, foram observadas 12 espécies, 18% do total avistado, com destaque para os representantes das famílias Grammatidae, Gobiidae, Muraenidae e Epinephelidae (exceto *Cephalopholis furcifer* Valenciennes, 1828). Para as categorias C e D, espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água, e espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato, respectivamente, foi observado o mesmo número de espécies, 8 em cada agrupamento. Na categoria C se destacaram os representantes das famílias Carangidae, Ephippidae e Scombridae, enquanto na categoria D se destacaram os indivíduos das famílias Dasyatidae e Mullidae. Comparando-se as diversas categorias, foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre a distribuição das espécies dentro das diferentes classes espaciais A e D, B e C e B e D, ao longo do período de estudo. (Kruskall – Wallis, $H = 36,486$; $p < 0,05$).

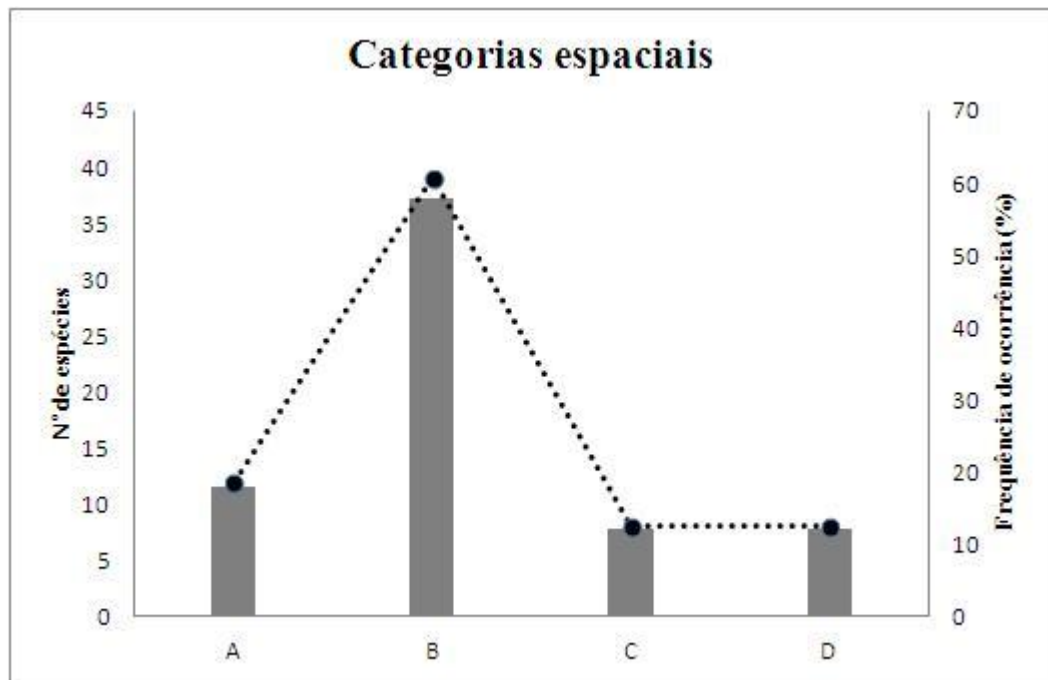


Figura 9 - Número e frequência de ocorrência das espécies distribuídas entre as categorias espaciais observadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato.

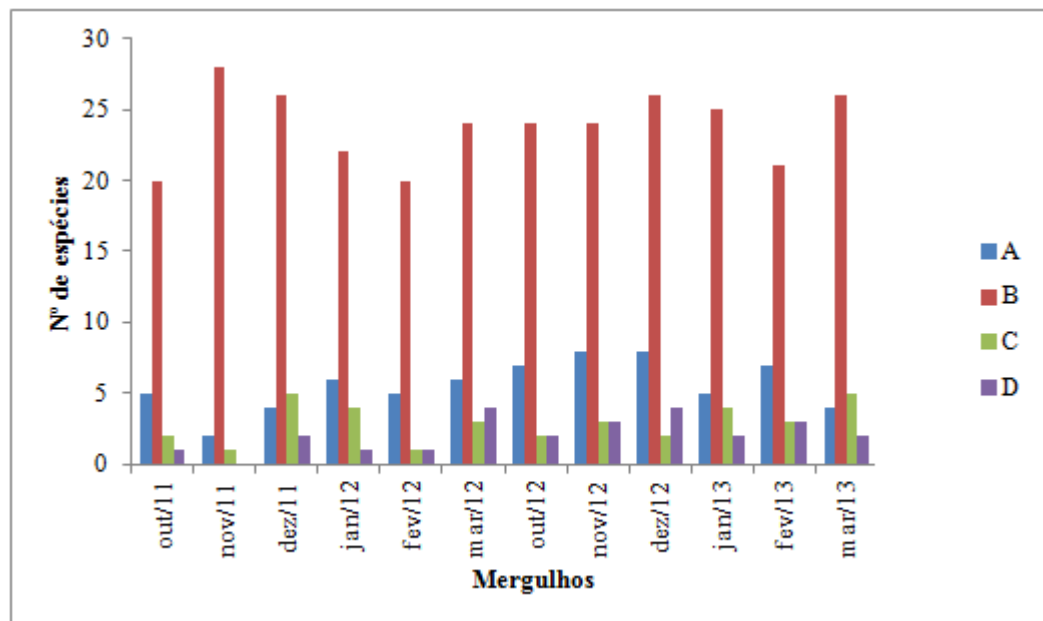


Figura 10 - Distribuição mensal das espécies entre as categorias espaciais no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde A: espécies que preferem contato direto com o recife; B: espécies que se encontram próximos ao recife, mas sem contato direto com o mesmo; C: espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; D: espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato.

Foi encontrada uma pequena variação na equitabilidade (J) no decorrer dos mergulhos e uma oscilação maior no que se refere à diversidade (H') (Fig. 11). Os valores médios para a diversidade (H') e equitabilidade (J) ficaram em torno de $H' = 2,431$ e $J = 0,721$, com o maior valor para a diversidade tendo sido encontrado no mês de março de 2013 ($H' = 2,776$), e o menor no mês de outubro de 2012 ($H' = 2,158$). Já o maior valor para a equitabilidade foi encontrado no mês de novembro de 2011 ($J = 0,800$), e o menor em outubro de 2012 ($J = 0,628$). Em relação aos meses amostrados, a média da diversidade para os 6 primeiros mergulhos foi de $H' = 2,448$, enquanto que para os 6 últimos mergulhos esse valor se reduziu para $H' = 2,414$. As respectivas médias dos 6 primeiros e dos 6 últimos mergulhos para a equitabilidade J' foram iguais a 0,734 e 0,708. Não foram encontradas, contudo, diferenças significativas na comparação dos índices de diversidade (Kruskall- Wallis, $H = 0,10$; $p = 0,81$) e de equitabilidade (Kruskall- Wallis, $H = 0,52$; $p = 0,51$) entre os 6 primeiros e 6 últimos meses em que foram realizados os mergulhos. A diminuição da diversidade em alguns meses amostrados se deu principalmente pela ocorrência de espécies com abundância elevada, como *P. schomburgkii*, *H. aurolineatum*, *C. multilineata* e *C. brasiliensis*.

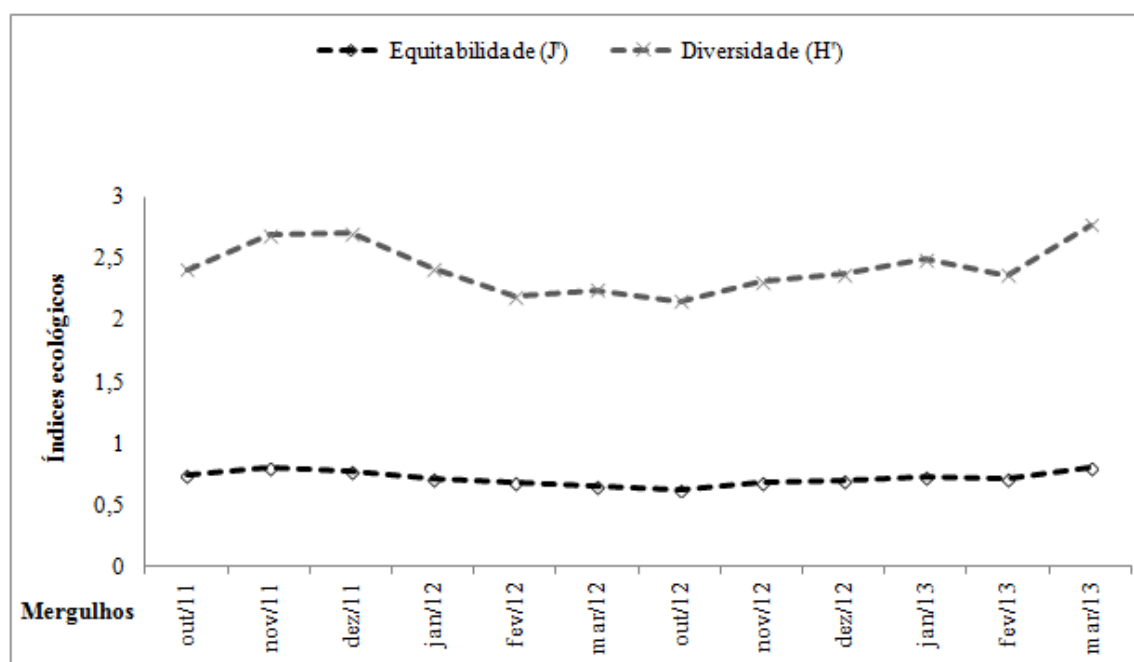


Figura 11 - Variação mensal dos índices ecológicos de Equitabilidade e Diversidade obtidos para a ictiofauna associada ao naufrágio Marte, Serrambi, PE.

A distribuição das espécies nos transectos realizados em cada bordo da embarcação, comparada por meio da análise de agrupamento (Fig. 12), indica que é possível se notar a formação de 2 principais grupos, com aproximadamente 50% de similaridade entre eles. A distribuição das réplicas (transectos) nesse *cluster* se deu pela variação da abundância das

espécies encontradas por transecto. Em virtude disso, nota-se o agrupamento das réplicas que apresentaram valores de abundância e média de indivíduos avistados por transecto muito semelhantes, como ocorreu entre os meses de janeiro de 2012 e março de 2012 a bombordo, dezembro de 2011 e março de 2013 a boreste e dezembro de 2012 e fevereiro de 2013 a bombordo, transectos esses que apresentaram similaridade próxima dos 90%. Embora a similaridade entre esses grupos tenha sido maior que 80%, foi observada uma dissimilaridade maior que 50% entre os transectos realizados em dezembro de 2012 e fevereiro de 2013 a boreste e os demais. A menor média de indivíduos avistados por transecto em todos os extratos amostrais foi encontrada em dezembro de 2012 a boreste, 0,33 indivíduos avistados, e uma das menores foi observada em fevereiro de 2013, 1,37 indivíduos observados por réplica, o que pode explicar a dissimilaridade encontrada. A maior média de indivíduos observados a bombordo da embarcação foi encontrada em fevereiro de 2013 (8,73) e a menor em outubro de 2011 (1,06). Em janeiro de 2013 (7,86) foi encontrada a maior média de indivíduos avistados por transecto, do lado de boreste. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre bombordo e boreste do Marte (Kruskall- Wallis, $H = 0,16$; $p = 0,70$).

Ainda analisando bombordo e boreste, foi gerado um *cluster* (Fig. 13) referente a distribuição das 18 famílias identificadas nos transectos, entre os bordos do naufrágio Marte. Nesse é possível notar a dissimilaridade entre as famílias Pempheridae, Holocentridae e Monacanthidae e as demais famílias, e isso pode ser explicado devido a não ocorrência dos representantes dessas famílias, no momento da aplicação do transecto, nos bordos mencionados anteriormente. As famílias Balistidae, Dasyatidae e Scianidae (nesse caso, *Pareques acuminatus*) também estão relacionadas a abundância reduzida dos seus representantes nesses extratos amostrais e nas amostragens como um todo. As demais famílias apresentaram similaridade superior a 30%, com destaque para as famílias Acanthuridae e Pomacanthidae, com aproximadamente 80% de similaridade. Os representantes dessas famílias foram vistos principalmente no costado externo do Marte e em áreas próximas ao naufrágio que apresentavam substrato consolidado, e isso se deve, muito provavelmente, ao hábito alimentar dessas espécies (Capítulo 2).

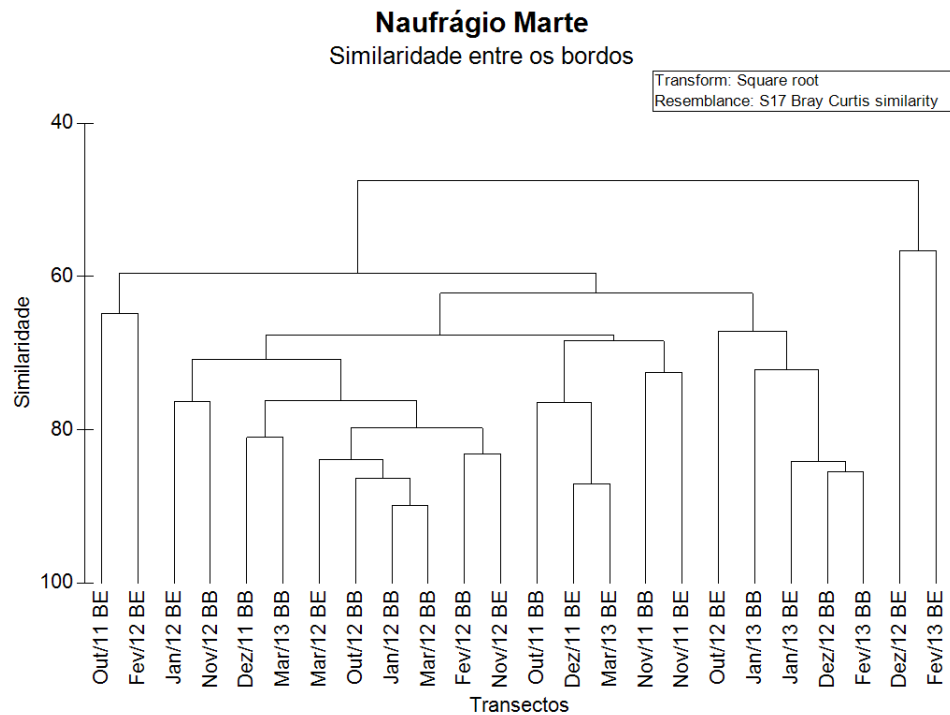


Figura 12 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre os transectos replicados por bordo da embarcação entre outubro de 2011 e março de 2013 no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde BB se refere a bombordo e BE a boreste.

