

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS – CTG
DEPARTAMENTO DE OCEANOGRAPHIA – DOCEAN
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAPHIA

Afundamento dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, caracterização e
comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna na plataforma de
Pernambuco – Brasil

Alessandra Fonseca Fischer

Recife/Brasil
2009

ALESSANDRA FONSECA FISCHER

Afundamento dos Naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, caracterização e comportamento de simbiose alimentar da Ictiofauna na plataforma de Pernambuco – Brasil

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências, na área de Oceanografia Biológica.

Orientador: Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin

Recife/Brasil
2009

F529a

Fischer, Alessandra Fonseca.

Afundamento dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, caracterização e comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna na plataforma de Pernambuco - Brasil / Alessandra Fonseca Fischer. – Recife: O Autor, 2009.

vii, 100 folhas, il : figs., tabs.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Oceanografia. 2. Naufrágio. 3. Recifes Artificiais.
4. Gerenciamento Costeiro. 5. Plataforma Continental. I. Título.

UFPE

551.46

CDD (22. ed.)

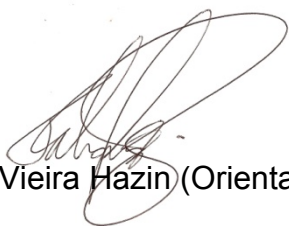
BCTG/2009-184

ALESSANDRA FONSECA FISCHER

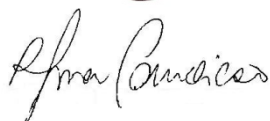
Afundamento dos Naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, caracterização e comportamento de simbiose alimentar da ictiofauna na plataforma de Pernambuco – Brasil

Tese apresentada pela seguinte banca examinadora em 08/06/2009

Titulares:



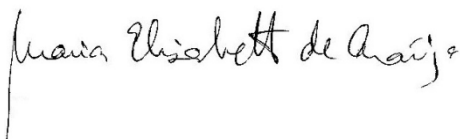
Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin (Orientador/UFPE)



Dr. Raimundo Nonato de Lima Conceição (UFC)



Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (UFRPE)



Dra. Maria Elisabeth de Araújo (UFPE)

Dr. Antônio de Lemos Vasconcelos Filho (UFPE)

Suplentes

Dra. Ana Carla Asfora El-Deir (UFRPE)

Dr. Paulo Travassos (UFRPE)

Recife/Brasil
2009

“Não posso explicar a razão pela qual amo o mar. É físico. Quando mergulhamos, começamos a nos sentir como anjos”.

Jacques Yves Cousteau

Com amor, à minha vizinha Alda, minha mãe Anneliese e minha irmã Andrea, por todo incentivo, ajuda, amor e confiança a mim oferecidos em todos os momentos da minha vida

Ao meu eterno amor Edisio, sempre ao meu lado, e meus amigos que me ensinaram a entender o real valor da amizade. Obrigado por vocês existirem.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que tudo pode, e que em todos os momentos me acompanhou e nunca me abandonou, tornando essa tese e minha vida possível.

Ao orientador Fábio Hazin, pelas oportunidades a mim concedidas, ao longo da minha caminhada acadêmica e profissional.

Aos titulares da banca Dr. Raimundo Nonato de Lima Conceição (UFC), Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (UFRPE), Dr. Antônio de Lemos Vasconcelos Filho (UFPE), Dra. Maria Elisabeth de Araújo (UFPE) e suplentes Dra. Ana Carla Asfora El-Deir (UFRPE) e Dr. Paulo Travassos (UFRPE), pela aceitação de participação na mesma.

A todos que compõem o Doutorado em Oceanografia, principalmente o seu Coordenador Manoel Flores Montes pela sua ajuda sempre disponível, e Mirna, por todos os galhos quebrados.

A minha vizinha Alda que, direta ou indiretamente, sempre contribuiu para minha carreira acadêmica e formação como pessoa, com todo amor e dedicação. A minha irmã Andrea por todo apoio e amizade em todos os momentos. Aos meus pais, em especial à minha mãe Anneliese, por terem me ensinado a ser uma pessoa boa, respeitosa e honesta, sempre com muito amor e compreensão.

A Edisio Rocha, meu amor eterno, pela ajuda e amor incondicional, dados a mim a qualquer hora, nos momentos felizes e difíceis juntos.

Aos amigos queridos e especiais de sempre que enfrentaram várias etapas junto a mim e espero, ainda, enfrentarem muitas mais: Luis Antonio (Lula) por todo apoio principalmente na área de *Design*, Patrícia Barros (Pat), Dr. Lucia Santos, Tatiane Souza (Taty), ao grande Paulo Oliveira (Paulinho), Adriane Mendes (Adri) por todos os conselhos, preocupação, carinho, cuidados e paciência desde o “comezinho”, onde foram meus verdadeiros mestres. Mariana Rêgo (Magui), no início através das viagens as praias e pelo companheirismo e amizade ilimitada, “valeu”. Aos meus irmãos Danielle Viana (Dani) e Rodolfo Araújo (Rodolfinho), pela enorme paciência, amizade e ajuda na minha vida particular e profissional.

Ao amigo Douglas Santos por todos os ensinamentos a mim passados, conselhos profissionais e toda dedicação na obtenção das licenças ambientais e realização do EIA.

A Empresa Wilson Sons pela doação dos rebocadores e toda ajuda logística no dia do afundamento, em especial a Helio Vitor Vaisman, José Mario Lobo Pinto Pessoa e João Carlos de Albuquerque Feijó.

A AQUATICOS-Centro de Mergulho, Andreia Ferraz, Janine Moura, Gabriel Kater (Gaba), Gabriel Melcop (Gibi), Luiz Vitor (Mei), James Francisco e todos os instrutores e Dive Masters que nós ajudaram e forneceram segurança nos mergulhos de coleta dos dados. A tripulação, o Mestre Carnaval e o marinheiro Ivan por todos “os galhos quebrados” e a quarta-feita pelos vários cilindros cheios.

A SEGATE, operadora de mergulho, Fernando Kaltenbach aos instrutores Janine Moura, Josoaldo Moura, Nicacio Lopes Jr. e ao mestre Alonso, pela grande paciência durante os mergulhos.

À minha turma de doutorado, em especial a Eliane Cavalcante por todos os trabalhos, conversas e estudos juntas. Ao meu “coleguinha” de aula e de vida Arley Andrade, por sua ajuda e paciência em me escutar.

A professora Maria Elisabeth Araújo, pelos conselhos e disponibilidade de colaborar em tudo que foi preciso neste trabalho.

Aos membros do Parque dos naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE)- 1ª Parte: Mariana Travassos, Mariana Coxey, Henrique Albuquerque, por todos os mergulhos e colaboração nas coletas, processamento e elaboração dos trabalhos, em especial a Dráusio Vêras pelos ensinamentos, disposição e ajuda durante os dois anos de acompanhamento.

As amigas queridas, Lordes (Lurdinha), por estar sempre do meu lado direta ou indiretamente em qualquer momento e Elica Guedes (Lica) pela amizade e por me mostrar o prazer em ser bióloga.

As preguinhas do LOP: Milena Calado (Maguinha), Ilka Branco, Dimonique Bezerra (Dimo), Laís Rocha, Regina Coeli e Emmanuely Creio (Manu), obrigada pelos momentos de descontração.

À toda turma do: LOP – Isa Coutinho, Mirna Tambourgi, M^a Ester Simoni, Mariana Gabriela, Buno Macena, Rafaela Souza, Bruno Morato, Silvânia Meireles, Sibeles Mendonça, Pollyana Roque, Vanessa Melo, Natália Santos, Natália Peixoto, Daniel Fadigas, Daniel Almeida, Rodrigo Corrêa (Boracéia), Diogo Oliveira, Rafael Vieira; LEMAR – Hudson Batista, Catarina Wor, Cezar, Rafael, Raul Garcia; LATEP – José Carlos (Careca), Thales Ramon (Tatá), Juliana Viana (Jú), Diogo Martins e Rafael Muniz (Brutus). DIMAR – Profa. Dra. Rosângela Lessa, Francisco Marcante e ao “mano” Rodrigo Barreto pela aventura compartilhada no ASPSP.

Ao Departamento de Pesca, Telma, Tânia, ao querido “trio parada dura” D. Eliane, Socorro e Van, por todas as oportunidades e acolhida durante todo o período.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
Apresentação	18
Capítulo 1. The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil	26
Abstract	26
Resumo	26
Introduction	27
Conclusive Comments	31
Acknowledgements	31
References	32
Capítulo 2. Caracterização da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco – Brasil	34
Resumo.	34
Abstract	34
1. Introdução	36
2. Material e Métodos	38
2.1 Área de estudo	38
2.2 Caracterização da ictiofauna	39
2.3 Índices biológicos	41
2.4 Ocupação das estruturas	41
2.5 Análises estatísticas	42
2.6 Análises Multivariadas	43
3. Resultados	43
4. Discussão	52
5. Referências Bibliográficas	56
Anexo	61
Capítulo 3. Estrutura trófica e comportamento alimentar de peixes recifais em Naufrágios artificiais na costa do Estado de Pernambuco Brasil.	66
Resumo	66
Abstract	67
1. Introdução	68
2. Material de Métodos	69
Área de estudo	69
Análise da categoria trófica	71
3. Resultados e Discussão	72
Estrutura trófica	72
Atividade de limpeza	76
Comportamento seguidor	84
4. Referências Bibliográficas	89
Considerações Finais	99

RESUMO

O afundamento dos rebocadores Taurus (24,3 m), Saveiros e Mercurius (29,1 m) constituíram uma ótima oportunidade para acompanhar todo o processo de colonização biológica, desde o seu início, gerando assim dados essenciais para a compreensão da dinâmica ecossistêmica em outros naufrágios já existentes na região. O presente trabalho foi desenvolvido na plataforma continental do Estado de Pernambuco, entre as latitudes 08° 03'00" e 08° 04'00"S, em uma profundidade aproximada de 24 e 30m, nos locais onde os rebocadores foram afundados. Os mesmos foram dispostos em linha paralela à costa, distando cerca de 1 milha náutica entre si. O projeto científico, de iniciativa do Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, contou com a colaboração da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, o apoio da Associação das Empresas de Mergulho do estado de Pernambuco, representada pela Aquáticos Centro de Mergulho e da Empresa Wilson Sons. A metodologia utilizada nos mergulhos foi a do transecto adaptado, no qual 4 mergulhadores percorrem o naufrágio em aproximadamente 15 minutos, registrando o número de indivíduos de cada espécie, e também foram obtidos fotos e filmagens para melhor identificar as espécies avistadas. Pretendeu-se, a partir do mesmo, estudar o processo de colonização nos naufrágios, desde o seu afundamento, através do relato das espécies de peixes presentes, identificando-se a sua abundância relativa, frequência de ocorrência por família e por espécie, diversidade, ocupação espacial e nível trófico. Foi também determinado os índices biológicos de equitabilidade (J') e riqueza das espécies (Shannon = H'), e aplicados os testes de Mann-Whitney, Kruskal-Wallis e ordenação não métrica multidimensional (MDS), além de se obter informações acerca dos aspectos etológicos, principalmente daqueles relacionados com a alimentação e limpeza. No total foram contabilizadas, 97 espécies distintas, pertencentes a 70 gêneros e 42 famílias. As curvas cumulativas revelaram que a partir do décimo mês de monitoramento os três naufrágios apresentavam, aproximadamente, o mesmo número de espécies (Taurus = 66, Saveiros = 68, Mercurius = 69). A família mais representativa no total do número de espécies foi a Labridae com nove espécies. A abundância absoluta, foi de 80.509 indivíduos para os três naufrágios estudados. Do total de espécies registradas (97 indivíduos), 59 foram comuns aos três naufrágios. Do primeiro para o segundo ano, os três naufrágios apresentaram um decréscimo quanto à sua diversidade biológica e equitabilidade, com maiores valores para: Mercurius ($H'=2,91$ e $J'=0,83$), Saveiros ($H'=2,93$ e $J'=0,84$) e Taurus ($H'=2,67$ e $J'=0,77$). Relativo ao teste de Mann-Whitney, o Mercurius, Saveiros e Taurus apresentaram diferença significativa (H') e apenas o mercurius e taurus para o índice de equitabilidade entre os anos. Já a aplicação do teste de Kruskal-Wallis, verificou que apenas houve diferença significativa para a equitabilidade no primeiro ano do estudo ($H=10.95$, $p<0.05$), entre o Mercurius e Taurus e entre o Saveiros e Taurus. O padrão da frequência relativa dos diferentes tipos de ocupação espacial observados foi semelhante para os três naufrágios, predominando o Tipo A, das espécies ligadas diretamente aos naufrágios. A análise de MDS bi-dimensional demonstrou que as comunidades dos três naufrágios se sobrepuseram na sua maioria, mas apresentaram diferença significativa quanto à sua composição ($R=0.122$, $p<0.05$). Em relação à estrutura trófica, os naufrágios apresentaram uma distribuição relativa entre as

classes tróficas, estando os planctívoros e comedores de invertebrados móveis entre os mais abundantes, seguido dos omnívoros e carnívoros. Ao longo das três embarcações naufragadas, foram registradas diversas estações de limpeza (ex: casario, convés, hélice). No presente trabalho, foram registradas cinco espécies de limpadores (*Elacatinus figaro*, *Holacanthus tricolor*, *Halicoeres dimidiatus*, *Halicoeres bivittatus* e *Bodianus rufus*) e oito de clientes (*Cephalopholis fulva*, *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus coeruleus*, *Holacanthus ciliares*, *Gymnothorax funebris*, *Pseudupeneus maculatus*, *Haemulon aurolineatum* e *H. squamipinna*) realizando atividade de limpeza nos naufrágios e proximidades. Em relação ao comportamento de perseguição alimentar, duas espécies demonstraram serem nucleares (*Pseudupeneus maculatus* e *Mulloidichthys martinicus* e seis seguidoras (*Anisotremus virgínicus*, *Haemulon plumieri*, *Ocyurus chrysurus*, *Halichoeres brasiliensis*, *Sparisoma axillare* e *Lutjanus synagris*) Contudo, a julgar pela composição trófica e interações alimentares observadas, os naufrágios parecem funcionar ecologicamente de forma muito parecida com os recifes naturais, sem afetarem a composição da estrutura trófica.

Palavras-chave: Naufrágios, Ictiofauna, Simbiose alimentar

ABSTRACT

The sinking of the tugboats Taurus (24.3 m) Saveiros and Mercurius (29.1 m) provided a great opportunity to monitor the entire process of biological colonization, since its inception, thereby generating essential data needed for understanding the ecosystem dynamics in other shipwrecks existing in the region. This study was conducted on the continental shelf of the State of Pernambuco, between the 08° 03'00" latitude and 08°04'00"S, at a depth of approximately 24 to 30m in sites where the tugs were sunk. They were arranged in line parallel to the coast, distant about 1 nautical mile from each other. The scientific project, an initiative of the Department of Fisheries and Aquaculture of the Federal Rural University of Pernambuco - UFRPE, with the collaboration of the Federal University of Pernambuco - UFPE, supported by the Association for Diving in Pernambuco state, represented by the "Aquaticos" Center Diving and Wilson Sons Company. The methodology used in the dives was the adapted transect, where 4 divers explored the wreck in about 15 minutes, recording the number of individuals of each species, and also obtaining photos and footage to better identify the species observed. It was intended from the same study to research the colonization process in shipwrecks from their sinking through the report of fish species present, identifying their relative abundance, frequency of occurrence per family and species diversity, spatial distribution and trophic level. It was also determined the biological indices: evenness (J') and species richness (Shannon = H'), and applied the Mann-Whitney, Kruskal-Wallis and non-metric multidimensional ordination (MDS), in addition to information about ethological aspects, especially those related to feeding and cleaning. In total 97 different species were counted belonging to 70 genera and 42 families. The cumulative curves show that from the tenth month of monitoring the three wrecks had approximately the same number of species (Taurus = 66, Saveiros = 68, Mercurius = 69). The most representative family in the total number of species was Labridae with nine species. The absolute abundance was 80,509 individuals for the three shipwrecks studied. From the recorded species (97 individuals), 59 were common to the three wrecks. From the first to the second year, the three shipwrecks showed decrease concerning their biological diversity and evenness, with higher values: Mercurius ($H' = 2.91$ and $J' = 0.83$), saveiros ($H' = 2.93$ and $J' = 0.84$) and Taurus ($H' = 2.67$ and $J' = 0.77$). Concerning the Mann-Whitney test, Mercurius, Saveiros and Taurus presented significant difference (H') and only Mercurius and Taurus for the evenness index between the years. Conversely, the implementation of the Kruskal-Wallis test found significant differences only to the evenness in the first year of the study ($M = 10.95$, $p < 0.05$) between Mercurius and Taurus and between Saveiros and Taurus. The pattern of the relative frequency of the different types of spatial occupation observed was similar for the three wrecks, with predomination of the Type A of species linked directly to the wrecks. The two-dimensional MDS analysis showed that the communities of the three shipwrecks overlapped mostly but presented significant differences in their composition ($R = 0.122$, $p < 0.05$). Regarding the trophic structure, the wrecks presented relative distribution between the trophic classes, with the planktivorous and mobile invertebrate eaters among the most abundant, followed by omnivores and carnivores. Over the three sunken vessels, several cleaning stations were recorded (eg houses, decks, propeller). In this study, five cleaner species

(*Elacatinus figaro*, Rock beauty, *Halicoeres dimidiatus*, *Halicoeres bivittatus* and *Bodianus rufus*) and eight customer species (*Cephalopholis fulva*, *Acanthurus bahianus*, *Acanthurus coeruleus*, *Holacanthus ciliates*, *Gymnothorax funebris*, *Pseudupeneus maculatus*, *Haemulon aurolineatum* and *H. squamipinna*) were recorded performing cleaning activity in shipwrecks and nearby. Concerning the food persecution behavior, two species are shown to be nuclear (*Pseudupeneus maculatus* e *Mulloidichthys martinicus* e seis seguidoras (*Anisotremus virgínicus*, *Haemulon plumieri*, *Ocyurus chrysurus*, *Halichoeres brasiliensis*, *Sparisoma axillare* and *Lutjanus synagris*). However, considering the trophic composition and the food interactions observed, the wrecks seem to work similarly to the natural reefs.