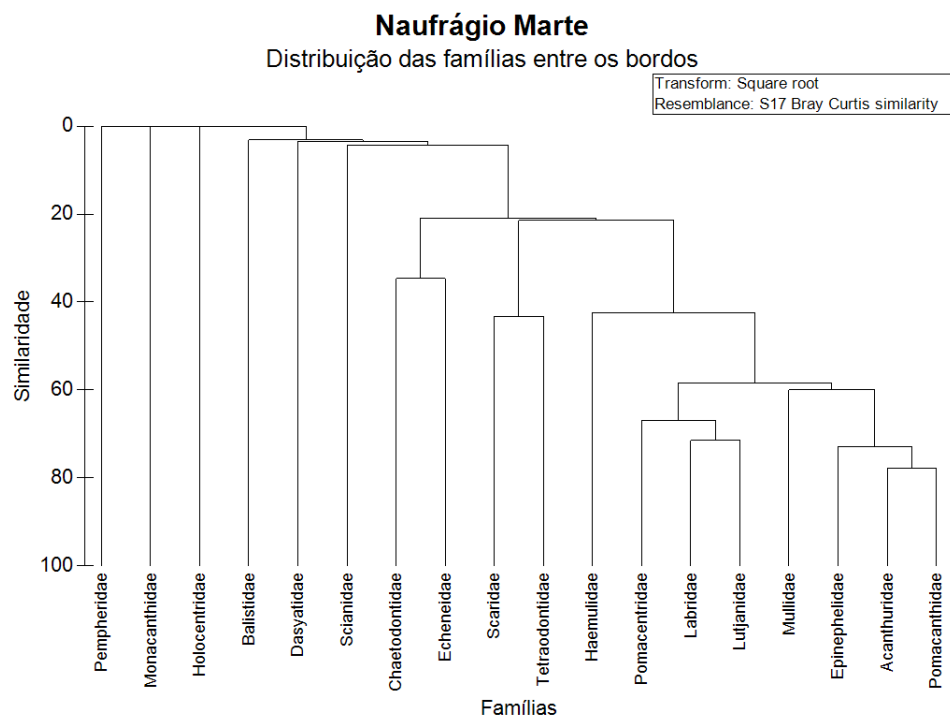


Figura 13 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre a distribuição das famílias identificadas através do transecto entre os bordos do naufrágio Marte, Serrambi, PE.

A distribuição das espécies durante os transectos replicados em cada bordo do casario do naufrágio Marte foi também comparada com o auxílio de uma análise de agrupamento (Fig. 14). Com isso foi possível observar a formação de 2 grupos, com aproximadamente 40% de similaridade, assim como a formação de sub-agrupamentos que apresentaram similaridade superior a 80% em alguns transectos. Essa distribuição também está relacionada a abundância dos indivíduos por transecto, e por consequência, as médias de avistagens por transecto. Assim, nota-se uma maior similaridade entre os transectos realizados nos meses de outubro de 2012 e novembro de 2012 e dezembro de 2012 e fevereiro de 2013, todos a bombordo do casario. A maior dissimilaridade encontrada ocorreu na replica do mês de dezembro do ano de 2012, no casario a boreste. Esse transecto foi o que apresentou a menor quantidade e média (0,4) de indivíduos observados por transecto neste bordo do casario da embarcação. Foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre a distribuição das espécies através dos bordos do casario no naufrágio Marte (Kruskall – Wallis, $H = 4,81$; $p = 0,02$).

O *cluster* que se refere a distribuição da famílias no casario (Fig. 15) nos mostra a ausência das famílias Dasyatidae e Balistidae nesse extrato, e a baixa ocorrência das famílias Monacanthidae e Echeneidae (baixa ocorrência e presença diretamente relacionada com a presença da espécie *Epinephelus itajara* Lichtenstein, 1822, no caso do Marte). É possível destacar também a similaridade de aproximadamente 80% apresentada pelas famílias Pomacentridae (*A. saxatilis* e *C. multilineata*), Haemulidae, e Holocentridae, e esse fato se deveu pela ampla distribuição dos indivíduos dessas famílias no casario do naufrágio. Apesar da grande abundância e, no caso do Marte, ocorrência exclusiva no casario, a família Pempheridae apresentou similaridade um pouco maior que 50% e isso se deu pelo fato da distribuição desigual dessa família entre os bordos. Foram encontradas diferenças estatísticas significativas comparando-se boreste com o casario a bombordo (Kruskall – Wallis, $H = 6,75$; $p = 0,008$) e bombordo com o casario a bombordo (Kruskall – Wallis, $H = 8,00$; $p = 0,004$). não foram encontradas diferenças estatísticas significativas entre boreste e o casario a boreste (Kruskall – Wallis, $H = 1,47$; $p = 0,24$) e bombordo e casario a boreste (Kruskall – Wallis, $H = 0,60$; $p = 0,45$).

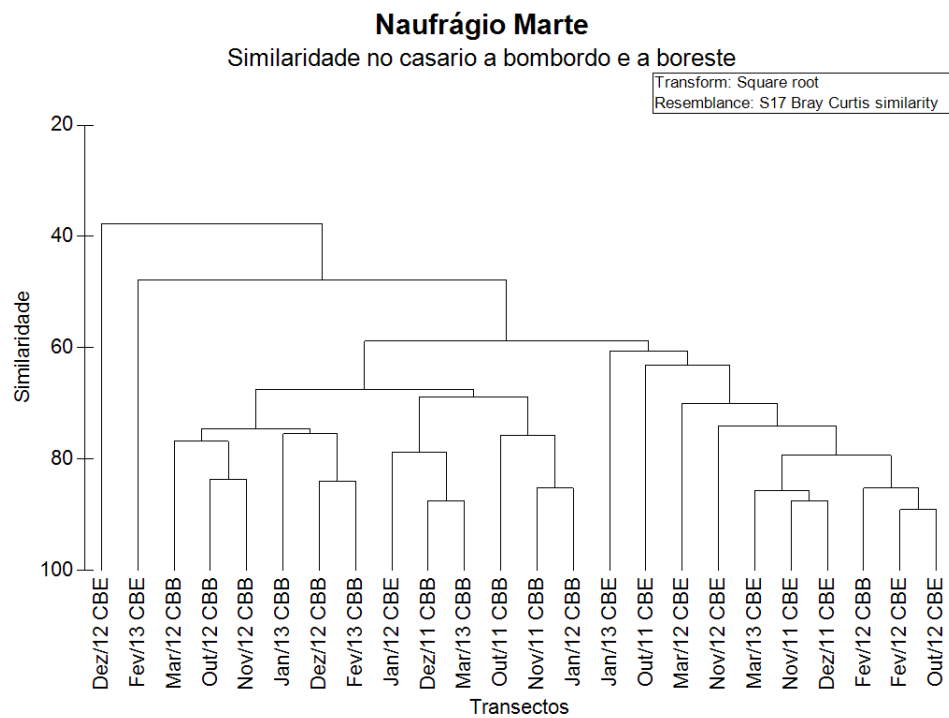


Figura 14 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre os transectos replicados por bordo no casario da embarcação entre outubro de 2011 e março de 2013 no naufrágio Marte, Serrambi, PE, onde CBB se refere ao casario a bombordo e CBE, casario a boreste.

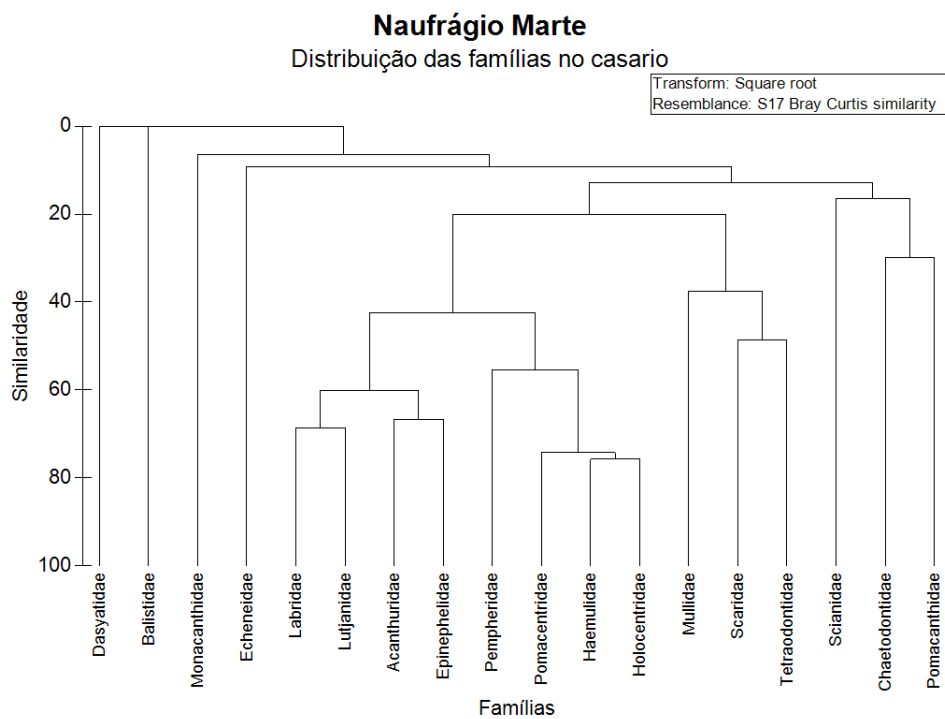


Figura 15 - Cluster gerado através da análise de similaridade entre a distribuição das famílias identificadas através do transecto entre os bordos do casario do naufrágio Marte, Serrambi, PE.

DISCUSSÃO

No levantamento da ictiofauna do naufrágio Marte foram identificadas 67 espécies, distribuídos entre 34 famílias e 49 gêneros. Em trabalhos semelhantes realizados na região Nordeste, Gonçalves *et al.* (2010) contabilizaram 80 espécies no naufrágio Mercurius, na costa do estado de Pernambuco, enquanto Conceição & Pereira (2006) identificaram 40 espécies em recifes artificiais (pneus) instalados na costa do Ceará. No Rio de Janeiro, Zalmon *et al.*, (2002) observaram 51 espécies em um recife artificial formado por módulos de concreto e pneus. Já no litoral do Paraná, Hackradt & Félix-Hackradt (2009) identificaram 51 espécies de peixes no sistema de recifes artificiais marinhos (RAM) do referido estado, e Jardeweski & Almeida (2005) identificaram 23 espécies de peixes em *reef-balls* no litoral de Santa Catarina. Somente para fins de comparação numérica, Ferreira & Cava (2001), identificaram na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, situada entre o litoral sul de Pernambuco e norte de Alagoas, 128 espécies. Na Paraíba Rocha *et al.*, (1998) e Honório *et al.*, (2010), em levantamentos realizados em ambientes recifais naturais e artificiais da costa do referido estado, contabilizaram 157 e 106 espécies de peixes respectivamente. No litoral sul da Bahia, Chaves *et al.* (2010) contabilizaram 54 espécies em recifes rasos, enquanto Luiz Jr. *et al.* (2008) identificaram 196 espécies no Parque Marinho da laje de Santos, litoral do Estado de São Paulo. De acordo com Freire & Carvalho-Filho (2009), a costa brasileira possui 547 espécies de peixes recifais identificadas. Floeter *et al.* (2008) e Brokovich *et al.* (2006) sugerem que a diversidade de espécies em uma determinada área, apesar de sofrer influência de fatores biogeográficos, possui uma forte relação com a quantidade e diversidade de habitats presentes. Nesse contexto, o naufrágio Marte apresenta considerável complexidade estrutural e diversidade de habitats, como fendas, reentrâncias, cavidades, entre outros. Todavia, apesar das características estruturais encontradas no rebocador naufragado, o número de espécies observadas é menor, quando comparado a ambientes recifais naturais, principalmente em razão do tempo de evolução do ecossistema recifal, da especificação dos indivíduos inseridos nesse ambiente, além de apresentar maior extensão, o que implica uma maior complexidade estrutural e diversidade de habitats.

A variação no número de espécies encontradas por mergulho no Marte pode ser o resultado de fatores ambientais e metodológicos. Segundo Kulbicki (1990), e Conceição & Pereira (*op.cit.*), censos visuais subaquáticos são limitados ao raio de visão do observador, então deve-se considerar a hipótese de não terem sido encontradas todas as espécies que habitam o local. Além disso, as condições de vento e correntes podem provocar distúrbios no

substrato, ocasionando a suspensão de partículas e diminuindo, por consequência, a visibilidade local, afetando diretamente a aplicação da metodologia, fato esse observado principalmente no mergulho realizado no mês de março de 2013. Segundo Bohnsack & Bannerot (1986), são necessários de 8 a 20 amostragens para descrever algumas comunidades de peixes recifais, utilizando como metodologia o censo visual. No presente trabalho, foram realizados 12 mergulhos, com os resultados gerados mostrando que a curva cumulativa de espécies alcançou a estabilização a partir do 9º mergulho. É possível afirmar, portanto, que a quantidade de amostragens realizadas foi suficiente, corroborando com o que foi sugerido pelos referidos autores supracitados. É importante mencionar, também, que o naufrágio Marte foi afundado há 15 anos e que a sua comunidade recifal, portanto, já está, muito provavelmente, estabilizada.

Entre as famílias mais especiosas observadas nessa pesquisa, destacaram-se Haemulidae e Labridae, com 6 espécies cada, e Lutjanidae e Carangidae, cada uma com 5 espécies. Esses resultados são semelhantes aos observados na costa nordeste do Brasil, por Gonçalves *et al.* (*op. cit.*), no naufrágio Mercurius, em Pernambuco, onde a família Labridae foi a mais especiosa, seguida por Carangidae, Haemulidae e Lutjanidae. Ferreira *et al.* (1995) na região de Tamandaré- PE, registraram a família Haemulidae como a mais representativa, além da elevada contribuição das famílias Lutjanidae e Labridae. Conceição & Pereira (*op.cit.*) em recifes artificiais (pneus) do Ceará, destacaram a família Haemulidae como a mais especiosa, sendo acompanhada das famílias Lutjanidae e Carangidae. No Paraná, Hackradt & Félix-Hackradt (*op.cit.*) observaram que a família Carangidae foi quem mais contribuiu em número de espécies. Nos Estados Unidos, em um trabalho realizado por Arena *et al.* (2007) em naufrágios e recifes naturais, a família Haemulidae foi a mais especiosa nos naufrágios, enquanto a família Labridae predominou em ambientes naturais. Floeter *et al.* (2001) destacaram as famílias Labridae, Lutjanidae e Haemulidae como algumas das mais expressivas em sua distribuição pela costa Brasileira. Segundo Humann & Deloach (2002), a família Haemulidae é parte considerável da biomassa em ambientes recifais do Caribe, costa da Flórida e da costa brasileira. Os resultados encontrados no naufrágio Marte acompanharam os resultados citados, indicando que as famílias mais especiosas estão encontrando condições adequadas para se desenvolver no local estudado.

Comparando-se a composição específica encontrada no naufrágio Marte com aquelas encontradas em recifes naturais, apesar de um esforço amostral maior e utilizar, entre outros,

os mesmos procedimento metodológicos aplicados no Marte, Ferreira *et. al.* (1995) identificou 99 espécies distribuídas entre 43 famílias em um levantamento realizado na região de Tamandaré, Pernambuco, das quais 40 espécies também foram identificadas no naufrágio Marte, correspondendo a 40% do total de espécies amostrados pelos referidos autores, e 60% aproximadamente, do total das espécies encontradas no naufrágio em questão. Honório *et. al.* (*op. cit.*) fazendo uso de metodologia diferente daquela utilizada no Marte, identificou 106 espécies em um trabalho realizado em ambientes naturais da costa do estado da Paraíba, das quais 48 espécies também foram identificadas no presente trabalho, correspondendo a 45% do total de espécies amostrados pelos autores citados anteriormente, e 72% aproximadamente das espécies identificadas no Marte. Levando-se em consideração as áreas nas quais os trabalhos em recifes naturais foram realizados e o número de espécies identificadas, quando comparados aos resultados obtidos no levantamento realizado no presente trabalho, nota-se que o naufrágio oferta condições bastante favoráveis para o estabelecimento das mesmas no local.

De acordo com Bellwood & Wainwright (2002), as famílias Acanthuridae, Apogonidae, Blenniidae, Carangidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labridae, Mullidae, Pomacentridae e Scaridae podem ser consideradas como tipicamente recifais por ocorrerem em quaisquer ambientes recifais, independentemente da riqueza de corais e da sua localização. Conforme postulado por Robertson (1998), essas famílias podem embasar conclusões sobre o equilíbrio e desenvolvimento de uma determinada comunidade. No naufrágio Marte, com exceção das famílias Apogonidae (sem representantes, espécie críptica e de hábitos noturnos) e Blenniidae (1 espécie), todas as outras famílias citadas acima estiveram representadas, o que permite concluir que a comunidade de peixes recifais parece já estar em equilíbrio nesse naufrágio.

As espécies *Gramma brasiliensis* (f.o. = 41,7%), *Elacatinus figaro* (f.o.= 16,7%) e *Epinephelus itajara* (f.o.= 58,3%), encontradas no naufrágio Marte, segundo a Instrução Normativa nº 5 de 21 de maio de 2004, do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2004) estão ameaçadas de extinção, estando protegidas de modo integral, de acordo com a legislação ambiental vigente. Além disso, as espécies *Lutjanus analis* (f.o.= 16,7%) e *Ocyurus chrysurus* (f.o.= 25%) são espécies consideradas sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexploração, segundo a mesma instrução normativa. No caso do mero, *Epinephelus itajara*, existe ainda uma Instrução Normativa Interministerial nº 13 de 16 de outubro de 2012, que proíbe por três

anos, a partir da data da sua publicação, a captura de indivíduos dessa espécie dentro das águas jurisdicionais brasileiras (MMA, 2012). A presença de todas essas espécies reforça a importância desse ambiente no que se refere à conservação e preservação da fauna marinha ameaçada, corroborando o afirmado por Seaman & Jensen (2000), segundo quais a utilização dos recifes artificiais como ferramenta para manutenção e restauração da biodiversidade marinha tem apresentado diversos benefícios ambientais, principalmente devido à disposição de novos habitats.

Segundo Nóbrega *et al.* (2009), os representantes das famílias Dasyatidae, Acanthuridae, Balistidae, Carangidae, Chaetodontidae, Epinephelidae, Ephippidae, Haemulidae, Holocentridae, Labridae, Lutjanidae, Malacanthidae, Mullidae, Pomacanthidae, Pomacentridae e Scombridae possuem registro de captura nas áreas de pesca da região nordeste do Brasil. Apesar da frequência e abundância das espécies das referidas famílias nos desembarques da frota artesanal e industrial do nordeste do país, apenas os representantes das famílias Carangidae, Epinephelidae, Lutjanidae, Mullidae e Scombridae possuem maior valor comercial para o mercado consumidor de pescados. Algumas espécies das famílias Acanthuridae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labridae, Pomacanthidae e Pomacentridae, além de Grammatidae e Gobiidae, não citadas pelo autor, possuem alto valor comercial para o mercado da aquariofilia.

É importante salientar que durante todo o período do trabalho, em nenhum mergulho foi encontrado qualquer indício de que haja pesca no naufrágio, como linhas, armadilhas e anzóis, por exemplo. As mesmas informações foram relatadas pelo *staff* da operadora de mergulho que nos deu apoio logístico, Aicá Diving, sendo que esta opera seus mergulhos no Marte há mais de 10 anos (Comentário pessoal). O fato de qualquer atividade de pesca esportiva ou comercial em naufrágios na costa pernambucana ser proibida, segundo o Decreto Estadual nº 23.394/ 2001, só reforça a importância ecológica exercida pelo naufrágio Marte, visto que espécies ameaçadas de extinção ou de sobreexploração, além das espécies que são alvo da indústria da pesca, tem a possibilidade de se desenvolver sem ser diretamente afetadas por ações antrópicas. Segundo Ferreira & Gonçalves (1999), Ferreira (2005), Floeter *et al.*, (2006) e Halpern (2003), a pressão da pesca possui efeitos adversos nas comunidades de peixes recifais, não só no Brasil, mas em boa parte do mundo.

No que se refere à distribuição espacial das espécies no naufrágio Marte, houve uma clara dominância das espécies classificadas na categoria B, indivíduos que preferem preservar

certa distância e manter apenas contato visual com a estrutura. As 39 espécies classificadas nessa categoria, foram na sua grande maioria espécies muito abundantes no local estudado. Maranhão (2011), em um trabalho realizado nos naufrágios da costa pernambucana, relacionou a ocorrência das espécies com o fator degradação dos naufrágios, encontrando associações entre a ocorrência das espécies classificadas na categoria espacial A e a degradação dos naufrágios por ele estudados. É possível que haja uma relação entre o fator degradação do naufrágio, que está diretamente relacionado com o tempo de afundamento, e a quantidade de espécies observadas nesse local. A medida que o naufrágio vai se degradando, esse vai perdendo estrutura e consequentemente deixa de oferecer uma quantidade maior de habitats para as mais variadas espécies que ali habitam, fato esse que pode "beneficiar" apenas aquelas espécies classificadas na categoria espacial A. A conservação da estrutura do naufrágio Marte pode explicar a baixa ocorrência de espécies na categoria A, que são aquelas que preferem manter contato direto com o recife, como por exemplo representantes da família Muraenidae, que foi representada no Marte por apenas uma espécie. Conforme Chabanet *et al.*, (1997), Lara & Gonzalez, (1998), Almany, (2004) e Gratwicke & Speight (2005), a complexidade estrutural decerto é o fator que mais contribui com os padrões de abundância e composição das comunidades recifais, por colaborar para redução da predação, devido a maior disponibilidade de refúgio e de alimento, devido ao maior número de micro-habitats, em concordância com Willis & Anderson (2003).

Os índices ecológicos analisados no naufrágio Marte, com valores médios para a equitabilidade e diversidade em torno de $J = 0,721$ e $H' = 2,431$, exibiram oscilações entre os 6 primeiros meses e os últimos 6 meses amostrados, devido certamente ao aparecimento de muitas espécies novas nos primeiros mergulhos, como se pode observar na curva acumulada de espécies, o que não ocorreu de forma tão marcada nos 6 últimos meses amostrados onde é notável a estabilização da curva. A complexidade estrutural encontrada no Marte favoreceu o estabelecimento da comunidade íctia ali instalada, de forma que os valores encontrados para os índices ecológicos não condizem com o sugerido por Lukens (1981) e Nelson & Appeldoorn (1985), segundo os quais a riqueza e abundância de peixes tende a diminuir com o aumento da profundidade.

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que o naufrágio Marte, enquanto estrutura artificial situada numa área pontual na plataforma continental de Pernambuco, proporcionou condições ecológicas suficientes para o desenvolvimento da comunidade íctia,

composta por pelo menos 67 espécies. O naufrágio possui ainda uma comunidade de peixes recifais que muito se assemelha àquelas encontradas nos recifes naturais na costa nordeste do Brasil, inclusive no que se refere à ocorrência das famílias típicas de ambientes recifais. Os índices ecológicos obtidos podem indicar que aquela comunidade esteja ou tenha alcançado um estado de equilíbrio entre as espécies que habitam aquela estrutura artificial, enquanto a ocorrência de indivíduos em estágios iniciais de vida pode ser uma indicação de que naquele naufrágio esteja ocorrendo reprodução de determinadas espécies. A ocorrência de espécies ameaçadas, além daquelas que são exploradas comercialmente, reforça a importância desse naufrágio para a manutenção e preservação da biodiversidade marinha local, particularmente em razão do Decreto estadual nº 23.394/ 2001, proibir qualquer atividade extrativista nos naufrágios existentes na costa pernambucana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBRECHT, H. **Behavior of four species of Atlantic damselfish from Columbia, South America, (*Abudefduf saxatilis*, *A. taurus*, *Chromis multilineata*, *C. cyanea*, Pomacentridae).** Zeis. Tierpsychol., v. 26, p. 662-676. 1969.
- ALENCAR, C. A. G.; SILVA, A. S.; CONCEIÇÃO, R. N. L. **Recifes artificiais - Texto básico de nivelamento técnico sobre recifes artificiais marinhos.** Secretaria especial de aquicultura e pesca, Brasília, DF. 46f. 2003.
- ALMANY, G.R. **Does increase habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages?** Oikos 106: 275-284. 2004.
- ARAÚJO, M. E.; CUNHA, F. E. A.; CARVALHO, R. A. A.; FREITAS, J. E. P.; NOTTINGHAM, M. C.; BARROS, B. M. N. **Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil: II Elasmobranchii e Actinopterygii de arrecifes de arenito da região entre marés.** Arquivos de Ciências do Mar 33:133-138. 2000.
- ARAÚJO, M. E. & FEITOSA, C. V. **Análise de agrupamento da ictiofauna recifal do Brasil com base em dados secundários: Uma avaliação crítica.** Tropical Oceanography, v. 31, n. 2, p. 181-201. 2003.
- ARENA, P. T.; JORDAN, L. K. B.; SPIELER, R. E. **Fish assemblages on sunken vessels and natural reefs in southeast Florida, USA.** Hydrobiologia 580:157-171. 2007.
- BELLWOOD, D. R. & WAINWRIGHT, P. C. **The history and biogeography of fishes on coral reefs.** In coral reef fishes: dynamics and diversity in a complex ecosystem (SALE, P. F., ed.), p. 5-32, Orlando, Academic express. 2002.
- BELLWOOD, D. R. **The Eocene fishes of Mont Bolca: The earliest coral reef fish assemblage.** Coral reefs, v. 15, p.11-19. 1996.

- BESSA, E.; DIAS, J. F.; SOUZA, A. M. **Rare data on a rocky shore fish reproductive biology: sex ratio, length of first maturation and spawning period of *Abudefduf saxatilis* (Linnaeus, 1758) with notes on *Stegastes variabilis* spawning period (Perciformes: Pomacentridae) in São Paulo, Brazil.** Brazilian Journal of Oceanography, 55(3):199-206. 2007.
- BOHNSACK, J. A. & BANNEROT, S. P. **A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes.** Seattle. 1986.
- BOHNSACK, J. A.; HARPER, D. E.; MCCLELLAN, D. B.; HULSBECK, M. **Effects of reef size on colonization and assemblage structure of fishes at artificial reefs off Southeastern Florida, USA.** Bulletin of Marine Science 55: 796–823. 1994.
- BORTONE, S. A. & BOHNSACK, J. A. **Sampling and studying fish on artificial reefs.** Pages 39-51 in J. G. Halusky, editor. Artificial Reef Research Diver's Handbook. Florida Sea Grant College Program, University of Florida, Gainesville, FL. 1991.
- BORTONE, S. A., KIMMEL, J. J.; BUNDRICK, C. M. **A comparison of three methods for visual assessing reef fish communities: time and area compensated.** Northeast Gulf Science 10:85-96. 1989.
- BROCK, R. E. **A critique of the visual census method for assessing coral reef fish populations.** Bulletin of Marine Science 32:269-276. 1982.
- BROKOVICH, E.; BARANES, A.; GOREN, M. **Habitat structure determines coral reef fish assemblages at the northern tip of the Red Sea.** Ecological Indicators 6:494-507. 2006.
- BROTTO, D. S.; KROHLING, K.; ZALMON, I. R. **Fish community modeling agents on an artificial reef on the northern coast of Rio de Janeiro – Brazil.** Brazilian Journal of Oceanography, 54(4):205-212, 2006.
- BUCKLEY, R. M. & HUECKEL, G. J. **Analysis of visual transects for fish assessment on artificial reefs.** Bulletin of Marine Science 44:893-898. 1989.
- CARPENTER, K. E.; MICLAT, R. I.; ALBALADEJO, V. D.; CORPUZ, V. T. **The influence of substrate structure on the local abundance and diversity of Philippine reef fishes.** Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, p. 487-502. 1981.
- CARVALHO-FILHO, A. **Peixes: Costa Brasileira.** 3rd ed. Ed. Marca D'água, São Paulo, 320 pp. 1999.
- CAVALCANTI, L. B. & KEMPF, M. **Estudo da plataforma continental na área de Recife (Brasil). Metodologia e Hidrologia.** Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco 9:149-158. 1970.
- CHABANET, P.; RALAMBONDRAIN, H.; AMANIEU, M.; FAURE, G.; GALZIN, R. **Relationship between coral reef substrata and fish.** Coral Reefs, v. 16, p. 93-102. 1997.