Keywords: shipwreck, ichthyofauna, symbiosis food

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1. The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil.	
Figura 1. Illustrative map of the Pernambuco coast with the shipwrecks locations.	29
Figura 2. Sketch of the vessels transport procedure.	30
Figura 3. The three vessels been towing to their sinking sites.	30
Figura 4. Detail of the concrete ballast used to anchor the vessels in their sink point.	30
Capítulo 2. Caracterização da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco – Brasil.	
Figura 1 – Mapa com a localização geográfica dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus.	38
Figura 2 - Rebocadores Saveiros, Taurus e Mercurius, intencionalmente afundados na Plataforma continental do Estado de Pernambuco.	39
Figura 3 - Desenho esquemático da metodologia utilizada durante o mergulho de identificação das espécies de peixe	40
Figura 4 - Curva acumulativa de espécies observadas nos três rebocadores estudados, Mercurius, Saveiros e Taurus.	45
Figura 5 - Famílias mais representativas quanto ao número de espécies nos três naufrágios estudados, Mercurius, Saveiros e Taurus. Números em parênteses indicam o número de espécies por família.	46
Figura 6 – Valores de abundância absoluta e relativa expressos para os três naufrágios estudados.	46
Figura 7 - Percentagem do número de espécies encontradas nos três naufrágios estudados: Mercurius (M), Saveiros (S) e Taurus (T).	47
Figura 8 - Valores médios do Índice de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') para os três naufrágios, Mercurius, Saveiros e Taurus, no primeiro e segundo ano de estudo.	48
Figura 9 – Frequência relativa dos diferentes tipos de ocupação espacial das estruturas nos três naufrágios estudados.	50
Figura 10 - MDS bidimensional representando os meses de estudo (números) para os três naufrágios: Mercurius (vermelho), Saveiros (verde) e Taurus (azul).	51
Capítulo 3. Estrutura trófica e comportamento alimentar de peixes recifais em Naufrágios artificiais na costa do Estado de Pernambuco Brasil.	
Figura 1 – Localização dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na costa do Estado de Pernambuco.	70
Figura 2 – Abundância relativa do número de indivíduos pertencentes a cada categoria trófica para o Mercurius, Saveiros e Taurus, afundados na Costa do Estado de Pernambuco.	73
Figura 3 - Localização das estações de limpeza observadas nos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, no período de julho de 2006 a julho de 2008, na Costa do Estado de Pernambuco. Ilustração de Mauricio Carvalho, em outubro de 2007 (WWW.naufragiosdobrasil.com.br).	77
Figura 4 – <i>Elacatinus figaro</i> (indicado pelo círculo) limpando a região anal de	

um <i>Holacanthus ciliaris</i> em novembro de 2006, no naufrágio Saveiros afundado na costa do Estado de Pernambuco.	80
Figura 5 – <i>Elacatinus Fígaro</i> limpando um exemplar de <i>Gymnothorax funebris</i> , em novembro de 2006, no naufrágio Saveiros, afundado na costa de Pernambuco.	81
Figura 6 – (A) <i>Pseudupeneus maculatus</i> exibindo coloração escura, sinalizando disponibilidade de limpeza para <i>Halichoeres dimidiatus</i> ; (B) <i>P. maculatus</i> alterando sua coloração em razão da limpeza realizada pelo <i>H. dimidiatus</i> , em abril de 2006, no naufrágio Mercurius afundado na costa de Pernambuco.	83
Figura 7 - Atividade de alimentação de diferentes espécies (Nuclear – <i>P. maculatus</i> e Seguidoras – <i>Anisotremus virginicus</i> e <i>Haemulon plumieri</i>) observadas em agosto de 2006, no naufrágio Saveiros, afundado na costa do Estado de Pernambuco.	86
Figura 8 – Atividade de forrageio realizada pelo <i>P. maculatus</i> acompanhada pelos seguidores <i>Ocyurus chrysurus</i> , <i>Halichores brasiliensis</i> , <i>Haemulon plumieri</i> e <i>Sparisoma axillare</i> , em agosto de 2006, no naufrágio Mercurius afundado na Costa do Estado de Pernambuco.	87
Figura 9 – Atividade de forrageio realizada por <i>Mulloidichthys martinicus</i> acompanhada por seguidores da espécie <i>Lutjanus synagris</i> , em janeiro de 2007, no naufrágio Taurus afundado na Costa do Estado de Pernambuco.	88

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1. The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil.	
Tabela 1 – Description of the three vessels geographical location.	29
Capítulo 2. Caracterização da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco – Brasil.	
Tabela 1 – Distribuição mensal dos mergulhos realizados entre julho de 2006 e julho de 2008, nos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, na costa do Estado de Pernambuco.	44
Tabela 2 - Resultados do Teste de Mann-Whitney no Índice de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J'), entre o primeiro e segundo ano, para o Mercurius, Saveiros e Taurus.	49
Tabela 3 - Resultados do Teste de Kruskal-Wallis, o Mercurius, Saveiros e Taurus, para o primeiro e segundo ano.	49
Capítulo 3. Estrutura trófica e comportamento alimentar de peixes recifais em Naufrágios artificiais na costa do Estado de Pernambuco Brasil.	
Tabela 1 – Características estruturais dos rebocadores Mercurius, Saveiros e Taurus, afundados em maio de 2006 na Costa do Estado de Pernambuco para mergulho recreativo e estudo científico.	71
Tabela 2 – Classificação das categorias tróficas utilizadas, segundo Ferreira et al., 2004, para caracterizar as espécies de peixes observadas nos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, na Costa do Estado de Pernambuco.	72
Tabela 3 – Relação e número de limpadores e clientes, locais anatômicos da região de limpeza e alterações no padrão de colorido dos clientes registradas nos naufrágios Mercúrios, Saveiros e Taurus entre julho de 2006 a julho de 2008, na Costa do Estado de Pernambuco.	78
Tabela 4 - Lista de espécies e números de indivíduos envolvidos no em atividade de perseguição alimentar nos naufrágios Mercúrio, Saveiro e Taurus, no período de julho de 2006 a julho de 2008, na costa do Estado de Pernambuco.	85

Apresentação

APRESENTAÇÃO

Os recifes artificiais podem ser definidos como estruturas submersas, que, quando dispostas no ambiente marinho fornecem substrato para a colonização de diversos organismos, criando um ambiente artificial similar aos recifes naturais (Seaman and Sprague, 1991). Várias espécies de peixes de importância econômica e ecológica utilizam estes habitats como abrigos contra predadores, áreas de crescimento, reprodução e alimentação (Sale et al., 2005).

Em ambientes marinhos, substratos artificiais de pequeno ou grande porte têm sido utilizados como base para diversas pesquisas, com objetivos comerciais para implementação de áreas de maricultura e auxílio na recuperação de áreas costeiras (Seaman et al., 1989) e também criação de pontos alternativos para mergulho recreativo (Wilhelmsson et al., 1998), bem como para estudos sobre fenômenos ecológicos particularmente em relação às interações entre os organismos (Jacobi, 1994; Zalmon et al., 1993).

O afundamento de estruturas para a formação de recifes artificiais (RA) vem sendo utilizado com sucesso em diversos lugares no mundo como Estados Unidos (Seaman, e Sprague, 1991; Johnson, et al., 1988.), Europa (Jensen, 2002; Boaventura et al., 2004), Japão (Nakamura, 1985), Austrália (Branden et al., 1994), entre outros, com o objetivo de proteger e recuperar a comunidade biológica em regiões costeiras impactadas pela ação antrópica e para incrementar a pesca artesanal e o ecoturismo (Bohnsack and Sutherland, 1985 apud Athiê, 1997). No Brasil, estão sendo desenvolvidos programas de recifes artificiais em diversos estados, como Paraná, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Ceará (Araújo e Brotto, 1997; Brandini and Silva, 2000; Godoy and Coutinho, 2002; Conceição and Monteiro Neto, 1998).

Como supracitado, muito tem sido discutido a respeito da importância da utilização de recifes artificiais para melhoria de ambientes aquáticos. Por este

motivo vários países ao redor do mundo vêm desenvolvendo programas de implantação de recifes artificiais como maneira de viabilizar a pesca artesanal e mitigar perdas de recursos naturais por meio do incremento da população de peixes (Sinis et al. 2000). No entanto, tal prática ainda é bastante debatida visto que ainda não se chegou a um consenso sobre a contribuição dos recifes artificiais para o desenvolvimento dos ecossistemas. Uma questão particularmente abordada é se os recifes artificiais funcionam apenas como estrutura de atração ou se eles promovem um incremento efetivo da biomassa marinha (Polovina 1989; Pickering et al. 1997; Lukoschek et al., 2000; Kaiser, 2006).

A provável produtividade associada à estrutura dos recifes artificiais baseia-se no fato de que a mesma provê novos habitats. Estes possibilitam o desenvolvimento gradual da comunidade incrustante, basicamente formada por invertebrados e algas sésseis. Tais organismos podem constituir uma importante fonte de alimento, o que parece estar relacionado com o aumento da riqueza da comunidade de peixes recifais (Gomes et al. 2001). Os recifes artificiais propiciam também áreas, com estruturas superficiais, suficientes para a formação de abrigos contra predadores e intempéries físicas para diferentes espécies de peixes e outros animais (Chou, 1997; Grossman et al., 1998).

Assim, os naufrágios podem contribuir para o ecossistema marinho quando oferecem novos sítios aos organismos, propiciando um novo local para as espécies e também como incremento para pesca e como um novo ponto de mergulho, ajudando a promover o ecoturismo subaquático em determinadas regiões. Com esta finalidade a empresa Wilson Sons, a Associação de Empresas de Mergulho do Estado de Pernambuco, representada pela Aquáticos Centro de Mergulho, e as Universidades Federal e Federal Rural de Pernambuco, afundaram, na plataforma continental do estado de Pernambuco, em maio de 2006, três navios rebocadores: Taurus (24,0m), Saveiros e Mercurius (29,0m).

Atualmente são descritos cerca de 1.917 naufrágios conhecidos em todo mundo, entre os quais, as embarcações do tipo cargueiro (205), os vapores (198) e os iates (180) constituem a maioria. Os acidentes que vitimaram esses naufrágios foram encalhe (410), choque (254) e guerra (182), respectivamente,

com a maioria deles tendo ocorrido nos séculos XIX e XX (www.naufragiosdobrasil.com.br).

Pernambuco possui um número estimado de 96 naufrágios, dos quais 31 se encontram bem localizados (www.naufragiosdobrasil.com.br). A maioria desses naufrágios está situada em frente à cidade de Recife, que é atualmente o local mais procurado e com o maior número de mergulhos realizados no País, sendo por este motivo conhecida como “A Capital Brasileira dos Naufrágios”.

Inserida nas políticas setoriais, planos e programas governamentais, a implantação de recifes artificiais marinhos na costa de Pernambuco, além de estar em consonância com a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro, com vistas a alavancar o desenvolvimento sócio-econômico e ambiental da região, fundamenta-se em diretrizes propostas pela Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM), pelo Código de Conduta para a Pesca Responsável, da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e pela própria Organização Marítima Internacional (IMO), como já citado.

Em se tratando da PNRM, entre as estratégias a serem empreendidas para alcançar seus objetivos estão:

- ✓ “Fomentar no País a construção de embarcações, plataformas, bóias atradoras, recifes artificiais e outros meios flutuantes e submersos para o ensino, a pesquisa, a exploração e o aproveitamento sustentável dos recursos do mar”.
- ✓ “Incentivar as iniciativas públicas e privadas referentes ao turismo e às atividades de esporte e recreio praticadas nas águas jurisdicionais brasileiras”.

No caso dos naufrágios localizados na plataforma continental do Estado de Pernambuco, o efeito benéfico de recuperação de estoques pesqueiros e de conservação da biodiversidade marinha é reforçado pelo Decreto Estadual nº 23.394, de 03 de julho de 2001, que proíbe a prática de pesca submarina e a pesca com anzóis em área de naufrágios, visando à proteção e preservação desses ambientes e de seus recursos naturais. No Estado de Pernambuco, portanto, os benefícios ambientais decorrentes do afundamento de navios, como no caso dos 3 rebocadores citados, são potencializados, na medida em que os

mesmos se transformam imediatamente em áreas marinhas protegidas, oferecendo abrigo e refúgio para diversas espécies comercialmente exploradas.

Bibliografia

Araújo, F. G. and Brotto, D. S. 1997. Uso de estruturas artificiais como habitat por organismos marinhos. RESUMOS: VII Congresso Latino Americano sobre Ciências do Mar. Santos-SP. p.46.

Athiê, A. A. R. 1997. Recifes artificiais: Ciência e tecnologia emergente no Brasil. RESUMOS: VII Congresso Latino Americano sobre Ciências do Mar. Santos-SP. p. 54.

Boaventura, D.; Moura, A.; Leitão, F.M.; Carvalho, S.; Cúrdia, j.; Pereira, P.; Cancela da Fonseca, L.; Santos, M. N.; Monteiro, C. C. 2004. Macrobenthic colonisation of artificial reefs with different age on the southern coast of Portugal (Faro/Ancão, Algarve). 39th European Marine Biology Symposium (Genoa, Italy, 21-24 July). Abstract Book: 125.

Branden K.L.; Pollard D.A.; Reimers, H. 1994. A review of recent artificial reef developments in Australia. Bulletin of Marine Science, **55**(2-3): 982-994.

Brandini, F. P. and Silva, A. S. 2000. Recifes artificiais VS biodiversidade marinha: o exemplo do Estado do Paraná. V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação. Vitória, Espírito Santo, 10 a 15 outubro. p. 299-300.

Carvalho, M. "Site: Naufrágios do Brasil". Página consultada em 1 de Janeiro de 2008. <http://www.naufragiosdobrasil.com.br>.

Chou, L. M. 1997. Artificial reefs of southeast Asia – do they enhance or degrade the marine environment. Environmental Monitoring and Assessment, v. 44: p. 45–52.

Conceição, R. N. L. and Monteiro-Neto, C. 1998. Recifes Artificiais Marinhos. Revista Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento. n. 6, p. 14-17.

Godoy, E.A. de S. and Coutinho, R. 2002. Can Artificial Beds of Plastic Mimics Compensate for Seasonal Absence of Natural Beds of *Sargassum furcatum*? *Journal of Marine Science* 59, 111-115.

Gomes, M. P.; Noveli, R. N.; Faria, V. V.; Zalmon, I. R. 2001. Potencial atrator de peixes ósseos em recife artificial no litoral norte do estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Revta bras. Zool.* 18 (3): 779 – 792.

Grossman, G. D.; Ratajczak, R. E.; Crawford, M.; Freeman, M. C. 1998. Assemblage organization in stream fishes: effects of environmental variation and interspecific interactions. *Ecol. Monogr.* 68(3):395-420.

Jacobi, C. M. 1994. Sucessão em comunidades experimentais aquáticas. III Simp. Ecos. Costa Brasileira, Serra Negra, 3: 246-255.

Jensen, A. 2002. Artificial reefs of Europe: Perspective and future, *ICES Journal of Marine Science* 59 (2002), pp. S3–S13.

Johnson, W. S. and Ruben, P. 1988. 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.

Kaiser, M.J. 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 311: 1-14,

Lukoschek, V. and M. I. McCormick. 2000. A review of multispecies foraging associations in fishes and their ecological significance. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*, 1: 467-474.

Nakamura, M. 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 271-278.

Pickering, H. and Whitmarsh, D. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the attraction versus production debate, the influence of design and its significance for policy. *Fisheries Research* 31(1,2): 39-59.

Polovina, J.J. 1989. Density dependence in spiny lobster. *Pamtlirus marginatus*, in the Northwestern Hawaiian Islands. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46:660--665.

Sale, P. F.; Cowen, R. K.; Danilowicz, B.S.; Jones, P. G.; Kritzer, J. P.; Lindeman, K. C; Planes, S.; Polunin, N. V. C.; Russ, G. R.; Sadovy, Y. J. and Steneck, R. S. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. *Trends Ecol. Evol.* 20, 74–80.

Seaman, W. and Sprague, L.M. 1991. *Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries*. Academic Press, San Diego, 285p.

Seaman JR., W.; Buckley, R. M. and Polovina, J. J. 1989. Advances in Knowledge and Priorities for Research and Mangement related to Artificial Aquatic Habitats. *Bull. Mar. Sci.* 44, (2): 527-532.

Zalmon, I. R.; Gama, B. A. P. and Leta, A. 1993. Fouling Community at Guanabara Bay, Brazil: A Directional Process of a Variable Temporal Progression? *Oebalia* 19, (Supl.): 217-222.

Wilhelmsson, D. M.C.; Ohman, H. Stahl and Shlesinger, Y. 1998. Artificial reefs and dive tourism in Eilat, Israel, *Ambio* 27 (1998), pp. 764–766.

Capítulo 1

The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil

THE CREATION OF A SHIPWRECK PARK OFF THE COAST OF PERNAMBUCO, BRAZIL

Douglas Cavalcanti dos SANTOS¹; Fábio Vieira HAZIN²; Alessandra Fonseca FISCHER¹; Fernando Nascimento FEITOSA¹; Maria Elisabeth de ARAÚJO¹

1 Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Oceanografia

2 Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e
Aqüicultura

*Email: douglashenriq@yahoo.com

Abstract - Sinking solid structures in marine environment to create artificial reefs has been developed in several countries of the world aiming to recovery impacted areas in coastal zone, increase subaquatic tourism, fisheries enhancement and develop scientific researches. This short paper intend to describe the sinking proceedings of three vessels, off the coast of Pernambuco, and creation of a shipwrecks park with the purpose to increase diving activities in the State and to develop scientific researches.

Key words: Shipwreck, Artificial Reefs, Coastal Management, Continental Shelf.

CRIAÇÃO DE PARQUE DE NAUFRÁGIO NA COSTA DE PERNAMBUCO, BRAZIL.

Resumo - O afundamento de estruturas sólidas em ambiente marinho para criação de recifes artificiais vem sendo desenvolvido em vários países do mundo objetivando recuperar áreas costeiras impactadas, incrementar o turismo subaquático, aumentar pescarias e desenvolver pesquisas científicas. O objetivo desta nota científica é descrever os procedimentos de afundamento de três embarcações na costa de Pernambuco e criação de um parque de naufrágios com a finalidade de incentivar as atividades de mergulho no Estado e desenvolver pesquisas científicas.

Palavras-chave: Naufrágio, Recifes Artificiais, Gerencialmento Costeiro, Plataforma Continental.

INTRODUCTION

The sinking of decommissioned ships to create artificial reefs is becoming increasingly common worldwide (Seaman & Seaman, 2000). In Pernambuco, a State located in northeast Brazil, the first ship intentionally sunk to create an artificial reef was a tug boat, in 1998. Since then, five more vessels found the same destiny, aiming mainly at the creation of new diving spots. Within a few months in the sea floor, sunken vessels become coated with a variety of marine organisms, from barnacles to algae, attracting small fish, which, in turn, lure larger predators (Grossman *et al.*, 1997; Bohnsack *et al.*, 1997; Claudet & Pelletier, 2004). The rich marine life associated to those shipwrecks, as well as their beautiful and mysterious aura which have inspired human imagination for centuries, make them a perfect place for diving. Already being the Brazilian coastal state with the largest number of shipwrecks, with calm, warm and transparent waters almost all year round, the sinking of these ships has helped to strengthen even more Pernambuco's natural vocation for diving and ecotourism.

In this context, the State Association of Dive Companies, together with the two federal universities located in Pernambuco State, Universidade Federal Rural de Pernambuco and Universidade Federal de Pernambuco, decided to lead a project to sink 3 decommissioned tug boats, named Taurus, Saveiros and Mercurius, under controlled conditions, for both commercial, as well as scientific purposes. Before sinking, the 3 vessels underwent a thorough preparation, which strictly followed the guidelines contained in Brazilian Navy rule NORMAM-07 (DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS, 1998), as well as those compiled by Gulf States Marine Fisheries Commission, of the United States of America (USFWS, 1997). The main objective was to create an opportunity to study the process of colonization of these structures since the very beginning, helping, at the same time, to foster the tourism industry in Pernambuco State, by creating new and exciting diving alternatives.

The research project was conceived in a multidisciplinary way, in order to cover the different facets of the marine environment, including its physical (currents), chemical (hydrology), geological (morphology and sediments), and biological (colonization and succession of periphyton and ichthyofauna) aspects.

The scientific staff, composed by seven Ph.D., six M.Sc., and four graduate students, belonging to both universities aforementioned, included biologists, fishing engineers, oceanographers, environmental managers, as well as divers.

In order to get authorization to sink the ships, from federal and state environmental authorities, respectively, IBAMA-Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Brazilian Institute for the Environment and Renewable Natural Resources) and CPRH-Agência Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (State Agency for the Environment and Water Resources), as well as from the Brazilian Navy, a so-called Simplified Environmental Study – SES was prepared, in conformity to the federal rules 001/86 and 237/97, of CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente (National Council for the Environment). Besides including a thorough evaluation of the sinking sites, the SES also devised the mitigation measures needed to minimize the possible environmental impacts resulting from the project. On the other hand, the SES also estimated the potential benefits, not only socio-economic but also environmental.

The SES was based on abiotic and biotic data, obtained through water and sediment samples, as well as from photograph records, collected from the sinking sites. The exact spots, about 12Km offshore, between the isobaths of 20 and 30m, were chosen upon consideration of several factors, including: distance to natural reefs (the largest possible); maritime traffic (the least possible); proximity of Recife Port (in order to facilitate touristic usage); etc.

All the 3 vessels were sunk in front of Recife on May 3rd, 2006, with a broad press coverage. Two of them, namely Saveiros and Mercurius, had exactly the same size (29.1m) and shape, whilst the third one, named Taurus, was a bit smaller, measuring 24.35m. Saveiros and Mercurius were placed at the same depth, within a 800m distance from each other, one of them being open to sport diving and the other one being closed to it. This strategy was pursued in order to allow an estimation of the impact of diver's presence on the colonization process, in general, but particularly on the occurrence of large predators near to structures (Figure 1; Table 1).

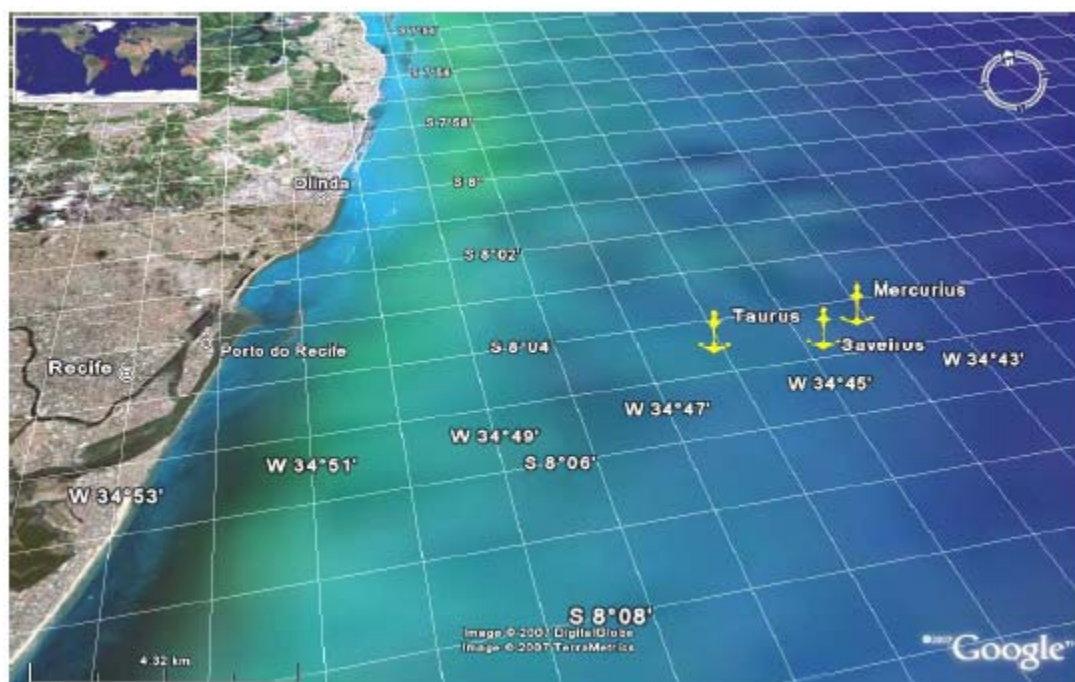


Figure 1 - Illustrative map of the Pernambuco coast with the shipwrecks locations.