CHAVES, L. C. T.; NUNES, J. A. C. C.; SAMPAIO, C. L. S. **Shallow reef fish communities of south Bahia coast, Brazil.** Brazilian Journal of Oceanography. 58(special issue IICBBM):33-46, 2010.

CHOAT, J.D. & BELWOOD, D.R. **Reef fishes: Their history and evolution.** Academic press. San Diego, p. 39-66. 1991.

CHUA, C.Y.Y. & CHOU, L. M. **The use of artificial reefs in enhancing fish communities in Singapore.** *Hydrobiologia*, n. 285, p. 177-187. 1994.

CONCEIÇÃO, R. N. L. **Ecologia de peixes em recifes artificiais de pneus instalados na costa do estado do Ceará.** 2003. 103 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2003.

CONCEIÇÃO, R. N. L. & PEREIRA, J. A. P. **Comunidades de peixes em recifes artificiais do estado do Ceará, Brasil.** Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza. 39: 99 – 109. 2006.

COXEY, M. S. 2008. **Biological Diversity and Community Structure in Vessel Reefs in the Coast of Recife (PE) - Brazil.** Universidade do Algarve, Faro. 2008.

CRAIG, M. & HASTINGS, P. **A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini.** Ichthyological Research 54:1-17. 2007.

ECKLUND, A. M. **The effects of post-settlement predation and resource limitation on reef fish assemblages.** Dissertation (Doctoral) - University of Miami, Coral Glabes, Florida, 1996.

FEITOZA, B. M. **Composição e Estrutura da Comunidade de Peixes Recifais da Risca do Zumbi, Rio Grande do Norte.** Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2001.

FEITOSA, C. V. (2005). **Influência do turismo sobre a ictiofauna recifal das Galés de Maragogi (AL) e parrachos de Maracajaú (RN).** Recife. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Tecnologia e Geociências. Departamento de Oceanografia. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia. Recife. 2005.

FERREIRA, B. P. & CAVA, F. **Ictiofauna marinha da APA Costa dos Corais: Lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas.** Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré, v.9, n.1, p. 167-180. 2001.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M.; SOUZA, A. E. T. **Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré – PE.** Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré, 3 (1): 213- 230. 1995.

FERREIRA, C. E. L. & GONÇALVES, J. E. A. **The unique Abrolhos reef formation (Brazil): need for specific management strategies.** Coral Reefs 18:352. 1999.

FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, B. P.; JOYEUX, J. C. **Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison.** Journal of Biogeography 31:1093-1106. 2004.

FERREIRA, C.E.L. **The Status of Target Reef Fishes.** In: Dutra, G.F., G.R. Allen, T. Werner, and S. A. McKenna. (Org.). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. Washington, DC: Conservation International, 38: 56–66. 2005.

FISCHER, A. F. **Afundamento, caracterização e comportamento da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco – Brasil.** 2009. 83 f. Tese (Doutorado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE. 2009.

FLOETER, S. R. & GASPARINI, J. L. **The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns.** Journal of Fish Biology 56:1099-1114. 2000.

_____. **Brazilian endemic reef fishes.** Coral Reefs 19:292. 2001.

FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. **Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast.** Global Ecology & Biogeography 10:423-431. 2001.

FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; FEITOZA, B. M. **Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks.** Brazilian Reef Fish Project: www.brazilianreeffish.cjb.net. 2003

FLOETER, S. R.; ROCHA, L. A.; ROBERTSON, D. R.; JOYEUX, J. C.; SMITH-VANIZ, W. F.; WIRTZ, P.; EDWARDS, A. J.; BARREIROS, J. P.; FERREIRA, C. E. L.; GASPARINI, J. L.; BRITO, A.; FALCÓN, J. M.; BOWEN, B. W.; BERNARDI, G. **Atlantic reef fish biogeography and evolution.** Journal of Biogeography 35:22-47. 2008.

FLOETER, S.R.; HALPERN, B. S.; FERREIRA, C. E. L. **Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes.** Biol. Conserv. 128: 391– 402. 2006.

FREIRE, K. M. F & CARVALHO-FILHO, A. **Richness of common names of Brazilian reef fishes.** Panamjas. Vol. 4 n. 2. 2009.

FRIEDLANDER, A. M. & PARRISH, J. D. **Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef.** Journal of experimental Marine Biology and Ecology v. 224, p. 1-30. 1998.

FROESE, R. & PAULY, D. **FishBase.** World wide web electronic publication. www.fishbase.org. 2004.

GODOY, E. A. S. & COUTINHO, R. **Can artificial beds of plastic mimics compensate for seasonal absence of natural beds of *Sargassum furcatum*?** Journal of Marine Science, v. 59, p. 111-115. 2002.

GODOY, E. A. S.; ALMEIDA, T. C. M.; ZALMON, I. R. **Fish assemblages and environmental variables on an artificial reef north of Rio de Janeiro, Brazil.** Journal of Marine Science, v. 59, p. 138-143. 2002.

GONÇALVES, A. L. S.; FISCHER, A. F.; FERNANDES, M. L. B.; SOUZA, R.C.C.C. **Levantamento da ictiofauna do naufrágio Mercurius localizado na plataforma de Pernambuco – Brasil.** Anais do 13º simpósio de biologia marinha. Universidade Santa Cecília. Santos SP. 2010.

GRATWICKE, B. & SPEIGHT, M.R. **The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats.** *Journal of Fish Biology* 66: 650– 667. 2005.

HACKRADT, C. W. & FÉLIX-HACKRADT, F. C. **Assembleia de peixes associados a ambientes consolidados no litoral do Paraná, Brasil: Uma análise qualitativa com notas sobre sua bioecologia.** Papéis avulsos de zoologia. Museu de zoologia da Universidade de São Paulo. USP. Volume 49(31): 389-403. 2009.

HALPERN, B.S. **The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter?** *Ecol. Appl.* 13: S117–S137 Suppl. S *Ecological Applications*, 13(1) Supplement, pp. 117–137. 2003.

HIXON, M. A. & BEETS, J. P. **Predation, prey refuges, and the structure of coral-reef fish assemblages.** *Ecological Monographs* 63, 77–101. 1993.

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* 77:907-926. 2010.

HOSTIM-SILVA, M.; FONTES, J.; AFONSO, P.; SERPA, N.; SAZIMA, C.; BARREIROS, J. P.; SAZIMA, I. **Plataformas de petróleo: Pontos de encontro de peixes em alto-mar.** *Ciência Hoje*, v. 183, p. 20-26. 2002.

HUMANN, P. & DELOACH, N. **Reef Fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas.** 3rd ed. New World Publications, Inc., Jacksonville, FL. 2002.

JARDEWESKI, C.L.F. & ALMEIDA, T.C.M. **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. 2005.

KULBICKI, M. **Comparisons between rotenone poisonings and visual counts for density and biomass estimates of coral reef fish populations.** Pages 105-112 in *Proceedings ISRS Nouméa*. 1990.

LARA, E.N. & GONZALEZ, E.A. **The relationship between reef fish community structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean.** *Journal of Fish Biology* 53: 209-221. 1998.

LUCKHURST, B. E. & LUCKHURST, K. **Analysis of the influence of substrate variables on coral reef fish communities.** *Marine Biology* v. 49, p. 317-323. 1978.

LUIZ JR., O. J.; CARVALHO-FILHO, A.; FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; SAZIMA, I. **The reef fish assemblage of the Laje dos Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic: annotated checklist with comments on abundance,**

distribution, trophic structure, symbiotic associations, and conservation. Zootaxa 1807:1-25. 2008.

LUKENS, R. R. **Observations of deep-reef ichthyofauna from the Bahamas and Cayman Islands, with notes on relative abundance and depth distribution.** Gulf Res. Rep. 7:79-81. 1981.

MAIDA, M. & FERREIRA, B. P. **Coral reefs of Brazil: an overview.** Proceedings of the 8th International Reef Symposium 1:263-274. 1997.

MANSO, V. A. V.; CORRÊA, I. C. S.; GUERRA, N. C. **Morfologia e sedimentologia da plataforma continental interna entre as praias Porto de Galinhas e Campos-Litoral Sul de Pernambuco, Brasil.** UFRGS, 2003.

MANSO, V. A. V.; COUTINHO, P. N.; GUERRA, N. C.; SOARES, C. F. A. **Pernambuco.** Pages 179-196 in D. Muehe, editor. Erosão e Progradação no Litoral Brasileiro. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, Brasil. 2006.

MARANHÃO, H. A. (2011). **Contextualização, comunidade ictiofaunística e impacto de mergulhadores em naufrágios de Recife (PE).** 2011. 123 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia. Centro de Tecnologia e Geociências. Recife, PE. 2011.

MCCORMICK, M. I. **Comparison of field methods for measuring surface topography and their associations with a tropical reef fish assemblage.** Marine Ecology Progress Series, v. 112, p. 87-96. 1994.

MEIER, M. H.; BUCKLEY, R.; POLOVINA, J. J. **A debate on responsible artificial reef development.** Bulletin of Marine Science v. 44, p. 1051-1057. 1989.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Instrução normativa nº 5 de 21 de junho de maio de 2004.** Diário Oficial da União, seção I, nº 102. Brasília. 2004.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Instrução normativa interministerial do Ministério da Pesca e aquicultura e Ministério do Meio Ambiente nº13 de 16 de outubro de 2012.** Diário Oficial da União, seção 1. 2012.

MOURA, R. L. **A new species of *Chromis* (Perciformes: Pomacentridae) from the southeastern coast of Brazil, with comments on other species of the genus.** Revue Française d'Aquariologie 21:91-96. 1995.

_____. **Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean.** Pages 917-920 in 9th International Coral Reef Symposium, Bali. 2000.

MOURA, R. L. & LINDEMAN, K. C. **A new species of snapper (Perciformes: Lutjanidae) from Brazil, with comments on the distribution of *Lutjanus griseus* and *L. apodus*.** Zootaxa 1422:31-43. 2007.

MOURA, R. L.; FIGUEIREDO, J. L.; SAZIMA, I. **A new parrotfish (Scaridae) from Brazil, and revalidation of *Sparisoma amplum* (Ranzani, 1842), *Sparisoma frondosum* (Agassiz, 1831), *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878) and *Scarus trispinosus* Valenciennes, 1840.** Bulletin of Marine Science **68**:505-524. 2001.

MUEHE, D. **Erosão e Progradação no litoral brasileiro.** Brasília. 2006.

NAKAMURA, M. **Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan.** Bulletin of Marine Science **37**:271-278. 1985.

NELSON, J. S. **Fishes of the World.** New Jersey: John Wiley & Sons, 4th ed. 2006.

NELSON, W. R. & APPELDOORN, R. S. **A submersible survey of the continental slope of Puerto Rico and the U. S. Virgin Islands.** Report submitted to NOAA. University of Puerto Rico, 76 p. 1985.

NÓBREGA, M. F.; LESSA, R.; SANTANA, F. M. **Peixes marinhos da Região Nordeste do Brasil (Programa REVIZEE – Score Nordeste).** Fortaleza. Ed. Martins & Cordeiro, 208p. 2009.

OKAMOTO, M.; KUROKI, T.; MURAI, T. **Preliminary studies on the ecology of fishes near artificial reefs - outline of the artificial reefs off Sarushima Island.** Bulletin of Japanese Society of Fisheries Science **45**:709-713. 1979.

OLIVEIRA, D. S. (2012). **Acompanhamento da colonização e ocupação ictiofaunística do rebocador Walsa intencionalmente naufragado no litoral do estado de Pernambuco – Brasil.** 2012. 54 f. Dissertação (Mestrado em Recursos pesqueiros e aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de pesca e aquicultura. Recife, PE. 2012.

PINHEIRO, H. T. (2010). **Peixes recifais da Ilha dos Franceses: composição, distribuição espacial e conservação.** 2010. 73 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais. Vitória – ES. 2010.

PINTO-COELHO, R. M. **Fundamentos em Ecologia.** Porto Alegre: Artes Médicas Sul. 2000.

PIZZATO, R. **Avaliação dos impactos ambientais do Programa Recifes Artificiais Marinhos do Paraná – Programa RAM.** 2004. 62 f. Monografia (Curso de Engenharia Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, PR. 2004.

PRAPAS, J. M.; GREENE, L. E.; WHITE, E. **Reproductive behaviour of the sergeant major, *Abudefduf saxatilis*, within a closed system aquarium.** Environ. Biol. Fish., v. 31, p. 33-40. 1991.

PYLE, R. L. **Assessing undiscovered fish biodiversity on deep coral reefs using advanced self-contained diving technology.** Marine Technology Society Journal. **34**:82-91. 2000.

ROBERTSON, D. R. **Do coral-reef fish faunas have a distinctive taxonomic structure?** Coral Reefs 17:179-186. 1998.

ROCHA, L. A. **Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes.** Journal of Biogeography, v. 30, p. 1161-1171. 2003.

ROCHA, L. A.; ROSA, I. L.; ROSA, R. S. **Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil.** Revista brasileira de Zoologia. 15 (2): 553 – 566. 1998.

ROCHA, L. A. & ROSA, R. S. **New species of *Haemulon* (Teleostei: Haemulidae) from the Northeastern Brazilian Coast.** Copeia. v. 447-452. 1999.

SALE, P.F. **The ecology of fishes on coral reef.** Academic Press Inc, p. 3-15. 1991.

SAMPAIO, C. L. S. & NOTTINGHAM, M. C. **Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros.** Brasília. IBAMA. 205p. 2008.

SAZIMA, I.; GASPARINI, J. L.; MOURA, R. L. ***Gramma brasiliensis*, a new basslet from the western South Atlantic (Perciformes: Grammatidae).** Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology 3:39-43. 1998.

SEAMAN, W. J. & JENSEN, A. C. **Purposes and practices of artificial reef evaluation.** Pages 1-20 in W. J. Seaman, editor. Artificial Reef Evaluation: With Application to Natural Marine Habitats. CRC Press, Florida. 2000.

SILVA, A. S.; SANTOS, P.; MAURO, J. **Uso de estruturas descomissionadas de grande porte como recifes artificiais: o caso do projeto Orion.** SOBENA – Sociedade Brasileira de Engenharia Naval. Rio de Janeiro. Resumo. 2003.

SIMON, T. E. **Peixes recifais: comparação entre ambientes artificiais e naturais.** 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2010.

SPIELER, R.E. **Fish Census of Selected Artificial Reefs in Broward County.** Contract completion report to Broward County Department of Planning and Environmental Protection. 2002.

TESSIER, E. P.; CHABANET, K.; POTHIN, M. **Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording techniques.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. 315:17-30. 2004.

TYLER, W. A. III & STANTON, F. G. **Potential influence of food abundance on spawning patterns in a Damselfish, *Abudefduf abdominalis*.** Bulletin of marine science. 57(3): 610-623. 1995.

VIANNA, M. **Physiographic influence in the structure of the suprabenthic fish assemblage in Rocky Shores of Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil.** Bol. Inst. Pesca, v.24, p.25-35. 1997.

WALKER, B. K.; HENDERSON, B.; SPIELER, R. E. **Fish assemblages associated with artificial reefs of concrete aggregates or quarry stone offshore Miami Beach, Florida, USA.** Aquatic Living Resources 15:95-105. 2002.

WALKER, P. & WOOD, E. **The Coral Reef.** Facts on File Inc. New York. 2005.

WILLIS, T.J. & ANDERSON, M.J. **Structure of cryptic reef fish assemblages: Relationships with habitat characteristics and predator density.** Marine Ecology Progress Series 257: 209-221. 2003.

ZALMON, I. R.; NOVELLI, R.; GOMES, M. R.; FARIA, V. V. **Experimental results of an artificial reef programme on the Brazilian coast north of Rio de Janeiro.** Journal of Marine Science, 59: S83-S87. 2002.

CAPÍTULO II

SIMBIOSE ALIMENTAR DE PEIXES RECIFAIS ASSOCIADOS A UM NAUFRÁGIO NA COSTA DO ESTADO DE PERNAMBUCO, BRASIL.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo classificar as espécies associadas ao naufrágio Marte por categorias tróficas e registrar as atividades de limpeza e perseguição alimentar, incluindo a identificação das espécies relacionadas a estes comportamentos. Com este fim, foram realizados 12 mergulhos entre 2011 e 2013, utilizando como metodologia a busca intensiva. Entre as 67 espécies identificadas, a categoria trófica mais especiosa foi a dos predadores de invertebrados móveis. Foram registrados 7 eventos de limpeza, com 2 espécies limpadoras, *Bodianus rufus* e *Elacatinus figaro*, e 7 clientes: *Epinephelus itajara*, *Acanthurus coeruleus*, *Pseudupeneus maculatus*, *Pomacanthus paru*, *Chromis multilineata*, *Clepticus brasiliensis* e *Cephalopholis fulva*. A perseguição alimentar foi registrada 3 vezes, com as espécies nucleares tendo sido *Mulloidichthys martinicus* e *Pseudupeneus maculatus* e as espécies seguidoras *Anisotremus virginicus* e *Halichoeres dimidiatus*. Os resultados mostraram que a ictiofauna associada ao Marte está encontrando condições similares às aquelas encontradas em ambientes naturais, reforçando a importância dessas estruturas artificiais para o ambiente marinho.

Palavras-chave: Ictiofauna, Marte, Comportamento.

ABSTRACT

The objective of this paper is to classify the species associated with the shipwreck Marte in trophic guilds, and to record the activities of cleaning and following behavior, including the identification of the species involved. With that aim, 12 surveys were conducted between 2011 and 2013, using the intensive search methodology. Among the 67 identified species, the most specious trophic category was that of mobile invertebrate feeders. Seven events of cleaning were recorded, with 2 cleaner species, *Bodianus rufus* and *Elacatinus figaro*, and 7 clients: *Epinephelus itajara*, *Acanthurus coeruleus*, *Pseudupeneus maculatus*, *Pomacanthus paru*, *Chromis multilineata*, *Clepticus brasiliensis* and *Cephalopholis fulva*. Following behaviour was recorded three times, and nuclear species were *Mulloidichthys martinicus* and

Pseudupeneus maculatus, while follower species were *Anisotremus virginicus* and *Halichoeres dimidiatus*. The results showed that the ichthyofauna associated with Marte is finding conditions similar to those found in natural environments, reinforcing the importance of these artificial structures for the marine environment.

Key-words: Ichthyofauna, Marte, Behaviour.

INTRODUÇÃO

A fauna brasileira de peixes recifais está representada por cerca de 550 espécies distribuídas pela costa e ilhas oceânicas (FREIRE & CARVALHO-FILHO, 2009). Padrões na composição da comunidade de peixes têm causas distintas em larga escala, como a história evolucionária de diferentes regiões, processos de dispersão e gradientes ambientais básicos (FLOETER *et al.*, 2001). As interações ecológicas podem, assim, determinar diferenças regionais na diversidade das espécies, cujo aumento é proporcional à diversidade de habitats (LEVINTON, 1995).

As associações alimentares entre peixes estão geralmente relacionadas à localização e captura de alimento (ARONSON & SANDERSON, 1987; DUBIN, 1982), exploração de recursos em áreas defendidas por espécies territoriais (ALEVIZON, 1976; REINTHAL & LEWIS, 1986), mimetismo agressivo (ORMOND, 1980; SAZIMA, 1977), fuga de predadores (MORGAN & GODIN, 1985) e simbiose de limpeza (HOBSON, 1971; LOSEY, 1978).

Entre os comportamentos alimentares de maior importância, destacam-se as atividades de limpeza e perseguição alimentar (*Following behaviour*). O comportamento de perseguição alimentar é comumente registrado para peixes recifais durante associações alimentares interespecíficas (ORMOND, 1980; STRAND, 1988; LUKOSCHEK & MCCORMICK, 2000; SAZIMA *et al.*, 2005). Os peixes seguidores perseguem o peixe nuclear forrageiro, tentando assim capitalizar algum alimento exposto ou produzido pelas atividades centrais dos organismos nucleares, estando inclusas partículas orgânicas, larvas de peixes e invertebrados (FRICKE, 1975; ORMOND, 1980; SILVANO 2001; SAZIMA *et al.*, 2005). O comportamento de perseguição alimentar, assim como outros tipos de hábitos de forrageamento social, pode aumentar a aptidão dos indivíduos dentro do grupo e proporcionar proteção contra predadores (ARONSON & SANDERSON, 1987; BAIRD, 1993; LUKOSCHEK & MCCORMICK, *op.cit.*; AUSTER & LINDHOLM, 2002). As relações de

custo-benefício para as espécies nucleares e seguidoras, entretanto, não estão claramente definidas e a perseguição alimentar por vezes, pode ser considerada como comensalismo. Tanto as espécies nucleares quanto as seguidoras, todavia, podem se beneficiar dessa atividade (BAIRD, *op. cit.*), e muitas espécies de diferentes níveis tróficos se envolvem com esse tipo de comportamento, gastando até 25% do seu tempo nesse tipo de associação (STRAND, *op.cit.*; LUKOSCHEK & MCCORMICK, *op.cit.*).

A simbiose de limpeza também é uma das associações alimentares mais importantes, evidentes e complexas em comunidades de peixes recifais (LOSEY, 1978), por envolver um grande número de espécies e eventos comportamentais muito conspícuos (FEDER, 1966; LOSEY, 1971). A atividade de limpeza tem sido considerada como mutualismo, quando a incidência de ectoparasitos nos clientes é alta e como comensalismo, ou mesmo parasitismo, quando a incidência é baixa (GRUTTER & POULIN, 1998; POULIN, 1993).

Os peixes limpadores apresentam o hábito de remover ectoparasitas (fungos, bactérias e crustáceos), tecido doente, muco e escamas provenientes do corpo de outros peixes e invertebrados (JOHNSON, 1982, LOSEY 1987, DELOACH, 1999), em locais denominados estações de limpeza, onde os clientes frequentemente adotam uma posição característica enquanto os limpadores realizam sua atividade (DELOACH, *op.cit.*). Este comportamento é considerado de fundamental importância para a manutenção do equilíbrio e da saúde dos peixes no ecossistema recifal (DELOACH, *op.cit.*).

A escassez de dados relativos a comportamentos relacionados à alimentação e limpeza em recifes artificiais, estimulou a realização deste trabalho, que tem por objetivo analisar as categorias tróficas da ictiofauna associada ao naufrágio Marte, e caracterizar os processos de perseguição alimentar e limpeza, incluindo a identificação das espécies envolvidas nos mesmos.

METODOLOGIA

1 Área de estudo

A praia de Serrambi, situada no litoral sul, a aproximadamente 70 km da capital do Estado, Recife, possui aproximadamente 4 km de orla, encontrando-se protegida por recifes de arenito em quase toda a sua extensão. O presente trabalho foi realizado no rebocador Marte, naufragado intencionalmente no dia 11 de abril de 1998, a 7 milhas náuticas da costa,

aproximadamente, e exatamente em frente ao platô recifal do pontal de Serrambi. Essa embarcação foi intencionalmente naufragada para servir de estrutura artificial para criação de ponto de mergulho recreativo para os turistas da região.

2 Coleta de Dados

Para o estudo comportamental da ictiofauna encontrada no naufrágio Marte, foram feitos levantamentos utilizando-se como ferramenta de pesquisa a atividade de mergulho autônomo (SCUBA). Entre outubro de 2011 e Março de 2013 foram realizados 12 mergulhos, todos durante o dia, no período entre 10h e 13h, visando a aproveitar ao máximo a luminosidade natural incidente no naufrágio. A equipe contou com o apoio logístico da operadora de mergulho Aicá Diving, localizada em Porto de Galinhas, distrito de Ipojuca- PE, de forma que todas as saídas para os mergulhos aconteceram em conjunto com as operações de mergulho recreativo.

O censo visual foi o método escolhido para a coleta de dados, devido à sua fácil aplicação e baixo impacto no ambiente, além da grande visibilidade encontrada no naufrágio. A metodologia utilizada nos mergulhos foi a busca intensiva (BORTONE & BOHNSACK, 1991), que consistiu em levantar o maior número de informações comportamentais acerca das espécies avistadas. Uma equipe de 4 mergulhadores buscou registrar essas informações em toda extensão do naufrágio, assim como no seu entorno. As espécies e o comportamento observado foram anotados em pranchetas de PVC durante os mergulhos, além do registro de imagens através de fotos e vídeos.

3 Análise dos dados

3.1 Identificação das espécies

Todos os indivíduos avistados foram identificados até o nível taxonômico de espécie, de acordo com Humann & DeLoach (2002), Sampaio & Nottingham (2008) e Froese & Pauly (2004), e sua ocorrência confirmada em Carvalho-Filho (1999). As alterações na família Serranidae propostas por Craig & Hastings (2007) foram adotadas, utilizando-se, portanto, o uso da família Epinephelidae.

3.2 Categorias tróficas

Para definição das categorias tróficas nas quais os representantes da ictiofauna associada ao naufrágio Marte estão inseridos, foram utilizadas 8 diferentes categorias, de acordo com Ferreira *et al.* (2004) e Honório *et.al.*(2010). As categorias foram: carnívoros generalistas (C), piscívoros (P), herbívoros territorialistas (TH), herbívoros não-territorialistas (RH), onívoros (O), planctívoros (PL), predadores de invertebrados sésseis (SI) e predadores de invertebrados móveis (MI). As espécies foram classificadas de acordo com a literatura disponível (HUMANN & DELOACH, 2002; RANDALL, 1967; HALPERN & FLOETER, 2008; SIMON, 2010).

3.3 Análise estatística

Para análise estatística das categorias tróficas, foi aplicado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis com a finalidade de se comparar a distribuição das espécies nas categorias tróficas através dos meses amostrados. O referido teste foi aplicado utilizando o *software* XLSTAT (versão teste).

RESULTADOS

Entre as 67 espécies identificadas, a categoria trófica mais representativa (Fig. 1) em número de espécies foi a dos predadores de invertebrados móveis (MI), com 20 espécies distribuídas entre 11 famílias, correspondendo a aproximadamente 30% do total de espécies avistadas. A categoria dos carnívoros generalistas (C) foi representada por 15 espécies (22%), enquanto a categoria dos planctívoros (PL) foi representada por 9 espécies (13%). Na distribuição mensal das espécies entre as categorias tróficas (Fig. 3), também houve predominância dos predadores de invertebrados móveis, com uma média de 12,16 espécies, com os valores mínimos e máximos dessa categoria tendo sido encontrados nos meses de outubro de 2011 (1º mergulho) e dezembro de 2012 (9º mergulho), respectivamente. As categorias piscívoros (P) e herbívoros territorialistas (TH) apresentaram as menores variações mensais, inclusive sem representantes em alguns meses amostrados. Foram observadas diferenças estatísticas significativas entre a distribuição das espécies relacionadas e as categorias tróficas nos meses amostrados (Kruskal-Wallis, $H = 84,542$; $p < 0,05$).