Table 1 - Description of the three vessels geographical location.

Shipwreck	Taurus	Saveiros	Mercurius
Geographical coordinates	8°04'193"S 34°45'196"W	8°03'800"S 34°44'000"W	8°04'200"S 34°45'200"W
Depth	24m	30m	30m
Distance from the Coast	6,74 miles	7,93 miles	8,04 miles

For the proceeding of towing from port to the sinking site, the ships were tied together, stern to bow, in line, 30 m away from each other (Figures 2 and 3). By the time the last-of-the-row vessel reached its resting place, it was disconnected from the others and immediately anchored, to make sure it would not drift away from the originally planned position. After that, all bottom valves were entirely open to let it sink, a process that took about 15 minutes. The sinking of the three vessel took, in all, six hours, without any noteworthy incident (Figure 4). Immediately after the vessels had sunken, the exact geographical position was recorded by a GPS, and a diving team was sent to make photographic and audiovisual record of the

shipwreck site. All the 3 vessels, after sunk, stood in a straight position on the sea floor, standing on their keels.

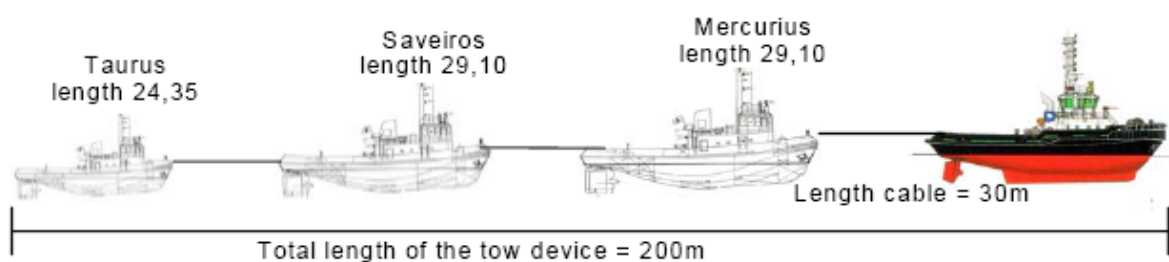


Figure 2 - Sketch of the vessels transport procedure.



Figure 3 - The three vessels been towing to their sinking sites.



Figure 4 - Detail of the concrete ballast used to anchor the vessels in their sink point.

There is a heated, ongoing, debate whether artificial reefs can serve as a useful tool to enhance productivity of coastal marine ecosystems (Seaman & Seaman, 2000; Alencar *et al.*, 2003) or if they merely act as fish aggregating devices, therefore aggravating the fishing effort on already overfished commercially important fish stocks (Bohnsack, 1989; Polovina, 1991; Munro & Balgo, 1995). In the case of Pernambuco State, however, due to a legal particularity which prohibits commercial fishing around shipwrecks (Law number 23.394/2001), either be it natural or intentional, such a debate is, to a large extent, settled, turning only to the actual capacity of official authorities to duly enforce such prohibition.

CONCLUSIVE COMMENTS

In this context, it is noteworthy that the FAO code of conduct for responsible fisheries, in its Article 8.11.1, clearly requests States to develop policies for increasing stock populations and enhancing fishing opportunities through the use of artificial structures, placed with due regard to the safety of navigation, on or above the seabed or at the surface (FAO, 1995). Likewise, IBAMA recently published Normative Instruction 125, of October 18th, 2006 (IBAMA, 2006), establishing new procedures for the creation of artificial reefs in Brazilian Coast. The presently existing legal framework, therefore, both domestically and internationally, should provide a sound guidance for the implementation and development of artificial reefs initiatives in Brazil. The expectation of the present research project, therefore, is to generate data, under a holistic approach, that might increase the present knowledge on the biological and oceanographic aspects of the use of decommissioned ships as artificial reefs, including its environmental and socioeconomic impacts as well as benefits, in order to help the construction of an increasingly adequate public policy on this regard.

ACKNOWLEDGEMENTS

We would like to thanks IBAMA, CPRH, Navy of Brazil, Captaincy of Ports, Pernambuco' Marine Firemen Corp. and Wilson Son's Marine Agency for the supports.

REFERENCES

Alencar C.A.G; Silva, A.S. & Conceição R.N.L. (2003). *Texto básico de nivelamento técnico sobre recifes artificiais marinhos*. Brasília: Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca da Presidência da República (SEAP-PR).

Rev. Bras. Enga. Pesca 3(1), jan. 2008

Bohnsack, J. A. (1989) Are high densities of fishes at artificial reefs the result of habitat limitation or behavioral preference? *Bull. Mar. Sci.* 44(2): 631-645.

Bohnsack, J. A.; Ecklund, A.M. & Szmant, A.M. (1997). Artificial reef research: is there more than the attraction production issue? *Fisheries* 22: 14–16.

Claudet, J. & Pelletier, D. (2004). Marine protected areas and artificial reefs: A review of the interactions between management and scientific studies. *Aquatic Living Resources* 17: 129-138. Diretoria de Portose Costas (1998). Portaria nº 0023, de 12 de Maio de 1998 –

NORMAM 07 – Norma da Autoridade Maritima para Atividade de Inspeção (p.105-109). *Diário Oficial da União* 16/6/98.

FAO, (1995). *Code of conduct for responsible fisheries*. Roma: FAO.

Grossman, G.D.; Jones, G.P. & Seaman Jr. (1997). Do artificial reefs increase regional fish production? A review of existing data. *American Fisheries Society*, 22(4): 17-23.

IBAMA (2006). Instrução Normativa nº125, de 18 de Outubro de 2006 (p.84). *Diário Oficial da União*, Seção 1, n. 203, 23/out./2006.

Munro, J.L. & Balgos M.C. (1995). *Artificial Reefs in the Philippines*. Rome: ICLARM Conf. Proc. 56p.

Polovina, J.J. (1991). Ecological considerations on the applications of artificial reefs in the management of artisanal fishery. *Trop. Coastal Area Manage* 6(1/2): 1-4. Seaman, W. & Seaman, W. Jr. (2000). *Artificial reef evaluation with application to natural marine habitats*. Florida: CRC Press.

USFWS (1997). United States Fish and Wildlife Services – Guidelines for artificial reef materials. Artificial Reef Subcommittee of the Technical Coordinating Committee Gulf States Marine Fisheries Commission - United States Fish and Wildlife Services, January, 1997.

Capítulo 2

Caracterização da ictiofauna dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na plataforma de Pernambuco, Brasil.

CARACTERIZAÇÃO DA ICTIOFAUNA DOS NAUFRÁGIOS MERCURIUS, SAVEIROS E TAURUS NA PLATAFORMA DE PERNAMBUCO – BRASIL

RESUMO

Recifes artificiais fornecem áreas superficiais para o desenvolvimento de comunidades incrustantes assim como abrigo para diferentes espécies de peixes e outros animais, além disso, disponibilizam pontos alternativos para mergulho recreativo. Visando a estudar as comunidades de peixes e as suas interações com os recifes artificiais foi elaborado o Projeto Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE). Tal projeto consistiu no afundamento e monitoramento de 3 rebocadores, com o objetivo de caracterizar e comparar a ictiofauna colonizadora dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, durante dois anos (entre julho de 2006 e julho de 2008), com a realização de 90 mergulhos. A metodologia utilizada nos mergulhos foi a do transecto, no qual 4 mergulhadores percorrem o naufrágio em aproximadamente 10 minutos, registrando o número de indivíduos de cada espécie. No total foram contabilizadas, 97 espécies distintas, pertencentes a 70 gêneros e 42 famílias. As curvas cumulativas revelaram que a partir do décimo mês de monitoramento os três naufrágios apresentavam, aproximadamente, o mesmo número de espécies. A família mais representativa no total do número de espécies foi a Labridae com nove espécies. O padrão da frequência relativa dos diferentes tipos de ocupação espacial observados foi semelhante para os três naufrágios. Houve poucas variações na composição das famílias entre os rebocadores.

ABSTRACT

Artificial reefs provide surface areas for fouling communities development as well as shelter for different fish species and other animals, in addition to provide alternative points for recreational diving. In order to study fish communities and their interactions with artificial reefs, the project "Park of Artificial Wrecks of Pernambuco (PNAPE) was elaborated. This Project consisted of sinking and

monitoring 3 tugs in order to characterize and compare the ichthyofauna colonizing the wrecks Mercurius, Saveiros and Taurus for two years (between July 2006 and July 2008), with the completion of 90 dives. The methodology used in the dives was the transect, where 4 divers explore the wreck in about 10 minutes, recording the number of individuals of each species. In total 97 different species belonging to 70 genera and 42 families were recorded. The cumulative curves showed that from the tenth month of monitoring the three wrecks had approximately the same number of species. The most representative family in the total number of species was Labridae with nine species. The pattern of relative frequency of the different types of spatial occupation observed was similar for the three wrecks. There were few changes in families composition among the tugs.

1. INTRODUÇÃO

Substratos artificiais, como naufrágios, plataformas petrolíferas, carcaças de carros, bambus e troncos, blocos de cimento ou concreto, fibra de vidro, canos de metal ou PVC e outras estruturas podem ser colonizados por organismos aquáticos. O fenômeno da 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). O substrato artificial a ser colonizado, inicialmente passa pela etapa de colonização de biofilme bacteriano, em sequência perifiton, cobertura vegetal, animais bentônicos e peixes, sempre aumentando a complexidade estrutural da comunidade (Kikushi, 1979; Ditton 1986; Athiê, 1997; Araújo and Brotto, 1997; Nunes, 2003). De acordo com Stoddart e Johannes (1978 apud Ramos, 1998), o primeiro fator que incita a atração das espécies é a estrutura física das embarcações, cuja arquitetura é frequentemente irregular, com fendas, túneis, cavernas fechadas, substratos das mais diversas texturas e angulações.

A colonização de um recife artificial se dá através do aporte de larvas ou migração de juvenis e adultos de recifes adjacentes, que tendem a colonizar sucessivamente diferentes ambientes em busca de condições ideais ou durante migrações ontogenéticas (Frédou and Ferreira, 2003). O aporte, portanto, dependerá da saúde geral do ecossistema e das populações que abrigam. A permanência dos peixes recém-chegados a um dado recife, porém, dependerá das condições ambientais, adequabilidade da estrutura como habitat, da disponibilidade de alimento e da sobrevivência a predação ou pesca (Ferreira, 2003). As migrações dos peixes para os habitats artificiais variam muito entre diferentes espécies e estágios da vida (Nakamura, 1985).

A visitação dos habitats artificiais por peixes pode ser feita muito rapidamente, demorando apenas poucas horas após introdução do habitat. A permanência destes, 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 o utilizam são alguns dos aspectos de suma importância para o estudo dessas comunidades, sendo também fundamentais para o manejo e a conservação das espécies que as integram (Ferreira, 2003).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1- Área de estudo

Os rebocadores Mercurius, Saveiros e Taurus foram afundados no dia 03 de maio de 2006, na plataforma continental do Estado de Pernambuco, encontrando-se localizados nas coordenadas $08^{\circ}04,725'S$ e $034^{\circ}44,022'W$, $08^{\circ}04,517'S$ e $034^{\circ}44,327'W$ e $08^{\circ}04,193'S$ e $034^{\circ}45,196'W$, respectivamente (Fig. 1). Os naufrágios Mercurius e Saveiros (Fig. 2), possuindo, ambos, cerca de 29 m de comprimento total, distam entre si aproximadamente 800 m e estão localizados na isóbata dos 30 m de profundidade. Já o Taurus (Fig. 2), com 24 m de comprimento total, é o menor dos três e encontra-se na isóbata de 23 m. A distância dos mesmos em relação ao porto de Recife é de 14,5 km para o Mercurius, 13,5 km para o Saveiros e 12,0 km para o Taurus.

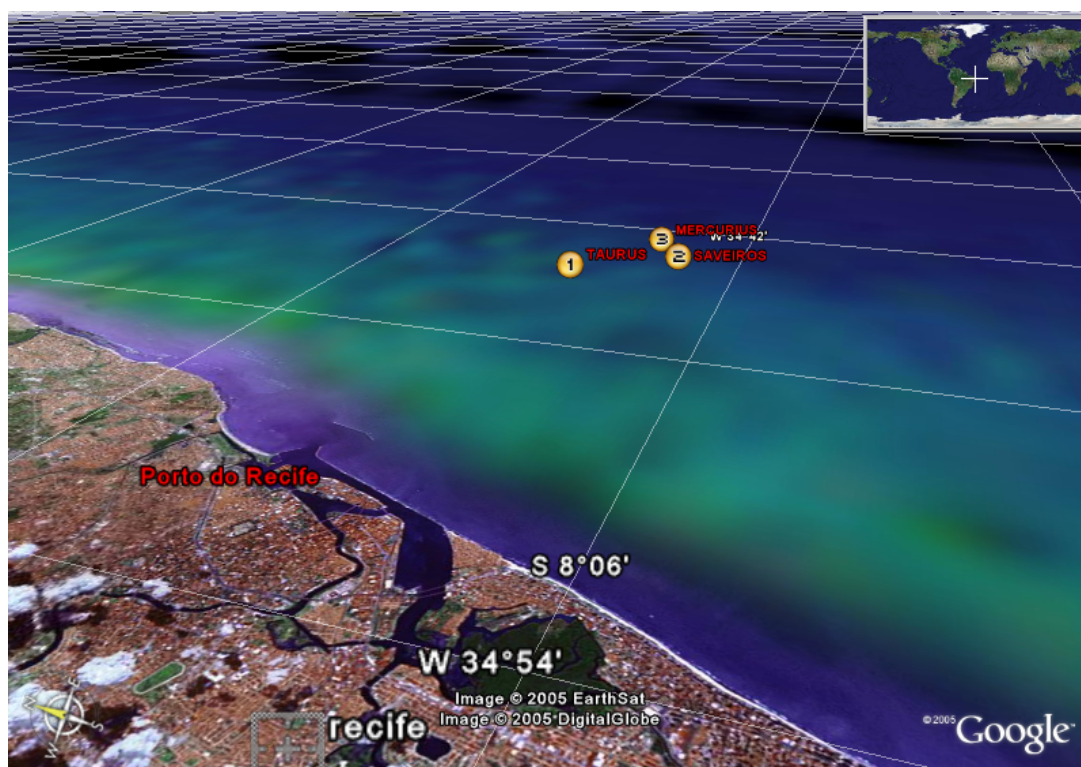


Figura 1 - Mapa com a localização geográfica dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus.



Figura 2 - Rebocadores Saveiros, Taurus e Mercurius, intencionalmente afundados na Plataforma continental do Estado de Pernambuco.

2.2- Caracterização da ictiofauna

Com o objetivo de obter dados biológicos a respeito das espécies de peixes que habitam os naufrágios, foram realizadas 24 saídas por ano, sendo duas por mês e cada uma com dois mergulhos, totalizando 48 saídas. No período em que foi desenvolvido o trabalho, entre julho de 2006 e julho de 2008, foram realizados 90 mergulhos autônomos, distribuídos igualmente no Mercurius, Saveiros e Taurus (Tabela 1). Todos os mergulhos foram diurnos com uma duração máxima de 20 minutos, e intervalos regulares entre as saídas de cerca de quinze dias, com pequenas variações a depender das condições de mar.

A metodologia utilizada nos mergulhos foi a do transecto (Buckley and Hueckel, 1989; Tessier et al., 2004), no qual 4 mergulhadores percorrem o

navrágio em aproximadamente 10 minutos, sendo divididos entre a parte inferior (próximo ao fundo) e a parte superior (casario) do navrágio, por bombordo (BB) e boreste (BE) (Fig. 3). Durante os transectos foram anotados o número de indivíduos de cada espécie. No tempo restante foi realizada uma busca intensiva de modo a contabilizar todas as espécies presentes no casario e convés do rebocador, a fim de se tentar minimizar a subestimação das espécies crípticas. Além da identificação e censo das espécies presentes na área de estudo, também foram realizadas observações quanto ao comportamento das espécies e registros fotográficos para posterior confirmação da identificação, utilizando-se para tal fim uma câmara digital da marca Sony Cybershot DSC–W5 5.0 MP e uma caixa estanque da marca Sony MPK–WA.

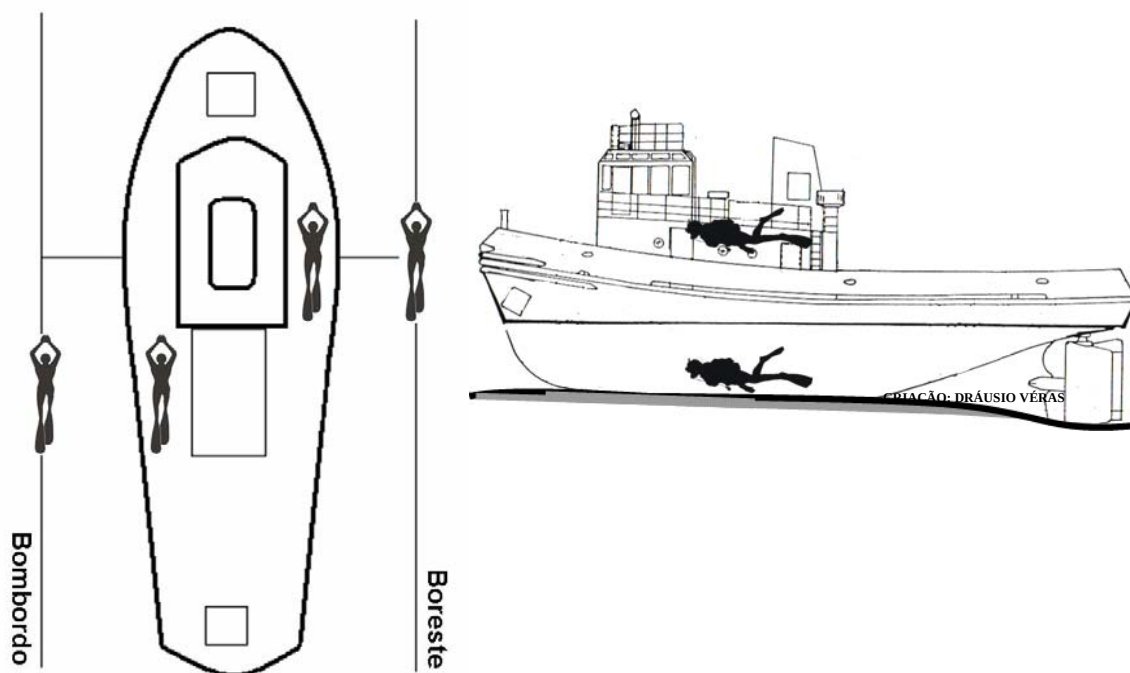


Figura 3 - Desenho esquemático da metodologia utilizada durante o mergulho de identificação das espécies de peixe.

Antes do início dos mergulhos, foram realizados seminários e grupos de estudo entre os participantes do projeto de forma a permitir uma maior clareza na

identificação das espécies e uma padronização da metodologia a ser utilizada no estudo. Com este propósito, foram utilizados guias de referência (DeLoach, 1999, Humann and DeLoach, 2002; Carvalho-Filho, 1999), além de acessos aos sites www.fishbase.org e www.brazilianreeffish.cjb.net. Os dados referentes a cada transecto (espécie e quantidade) foram anotados em pranchetas de PVC durante a realização dos mergulhos.

2.3 Índices biológicos

Para avaliar a variação de diversidade, ao longo dos dois anos de estudo, foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') e Equitabilidade de Pielou (J') (Pinto-Coelho, 2000), como segue.

Diversidade de Shannon (H')

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

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

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.

Os índices foram obtidos através do software PRIMER 6.

2.4 - Ocupação das estruturas

Levando em conta as diferentes respostas dos peixes as estruturas dos naufrágios, os mesmos foram classificados em três diferentes categorias, segundo Nakamura, 1985:

Tipo A: peixes associados ao fundo e que, conseqüentemente, são frequentemente encontrados mantendo contato físico com o recife, ocupando seus orifícios e ranhuras;

Tipo B: peixes que preferem não manter contato físico com o recife, sendo a afinidade com o mesmo mantida pela visão e audição;

Tipo C: peixes que se localizam na coluna d'água ou próximos à superfície, mantendo assim, maior distância do recife .

Para as espécies que mostram estratégias de comportamento intermediárias, foram utilizadas categorias sugeridas por Conceição (2003), como segue:

Tipo AB: peixes que habitam o interior ou permanecem nas proximidades dos recifes;

Tipo BC: espécies que predominantemente nadam na coluna d'água, mas podem esporadicamente permanecerem nas proximidades dos recifes.