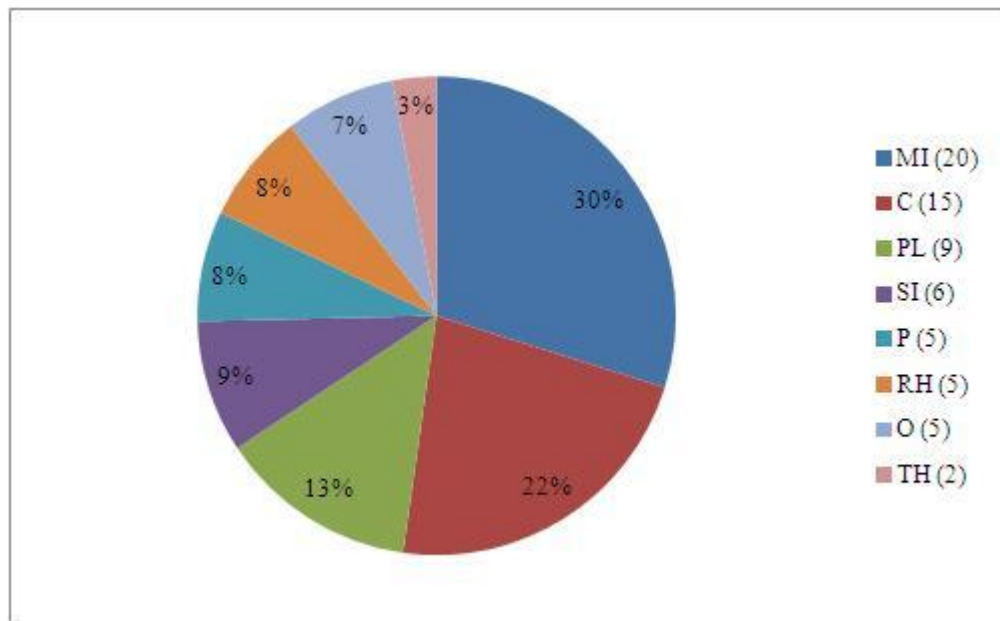


Figura 1 - Distribuição das espécies de peixes avistadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, entre as categorias tróficas ocupadas pelas mesmas, as quais temos, MI: Predadores de invertebrados móveis; C: Carnívoros; PL: Planctívoros; SI: Predadores de invertebrados sésseis; P: Piscívoros; RH: Herbívoros não territorialistas; O: onívoros; TH: Herbívoros territorialistas.

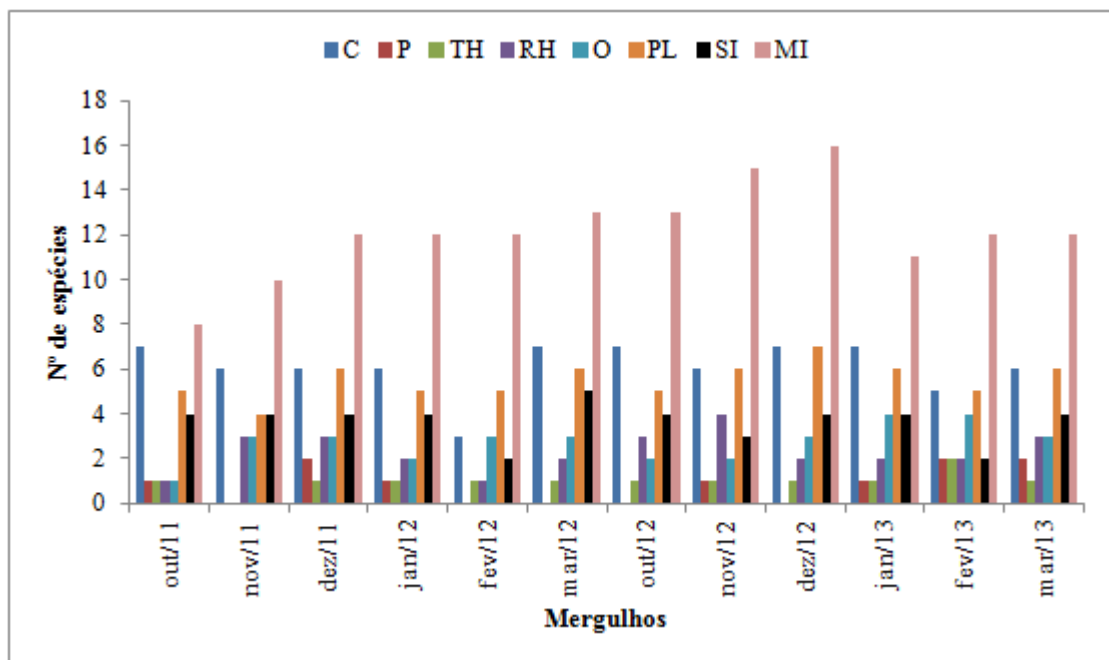


Figura 2 - Distribuição mensal das espécies de peixes avistadas no naufrágio Marte, Serrambi, PE, entre as categorias tróficas ocupadas pelas mesmas, as quais temos, MI: Predadores de invertebrados móveis; C: Carnívoros; PL: Planctívoros; SI: Predadores de invertebrados sésseis; P: Piscívoros; RH: Herbívoros não territorialistas; O: onívoros; TH: Herbívoros territorialistas.

Foram registrados 7 eventos de limpeza (Fig. 3) no naufrágio Marte, nos quais foi possível identificar 2 espécies limpadoras, 7 espécies clientes e 2 espécies de clientes potenciais. As espécies limpadoras identificadas foram: *Bodianus rufus* e *Elacatinus figaro*; enquanto as espécies clientes foram: *Epinephelus itajara*, *Acanthurus coeruleus*,

Pseudupeneus maculatus, *Pomacanthus paru*, *Chromis multilineata*, *Clepticus brasiliensis* e *Cephalopholis fulva*. Os prováveis clientes foram *Halichoeres dimidiatus* e *Holacanthus tricolor*. Das 7 espécies clientes, 2 foram classificadas como carnívoras generalistas (*E. itajara* e *C. fulva*), 2 como planctívoras (*C. multilineata* e *C. brasiliensis*), uma como predadora de invertebrados móveis (*P. maculatus*), uma (*P. paru*) como predador de invertebrados sésseis e uma última (*A. coeruleus*) como herbívora não-territorialista. As espécies limpadoras foram classificadas como predadores de invertebrados móveis. O *B. rufus* foi registrado praticando a simbiose de limpeza em 6 espécies (*E. itajara*, *A. coeruleus*, *P. maculatus*, *P. paru*, *C. brasiliensis* e *C. multilineata*), enquanto o *E. figaro* foi registrado realizando essa atividade em apenas uma espécie (*C. fulva*).

Em dezembro de 2011 (3º mergulho) foi registrada a atividade de limpeza praticada pelo *B. rufus* em um indivíduo da espécie *E. itajara*. A espécie cliente se encontrava próxima ao substrato e permaneceu imóvel, com a nadadeira dorsal retraída, enquanto 2 indivíduos limpadores investiam contra o seu corpo. Em outra oportunidade, em janeiro de 2012, os indivíduos das espécies citadas anteriormente foram mais uma vez observados praticando a referida relação simbiótica. O cliente se encontrava na coluna d'água, próximo à popa do rebocador naufragado, enquanto o limpador realizava a limpeza. A posição na qual o cliente se encontrava era semelhante àquela observada anteriormente. Nesse mesmo mergulho, foi registrada a atividade de limpeza do *B. rufus* em um indivíduo de *A. coeruleus*. O cliente estava próximo ao costado a boreste da embarcação, se alimentando de algas que colonizaram a estrutura, enquanto o limpador realizava investidas contra o seu corpo. Em março de 2012, foi observado o limpador em questão efetuando investidas consecutivas contra o flanco direito de um indivíduo de *P. maculatus*, que se deslocava próximo ao substrato. No mesmo mergulho, essa simbiose foi observada entre o *B. rufus* e *P. paru* no convés do naufrágio. No sétimo mergulho (outubro de 2012) foi observado o comportamento de limpeza entre juvenis de *B. rufus* e indivíduos das espécies *C. brasiliensis* e *C. multilineata*, dentro do casario do rebocador.

A atividade de limpeza registrada para o *E. figaro* ocorreu em dezembro de 2012, quando foi observada em determinada região do substrato, próximo à proa naufrágio, a presença de 3 indivíduos dessa espécie realizando a limpeza em um indivíduo de *C. fulva*. O cliente apresentou diminuição na movimentação e afastou as nadadeiras peitorais do corpo, enquanto o limpador realizava a atividade. Foi possível notar a presença de clientes potenciais

bem próximos de onde a simbiose de limpeza estava sendo realizada, notadamente 3 indivíduos de *H. tricolor* e um indivíduo de *H. dimidiatus*. Possivelmente a região descrita se trata de uma estação de limpeza, devido a quantidade de indivíduos limpadores presentes no local.

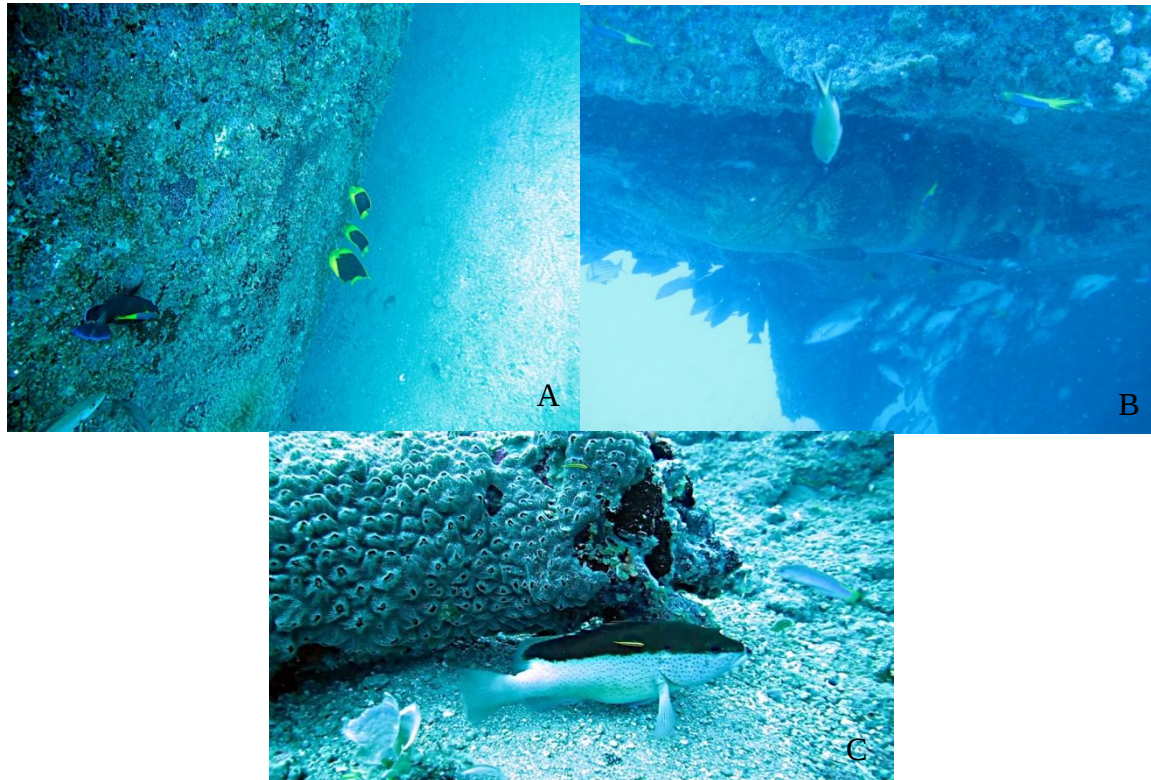


Figura 3 - Registros da atividade de limpeza observadas no naufrágio Marte, Serrambi - PE. A: *Bodianus rufus* realizando limpeza em um indivíduo de *Acanthurus coeruleus*; B: *B. rufus* realizando limpeza em um indivíduo da espécie *Epinephelus itajara*; C: *Elacatinus figaro* realizando limpeza em um espécime de *Cephalopholis fulva*.

Durante o levantamento realizado no Marte, foi também observado o comportamento de perseguição alimentar (*following behaviour*). As principais espécies nucleares envolvidas nessa atividade foram *Mulloidichthys martinicus* e *Pseudupeneus maculatus* e as espécies seguidoras foram *Halichoeres dimidiatus* e *Anisotremus virginicus*. Em fevereiro de 2012, um cardume de *M. martinicus* era seguido por alguns indivíduos de *A. virginicus*, no momento em que os indivíduos da espécie nuclear buscavam alimentos na região de substrato não consolidado no entorno do Marte. Em março do referido ano, um pequeno cardume de *M. martinicus* foi avistado procurando alimento no substrato ao redor do rebocador, enquanto um indivíduo de *H. dimidiatus* acompanhava esse cardume, em busca de alimentos provenientes desse sedimento colocado em suspensão (Fig.4). Em outubro do mesmo ano, um espécime de *P. maculatus* era acompanhado por um indivíduo de *H. dimidiatus*, enquanto revirava o

sedimento em busca de presas. Já em novembro do ano em questão, um grupo de 7 indivíduos de *M. martinicus* se alimentava próximo ao costado a boreste do naufrágio enquanto um espécime de *H. dimidiatus* tentava capturar alguma presa proveniente da atividade alimentar dos indivíduos da família Mullidae. Todas as espécies envolvidas nesse tipo de comportamento foram agrupadas na categoria de predadores de invertebrados móveis.

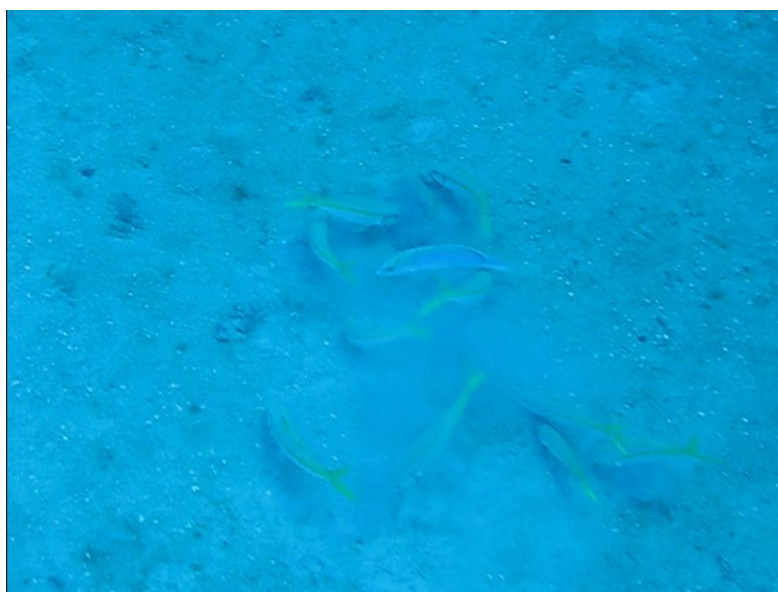


Figura 4 - Registro de perseguição alimentar entre as espécies *Mulloidichthys martinicus* e *Halichoeres dimidiatus*, espécie nuclear e seguidora, respectivamente, no naufrágio Marte, Serrambi - PE.

DISCUSSÃO

Alguns autores relatam que a categoria trófica dos predadores de invertebrados móveis (MI) é o principal grupo em recifes, tanto de áreas tropicais quanto em zonas temperadas (EBELING & HIXON, 1991; JONES *et al.*, 1991; WAINWRIGHT & BELLWOOD, 2002). Ferreira *et. al.* (2004), em um trabalho desenvolvido em alguns dos principais ambientes recifais da costa brasileira, observaram que os predadores de invertebrados móveis e os herbívoros não-territorialistas predominam em locais situados em baixas latitudes, como, por exemplo, a costa do nordeste. Honório *et. al.* (2010), em um trabalho realizado em ambientes recifais naturais e artificiais na costa da Paraíba, classificaram 26 espécies na categoria dos predadores de invertebrados móveis. Hackradt & Félix-Hackradt (2009), observaram, em um trabalho na costa do Paraná, que as categorias dominantes na área estudada eram de carnívoros e predadores de invertebrados móveis. Simon (2010), em um trabalho comparando ambientes recifais artificiais (naufrágios) e naturais na costa do Espírito Santo, encontrou como resultado que a biomassa média foi 3 vezes mais elevada em recifes artificiais que em recifes naturais e que os predadores de invertebrados móveis (MI), foi a guilda trófica mais

abundante em recifes artificiais. Em recifes naturais, o referido autor encontrou como guildas mais abundantes os Herbívoros não territorialistas (RH) e os onívoros (O). No Marte, os predadores de invertebrados móveis (MI) foram os mais especiosos, corroborando com os resultados encontrados pelos autores supracitados. Isso pode ser explicado pelo fato de que as famílias mais especiosas observadas no naufrágio foram inseridas nessa categoria, sendo possível supor que a disponibilidade de alimentos foi um fator crucial para a instalação e manutenção dessas espécies no local estudado.

Pereira *et al.* (2008), em uma pesquisa realizada na Reserva Biológica do Atol das Rocas, relataram que a dinâmica sedimentar mostrou relação positiva entre o grau de seleção do sedimento com a distribuição dos grupos Nematoda e Copepoda, os quais, respectivamente, mostraram afinidade por sedimentos mal selecionados e sedimentos bem selecionados. Apesar da ausência de dados relacionados a sedimentologia no entorno do naufrágio Marte, foi possível notar que o mesmo está situado sobre uma extensa área de substrato não consolidado, a qual pode abrigar uma grande diversidade de organismos que compõem principalmente a meiofauna, como nematodas, copépodos e poliquetas. Segundo os autores Burke (1995) e Nagelkerken *et al.*, (2000), os representantes da família Haemulidae, muito abundantes no Marte (principalmente *H. aurolineatum*), são peixes recifais que repousam sobre substratos consolidados durante o período do dia e migram para as áreas adjacentes de substrato não consolidado à noite, onde forrageiam sobre os invertebrados da meiofauna. Apesar de não ter sido realizado nenhum mergulho noturno no naufrágio, esses fatores colocados pelos autores citados anteriormente, podem indicar o porque da grande abundância de indivíduos da família Haemulidae como um todo no Marte.

Uma das categoria mais especiosas registrada no naufrágio Marte foi a dos planctívoros (PL). Segundo Ferreira *et al.* (2004) as espécies que compõem essa categoria se alimentam principalmente de zooplâncton, com a sua ocorrência podendo estar relacionada com a transparência da água, já que se alimentam com base em estímulos visuais, processo que é influenciado pela variação da luz incidente no local, de acordo com Thresher (1983) e Hobson (1991). Segundo Ferreira *et al.* (*op. cit.*), portanto, as espécies planctônicas provavelmente são mais abundantes em zonas expostas, que sofrem a influência de correntes que carregam consigo diversos organismos zooplânctônicos, como copépodos, larvas e ovos de peixes, entre outros. Aliado a isso, existe a possibilidade de que os recifes artificiais funcionem como barreiras para essas correntes marinhas, fazendo com que haja o afloramento

de nutrientes, e sejam criadas ali condições favoráveis para o estabelecimento de uma cadeia alimentar, atraindo assim diversos organismos para a área em questão. Apesar da percepção da intensificação das correntes nos meses de dezembro e janeiro dos anos amostrados, não é possível afirmar categoricamente que esse afloramento esteja ocorrendo no Marte, e trabalhos relacionados a circulação oceânica são sugeridos para a região em questão.

Floeter *et al.* (2005), em um trabalho realizado em parte do litoral do Brasil, sobre os impactos da pesca na composição da ictiofauna, concluiu que as espécies-alvo (geralmente piscívoros e carnívoros) mais capturadas são significativamente mais abundantes em áreas protegidas, enquanto as espécies pouco capturadas ou aquelas que não são capturadas são mais abundantes em áreas desprotegidas. Apesar de, teoricamente, ser proibida a pesca em naufrágios da costa pernambucana, a ocorrência das espécies categorizadas entre as guildas tróficas dos carnívoros e piscívoros (Carangidae, Lutjanidae e Epinephelidae) não foi elevada. Outros fatores que podem influenciar a abundância dessas famílias são suas características biológicas como longo ciclo de vida, migração ontogenética e reversão sexual (ROBERTS, 1995; COLEMAN *et al.*, 2000; SADOVY, 2001).

Alguns autores (CARPENTER, 1986; HATCHER, 1988; CHOAT, 1991) sugerem que a ocorrência de algumas espécies de herbívoros não territorialistas (RH), que se alimentam principalmente de algas turfe e detritos, diminua com o aumento da latitude, pois os trópicos sustentam uma maior taxa de produtividade primária e conseqüentemente um maior nível de detritos, devido a elevada taxa de decomposição. Entretanto, é de se esperar que a taxa fotossintética diminua com o aumento da profundidade, devido a diminuição da luminosidade, fator limitante para organismos fotossintéticos. No naufrágio Marte, os herbívoros não territorialistas (RH) foram pouco especiosos, assim como os herbívoros territorialistas (TH). Entre os onívoros (O), é possível destacar a espécie *Abudefduf saxatilis*. Segundo Ferreira *et al.* (*op. cit.*), esta espécie está bem adaptada a diferentes ambientes recifais, possuindo uma dieta flexível, se alimentando de organismos bentônicos e, dependendo das correntes, podendo formar grandes cardumes para se alimentar de plâncton. Tal comportamento coincide com o que foi avistado no Marte, com a ocorrência de grandes agregações dessa espécie ao redor do naufrágio, principalmente entre os meses de dezembro e fevereiro dos anos amostrados, período em que houve um aumento perceptível na intensidade das correntes incidentes sobre o local, além desse ser caracterizado como período reprodutivo para a espécie.

No naufrágio Marte, foram registradas 7 atividades de limpeza, das quais 6 foram realizadas por indivíduos da espécie *Bodianus rufus*, mas somente uma das quais por um indivíduo juvenil da referida espécie, de tamanho corporal reduzido. De acordo com Cérvigon (1993), as fêmeas dessa espécie podem se tornar maduras ao atingirem 10 cm de comprimento total. O fato do *B. rufus* ser, em geral, um limpador facultativo (JOHNSON & RUBEN, 1988; SAZIMA *et al.*, 1999; FRANCINI-FILHO *et al.*, 2000), apresentando essa característica apenas na fase juvenil, comportamento diverso do observado no Marte, pode estar relacionado com o comportamento oportunista dos peixes limpadores (GRUTTER, 1997), que são capazes de modificar a sua atividade de limpeza de acordo com as circunstâncias do ambiente.

Em relação à categoria trófica dos clientes, o *B. rufus* foi avistado realizando a limpeza em uma espécie carnívora generalista por duas vezes (*E. itajara*), enquanto o *Elacatinus figaro* foi avistado realizando limpeza em um indivíduo carnívoro generalista (*C. fulva*). Côté (2000) coloca que os limpadores facultativos assumem o risco de serem predados por seus clientes, devido ao hábito alimentar de alguns deles, como espécies piscívoras ou carnívoras generalistas. Analisando o conteúdo estomacal de *E. itajara* e *C. fulva*, Randall (*op. cit.*) encontrou peixes na dieta alimentar dessas espécies, numa porcentagem entre 13% e 46%, respectivamente, do volume total, o que evidencia o risco assumido principalmente pelo *B. rufus*, por se tratar de um limpador facultativo, explicando, ao mesmo tempo, a sua preferência por clientes que não incluem peixes na sua dieta alimentar.

Os eventos de perseguição alimentar observados no Marte envolveram 4 espécies de peixes, das quais 2 são consideradas espécies nucleares (*P. maculatus* e *M. martinicus*) e 2 espécies seguidoras (*A. virginicus* e *H. dimidiatus*). De acordo com Lukoschek & McCormick (2000), os representantes da família Mullidae são apontados tanto como peixes nucleares como seguidores, mas o fato de apresentarem ampla distribuição nos oceanos (CARVALHO-FILHO, 1999), os tornam uma espécie nuclear muito atraente para uma ampla diversidade de espécies seguidoras oportunistas. A quantidade de espécies nucleares e seguidoras observadas no naufrágio não foi elevada, ao contrário do que foi observado por Sazima *et al.* (2005, 2006) em trabalhos realizados em Fernando de Noronha. Segundo Ormond (1980) e Lukoschek & McCormick (*op. cit.*), as espécies nucleares atraem principalmente predadores carnívoros oportunistas, que é o caso das espécies seguidoras registradas no Marte (ambos predadores de invertebrados móveis). Apesar da sobreposição alimentar apresentada entre as espécies que estiveram envolvidas nessa atividade, não foi registrado furto alimentar ou

comportamento agressivo entre as espécies, o que pode indicar pouco ou nenhum custo ou perda para as espécies nucleares, segundo Lukoschek & McCormick (*op. cit.*).

Apesar do naufrágio Marte estar protegido, teoricamente, sabe-se das limitações quanto a fiscalização da atividade pesqueira não somente no estado, mas em todo o litoral brasileiro. Áreas protegidas já se mostraram efetivas quanto a manutenção e desenvolvimento das espécies exploradas comercialmente, e o aumento da fiscalização e a criação de novas áreas se faz necessário para a manutenção da biodiversidade. O referido naufrágio aparenta estar oferecendo condições semelhantes às aquelas encontradas em ambientes naturais, e o que nos levou a concluir isso foi a quantidade de espécies e as relações ecológicas de mutualismo (Limpeza) e comensalismo (perseguição alimentar) encontradas no Marte, características de uma comunidade. Para um melhor entendimento sobre a dinâmica desse ambiente, porém, se fazem necessários trabalhos voltados para a obtenção de dados oceanográficos (correntes incidentes, temperatura) e biológicos (biomassa, produtividade primária, macrofauna bentônica), que permitam compreender a conectividade do naufrágio Marte com os recifes artificiais (naufrágios) e naturais mais próximos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEVIZON, W. S. **Mixed schooling and its possible significance in a tropical western Atlantic parrotfish and surgeonfish.** *Copeia*, (1978), 796- 798. 1976.

ARONSON, R. B. & SANDERSON, S. L. **Benefits of heterospecific foraging by the Caribbean wrasse, *Halichoeres garnoti* (Pisces: Labridae).** *Environmental Biology of Fishes*, 18, 303-308. 1987.

AUSTER, P. J. & LINDHOLM, J. **Pattern in the local diversity of coral reef fishes versus rates of social foraging.** *Caribbean Journal of Science* 38, 263–266. 2002.

BAIRD, T. A. **A new heterospecific foraging association between the puddingwife wrasse, *Halichoeres radiatus*, and the bar jack, *Caranx ruber*: evaluation of the foraging consequences.** *Environmental Biology of Fishes* 38, 393–397. 1993.

BORTONE, S. A. & BOHNSACK, J. A. **Sampling and studying fish on artificial reefs.** Pages 39-51 in J. G. Halusky, editor. *Artificial Reef Research Diver's Handbook*. Florida Sea Grant College Program, University of Florida, Gainesville, FL. 1991.

CARVALHO-FILHO, A. **Peixes: Costa Brasileira.** 3rd ed. Ed. Marca D'água, São Paulo, 320 pp. 1999.

CARPENTER, R.C. **Partitioning herbivory and its effects on coral reef algal communities.** *Ecological Monographs*, 56, 345–363. 1986.

- CERVIGÓN, F. **Los peces marinos de Venezuela**. 2ª ed., Fundación Científica Los Roques, Caracas, 497p., v.2., 1993.
- CHOAT, J.H. **The biology of herbivorous fishes on coral reefs**. The ecology of fishes on coral reefs (ed. by P.F. Sale), pp. 120–155. Academic Press, San Diego, CA. 1991.
- COLEMAN, C.F.; KOENIG, C.C.; HUNTSMAN, G.R.; MUSICK, J.A.; EKLUND, A.M.; MCGOVERN, J.C.; CHAPMAN, R.W.; SEDBERRY, G.R.; GRIMES, C.B. **Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex**. Fisheries, 25, 14–20. 2000.
- CÔTÉ, I. **Evolution and ecology of cleaning symbioses in the sea**. Oceanography and Marine Biology: An Annual Review, 38, 311-355. 2000.
- CRAIG, M. & HASTINGS, P. **A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini**. Ichthyological Research 54:1-17. 2007.
- DELOACH, N. **Reef fish behavior: Florida, Caribbean, Bahamas**. New World Publications, Verona, Italy. 1999.
- DUBIN, R. E. **Behavioral interactions between Caribbean reef fish and eels (Muraenidae and Ophichthidae)**. Copeia, (1982), 229-232. 1982.
- EBELING, A. W. & HIXON, M. A. **Tropical and temperate reef fishes: comparison of community structure**. In The Ecology of Fishes on Coral Reefs (Sale, P. F., ed.), pp. 509–563. San Diego, CA: Academic Press. 1991.
- FEDER, H.M. **Cleaning symbiosis in the marine environment**. Symbiosis (ed. S.M. Henry), pp. 327–380. Academic Press, New York. In: Floter, S. R., Vazquez, D. P. and GRUTTER, A. S., 2007. The macroecology of marine cleaning mutualisms. Journal of Animal Ecology. 76, 105-111. 1966.
- FERREIRA, C. E. L.; FLOETER, S. R.; GASPARINI, J. L.; FERREIRA, B. P.; JOYEUX, J. C. **Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison**. Journal of Biogeography 31:1093-1106. 2004.
- FREIRE, K. M. F & CARVALHO-FILHO, A. **Richness of common names of Brazilian reef fishes**. Panamjas. Vol. 4 n. 2. 2009.
- FRICKE, H. W. **The role of behaviour in marine symbiotic animals**. In: *Symbiosis, Symposia of the Society for Experimental Biology* 29 (Eds. D. H. Jennings and D. L. Lee): 581-594. Cambridge University Press, Cambridge. 1975.
- FLOETER, S. R.; GUIMARÃES, R. Z. P.; ROCHA, L. A.; FERREIRA, C. E. L.; RANGEL, C. A.; GASPARINI, J. L. **Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast**. Global Ecology & Biogeography 10:423-431. 2001.
- FRANCINI-FILHO, R.B.; MOURA, R.L.; SAZIMA, I. **Cleaning by the wrasse *Thalassoma noronhanum*, with two records of predation by its grouper client *Cephalopholis fulva***. Journal of Fish Biology 56, 802–809. 2000.