2.5 - Análises estatísticas

A abundância absoluta consiste no número de ocorrências de indivíduos de uma determinada espécie; enquanto a abundância relativa corresponde à razão entre a abundância absoluta de cada espécie e a abundância total (somatório de todos os indivíduos), multiplicada por 100.

Para a análise dos índices biológicos, H' e J' , entre o primeiro e o segundo ano, para cada naufrágio, foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, devido à distribuição não normal dos dados de abundância das espécies. Para a comparação entre os valores dos índices anuais calculados para o Mercurius, Saveiros e Taurus, utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Os testes foram realizados com um intervalo de confiança de 95% e utilizando-se o software BioEstat 3.0.

2.6- Análise multivariada

Para avaliar a similaridade mensal das comunidades de peixes, ao longo do tempo, para os três naufrágios, foi feita uma ordenação não métrica multidimensional- MDS (MultiDimensional Scaling ordination)- através da utilização do coeficiente de Bray-Curtis dos dados de abundância transformados à raiz quadrada, utilizando-se o programa PRIMER 6. Foi ainda realizada uma análise de similaridade- ANOSIM- para confirmar se existiam diferenças significativas entre as comunidades dos três naufrágios em estudo.

3. RESULTADOS

No total foram contabilizadas, 97 espécies distintas, pertencentes a 70 gêneros e 42 famílias. No caso do Mercurius foram observadas 80 espécies pertencentes a 62 gêneros e 38 famílias; para o Saveiros, 71 espécies em 54 gêneros e 36 famílias; e para o Taurus, o menor naufrágio, verificaram-se 80 espécies distribuídas em 56 gêneros e 35 famílias (Anexo 1).

Segundo a Instrução Normativa nº 5 de 21 de maio de 2004 do Ministerio do Meio Ambiente (MMA, 2004), das 97 espécies descritas no presente estudo, podemos destacar algumas espécies como ameaçadas de extinção (*Grama brasiliensis*, *Ginglymostoma cirratum* e *Elacatinus figaro*) e espécies sobreexploradas (*Lutjanus analis*, *Mycteroperca bonaci* e *Ocyurus chrysurus*).

Relativamente às curvas cumulativas de cada naufrágio, observou-se que a partir do décimo mês de monitoramento os três naufrágios apresentavam, aproximadamente, o mesmo número de espécies, com 66 para o Taurus, 68 para o Saveiros e 69 para o Mercurius. Durante o segundo ano do estudo, o acréscimo de espécies foi maior para o Taurus, com 12 espécies, seguido do Mercurius com 10 espécies e do Saveiros, por último, com um aumento de apenas três espécies nos últimos doze meses (Fig. 4). Do primeiro para o segundo ano, não se verificaram alterações notáveis na distribuição das famílias mais especiosas nos naufrágios, tendo sido adicionadas, no decorrer de um ano, apenas quatro

espécies da família Carangidae, duas da família Serranidae e uma para Haemulidae e Pomacentridae.

Tabela 1- Distribuição mensal dos mergulhos realizados entre julho de 2006 e julho de 2008, nos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, na Costa do Estado de Pernambuco.

	MERCURIUS	SAVEIROS	TAURUS	
2006	Jul	Jul	Set	
	Ago	Ago	Nov	
	Set	Set	Dez	
	Out	Out		
	Nov	Nov		
	Dez	Dez		
2007	Jan	Jan	Jan	
	Fev	Fev	Fev	
	Mar	Mar	Mar	
	Mai	Abr	Abr	
	Jul	Mai	Mai	
	Set	Set	Jul	
	Out	Nov	Set	
	Nov	Dez	Out	
			Nov	
			Dez	
2008	Jan	Jan	Jan	
	Fev	Fev	Fev	
	Mar	Mar	Mar	
	Abr	Abr	Abr	
	Mai	Mai	Mai	
	Jun	Jul	Jun	
	Jul			
Número de mergulhos	30	30	30	Total=90

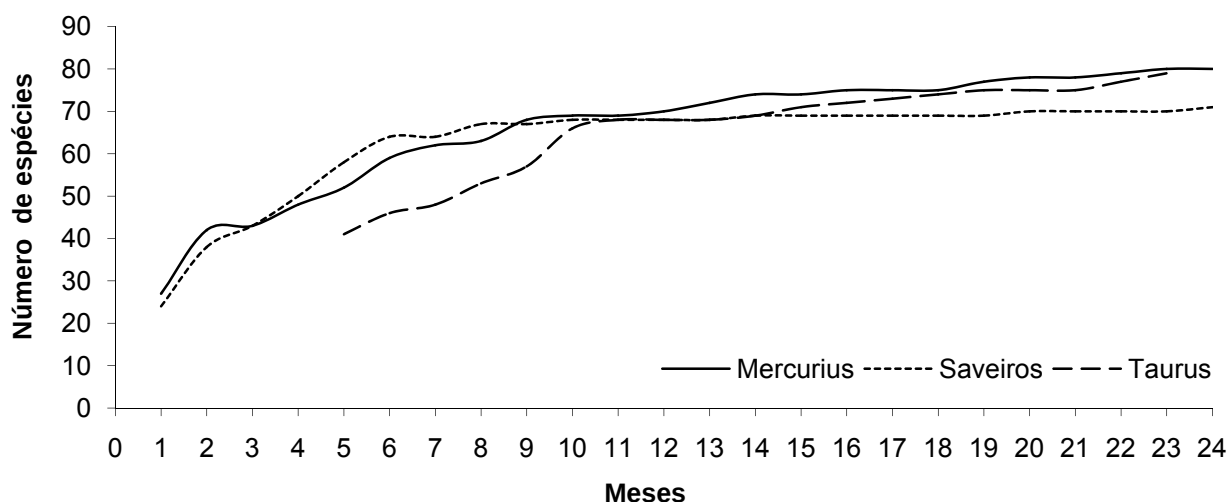


Figura 4 - Curva acumulativa de espécies observadas nos três rebocadores estudados, Mercurius, Saveiros e Taurus.

As famílias mais representativas no total do número de espécies foram: Labridae, como a mais especiosa, com nove espécies; seguida de Serranidae e Carangidae, ambas com oito espécies; Haemulidae e Pomacentridae com seis espécies; e Lutjanidae e Scaridae com cinco espécies (Fig. 5). As famílias Haemulidae, Pomacentridae, Scaridae e Labridae mostraram o mesmo padrão para os dois naufrágios mais profundos, Mercurius e Saveiros, diferindo do Taurus, com todas elas, excepto a última, apresentando um maior número de espécies no naufrágio mais raso. As famílias Serranidae e Carangidae obtiveram números diferentes nos três naufrágios, apresentando o Mercurius maior número de serranídeos e o Taurus o maior número de carangídeos. Todas as espécies de lutjanídeos estiveram presentes no Mercurius e Taurus, com apenas quatro espécies tendo sido registradas no Saveiros.

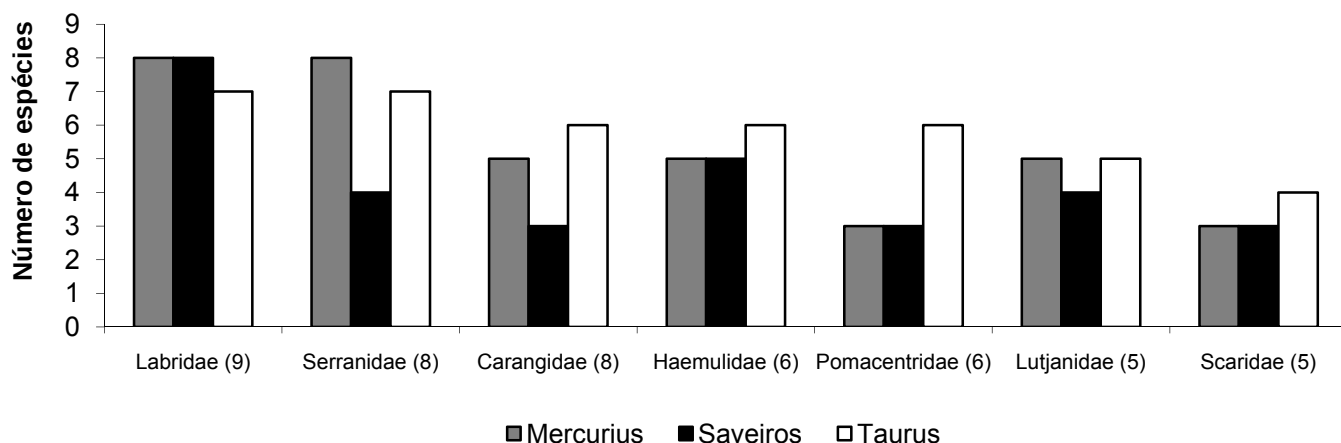


Figura 5- Famílias mais representativas quanto ao número de espécies nos três naufrágios estudados, Mercurius, Saveiros e Taurus. Números em parenteses indicam o número de espécies por família.

A maior abundância absoluta foi observada para o Saveiros com mais de 40.000 indivíduos representando relativamente 51,2% do total, seguida pelo Mercurius, com 21.789, correspondendo a 27,1%, e por fim o Taurus, com 17.493, indicando 21,7% da abundância (Fig. 6).

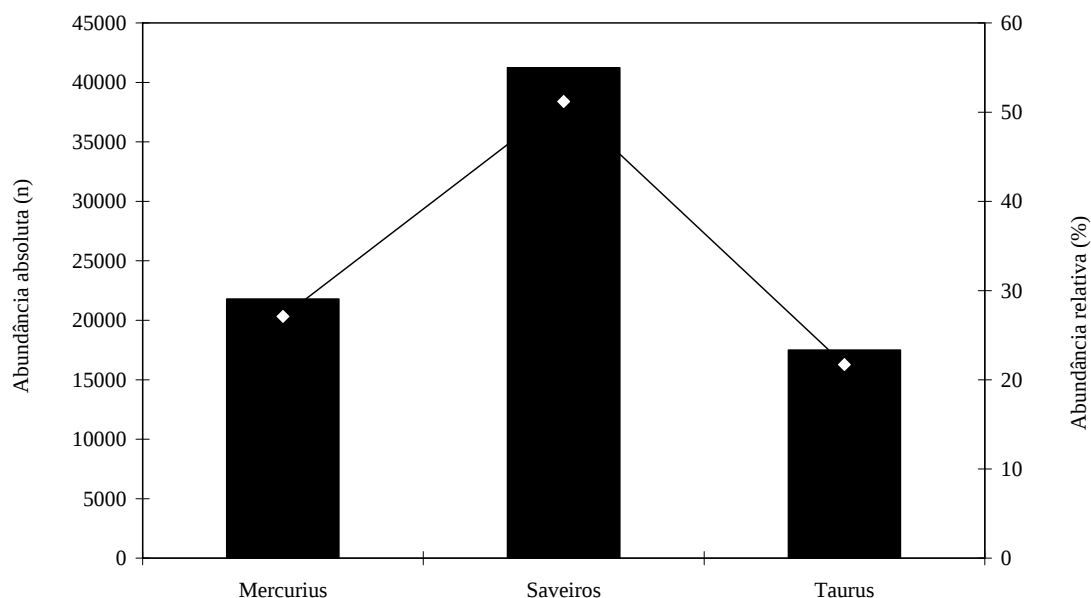


Figura 6- Valores de abundância absoluta e relativa expressos para os três naufrágios estudados.

Das 97 espécies registradas em dois anos de amostragem, 59 foram comuns aos três naufrágios (61 %), sete espécies comuns foram encontradas no Mercurius e Saveiros e Mercurius e Taurus (7,2%) e apenas duas espécies entre o Saveiros e Taurus (2,1%). Para o Taurus foram registradas doze espécies exclusivas (12,4%), seguido pelo Mercurius com sete espécies (7,2%) e Saveiros com apenas três espécies exclusivas (3,1%) (Fig. 7).

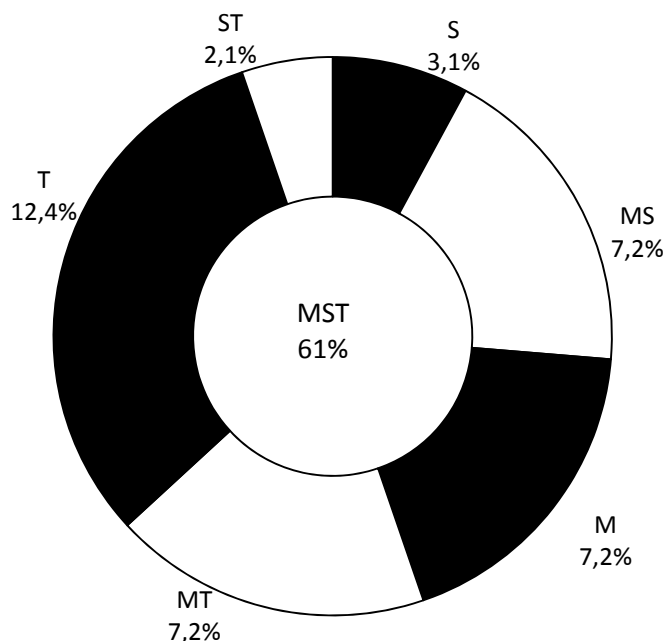


Figura 7- Percentagem do número de espécies encontradas nos três naufrágios estudados: Mercurius (M), Saveiros (S) e Taurus (T).

Os três naufrágios apresentaram um decréscimo quanto à sua diversidade biológica, e equitabilidade, do primeiro para o segundo ano, estando o último ano associado a maiores variações dos mesmos (Fig. 8). O Mercurius e Saveiros apresentaram os maiores valores para o primeiro ano do estudo (diversidade de Shannon de 2,91 e 2,93 e equitabilidade de Pielou de 0,83 e 0,84, respectivamente) do que o Taurus, com uma diversidade de 2,67 e equitabilidade de 0,77. No segundo ano o Saveiros apresentou os maiores índices, diversidade de 2,47 e equitabilidade de 0,78, do que os outros dois naufrágios com valores de Shannon variando entre 2,28 e 2,29 e a equitabilidade de Pielou entre os 0,70 e 0,71.

Ainda relativamente à comparação, pelo teste de Mann-Whitney, entre o primeiro e o segundo ano para cada naufrágio, verificou-se que o Mercurius, o Saveiros e o Taurus apresentaram diferença significativa para a diversidade de Shannon enquanto que para a equitabilidade apenas o Saveiros não apresentou diferença inter-anual (Tabela 2). Na comparação dos valores dos índices biológicos entre os três naufrágios para o mesmo ano, através do teste de Kruskal-Wallis, verificou-se que apenas houve diferença significativa para a equitabilidade no primeiro ano do estudo ($H=10.95$, $p<0.05$), sendo esta verificada entre o Mercurius e Taurus e entre o Saveiros e Taurus. A diversidade de Shannon, durante os dois anos, não apresentou diferenças entre os três naufrágios (Tabela 3).

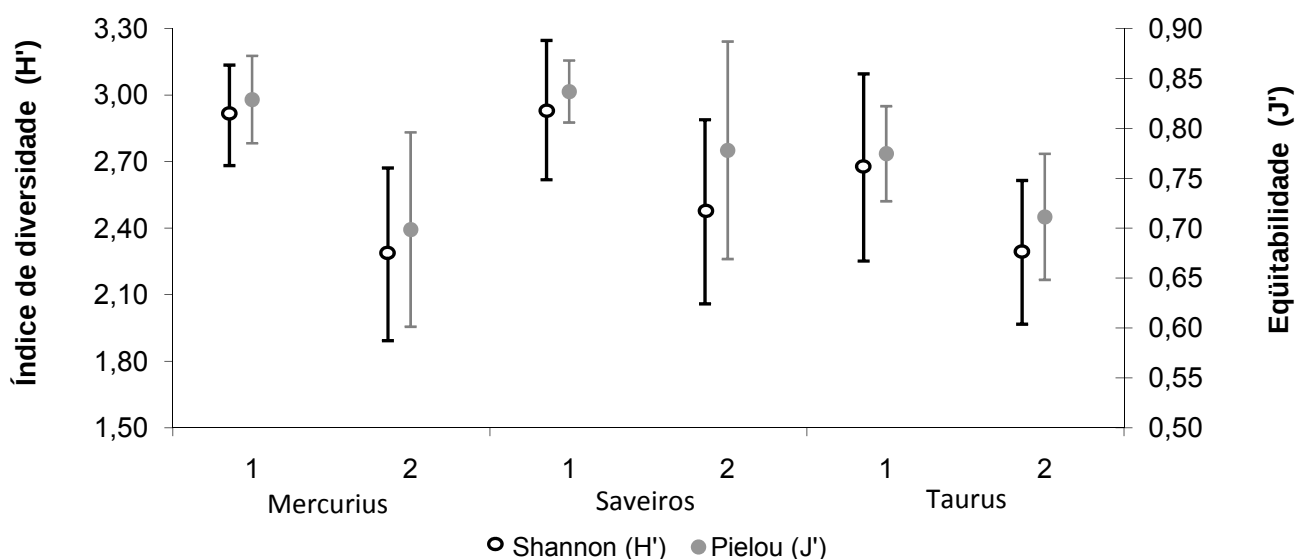


Figura 8 - Valores médios do Índice de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J') para os três naufrágios, Mercurius, Saveiros e Taurus, no primeiro e segundo ano de estudo.

Tabela 2 - Resultados do Teste de Mann-Whitney no Índice de diversidade de Shannon (H') e Equitabilidade de Pielou (J'), entre o primeiro e segundo ano, para o Mercurius, Saveiros e Taurus.

		Diversidade de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J')
Mercurius 1/ Mercurius 2	U	11	10
	p	> 0.05*	> 0.05*
Saveiros 1/ Saveiros 2	U	16	24
	p	> 0.05*	0.05
Taurus 1/ Taurus 2	U	14	20
	p	> 0.05*	> 0.05*

*diferença significativa

Tabela 3- Resultados do Teste de Kruskal-Wallis, o Mercurius, Saveiros e Taurus, para o primeiro e segundo ano.

		Diversidade de Shannon (H')	Equitabilidade de Pielou (J')
1º ano -Mercurius, Saveiros, Taurus	H	2.88	10.95
	p	0.237	> 0.05*
2º ano -Mercurius, Saveiros, Taurus	H	3.02	5.97
	p	0.221	0.051

*diferença significativa

A frequência relativa dos diferentes tipos de ocupação espacial observados foi semelhante para os três naufrágios (Fig. 9). As espécies mais frequentes foram aquelas que permaneceram próximas ao fundo, ligadas diretamente aos naufrágios (Tipo A), com valores entre os 40 e 49%, seguidas das espécies que habitam o interior ou as proximidades dos naufrágios (Tipo AB) que variaram entre 22 e 25%. As espécies que nadam na coluna d'água, podendo permanecer nas proximidades dos naufrágios (Tipo BC), mostraram valores que variaram entre 18% para o Mercurius e 11% para o Taurus, com 13% para o Saveiros, enquanto que as espécies que não mantêm contato direto com os naufrágios

(Tipo B) obtiveram valores semelhantes nos três naufrágios, com uma frequência relativa de 12%. A menor frequência foi observada para as espécies que nadam próximo à superfície e que mantêm uma maior distância dos naufrágios (Tipo C), com valores iguais a 7% para o Mercurius, 5% para o Taurus e 4% para o Saveiros.

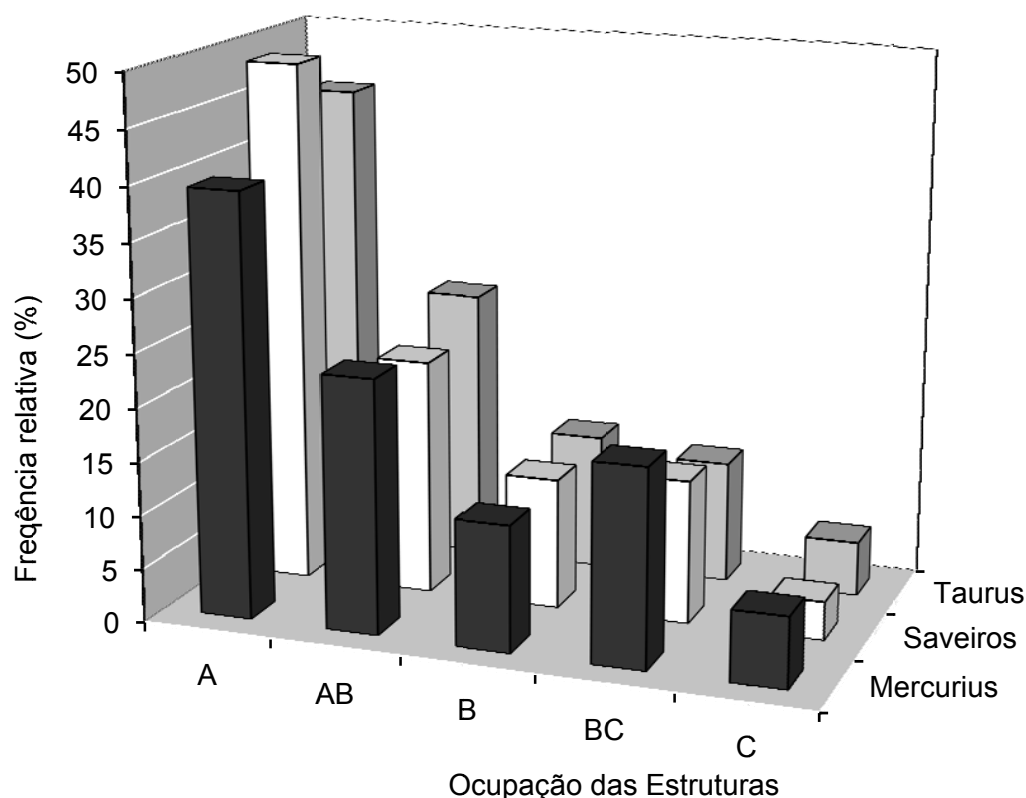


Figura 9- Frequência relativa dos diferentes tipos de ocupação espacial das estruturas nos três naufrágios estudados.

Através da análise de MDS bi-dimensional para os mergulhos durante os dois anos de estudo nos três naufrágios diferentes (Fig. 10), foi possível observar que apesar das comunidades ictiofaunísticas se sobreporem na sua maioria, os naufrágios apresentaram diferença significativa quanto à sua composição ($R=0.122$, $p<0.05$).

2D stress: 0,2

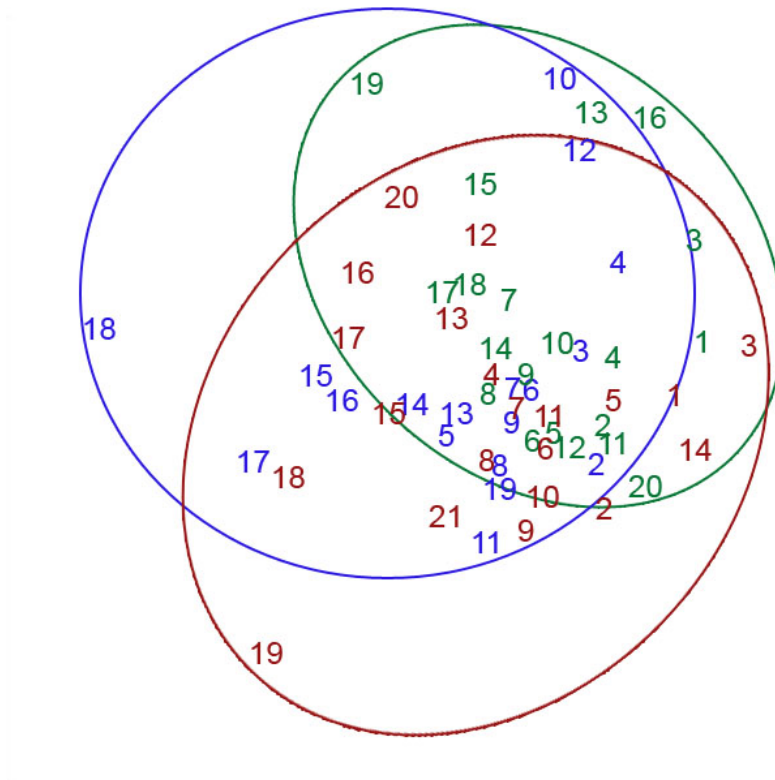


Figura 10- MDS bidimensional representando os meses de estudo (números) para os três naufrágios: Mercurius (vermelho), Saveiros (verde) e Taurus (azul).

4. DISCUSSÃO

O aparecimento de espécies ameaçadas e sobreexploradas nos naufrágios reforça os benefícios socioeconômicos e ambientais decorrentes do assentamento de habitats artificiais citados por Seaman and Sprague, 1991; Bombace, 1996; e Seaman, 2000, relativos, principalmente, à conservação da biodiversidade marinha.

A curva acumulativa para as espécies que colonizaram os três naufrágios através dos meses, mostrou um padrão semelhante entre os mesmos, sendo possível observar uma estabilidade em todos os casos em torno do décimo mês, semelhante ao ocorrido em estudo realizado por Athiê (1999), mostrando que no período de sete meses a colonização das estruturas artificiais ainda não haviam alcançado um equilíbrio. A estabilização no aumento do número de espécies, até ao final do primeiro ano, já foi observado em diversos ambientes artificiais tropicais (Randall, 1963; Golani and Diamant, 1999; Jardeweski and Almeida, 2005).

Os três naufrágios apresentaram as 10 famílias recifais que podem ser encontradas em qualquer recife, independentemente da sua riqueza em termos de espécies de coral ou localização biogeográfica, sendo estas Acanthuridae, Apogonidae, Blenniidae, Carangidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labridae, Mullidae, Pomacentridae e Scaridae. Estes resultados apóiam a hipótese de que recifes artificiais podem agrupar de forma semelhante a recifes naturais, possibilitando a presença de famílias tipicamente recifais pertencentes a diferentes categorias tróficas e espaciais (Wilkinson, 2000).

As famílias mais especiosas encontradas durante este estudo são comparáveis com as encontradas em vários estudos na costa brasileira, tais como: Porto de Galinhas- PE (Engmann, 2006); Tamandaré- PE (Ferreira et al., 1995; Ferreira and Cava, 2001); nordeste do Brasil (Feitoza et al., 2005) e Arraial do Cabo- RJ (Ferreira et al., 2001). Estudos no Caribe (McKenna et al., 1997; Fariña et al., 2005; Arena et al., 2007) observaram, também de forma semelhante a este estudo, que as famílias mais representadas quanto ao número de espécies foram a

Serranidae, Labridae, Pomacentridae, Lutjanidae, Haemulidae e Scaridae. Já as famílias Carangidae, Pomacentridae e Scaridae, foram citadas por Floter (2001) e Pinheiro (2005) como as mais representativas no sudoeste do oceano Atlântico.

Os valores médios dos índices biológicos obtidos para os três naufrágios, durante o primeiro ano, e que se mostravam superiores aos resultados obtidos em outros locais da costa nordeste do Brasil (p.ex Porto de Galinhas, PE (Engmann, 2006) e Maragogi, AL (Feitosa, 2005)), tiveram um decréscimo no segundo ano deste estudo. Interessantemente, os dois naufrágios que tiveram o maior aumento no número de espécies, Taurus e Mercurius, foram os que obtiveram os menores valores médios para os índices, sendo o Saveiros, com o acréscimo de apenas três espécies no espaço de um ano, o que apresentou os valores médios mais elevados, tanto para a diversidade como para a equitabilidade. Tais resultados indicam, tal como apontado por Coxey (2008) no estudo do primeiro ano deste monitoramento, a existência de processos naturais de regulação das comunidades dos naufrágios, onde segundo Bruckland et al. (2005) pressupõe, haja um estado estacionário, que por exemplo corresponde a capacidade de carga, ou um sistema predador-presa em equilíbrio.

Houve poucas variações na composição das famílias entre os rebocadores, com a presença de algumas apenas em determinado naufrágio, como: Antennaridae (*Antennarius multiocellatus*); Scorpenidae (*Scorpaena plumieri*) para Saveiros, Blenniidae (*Ophioblennius trinitatis*); Clupeidae (*Opisthonema oglinum*); Echeneidae (*Echeneis naucrates*) no Mercurius; e, por fim, Grammatidae (*Gramma brasiliensis*), no Taurus. A presença desta última espécie no naufrágio Taurus pode estar relacionada com a profundidade (24 m) em que o mesmo se encontra em relação aos demais (Saveiros e Mercurius: 30 m), uma vez que essas espécies têm preferências por locais mais rasos (Humann and De Loach, 2002).

A maior abundância (número de indivíduos) em todos os naufrágios foi exibida pela família Haemulidae com a espécie *Haemulon aurolineatum*, seguida por *H. squamipinna* e por último *H. parra*, formando cardumes com centenas e mesmo milhares de exemplares. Em regiões tropicais é comum a família Haemulidae ser apontada como a mais significativa em termos do número de

indivíduos. Em levantamento realizado na América Central, Sedberry e Carter (1993) observaram que todas as espécies dominantes pertenciam à família Haemulidae. Já Randall (1963), em estudo realizado no Caribe, constatou que a espécie dominante foi a *Haemulon aurolineatum*. Floeter et al. (2001), por sua vez, concluíram que os haemulídeos são mais abundantes na região nordeste do que na região sudeste do Brasil, salientando que a temperatura da água é um fator de restrição importante na distribuição desta família.

A abundância absoluta expressa no presente trabalho, foi de 80.509 indivíduos para os três naufrágios estudados. Este valor foi superior ao encontrado por Spieler (2002) em observações em recifes artificiais e naturais, com 59.467 indivíduos, e também em trabalho realizado por Brotto et al. (2006), na Flórida, com 3.481 espécimens, em estruturas de *reef balls*. Essa elevada abundância foi, em quase sua totalidade, resultante do grande número de indivíduos da família Haemulidae, situação normalmente encontrada em ambientes recifais de todo o Mundo. Segundo Humann and Deloach (2002), a família Haemulidae compõe comumente uma grande parte da biomassa íctica de ambientes recifais do Caribe, costa da Flórida, e da costa Brasileira. Segundo Silva (2006), a família Haemulidae se encontra atrás apenas da família Pomacentridae, no que se refere ao número de indivíduos avistados no ambiente recifal de Porto de Galinhas.

Foi registrada a presença de indivíduos juvenis (e.g. *Cephalopholis fulva*) e subadultos (e.g. *Lutjanus jocu*) durante os mergulhos de observação, enfatizando a importância desses naufrágios para a formação de uma nova comunidade recifal. O recrutamento de jovens, além de fornecer alimento para espécies maiores, permite que os sobreviventes da seleção natural, cresçam e formem um estoque próprio para aquele determinado recife artificial (Chua and Chou, 1994 *apud* Conceição, 2003).

A maioria das espécies observadas se encontravam associadas ao fundo e que mantêm contato físico com o recife, ocupando seus orifícios e ranhuras (enquadradas no Tipo A), o que reforça a idéia de que a inserção de um substrato artificial em um ambiente com baixa densidade e diversidade íctica pode propiciar

a junção de espécies marinhas que estão intimamente associadas à presença de fundos consolidados, utilizados como habitats para diversas fases de seus ciclos de vida (Witman and Dayton, 2001). O fato do Tipo C, constituído pelas espécies pelágicas, haver sido a categoria com o menor número de espécies observadas, conforme explicado por Buckley and Hueckel (1985), é provavelmente decorrente das mesmas viverem próximas a superfície, acima da linha do naufrágio, sendo, dessa forma, mais difícil a sua observação e contagem.

5- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Araújo, F. G and Brotto, D. S. 1997. Uso de estruturas artificiais como habitat por organismos marinhos. RESUMOS: VII Congresso Latino Americano sobre Ciências do Mar. Santos-SP. p.46.

Arena, P. T.; L. Jordan, K. B. and Spieler, R. E. 2007. Fish assemblages on sunken vessels and natural reefs in southeast Florida, USA. *Hydrobiologia* (580).

Athiê, A. A. R. 1999. Colonização de peixes em recifes artificiais na enseada do Saco Grande, canal de São Sebastião, litoral norte do estado de São Paulo. *Informativo CIRM*, 11(1):14.

Athiê, A. A. R. 1997. Recifes artificiais: Ciência e tecnologia emergente no Brasil. RESUMOS: VII Congresso Latino Americano sobre Ciências do Mar. Santos-SP. p. 54.

Bombace, G. 1996. Protection of biological habitats by artificial reefs. *Proceedings of the 1st Conference of the European Artificial Reef Research Network*, Ancona, Italy, p.1-15.

Brotto, D. S.; Krohling, K. and Zalmon, I. R. 2006. 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

Bruckland, S.T.; Magurran, A. E.; Green, R. E. and Fewster, R. M. 2005. Monitoring change in biodiversity through composite indices. *Phil. Trans. R. Soc. B*. 360, 243–254

Buckley, R. M. and G. J. Hueckel. 1989. Analysis of visual transects for fish assessment on artificial reefs. *Bulletin of Marine Science* 44(2): 893-898.

Carvalho-Filho, A. 1999. Peixes da Costa Brasileira. São Paulo (SP), Melro, Ltda.

Conceição, R. N. L. 2003. Ecologia de peixes em recifes artificiais de pneus instalados na costa do estado do Ceará. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. PhD: 99.

Coxey, M. S. 2008. Biological Diversity and Community Structure in Vessel Reefs in the Coast of Recife (PE) - Brazil. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Faro, Universidade do Algarve. Master: 138.

DeLoach, N. 1999. Reef fish behavior: Florida, Caribbean, Bahamas. Jacksonville, FL.

Ditton, C. 1986. Biological processes and ecological development on an artificial reef in Puget Sound, Washington. Bulletin of Marine Sciences, 37(1):50-69.

Engmann, A. 2006. Padrões de Distribuição da Ictiofauna Recifas da Praia de Porto de Galinhas (PE) e Avaliação da Influência do Turismo e da Pesca. Departamento de Oceanografia. Recife, Universidade Federal de Pernambuco. Master: 72.

Fariña, A.; Bellorín, A.; Sant, S. and Méndez, E. 2005. Structure of the fish community at a reef in Los Monjes Archipelago, Venezuela. Ciencias Marinas 31(3): 585-591.

Feitosa, C. V. 2005. Influência do turismo sobre a ictiofauna recifal das Galés de Maragogi (AL) e Parrachos de Maracajaú (RN). Departamento de Oceanografia. Recife, Universidade Federal de Pernambuco. Master: 88.

Feitoza, B. M.; Rosa, R. S. and Rocha, L. A. 2005. Ecology and zoogeography of deep-reef fishes in Northeastern Brazil. Bulletin of Marine Science 76(3): 725-742.

Ferreira, B. P. 2003. Recifes Artificiais x Naturais: Relações de Uso e Conflitos. Resumos do I SBMUFF, Niterói, RJ. Novembro de 2003.

Ferreira, C. E. L.; Gonçalves, J. E. A. and Coutinho, R. 2001. Community structure of fishes and habitat complexity on a tropical rocky shore. Environmental Biology of Fishes 61: 353-369.

Ferreira, B. P. and Cava, F. 2001. Ictiofauna marinha da APA Costa dos Corais: Lista de espécies através de levantamento da pesca e observações subaquáticas. Bol. Técn. Cient. CEPENE 9(1): 167-180.

Ferreira, B. P.; Maida, M. and Souza, A. E. T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré - PE. Bol. Técn. Cient. CEPENE 3(1): 213- 230.

Floeter, S. R.; Guimarães, R. Z. P.; Rocha, L. A.; Ferreira, C. E. L.; Rangel, C. A. and Gasparini, J. L. 2001. Geographic variation in reef-fish assemblages along the Brazilian coast. *Global Ecology & Biogeography* 10: 423-431.

Frédou, T. and Ferreira, B. P. 2003 Bathymetric trends of Northeastern Brazilian snappers (Pisces, Lutjanidae): Implications for the reef fishery dynamic. *Rev. Brasil. Ocean.* (no prelo)

Golani, D. and Diamant, A. 1999. Fish colonization of an artificial reef in the Gulf of Elat, northern Red Sea. *Environmental Biology of Fishes* 54: 275-282.

Humann, P. and DeLoach, N. 2002. Reef Fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas. 3rd ed. Jacksonville, FL, New World Publications, Inc.

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

Kikushi, K. and IWATE-KEN, T. C. 1979. Paper presented at the first international meeting on the creation of aquaculture Grounds. Japan Fishery Agency, 215-295.

McKenna Jr, J. E. 1997. Influence of Physical Disturbance on the Structure of Coral Reef Fish Assemblages in the Dry Tortugas. *Caribbean Journal of Science* 33(1-2): 82-97.

Nakamura, M. 1985. Evolution of artificial fishing reef concepts in Japan. *Bulletin of Marine Science* 37(1): 271-278.

Nunes, J. L. S. 2003. Colonização da meiofauna em ambiente algal e mimético do infralitoral da Ilha de Cabo Frio, Arraial do Cabo-RJ, Brasil. Dissertação (mestrado). UFPE. Recife-PE, 88p.

Pinheiro, P. C. 2005. Ictiofauna do Arquipélago de Currais (Paraná-Brasil): Complexidade estrutural dos costões rochosos e análise comparativa com um módulo recifal artificial São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. Phd: 99.

Randall, J. E. 1963. An analysis of the fish populations of artificial and natural reefs in the Virgin Islands. *Caribbean Journal of Science* 3(1): 31-47.

Ricklefs, R.E. 1995. A economia da natureza. 3ª ed, Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 446p.

Seaman, W. 2000. Artificial Reef Evaluation with Application to Natural Marine Habitats, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA, 246p.

Seaman, W. and Sprague, L.M. 1991. Artificial Habitats for Marine and Freshwater Fisheries. Academic Press, San Diego, 285p.

Sedberry, G. R. and Carter, J. 1993. The Fish Community of a Shallow Tropical Lagoon in Belize, Central America. *Estuaries* 16(2): 196-215.

Silva, A. I. O. 2006. Ictiofauna Recifal da Praia de Porto de Galinhas - Pernambuco - Brasil. Monografia (Bacharelado) - Curso de Engenharia de Pesca, Departamento de Campus VIII, Universidade do Estado da Bahia, Paulo Afonso-BA.

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

Stoddart, D. R. and Johannes, R. E. 1978. Coral reefs: Research methods. Monogr. Oceanogr. Methodol. No. 5. UNESCO, Paris. xv + 581 p.

Tessier, E.; Chabaneta, P.; Pothina, K.; Soriae, M.; Lasserre, G. 2004. Visual censuses of tropical fish aggregations on artificial reefs: slate versus video recording techniques. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 315: 17– 30.

Wilkinson, C. 2000. Status of coral reefs of the World: 2000. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science and the global coral reef monitoring network, 363 p.

Witman, J.D. and Dayton, P.K. 2001. Rocky Subtidal Communities. In: BERTNESS, M.D.; S.D. GAINES; M.E. HAY (Eds.). Marine Community Ecology. Massachusetts: Sunderland. p. 339-361. In: SEAP, 2003. Recifes Artificiais: Texto básico de nivelamento técnico sobre recifes artificiais marinhos. Brasília, DF.

ANEXO

Anexo 1 - Composição das espécies, gêneros e famílias encontradas nos naufrágios estudados. Presença (1) e Ausência (0).

		Naufrágios		
Família	Espécie	Mercurius	Saveiros	Taurus
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	1	1	1
	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	1	1	1
	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	1	1	1
Antennariidae	<i>Antennarius multiocellatus</i> (Valenciennes, 1837)	0	1	0
Apogonidae	<i>Apogon americanus</i> Castelnau, 1855	0	1	1
Balistidae	<i>Balistes vetula</i> Linnaeus, 1758	1	1	1
Bleniidae	<i>Hypsoblennius invemar</i> (Smith-Vaniz & Acero, 1980)	0	0	1
	<i>Ophioblennius trinitatis</i> (Miranda-Ribeiro, 1919)	1	0	0
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	1	1	1
	<i>Carangoides crysos</i> (Mitchill, 1815)	1	1	1
	<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus, 1766)	0	0	1
	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	0	0	1
	<i>Decapterus macarellus</i> (Cuvier, 1833)	1	1	1
	<i>Elagatis bipinnulata</i> (Quoy & Gaimard, 1825)	1	0	0
	<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0
	<i>Trachinotus goodei</i> (Jordan & Evermann, 1896)	0	0	1
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	1	1	1
Cirrhitidae	<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray, 1927)	1	1	1
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	1	0	0
Dasyatidae	<i>Dasyatis americana</i> Hildebrand & Schroeder, 1928	1	1	1
Diodontidae	<i>Diodon holocanthus</i> Linnaeus, 1758	1	1	1
	<i>Diodon hystrix</i> Linnaeus, 1758	1	1	0
Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i> (Linnaeus, 1758)	1	0	0
Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	1	1	1
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	1	1	1
Gobiidae	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863	1	1	1
	<i>Elacatinus figaro</i> Sazima, Moura & Rosa, 1997	1	1	1
	<i>Gnatholepis thompsoni</i> Jordan, 1902	1	1	0
Grammatidae	<i>Gramma brasiliensis</i> Sazima, Gasparini & Moura, 1998	0	0	1
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	1	1	1
	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	1	1	1
	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacepède, 1801)	1	1	1
	<i>Haemulon squamipinna</i> Rocha & Rosa, 1999	1	1	1
	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	0	0	1
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	1	1	1
	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	1	1	1
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1

Anexo 1 - Composição das espécies, gêneros e famílias encontradas nos naufrágios estudados. Presença (1) e Ausência (0), (cont.).

Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Clepticus brasiliensis</i> Heiser, Moura & Robertson, 2000	1	0	0
	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	1	1	1
	<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	1	1	1
	<i>Halichoeres dimidiatus</i> (Agassiz, 1831)	1	1	1
	<i>Halichoeres penrosei</i> Starks, 1931	1	1	1
	<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	1	1	1
	<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)	1	1	1
	<i>Xyrichthys splendens</i> Castenal, 1855	0	1	0
Lutjanidae	<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	1	1	1
	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828)	1	1	1
	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	0	1
	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	1	1	1
Malacanthidae	<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1786)	1	1	1
Monacanthidae	<i>Aluterus monoceros</i> (Ranzani, 1842)	1	1	0
	<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	0	0	1
	<i>Cantherhines pullus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	1	1	1
	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	1	1	1
Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> Ranzani, 1839	1	1	1
	<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnau, 1855)	1	1	1
Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen, 1790)	1	1	0
Opistognathidae	<i>Opistognathus aurifrons</i> (Jordan & Thompson, 1905)	0	1	1
Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonus</i> (Poey, 1876)	1	0	1
Pempheridae	<i>Pempheris schomburgkii</i> Müller & Troschel, 1848	1	1	1
Pomacanthidae	<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	1	1	1
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	1	1	1
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Chromis jubauna</i> Moura, 1995	0	0	1
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	1	1	1
	<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	0	0	1
	<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	1	1	1
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	0	0	1
Ptereleotridae	<i>Ptereleotris randalli</i> Gasparini, Rocha & Floeter, 2001	1	1	1
Rachycentridae	<i>Rachycentron canadum</i> (Linnaeus, 1766)	1	1	0
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i> Valenciennes, 1840	0	0	1
	<i>Scarus zelindae</i> Moura, Figueiredo & Sazima, 2001	1	0	1
	<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	1	1	1
	<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	1	1	1
	<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1840)	0	1	0
Sciaenidae	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	1	1	1
	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	1	1

Anexo 1 - Composição das espécies, gêneros e famílias encontradas nos naufrágios estudados. Presença (1) e Ausência (0), (cont.).

Scombridae	<i>Scomberomorus regalis</i> (Bloch, 1793)	1	1	1
Scorpaenidae	<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch, 1789	1	1	0
Serranidae	<i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	1	1	1
	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1
	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	1	1	1
	<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein, 1822)	1	0	1
	<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	1	0	1
	<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1	1	1
	<i>Paranthias furcifer</i> (Valenciennes, 1828)	1	0	0
	<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1899)	1	0	1
Sparidae	<i>Calamus pennatula</i> Guichenot, 1868	1	1	0
Sphyraenidae	<i>Sphyraena barracuda</i> (Edwards, 1771)	1	0	1
	<i>Sphyraena picudilla</i> Poey, 1860	0	0	1
Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i> (Spix, 1829)	1	1	1
Tetraodontidae	<i>Canthigaster figueiredoi</i> Moura & Castro, 2002	1	1	1
Total de espécies	97	80	71	80

Capítulo 3

Estrutura trófica e comportamento de simbiose alimentar de peixes recifais em três naufrágios na costa de Pernambuco, Brasil.

ESTRUTURA TRÓFICA E COMPORTAMENTO DE SIMBIOSE ALIMENTAR DE PEIXES RECIFAIS EM TRÊS NAUFRÁGIOS NA COSTA DE PERNAMBUCO, BRASIL.

RESUMO

Com o intuito de estudar e caracterizar as comunidades de peixes, seus comportamentos e sua colonização nos naufrágios artificiais, foi criado o projeto Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco (PNAPE). O projeto consistiu no monitoramento de três rebocadores (Taurus, Mercurius e Saveiros) afundados no dia 03 de maio de 2006. O presente trabalho tem como objetivo descrever a estrutura trófica e os comportamentos de simbiose (limpeza e seguidor) observados nos naufrágios. O monitoramento foi realizado através de mergulho autônomo (1350 h), utilizando-se o censo visual pelo método do transecto (90 censos). O recrutamento que ocorreu na estrutura afundada findou por proporcionar o surgimento de associações forrageiras, as quais elevam a eficiência alimentar das espécies envolvidas. Muitas espécies alimentaram-se removendo ectoparasitas de outros peixes essas espécies foram classificadas como limpadores e realizaram uma espécie de simbiose. A limpeza ocorreu em locais chamados de estações de limpeza, nesse local os clientes com frequência adotaram posições características. Foram registradas cinco espécies de limpadores e oito de clientes realizando atividade de limpeza nos naufrágios e proximidades. Em relação ao comportamento de seguidor, duas espécies demonstraram serem nucleares e seis seguidoras. Contudo, a julgar pela composição trófica e interações alimentares observadas, os naufrágios parecem funcionar ecologicamente de forma muito parecida com os recifes naturais, pelo menos para as espécies e relações tróficas aqui observadas.

ABSTRACT

In order to study and characterize the fish communities, their behavior and colonization in artificial wrecks, the project “Park of the Artificial Wrecks of Pernambuco” (PNAPE) was created. The project consisted of monitoring three tugs (Taurus, Mercurius and Saveiros) sunk on May 3rd, 2006. This paper aims to describe the trophic structure and symbiosis behavior (feeding and cleaning) observed in shipwrecks. The monitoring was carried out by SCUBA diving (1350 h), using the visual census by the transect method (90 census). The recruitment occurred in the submerged structure turned out to provide the establishment of fodder associations, which raise feed efficiency of the species involved. Many species fed removing ectoparasites of other fishes, these species were classified as cleaners and performed a type of symbiosis. The cleaning took place at sites called cleaning stations, customer species often adopted characteristic positions at this sites. Five cleaner species and eight costumer ones were recorded conducting cleaning activity in shipwrecks and nearby. In relation to the follower behavior, two species are shown to be nuclear and six followers. However, considering the trophic composition and the food interactions observed, the wrecks seem to work ecologically very similar to the natural reefs, without affecting those parameters.

1- INTRODUÇÃO

Os recifes artificiais podem ser definidos como estruturas submersas que, quando dispostas no ambiente marinho fornecem substrato para o desenvolvimento comunidades incrustantes diferentes espécies de peixes e outros organismos (Chou, 1997; Grossman et al., 1997), criando um ambiente artificial similar aos recifes naturais. Ferreira (2003) define os recifes artificiais como quaisquer estruturas submersas colocadas intencionalmente no leito oceânico com o objetivo de reproduzir algumas características dos recifes naturais, incluindo substratos rochosos de qualquer natureza, não somente biogênica. Deste modo, há estudos de recifes artificiais utilizando como material depositário estruturas de madeira, metal e concreto, pneus, sucatas de carros, barcos e navios em desuso (Conceição, 2003).

Vários países ao redor do mundo vêm desenvolvendo programas de implantação de recifes artificiais como forma de recuperar a pesca artesanal e o próprio ecossistema marinho (Seaman, 2000). Segundo Baine (2001), estas estruturas têm sido utilizadas como ferramenta de manejo costeiro com vários objetivos, com destaque para o aumento de produção pesqueira no Japão, o uso para mergulho recreativo nos Estados Unidos, o impedimento de arrasto na Europa, o descarte de lixo e resíduos e até a proteção da linha de costa em vários países. No entanto, ainda perduram dúvidas sobre a real contribuição dos recifes artificiais para o desenvolvimento dos ecossistemas marinhos. Uma questão particularmente abordada é se os recifes artificiais funcionam apenas como estrutura de atração ou se eles promovem algum incremento para biomassa e biodiversidade marinhas (Polovina 1989; Pickering et al. 1997; Lukoschek et al., 2000; Kaiser, 2006).

Um dos pressupostos para que os recifes artificiais possam ser considerados como funcionalmente eficientes, quando comparados com os ambientes naturais, é a sua capacidade de desempenhar funções ecológicas semelhantes, servindo como abrigos contra predadores, áreas de crescimento, reprodução e alimentação (Collins et al., 1991; Salem, 2005). Em relação aos peixes recifais, espera-se que os mesmos sejam capazes de exibir

comportamentos semelhantes àqueles normalmente observados em recifes naturais, entre os quais se incluem agressão, territorialismo, reprodução e alimentação. Entre esses, os comportamentos associados às atividades tróficas são particularmente importantes, em razão da sua relevância para a regulação da abundância e diversidade das comunidades ícticas. Entre os comportamentos alimentares registrados, destacam-se as atividades simbióticas de limpeza e comportamento seguidor.

No presente trabalho pretende-se identificar a estrutura trófica da comunidade íctica e analisar as atividades de alimentação envolvendo simbiose entre os peixes recifais observadas em três naufrágios, no período de dois anos. A expectativa é de que os resultados aqui aportados possam contribuir para esclarecer melhor as funções ecológicas desempenhadas pelos recifes artificiais, quando comparados com estruturas naturais.

2- MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

O estado de Pernambuco, situado entre os paralelos de 07° 15' 45" e 09° 28' 18" S e os meridianos de 34° 48'35" e 41° 19'54" W (Rodrigues da Silva, 1959), possui uma planície litorânea, com faixa de praia de 187 km. Na plataforma continental, a profundidade vai pouco além dos 50 m, de modo que a temperatura tende a ser uniforme (média de 28°C) em toda a coluna d'água. A salinidade varia entre 32,2 a 36,5, em função da pluviometria e do conseqüente aporte de água dos rios, com maior influência nas áreas mais próximas da costa. De maneira semelhante, o pH não varia marcadamente entre os dois períodos (estiagem e chuvoso), com uma amplitude entre a superfície e o fundo da ordem de 0,50 (Okuda, 1960).

Na plataforma continental do Estado, em frente a Recife, no intuito de se estudar o processo de colonização e dinâmica ecológica de um recife artificial, particularmente no período imediatamente subsequente ao seu afundamento,

foram intencionalmente naufragados, há cerca de 3 anos, três rebocadores (Tabela 1), inseridos no projeto “Parque dos Naufrágios Artificiais de Pernambuco”. “Os afundamentos foram realizados entre as latitudes 08°03’00” e 08°04’00”S, em uma profundidade média de aproximadamente 30 m, encontrando-se os mesmos dispostos em linha paralela à costa, a cerca de 1 milha náutica entre si (Fig. 1). O planejamento e processo operacional desses afundamentos estão descritos em Santos et al. (2008).

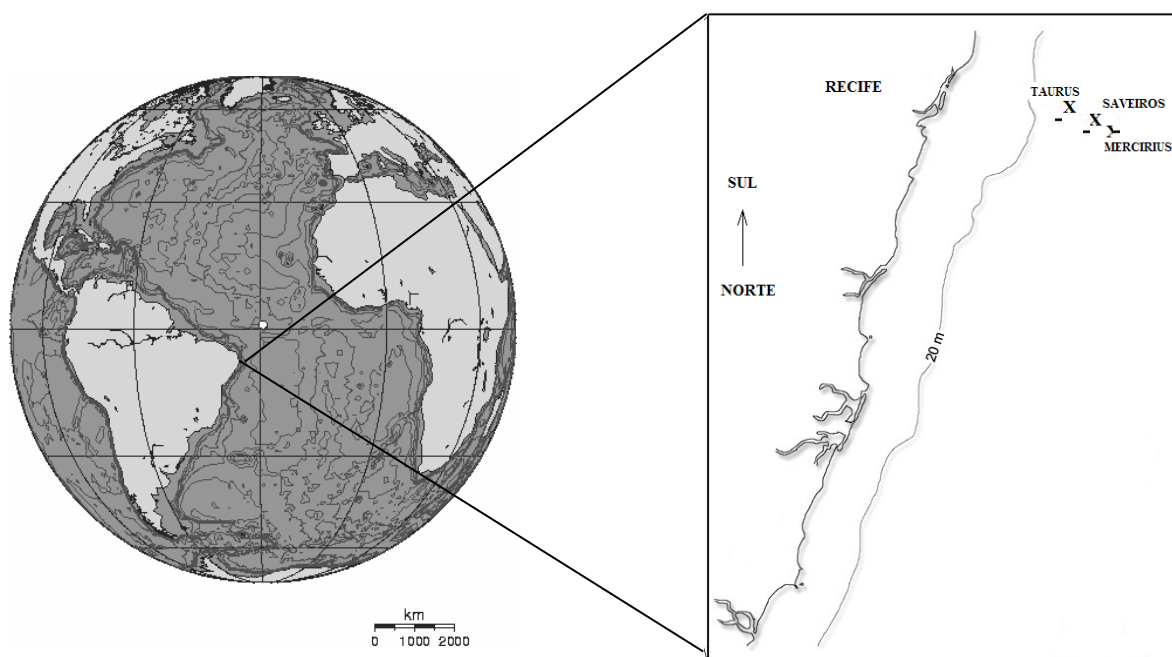


Figura 1- Localização dos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus na costa do Estado de Pernambuco.

Tabela 1- Características estruturais dos rebocadores Mercurius, Saveiros e Taurus, afundados em maio de 2006 na Costa do Estado de Pernambuco para mergulho recreativo e estudo científico.

DIMENSÕES	NAVIOS REBOCADORES		
	TAURUS	SAVEIROS	MERCURIUS
Comprimento total (m)	24,3	29,1	
Boca Max (m)	7,0	7,4	
Pontal ao lado (m)	4,0	3,9	
Calado a ré (m)	3,7	2,9	
Deslocamento (t)	240	270	
Profundidade (m)	23,0	30,0	

Para acompanhamento da colonização e registro das atividades exibidas pelos peixes observados, foram utilizados equipamentos de mergulho autônomo, realizando-se o censo visual através de busca intensiva. Com este fim, dois mergulhadores deslocavam-se a bombordo enquanto outros dois nadavam a boreste, registrando os espécimens observados e o comportamento exibido pelos mesmos, com o auxílio de uma prancheta de PVC e câmera digital (Sony Cybershot DSC–W5 5.0 MP e caixa estanque Sony MPK–WA). Esta técnica foi escolhida por ser a mais adequada às áreas recifais devido a sua facilidade de aplicação, ao baixo nível de interferência ambiental e às exigências mínimas de equipamento e tempo de preparação (Bohnsack and Bannerot 1986; Bortone et al., 1989). Durante o período de julho de 2006 a julho de 2008, foram realizados, ao todo, 90 mergulhos nos 3 naufrágios.

Análise das categorias tróficas

Para classificar as espécies de peixes em suas respectivas categorias tróficas, cada espécie foi agrupada conforme o seu tipo de alimentação, seguindo a classificação de Ferreira et al. (2004) (Tabela 2). A sua inclusão em determinada categoria trófica baseou-se no conhecimento prévio sobre a alimentação das mesmas de acordo com referências pertinentes (eg. Cervigón, 1991, 1993, 1994, 1996; Figueiredo & Menezes, 1978, 1980, 2000; Menezes & Figueiredo, 1980, 1985; Araújo et al., 2004, Froese e Pauly, 2008).

Tabela 2- Classificação das categorias tróficas utilizadas, segundo Ferreira et al., 2004, para caracterizar as espécies de peixes observadas nos naufrágios Mercurius, Saveiros e Taurus, na Costa do Estado de Pernambuco.

Categoria Trófica	Anagrama	Alimentação
Carnívoros	C	Peixes e organismos bentônicos
Comedores de Invertebrados Móveis	IM	Invertebrados móveis
Comedores de Invertebrados Sésseis	IS	Invertebrados sésseis
Herbívoros Errantes	HN	Algas disponíveis
Herbívoros Territoriais	HT	algas existentes no local
Onívoros	O	Organismos diversos (animal e vegetal)
Piscívoros	P	Apenas peixes
Planctívoros	PL	Organismos planctônicos

Para a análise das categorias tróficas foi utilizado o programa BioStat 3.0, com um intervalo de confiança de 95%. Com o fim de comparar as diferenças entre o número de indivíduos pertencentes a cada categoria trófica, entre os três naufrágios, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

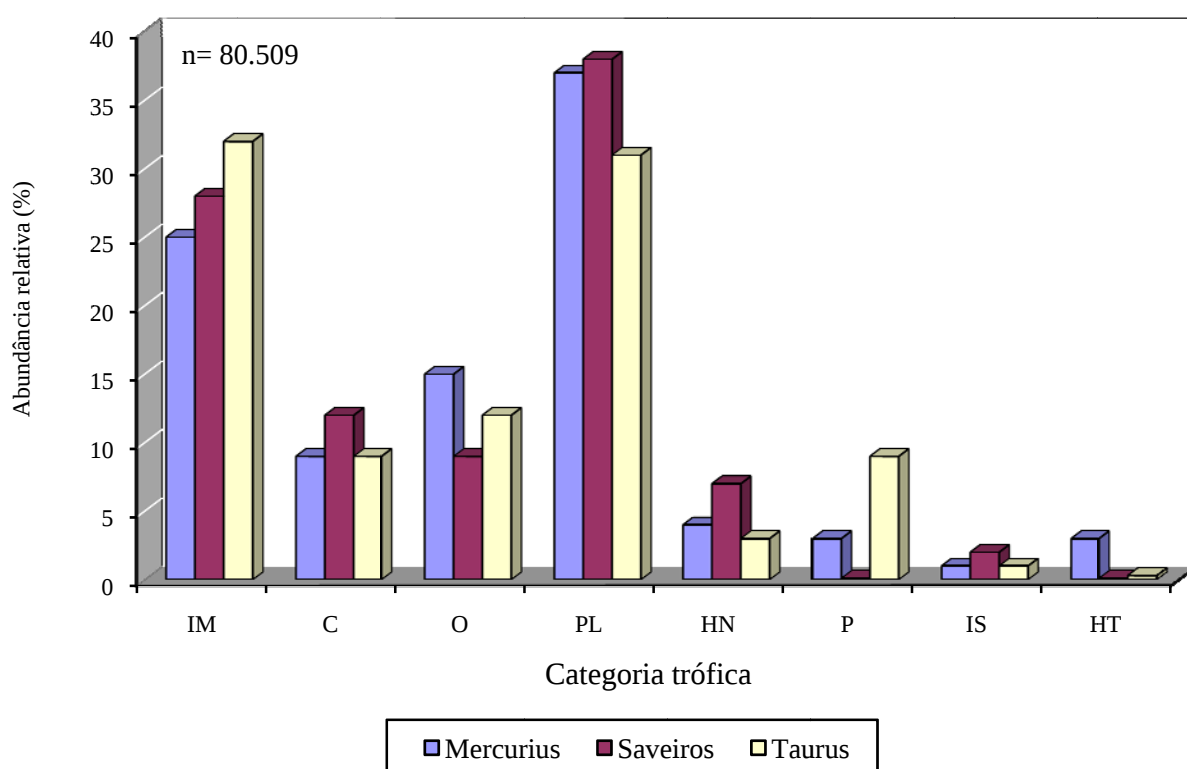
3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Estrutura trófica

Na distribuição da abundância relativa das diferentes categorias tróficas (Fig. 2) verificou-se que os planctívoros e comedores de invertebrados móveis foram as mais comuns nos três naufrágios, sendo a primeira mais abundante nos naufrágios mais profundos, Mercurius e Saveiros (37 e 38%, respectivamente) em relação ao Taurus (31%), e a última mais abundante no Taurus (32%) do que nos outros dois naufrágios (25% para o Mercurius e 28% para o Saveiros). Em seguida vieram os onívoros, variando entre 9 e 20%, e os carnívoros, com uma maior abundância para o Saveiros (12%), em relação ao Mercurius e Taurus (ambos com 9%). Os herbívoros nômades e comedores de invertebrados sésseis mostraram o mesmo padrão entre os naufrágios, com uma maior abundância para o Saveiros (7 e 2%), seguido pelo Mercurius (4 e 1%) e Taurus (3 e 1%),

respectivamente. Os piscívoros e herbívoros territoriais tiveram uma maior abundância relativa no Taurus (9 e 0,3%) do que nos dois naufrágios mais profundos (3 e 0,1%).

Os resultados do teste de Kruskal-Wallis mostraram diferenças significativas apenas para os onívoros encontrados nos rebocadores Mercurius e Saveiros ($H=9.44$, $p<0.05$) e para o número de herbívoros territoriais entre Taurus e Mercurius e entre Taurus e Saveiros ($H=6.40$, $p<0.05$).



IM-Comedores de invertebrados móveis; C-Carnívoro; O-Omnívoros; PL-Planctívoros; HN-Herbívoros nômades; P-Piscívoros; IS-Comedores de Invertebrados Sésseis; HT-Herbívoros Territoriais

Figura 2- Abundância relativa dos números de indivíduos pertencentes a cada categoria trófica para Mercurius, Saveiros e Taurus, afundados na Costa do Estado de Pernambuco.

Os planctívoros foram um dos grupos mais abundantes nos naufrágios, o que já foi verificado em outros estudos tanto em recifes artificiais (Stephan and Lindquist, 1989; Rilov and Benayahu, 2000) como naturais (Feitoza, 2001; Pinheiro, 2005). A maior abundância desta classe foi observada nos naufrágios mais profundos, Mercurius e Saveiros, apesar da diferença não haver sido estatisticamente significativa. Situação semelhante foi também observada em diversos sistemas recifais como recifes artificiais na costa sul do Brasil (Pinheiro, 2005) e em recifes profundos nas ilhas Marshall (Thresher and Colin, 1986). Em um estudo sobre recifes artificiais no Hawaii, Friedlander and Parrish (1998) encontraram uma relação positiva entre o número de planctívoros diurnos e a profundidade. Segundo Hobson and Chess (1978), esta relação pode ser resultado da maior abundância de presas preferenciais (zooplankton) em águas mais profundas durante o dia.