FROESE, R. & PAULY, D. **FishBase**. World wide web electronic publication. www.fishbase.org. 2004.

GRUTTER, A. S. **Spatiotemporal variation and feeding selectivity in the diet of the cleaner fish *Labroides dimidiatus***. Copeia, (1997), 346-355. 1997.

GRUTTER, A. S. & POULIN, R. **Cleaning on coral reefs by the wrasse *Labroides dimidiatus*: Influence of client body size and phylogeny**. Copeia, (1998), 120-127. 1998.

HACKRADT, C. W. & FÉLIX-HACKRADT, F. C. **Assembleia de peixes associados a ambientes consolidados no litoral do Paraná, Brasil: Uma análise qualitativa com notas sobre sua bioecologia**. Papéis avulsos de zoologia. Museu de zoologia da Universidade de São Paulo. USP. Volume 49(31): 389-403. 2009.

HALPERN, B. S. & FLOETER, S. R. **Functional diversity responses to changing species richness in reef fish communities - Appendices**. Marine Ecology Progress Series **364**:147-156. 2008.

HATCHER, B.G. **Coral reef primary productivity: a beggar's banquet**. Trends in Ecology and Evolution, 3, 106– 111. 1988.

HOBSON, E. S. **Cleaning symbiosis among California inshore fishes**. U.S. Fishery Bulletin, (69), 591-523. 1971.

_____. **Trophic relationships of fishes specialized to feed on zooplankters above coral reefs**. The ecology of fishes on coral reefs (ed. by P.F. Sale), pp. 69–95. Academic Press, San Diego, CA. 1991.

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 77:907-926. 2010.

HUMANN, P. & DELOACH, N. **Reef Fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas**. 3rd ed. New World Publications, Inc., Jacksonville, FL. 2002.

JOHNSON, W.S. **A record of cleaning symbiosis involving *Gobiosoma* sp. and a large Caribbean octopus**. Copeia 3:712-714. 1982.

JOHNSON, W.S. & RUBEN, P. **Cleaning behavior of *Bodianus rufus*, *Thalassoma bifasciatum*, *Gobiosoma evelynae*, and *Periclimenes pedersoni* along a depth gradient at Salt River Submarine Canyon, St Croix**. Environmental Biology of Fishes 23, 225–232.

JONES, G. P.; FERRELL, D. J.; SALE, P. F. **Fish predation and its impact on the invertebrates of coral reefs and adjacent sediments**. In The Ecology of Fishes on Coral Reefs (Sale, P. F., ed.), pp. 156–179. San Diego, CA: Academic Press. 1991.

LOSEY, G. S. **Communication between fishes in cleaning symbiosis**. In T. C. Cheng (Ed.), Aspects of the biology of symbiosis (pp. 45-76). Baltimore: University Park Press. 1971.

_____. **The symbiotic behavior of fishes.** In D. I. Mostofsky (Ed.), *The behavior of fish and other aquatic animals* (pp. 1-31). New York: Academic Press. 1978.

_____. **Cleaning symbiosis.** *Symbiosis* 4:229-258. 1987.

LUKOSCHEK, V. & MCCORMICK, M. I. **A review of multi-species foraging associations in fishes and their ecological significance.** *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*, 1: 467-474. 2000.

MORGAN, M. J. & GODIN, G. J. **Antipredator benefits of schooling behaviour in a cyprinodontid fish, the banded killifish (*Fundulus diaphanus*).** *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, 70, 236-246. 1985.

ORMOND, R. F. G. **Aggressive mimicry and other interspecific feeding associations among Red Sea coral reef predators.** *Journal of Zoology, London*, 191, 247-262. 1980.

PEREIRA, N. S.; MARINS, Y. O.; SILVA, A. M. C.; OLIVEIRA, P. G. V.; SILVA, M. B. **Influência do ambiente sedimentar na distribuição dos organismos meiobentônicos do Atol das Rocas.** *Estudos geológicos*, v. 18 (2). 2008.

POULIN, R. **A cleaner perspective on cleaning symbiosis.** Review in *Fish Biology and Fisheries*, 3, 75-79. 1993.

RANDALL, J. E. **Food Habits of Reef Fishes of the West Indies.** *Stud. Trop. Oceanography* 5:665-847. 1967.

REINTHAL, P. N. & LEWIS, S. M. **Social behaviour, foraging efficiency and habitat utilization in a group of tropical herbivorous fish.** *Animal Behaviour*, 34, 1687-1693. 1986.

ROBERTS, C.M. **Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs.** *Conservation Biology*, 9, 988– 994. 1995.

SADOVY, Y. **The threat of fishing to highly fecund fishes.** *Journal of Fish Biology*, 59, 90–108. 2001.

SAMPAIO, C. L. S. & NOTTINGHAM, M. C. **Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros.** Brasília. IBAMA. 205p. 2008.

SAZIMA, I. **Possible case of aggressive mimicry in a neotropical scale-eating fish.** *Nature*, 270, 510-512. 1977.

SAZIMA I.; MOURA R.L.; SAZIMA C. **Cleaning activity of juvenile angelfish, *Pomacanthus paru*, on the reefs of the Abrolhos Archipelago, western South Atlantic.** *Environmental Biology of Fishes* 56, 399–407. 1999.

SAZIMA, C.; BONALDO, R. M.; KRAJEWSKI, J. P.; SAZIMA, I. **The Noronha wrasse: a jack-of-all-trades follower.** *Aqua, Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* 9, 97–108. 2005.

SAZIMA, C.; KRAJEWSKI, J. P.; BONALDO, R. M.; SAZIMA, I. **The glassy sweepers' way: Seeking a versatile wrasse to be cleaned.** Neotropical Ichthyology, 3(1), 119-122. 2005.

SAZIMA, C.; KRAJEWSKI, J. P.; BONALDO, R. M.; GUIMARAES JR., P. R. **The goatfish *Pseudupeneus maculatus* and its follower.** Journal of Fish Biology. 69, 883–891. 2006.

SILVANO, R. A. M. **Feeding habits and interspecific feeding associations of *Caranx latus* (Carangidae) in a subtropical reef.** Environmental Biology of Fishes 60, 465– 470. 2001.

SIMON, T. E. **Peixes recifais: comparação entre ambientes artificiais e naturais.** 2010. 69 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Ambiental) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES. 2010.

STRAND, S. **Following behavior: interspecific foraging associations among Gulf of California reef fishes.** Copeia, (2): 351-357. 1988.

THRESHER, R.E. **Environmental correlates of the distribution of planktivorous fishes in the One Tree Reef lagoon.** Marine Ecology Progress Series, 10, 137–145. 1983.

VIANNA, M. **Physiographic influence in the structure of the suprabenthic fish assemblage in Rocky Shores of Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brazil.** Bol. Inst. Pesca, v.24, p.25-35, 1997.

ANEXOS

ANEXO A - Tabela 1 - Lista das espécies identificadas no naufrágio Marte. Valores da frequência de ocorrência das espécies (f.o.) e abundância relativa das espécies (a.r.). Classificação espacial das espécies, onde (A) espécies que preferem contato direto com o recife; (B) espécies que se encontram próximas ao recife, mas sem contato direto com o mesmo, apenas contato visual; (C) – espécies normalmente encontradas acima do naufrágio, na coluna d'água; e (D) – espécies que usam a área circundante dos naufrágios, principalmente associadas ao substrato. Classificação trófica das espécies onde (C) carnívoros generalistas, (P) piscívoros, (MI) predador de invertebrados móveis, (SI) predador de invertebrados sésseis, (O) onívoros, (PL) planctívoros, (RH) herbívoros não-territorialistas e (TH) herbívoros territorialistas. Dados de abundância absoluta entre parênteses antes do nome da espécie. Espécies destacadas com *, foram identificadas utilizando a metodologia da busca intensiva.

Família	Espécie	f. o. (%)	a. r. (%)	C. E.	C. T.
Dasyatidae					
(1)	<i>Dasyatis americana</i> Hilderande & Schoreder, 1928	8,3	0,011	D	C
Muraenidae					
(*)	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	25	-	A	C
Synodontidae					
(*)	<i>Synodus intermedius</i> (Spix & Agassiz, 1829)	8,3	-	D	P
Ogcocephalidae					
(*)	<i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758)	16,7	-	D	MI
Holocentridae					
(96)	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	100	1,042	B	MI
(692)	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	100	7,514	B	PL
Serranidae					
(*)	<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1900)	8,3	-	A	MI
Grammistidae					
(*)	<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	16,7	-	A	C
Epinephelidae					
(95)	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	100	1,031	A	C
(45)	<i>Cephalopholis furcifer</i> (Valenciennes, 1828)	58,3	0,489	B	PL
(9)	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	50	0,098	A	C
(11)	<i>Epinephelus itajara</i> Lichtenstein, 1822	58,3	0,119	A	C
Grammatidae					
(*)	<i>Gramma brasiliensis</i> Sazima, Moura & Rosa, 1997	41,7	-	A	MI
Opistognathidae					
(*)	<i>Opistognathus aurifrons</i> (Jordan & Thompson, 1905)	8,3	-	D	PL
Malacanthidae					
(*)	<i>Malacanthus plumieri</i> Bloch, 1786	16,7	-	D	C
Echeneidae					
(13)	<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus, 1758)	41,7	0,141	C	C
Carangidae					
(*)	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	16,7	-	C	P
(*)	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	16,7	-	C	O
(*)	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	25,0	-	C	P
(*)	<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	75,0	-	C	PL
(*)	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	25,0	-	C	P
Lutjanidae					
(228)	<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Linderman, 2007	100,0	2,476	B	C
(4)	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	16,7	0,043	B	C
(68)	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	75,0	0,738	B	C
(27)	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	33,3	0,293	B	C
(18)	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	25,0	0,195	B	C

Haemulidae					
(99)	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	100,0	1,075	B	MI
(88)	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	100,0	0,955	B	MI
(1499)	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	91,7	16,276	B	MI
(263)	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	100,0	2,856	B	MI
(68)	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	100,0	0,738	B	MI
(905)	<i>Haemulon squamipinna</i> (Rosa & Rosa, 1999)	100,0	9,826	B	MI
Sparidade					
(*)	<i>Calamus bajonado</i> (Bloch & Schneider, 1801)	8,3	-	B	C
Scianidae					
(11)	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	16,7	0,119	B	C
(1)	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	8,3	0,011	B	MI
Mullidae					
(95)	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	83,3	1,031	D	MI
(19)	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	50,0	0,206	D	MI
Pempheridae					
(1558)	<i>Pempheris schomburgkii</i> Müller & Troschei, 1848	91,7	16,916	A	PL
Chaetodontidae					
(27)	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	66,7	0,293	B	SI
Pomacanthidae					
(4)	<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	25,0	0,043	B	SI
(51)	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	100,0	0,554	B	SI
(18)	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	50,0	0,195	B	SI
Cirrhitidae					
(*)	<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray, 1937)	50,0	-	A	MI
Pomacentridae					
(724)	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	100,0	7,861	B	O
(1398)	<i>Chromis multilineata</i> (Castelnau, 1855)	100,0	15,179	B	PL
(47)	<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	91,7	0,510	A	TH
Labridae					
(410)	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	100,0	4,452	B	MI
(326)	<i>Clepticus brasiliensis</i> Heiser, Moura & Robertson, 2000	91,7	3,540	B	PL
(22)	<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	33,3	0,239	B	MI
(34)	<i>Halichoeres dimidiatus</i> (Agassiz, 1831)	91,7	0,369	B	MI
(4)	<i>Halichoeres poey</i> (Steindachner, 1867)	16,7	0,043	B	MI
(1)	<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)	8,3	0,011	B	PL
Scaridae					
(*)	<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1842)	16,7	-	B	RH
(25)	<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	66,7	0,271	B	RH
(11)	<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	41,7	0,119	B	RH
(*)	<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	8,3	-	B	RH
Blennidae					
(*)	<i>Ophioblennius trinitatis</i> Miranda Ribeiro, 1919	8,3	-	A	TH
Gobiidae					
(*)	<i>Elacatinus figaro</i> Sazima, Moura & Rosa, 1997 (Limpador)	16,7	-	A	MI
Microdesmidae					
(*)	<i>Ptereleotris randalli</i> Gasparini, Rocha & Floeter, 2001	16,7	-	D	PL
Ephippidae					
(*)	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	66,7	-	C	SI
Acanthuridae					
(30)	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	58,3	0,326	B	O
(87)	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	83,3	0,945	B	O
(57)	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	100	0,619	B	RH
Scombridae					
(*)	<i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793)	25	-	C	P
Balistidae					
(1)	<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	8,3	0,011	B	MI

Monacanthidae					
(2)	<i>Cantherhines pullus</i> (Linnaeus, 1758)	16,7	0,022	B	O
Tetraodontidae					
(18)	<i>Canthigaster figueiredoi</i> Moura & Castro, 2002	58,3	0,195	B	SI