Os invertívoros móveis são uma importante parte dos predadores de invertebrados bentônicos de recifes, estando a distribuição destes últimos relacionada com o tipo de substrato e a frequência e intensidade de distúrbios do habitat (Sanders Jr., 1968). Segundo esse autor, ambientes estáveis, como aqueles inseridos em águas tropicais, apresentam faunas muito diversas. Assim, a maior abundância de invertívoros móveis no naufrágio mais raso é provavelmente um reflexo da complexidade do substrato em volta do mesmo (Costa et al., *in prep.*), o que possibilita a ocorrência de uma grande variedade de invertebrados. Ainda como observado por Dominici-Arosemena and Wolff (2005), o número e diversidade de predadores de invertebrados móveis tende a aumentar de áreas abrigadas para áreas mais expostas, o que pode ser o caso do Taurus, que possui uma menor área que os outros dois naufrágios e, assim, menor o número de abrigos disponíveis.

Os herbívoros errantes percorrem os recifes, migrando para prados de fanerógamas marinhas para comer (Ogden and Zieman, 1977). Isso lhes permite uma distribuição mais ampla e uma menor dependência dos recifes, especialmente em relação as algas, das quais eles se alimentam, e que são visualizadas no entorno dos naufrágios. O número e abundância de herbívoros

nômades foi semelhante para os três naufrágios, o que sugere que o alimento poderá não ser tão limitante nesse caso, como o refúgio. Isso parece ser confirmado pela abundância maior desse grupo trófico encontrada nos naufrágios de maior dimensão, Mercurius e Saveiros, o que pode indicar um aumento do seu número em razão da maior disponibilidade de zonas mais abrigadas (Dominici-Arosemena and Wolff, 2005).

Para os herbívoros territoriais, que permanecem na sua zona protegida para abrigo e alimentação (Jan et al., 2003), a maior abundância foi encontrada no Taurus, significativamente diferente em relação aos dois naufrágios mais profundos. Esse fato pode estar relacionada com uma maior cobertura e diversidade de macroalgas a profundidades mais próximas dos 20m do que dos 30m de profundidade, como verificafio em Gaibu, praia ao sul de Recife, por Pereira et al. (2007).

As maiores percentagens de herbívoros e planctívoros foram observadas no Taurus, sugerindo que esse fato possa depender positivamente da profundidade. As áreas mais profundas tendem a receber uma menor intensidade luminosa, o que reduz conseqüentemente a produtividade vegetal (Hay, 1991). Esta diminuição acarreta uma menor abundância de espécies pertencentes a essas categorias tróficas que dependem diretamente da luz, como os herbívoros e os planctívoros. Resultados similares também foram observados por Floeter et al. (2002), os quais concluíram que, enquanto os carnívoros são mais abundantes nas regiões mais profundas de um recife, os herbívoros preferem os ambientes mais rasos.

Segundo Choat (1991), os peixes herbívoros desempenham três funções ecológicas relevantes. A primeira delas refere-se ao trofodinamismo, uma vez que os herbívoros promovem a ligação do fluxo energético com consumidores residentes nos ecossistemas de recifes. Em segundo lugar, eles podem ter um profundo impacto na distribuição e na composição das populações de algas nos ambientes recifais. E em terceiro, os peixes herbívoros exibem uma forte interação entre si, especialmente em espécies territorialistas, razão pela qual tal

essa característica tem sido utilizada como ferramenta de estudos demográficos e comportamentais de peixes recifais em geral.

As espécies onívoras e herbívoras apareceram praticamente com os mesmos valores de representatividade dentro das categorias tróficas observadas, podendo indicar a importância das mesmas nos recifes artificiais. Também foram encontradas diferenças significativas para os peixes onívoros, mas essas podem ser resultado da incorporação de cardumes esporádicos de *Chaetodipterus faber*, que ocorreram no Mercurius e no Taurus, aumentando muito o número de indivíduos desta categoria, apesar dos três naufrágios apresentarem semelhança quanto ao número de espécies pertencentes a essa categoria trófica.

Entre os peixes onívoros, a espécie *Haemulon aurolineatum*, juntamente com o *H. squamipinna*, foram as mais abundantes no presente estudo, formando cardumes com mais de mil indivíduos por espécie. Essa grande representatividade pode estar ligada à grande disponibilidade de alimentos encontrada nos naufrágios (igualmente observado em ambientes recifais), e ao hábito alimentar oportunista ou variado dos representantes da família Haemulidae no local. Essa constatação está de acordo com Dias, (2007), com referência aos aspectos que tornam os representantes dessa família, componentes importantes da biomassa de ambientes recifais.

3.2. Atividade de limpeza

As atividades de limpeza são caracterizadas pela presença constante e/ou previsível do limpador e pela modificação na postura e/ou colorações apropriadas do cliente, indicando a necessidade de limpeza (Strand, 1988). O tempo que os clientes passam nestas estações depende diretamente do grau de infestação (Deloach, 1999) e o estabelecimento de estações de limpeza favorece a localização dos limpadores pelos clientes, caracterizando os peixes limpadores mais especializados (Losey, 1971; Brockmann & Hailman, 1976; Sazima et al., 1997).

espécimes de *C. fulva* foram observados junto ao fundo. *E. figaro* percorreu o corpo de seus clientes até a cabeça, onde passou mais tempo, em processo de retirada dos parasitas. Durante todo o processo de limpeza os clientes encontravam-se com uma coloração clara, mantendo-se em posição vertical e aguardando calmamente a sua vez. Observado com grande frequência por Randall (1967) no Arquipélago de Fernando de Noronha, *C. fulva* normalmente é encontrado em comportamento de limpeza próximo ao fundo, como visto no presente trabalho, e raramente na coluna d'água.

Tabela 3- Relação e números de limpadores e clientes, locais anatômicos da região de limpeza e alterações no padrão de colorido dos clientes registrados nos naufrágios Mercúrios, Saveiros e Taurus entre julho de 2006 a julho de 2008, na Costa do Estado de Pernambuco.

Limpadores		Clientes		Local da limpeza	Mudança na coloração do cliente
Espécie	Nº	Espécie	Nº		
<i>Elacatinus figaro</i>	01	<i>Cephalopholis fulva</i>	04	Cabeça	Assumiu uma coloração mais clara
<i>Elacatinus figaro</i>	01	<i>Acanthurus bahianus</i>	02	Dorso e cauda	Não ocorreu
<i>Elacatinus figaro</i>	01	<i>Acanthurus coeruleus</i>	01	Dorso e cauda	Não ocorreu
<i>Elacatinus figaro</i>	01	<i>Holacanthus ciliaries</i>	01	Ventre e cavidade urogenital	Não ocorreu
<i>Elacatinus figaro</i>	01	<i>Gymnothorax funebris</i>	01	Olhos e mandíbula	Não ocorreu
<i>Holacanthus tricolor</i>	02	<i>Gymnothorax funebris</i>	02	Cabeça e dorso	Não ocorreu
<i>Halicoeres dimidiatus</i>	01	<i>Pseudupeneus maculatus</i>	01	Cavidade oro-branquial	Assumiu uma coloração mais escura
<i>Halicoeres bivittatus</i>	01	<i>Acanthurus bahianus</i>	01	Dorso	Não ocorreu
<i>Bodianus rufus</i>	01	<i>Gymnothorax funebris</i>	01	Cabeça	Não ocorreu
<i>Bodianus rufus</i>	01	<i>Haemulon aurolineatum</i> e <i>H. squamipinna</i>	01	Cavidade oro-branquial	Não ocorreu

A espera dos clientes para serem atendidos nas estações de limpeza, em aparente tranquilidade, já foi também descrita por Porteiro e Barreiros (1996). Segundo esses autores, mesmo percebendo a presença humana e de alguns possíveis predadores da espécie limpadora, os peixes permanecem calmos e parados (Bshary, 2001). No entanto, segundo Arnal (2000), algumas espécies se movimentam durante o processo de limpeza, podendo alguns movimentos mais bruscos indicar a intenção de saída das estações de limpeza por parte dos clientes (Grutter, 2004). As estações de limpeza caracterizam-se, portanto, em locais de trégua para as espécies que realizam o papel de limpadores e clientes.

Em outra provável estação de limpeza, próxima à saída da âncora na proa do naufrágio, dois exemplares de *Acanthurus bahianus* e um exemplar de *A. coeruleus* foram observados exibindo uma postura na qual estendiam suas nadadeiras, mantendo-se parados, enquanto um *E. figaro* realizava a limpeza próxima à região dorsal e caudal. Essa postura característica de imobilidade foi relatada também por Sazima and Sazima (2006) como um comportamento bastante comum entre peixes considerados clientes (*A. bahianus* e *A. coeruleus*) e seus limpadores, representados pelo *E. figaro*.

Próximo ao hélice do naufrágio, na popa da embarcação, também foi observado um *E. figaro* limpando um indivíduo de *Holacanthus ciliaris* (Fig. 4). Segundo Sazima et al (2000), *E. figaro* tem como clientes mais freqüentes espécies das famílias Pomacentridae e Haemulidae, diferentemente do observado no presente trabalho, no qual registrou-se uma maior freqüência na atividade de limpeza dessa espécie, em indivíduos das famílias Serranidae, Achanturidae e Pomacanthidae.

Segundo Feder (1966 apud Floter et al. 2007), uma questão que permanece sem resposta é o que determina a preferência de certas espécies por seus limpadores. Uma possível explicação pode ser o reconhecimento do limpador ao cliente mais infectado (Gorlick, 1984). Outra possibilidade pode ser encontrada na argumentação de Bshary and Grutter (2002a, 2003), segundo os quais os clientes seriam escolhidos em função da qualidade nutricional do seu muco, o que, por sua vez, teria que estar relacionada a algum sinal externo que

permitisse ao limpador reconhecer os clientes preferenciais. Outro provável motivo pode estar ligado, segundo Sheridan (2002), à natação diferenciada, utilizada como estratégia para impressionar.

Um indivíduo de *E. figaro* foi observado também próximo à cabeça de uma moréia da espécie *Gymnothorax funebris*, especialmente na região ocular e mandíbula, realizando atividade de limpeza próximo ao fundo, em uma abertura no casco do naufrágio (Fig. 5). As características da localização da estação e da região do corpo higienizadas deveram-se provavelmente ao comportamento da espécie cliente, que costuma permanecer dentro de locas durante o período diurno, colocando apenas parte da cabeça à mostra (Wilson et al, 1985).



Figura 4 - *Elacatinus. figaro* (indicado pelo círculo) limpando a região anal de um exemplar de *Holacanthus ciliaris*, em novembro de 2006, no naufrágio Saveiros, afundado na costa de Pernambuco.

Indivíduos de *Elacatinus figaro*, encontrados na maior parte da costa brasileira, realizam a atividade de limpeza ao longo de toda a sua vida, estabelecendo estações de limpeza localizadas em rochas e colônias de coral. Esses limpadores atendem clientes de todas as categorias tróficas, ou seja, desde espécies que se alimentam de algas até as que se alimentam de outros

peixes. Ele pode ser observado inclusive dentro da cavidade oral e braquial de espécies como badejos e garoupas, sem correr, aparentemente, o risco de ser engolido por esses clientes (Sazima and Sazima, 2000).



Figura 5 - *Elacatinus figaro* limpando um exemplar de *Gymnothorax funebris*, em novembro de 2006, no naufrágio Saveiros, afundado na costa de Pernambuco.

Alguns limpadores exercem essa atividade apenas quando são jovens e, por isso, são chamados de facultativos (Lieske and Myers, 1999). Nos naufrágios esses foram das espécies *Halichoeres dimidiatus*, *H. bivittatus*, *Holacanthus tricolor* e *Bodianus rufus*. Observou-se uma estação de limpeza em um pequeno cabeço, distante cerca de 1,5 m do naufrágio, um indivíduo de *H. dimidiatus*, que realizava limpeza em um indivíduo de *Pseudupeneus maculatus*. Exemplos do gênero *Halichoeres* são habitualmente observados sobre substrato rochoso (Cervigón, 1993) e, como registrado no presente trabalho, são comumente descritos limpando peixes mulídeos, pomacentrídeos e acanturídeos (Carvalho-Filho, 1999).

Durante a limpeza, um indivíduo de *P. maculatus* alterou seu padrão de coloração, passando de marmorizado escuro para o cinza, e abriu o seu opérculo para a realização da operação que durou aproximadamente 5 segundos, sendo interrompida pela chegada de um outro limpador da mesma espécie (Fig. 6 A e B). A coloração dos indivíduos de *P. maculatus* costuma mudar de acordo com a atividade que desempenham (Campos and Oliveira, 2001), apresentando três manchas retangulares escuras ao longo da linha lateral quando em repouso, com colorido acinzentado claro (Humann, 1994), como observado na figura 6B. Alguns limpadores parecem ser capazes de reconhecer seus clientes pela mudança de coloração, que os mesmos apresentam quando necessitam de limpeza, como no caso dos labrídeos que exibem uma coloração padrão básica, na maioria das vezes com uma faixa lateral escura no corpo (Verneau and Desdevise, 2005). Esse suposto reconhecimento na coloração dos clientes por parte dos limpadores e outras características fenotípicas são consideradas um avanço na evolução do comportamento de limpeza por Verneau and Desdevise (op cit).

Outra espécie do gênero, *H. bivittatus*, foi observada limpando um exemplar de *A. bahianus*, que possuía tamanho semelhante. O cliente assumiu a posição vertical para ser limpo em uma pequena rocha próxima ao naufrágio. Comportamento similar de *H. bivittatus* também foi observado por Feitoza et al (2006) em naufrágios na Paraíba.

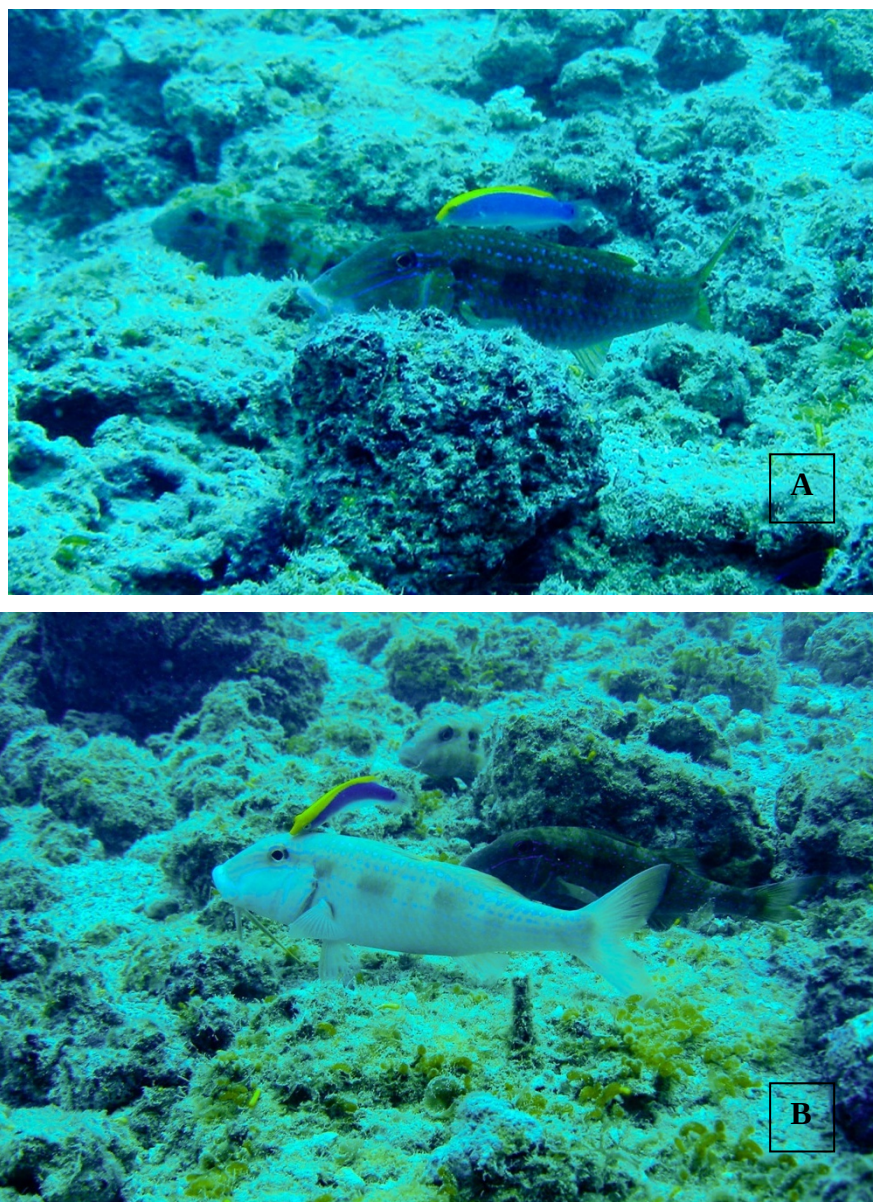


Figura 6 – (A) *Pseudupeneus maculatus* exibindo coloração escura, sinalizando disponibilidade de limpeza para *Halichoeres dimidiatus*. (B) *P. maculatus* alterando sua coloração em razão da limpeza realizada pelo *H. dimidiatus*, em abril de 2006, no naufrágio Mercurius afundado na costa de Pernambuco.

Holacanthus tricolor foi observado limpando *G. funebris* em duas ocasiões e em dois locais diferentes do naufrágio. O limpador movimentava-se tocando, repetidas vezes, o corpo do cliente, principalmente na sua cabeça. O comportamento de limpeza realizado por jovens da Família Pomacanthidae também foi relatado por Sazima et al (1999), em Abrolhos, ocasião na qual um

jovem de *Pomacanthus paru* limpava um indivíduo de *G. funebris*. Um exemplar de *Bodianus rufus* também foi descrito limpando *G. funebris*.

Um cardume misto de *Haemulon aurolineatum* e *H. squamipinna* foi observado na coluna d'água associados a um indivíduo juvenil de *Bodianus rufus*. Ao notarem a presença do mesmo, vários espécimes abriram sua boca em sua direção, num comportamento típico de limpeza. Humann e Deloach (1999), durante observações em estações de limpeza no Caribe, registraram esse tipo de comportamento em um cardume de *H. aurolineatum*, no qual um único juvenil de *B. rufus* limpava a boca de diversos indivíduos. Outros autores (e.g. Johnson e Ruben, 1988; Feitosa et al, 2003) também citaram a espécie de *B. rufus* como realizado desse tipo de atividade.

De acordo com a afirmativa proposta por Johnson and Ruben (1988): “num ambiente recifal há mais de uma espécies de peixes limpadores, cada uma atendendo a diferentes espécies de clientes”, os naufrágios parecem se comportar como ambientes recifais naturais, uma vez que foram registradas cinco espécies de limpadores (*E. figaro*, *H. tricolor*, *H. bivittatus*, *H. dimidiatus* e *B. rufus*) e oito espécies de clientes (*C. fulva*, *A. bahianus*, *A. coeruleous*, *G. funebris*, *H. aurolineatum*, *H. squamipinna*, *P. maculatus* e *H. ciliares*).

3.3. Comportamento seguidor

Outra simbiose comum ligada à alimentação no ambiente recifal é o comportamento seguidor, quando uma espécie, denominada nuclear, fuça a procura de presas enlocadas ou enterradas e outras a seguem para se aproveitar dos restos da presa a ser capturada (Leitão et al., 2007; Deloach, 1999). Nos naufrágios foram observadas interações envolvendo sempre espécies da família Mulidae, como nucleares, e Haemulidae, como seguidoras. *Pseudopenaeus maculatus* foi espécie nuclear para os seguidores: *Haemulon plumieri*, *Anisotremus virginicus*, *Halichoeres brasiliensis*, *Sparisoma axillare* e *Ocyurus chrysurus*. A descrição e classificação de tal comportamento (Tabela 4) ilustram a sua importância dessa simbiose na dinâmica trófica de ambientes como os recifes naturais, mas também artificiais.

Tabela 4- Lista de espécies e números de indivíduos envolvidos em atividade de perseguição alimentar nos naufrágios Mercúrio, Saveiro e Taurus, no período de julho de 2006 a julho de 2008, na costa de Pernambuco.

Espécies Nucleares	Nº de indivíduos	Espécies Seguidoras	Nº de indivíduos
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	03	<i>Anisotremus virginicus</i> e <i>Haemulon plumieri</i>	01 01
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	07	<i>Ocyurus chrysurus</i> , <i>Halichoeres brasiliensis</i> , <i>Haemulon plumieri</i> , <i>Sparisoma axillare</i>	02 02 01 05
<i>Mulloidichthys martinicus</i>	01	<i>Lutjanus synagris</i>	04

Foram observados três indivíduos de *Pseudupeneus maculatus*, em interação forrageira com dois representantes da família Haemulidae, das espécies *Anisotremus virginicus* e da espécie *Haemulon plumieri*. Enquanto o exemplar de *P. maculatus* revirava o substrato, as espécies seguidoras o acompanhavam, fuçando o caminho trilhado (Fig. 7). A espécie nuclear habita essencialmente áreas com fundos rochosos e coralinos, bolsões de areia e cascalho ou bancos de algas (Carvalho-Filho, 1994), apresentando barbilhões longos e flexíveis abaixo da mandíbula que são utilizados para procura de alimento (Gosline, 1984). Por essas características são capazes de atrair inúmeras espécies carnívoras oportunistas, como *H. plumieri* e *A. virginicus*, representantes da família Haemulidae (Dias, 2007) observados nos naufrágios.

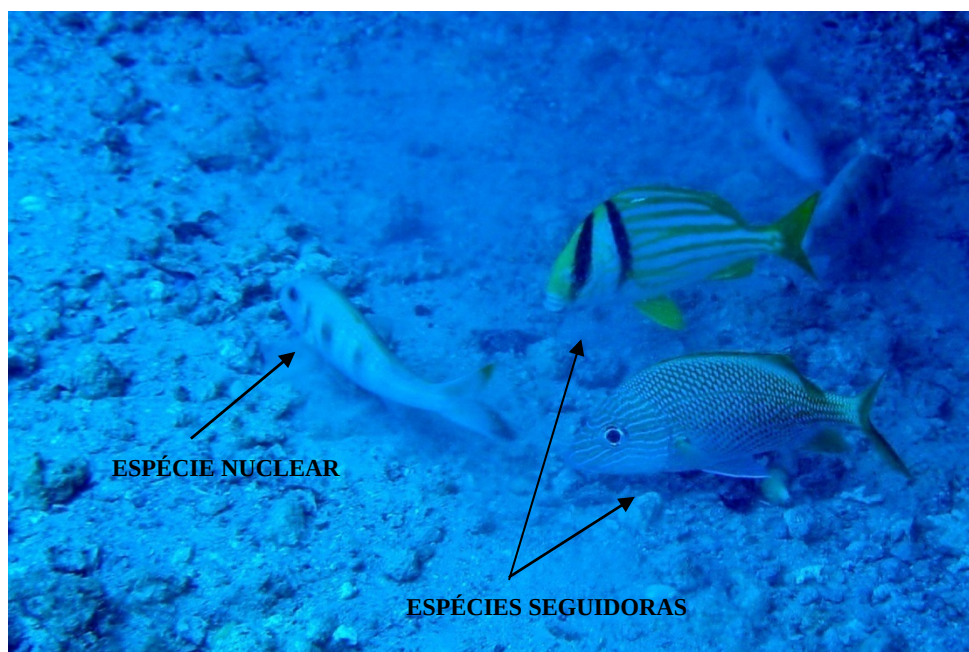


Figura 7- Atividade de alimentação de diferentes espécies (Nuclear - *P. maculatus* e Seguidoras - *Anisotremus virginicus* e *Haemulon plumieri*) observadas em agosto de 2006, no naufrágio Saveiros, afundado na costa de Pernambuco.

Em uma outra observação, foi registrado comportamento semelhante envolvendo a mesma espécie como nuclear, *P. maculatus*, e um cardume misto que interagiu em uma atividade forrageira. Esse cardume apresentou comportamento seguidor em relação a dois indivíduos da espécie *Ocyurus chrysurus*, dois *Halichoeres brasiliensis*, um *Haemulon plumieri* e cinco *Sparisoma axillare*. Enquanto *P. maculatus* revirava o substrato, o peixe da espécie *O. chrysurus* posicionava-se sempre logo acima do local escavado, enquanto que *H. plumieri* localizava-se logo atrás desse. *S. axillare*, por sua vez, alimentava-se das algas que se soltavam do local removido (Fig. 8). Esse registro corrobora com resultados descritos em estudos anteriores para a região nordeste do Brasil, onde foram relatados cardumes mistos seguidores formados por acanturídeos, Scaridae (*Sparisoma spp*) (Moura, 1998, Ferreira et al., 1995, Dias et al., 2001), Haemulidae e Chaetodontidae (*Chaetodon striatus*) (Ferreira et al., op cit), Labridae (*Halichoeres brasiliensis*, *H. bivittatus*, *H. maculipinna*) e Mullidae (*Pseudupeneus maculatus*) (Dias et al., op cit). A formação de cardumes mistos durante a atividade forrageira é descrita por Bell and Krover (2000) como um comportamento bastante comum em recifes naturais.

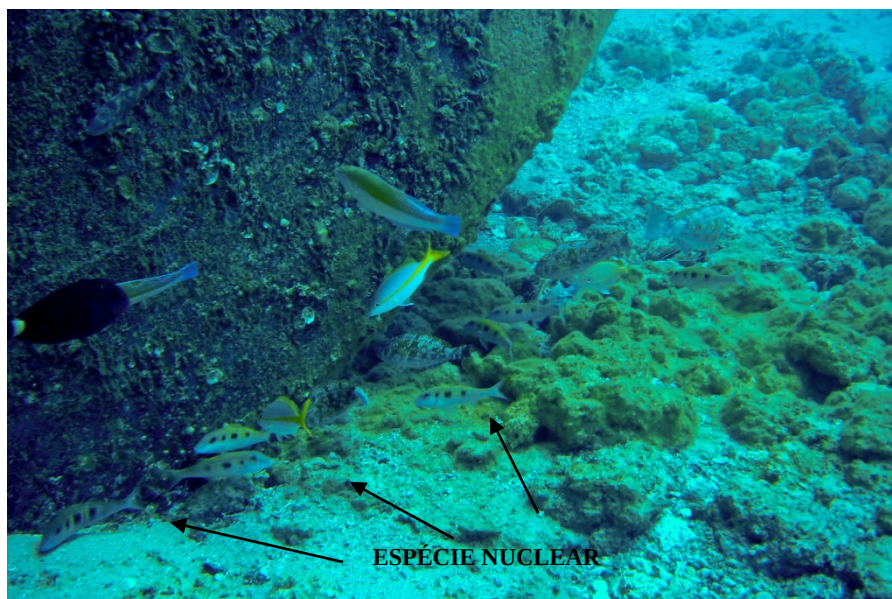


Figura 8 – Atividade de forrageio realizada pelo *P. maculatus* acompanhada pelos seguidores *Ocyurus chrysurus*, *Halichoeres brasiliensis*, *Haemulon plumieri* e *Sparisoma axillare*, em agosto de 2006, no naufrágio Mercurius afundado em Pernambuco.

De forma similar ao observado por Krajewski et al (2006), um exemplar de *Mulloidichthys martinicus*, foi encontrado em atividade forrageira. Ele encontrava-se em uma posição inclinada de aproximadamente 30° em relação ao substrato, seguido por quatro indivíduos da espécie *Lutjanus synagris*. Observou-se que a espécie seguidora só se aproximava da espécie nuclear quando esta retornava à posição horizontal. Essa atividade durou um tempo de aproximadamente 20 segundos, repetindo-se por mais quatro vezes (Fig. 9). Segundo de Moyle and Cech (2000) e Zavala-Camin (1996), pode-se classificar *L. synagris* juvenil como carnívoro e oportunista. O peixe aproveita o momento de saída de seu seguidor do local, onde o substrato encontrava-se revirado, para investir e capturar possíveis presas (Natantia, Mysidacea, Brachyura, Teleostei, Amphipoda e Isopoda) que vem à tona.

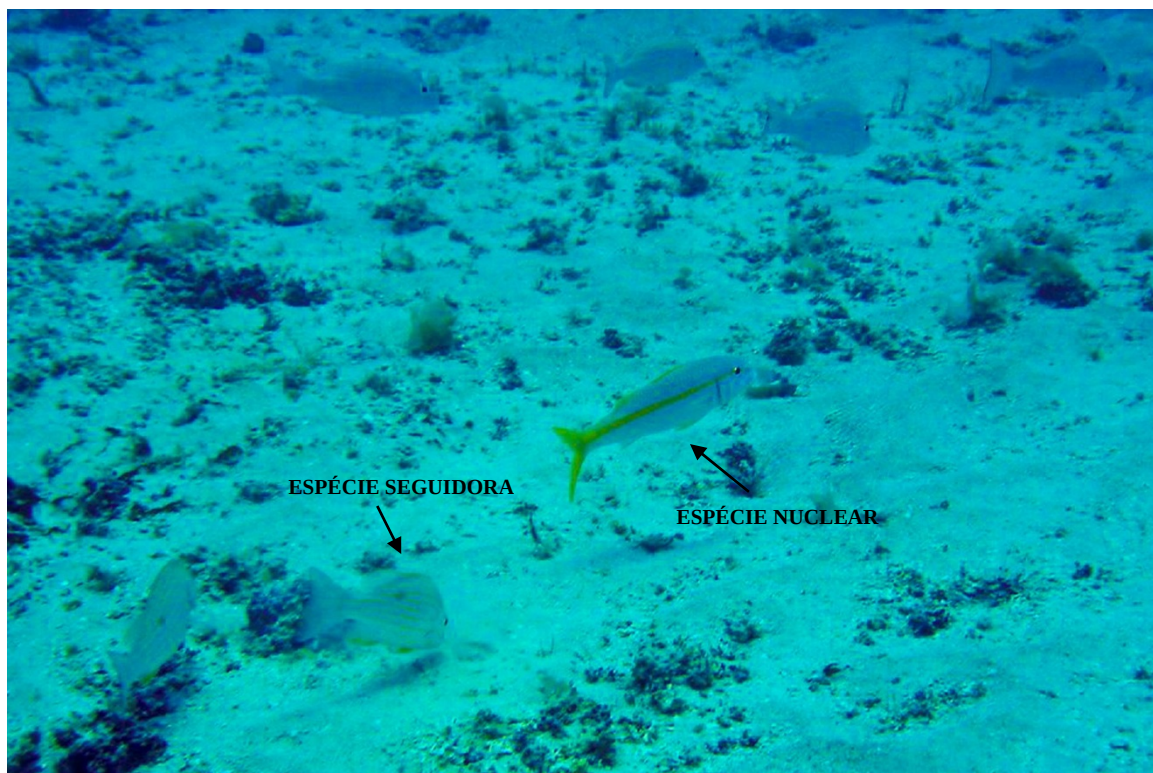


Figura 9 – Atividade de forrageio realizada por *Mulloidichthys martinicus* acompanhada por seguidores da espécie *Lutjanus synagris*, em janeiro de 2007, no naufrágio Taurus afundado na Costa do Estado de Pernambuco.

Por fim, os resultados observados no presente trabalho, demonstram similaridade com resultados encontrados em ambientes de recifes naturais, atestando assim a eficiência ecologicamente funcional dessas estruturas artificiais (Spainer, 1996). Por exemplo, a maior presença de indivíduos carnívoros (considerando dentro dessa categoria, os comedores de invertebrados móveis, piscívoros e os comedores de invertebrados sésseis), também observado por Braga (2008) nas Ilhas Itacolomis-SC e os comportamentos de simbiose alimentar (limpeza e perseguição), que corroboram com diversos trabalhos existentes (Grutter, A. and Bshary, R, 2004; Francini-Filho et al., 2000; Overholtzer and Motta, 2000; Spotte, 1996).

4- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, M. E.; Paiva, A. C. G.; Mattos, R. M. G. 2004. Predação de ovos de *Abudefduf saxatilis* (Pomacentridae) por *Elacatinus figaro* (Gobiidae) em poças de maré, Serrambi, Pernambuco. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 32, n. 2, p. 135-142.
- Arnal, C.; Verneau, O. and Desdevises, Y. 2006. Phylogenetic relationships and evolution of cleaning behaviour in the family Labridae: importance of body colour pattern. *Journal of Evolutionary Biology*, 19(3): 755-763.
- Arnal C.; Côté I. M.; Sasal P.; Morand, S. 2000. Cleaner-client interactions on a Caribbean reef: Influence of correlates of parasitism. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 47 353-358.
- Baine, M. 2001. Artificial reefs: a review of their design, application, management and performance. *Ocean & Coastal Management*, 44: 241–259.
- Bell, T. and Kramer, D.L. 2000. Territoriality and habitat use by juvenile blue tangs, *Acanthurus coeruleus*. *Environmental Biology of Fishes*. 58: 401–409.
- Bohnsack, J. A., and Bannerot, S. P. 1986. A stationary visual census technique for quantitatively assessing community structure of coral reef fishes. *NOAA Technical Report*, 41, 1-15.
- Bortone, S. A.; Kimel, J. J. and Bundrick, C. M. 1989. A comparison of tree methods for visually assessing reef fish communities: time and area compensated. *Northeast Gulf Sci* 10(2):85-96.
- Braga, M. R. 2008. Composição, distribuição e variação temporal de peixes recifais nas Ilhas Itacolomis, SC. Curitiba:UFPR, Tese de Doutorado, 141p.
- Brockmann, H. J. and Hailman, J. P. 1976. Fish cleaning symbiosis: Note on juvenile angelfishes (*Pomacanthus*, Chaetodontidae) and comparison with other species. *Zeitschrift fur Tierpsychologie*, 42, 129-138.

Bshary R. and Grutter A.S. 2003. Cleaner wrasse prefer client mucus: support for partner control mechanisms in cleaning interactions. *Proceedings of the Royal Society of London B-Biological Sciences (Suppl.)* 270, S242-S244.

Bshary R. and Grutter A. S. 2002a. Asymmetric cheating opportunities and partner control in a cleaner fish mutualism. *Animal Behaviour* 63, 547-555.

Bshary R. 2001. The cleaner fish market. In: Noe R., van Hooff J. A. R. A. M., Hammerstein P. (eds), *Economics in nature*. Cambridge University Press, Cambridge, pp 146-172.

Campos, C. E. C. and Oliveira, J. E. L. 2001. Caracterização Biométrica e Merística do Saramunete, *PseudupeneusMaculatus* (Osteichthyes: Mullidae), em Ponta de Pedras, Pernambuco. *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 27(2) 185 – 189.

Carvalho-Filho, A. 1994. Peixes: costa brasileira. São Paulo, Marca D'Água, 304p.

Carvalho Filho, A. 1999. Peixes: costa brasileira. 3ª ed. São Paulo, Meiro, 320p.

Cavalcanti, L. B.; Kempf, M. 1970. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil) (1). II Meteorologia e hidrologia. *Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife*, v.9/11, p.149-158.

Cervigón, F.; Cipriani, R.; Fisher, W.; Garibaldi, L.; Hendrickx, M.; Lemus, A. J.; Márquez, R.; Poutiers, J. M.; Robaina, G. and Rodríguez, B. 1993. Field guide to the commercial marine and brackish-water resources of the northern coast of South America. Roma, FAO. 513p.

Choat, J.H. 1991. The biology of herbivorous fishes on coral reefs. In: Sale, P.F. (ed) *The Ecology of Coral Reef Fishes*. Academic Press, 120-155.

Chou, L. M. 1997. Artificial reefs of southeast Asia – do they enhance or degrade the marine environment? *Environmental Monitoring and Assessment*, v. 44: p. 45–52.

Collins, M. R.; Sedberry, G. R. 1991. Status of vermilion snapper and red porgy stocks off South-Carolina. Transactions of the American Fisheries Society, v. 120, n. 1, p. 116-120.

Conceição, R. N. de L. 2003. Ecologia de peixes de recifes artificiais de pneus instalados na costa do estado do Ceará. São Carlos:UFSCar, Tese de Doutorado, 99p.

Darcy G. H.; Maisel E. and Ogden J. C. 1974. Cleaning preferences of the gobies *Gobiosoma evelynae* and *G. prochilos* and the juvenile wrasse *Thalassoma bifasciatum*. Copeia 2, 375-379.

DeLoach, N. 1999. Reef fish behavior: Florida, Caribbean, Bahamas, 1st ed., New World Publications, 359p.

Dias, T.L.P. 2007. What do we know about *Anisotremus moricandi* (Teleostei: Haemulidae), an endangered reef fish? *Biota Neotrop.* May/Aug 2007 vol. 7, no. 2.

Dias, T. L. P.; Rosa, I. L. and Feitoza, B. M. 2001. Food resource and habitat sharing by the three Western Atlantic Surgeonfishes (Teleostei; Acanthuridae: *Acanthurus*) off Paraíba coast, Northeastern Brazil. *Aqua. Journal of ichthyology and Aquatic Biology*, 5(1): 1-10.

Dominici-Arosemena, A. and Wolff, M. 2005 Reef fish community structure in Bocas del Toro (Caribbean, Panamá): Gradients in habitat complexity and exposure *Caribbean J. Sci.* 41(3): 613-637

Feder, H.M. 1966. Cleaning symbiosis in the marine environment. *Symbiosis* (ed. S.M. Henry), pp. 327–380. Academic Press, New York. In: Floeter, S. R., Vazquez, D. P. and Grutter, A. S., 2007. The macroecology of marine cleaning mutualisms. *Journal of Animal Ecology*. 76, 105-111

Feitoza, B.M.; Rocha, L.A.; Luiz Jr, O.J.; Floeter, S.R.; Gasparini, J.L. 2003. Reef fishes of St. Paul's Rocks: new records and notes on biology and zoogeography. *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology*. 7, p. 61–82.

Feitoza, B.M. 2001 Composição e estrutura da comunidade de peixes recifais da Risca do Zumbi, Rio Grande do Norte. MSc Thesis. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brazil.

Feitosa, F. A do N. 1988. Produção primária do fitoplâncton correlacionada com parâmetros bióticos e abióticos na Bacia do Pina (Recife, Pernambuco, Brasil). Recife: 1988. 270f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) – Universidade Federal de Pernambuco.

Ferreira, B. P.; Maida, M. and Souza, A. E. T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré. Bol. Técn. Cient. CEPENE. Tamandaré, v.3 (1): 211-230.

Ferreira, C. E. L.; Floeter, S. R.; Gasparini, J. L.; Ferreira, B. P. and Joyeux, J. C. 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. Journal of Biogeography 31: 1093-1106.

Floter, 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.; Falco, J. M.; Bowen, B. W. and Bernardi, G. 2008. Atlantic Reef Fish Biogeography And Evolution. Journal of Biogeography. 35, 22–47

Floter, S. R. 2002. Estrutura da comunidade de peixes em três recifes costeiros no Estado do Espírito Santo, Brasil. Relatório Técnico Final do Projeto de Pesquisa. Universidade Estadual do Norte Fluminense, CBB-LCA, 13pp.

Figueiredo, J. L.; Menezes, N. A. 2000. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (5). São Paulo. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo.

Figueiredo, J. L.; Menezes, N. A. 1980. Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 96 p.

Figueiredo, J. L. and Menezes, N. A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). São Paulo, Museu de Zoologia Universidade de São Paulo, 110p.

Francini-Filho, R. B., Moura, R. L. and Sazima, I. 2000. Cleaning by the wrasse *Thalassoma noronhanum*, with two records of predation by its grouper client *Cephalopholis fulva*. *Journal of Fish Biology* (2000) 56, 802–809.

Friedlander, A. M. and Parrish, J. D. 1998. Habitat characteristics affecting fish assemblages on a Hawaiian coral reef *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 224: 1-30.

Froese, R. and Pauly, D. (Editors). 2004. *FishBase*. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. (acesso em 18/05/2005).

Gorlick, G. L. 1984. Ingestion of host fish surface mucus by the Hawaiian cleaning wrasse *Labroides phthiophagus* and its effect on host species preferences. *Copeia*, (1982), 863-868.

Gosline, W. A. 1984 Structure, function and ecology in the goatfishes (family Mullidae). *Pacific Science*, 38: 312-323.

Grutter, A. and Bshary, R. 2004. Cleaner fish, *Labroides dimidiatus*, diet preferences for different types of mucus and parasitic gnathiid isopods. *Animal Behaviour*, 68, 583e588.

Grutter A. S. 2004. Cleaner fish use tactile dancing behaviour as a preconflict management strategy. *Current Biology* 14, 1080-1083.

Hay, M. E. 1991. Fish–seaweed interactions on coral reefs: effects of herbivorous fishes and adaptations of their prey. In *The Ecology of Fishes on Coral Reefs* (Sale, P. F., ed.), pp. 96–119. San Diego, CA: Academic Press.

Hobson, E. S. and Chess, J. R. 1986. Diel Movements of Resident and Transient Zooplankters Above Lagoon Reefs at Enewetak Atoll, Marshall Islands. *Pacific Science* 40(1-4): 7-26.

Hobson, E. S. and Chess, J.R. 1978. Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Enewetak Atoll, Marshall Islands. Fish. Bull. 76, 133–153.

Humann, P. and DeLoach, N. 2002. Reef fish Identification: Florida, Caribbean and Bahamas. 3rd ed. New World Publications. INC. Jacksonville. FL.

Humann, P. 1994. Reef Fish Identification – Florida, Caribbean, Bahamas. New World Publications, Inc. 2a ed. 396 p.

Jan, R. Q.; Ho, C. T. and Shiah, F. K., 2003. Determinants of territory size of the dusky gregory. Journal of Fish Biology 63: 1589-1597.

Johnson, W. S. and Ruben, P. 1988. 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.

Kaiser, M.J. 2006. Global analysis of response and recovery of benthic biota to fishing. Mar. Ecol. Progr. Ser. 311: 1-14,

Krajewski, J.P. 2007. Cleaning by the occasional cleaner *Diplodus argenteus* (Perciformes: Sparidae) in south Brazil: why so few client species? Journal of the Marine Biological Association U.K., 87, 1–4.

Leitão, R. P.; Caramaschi, E. P.; Zuanon, J. 2007. Following food clouds feeding association between a minute loricariid and a characidiin species in an Atlantic Forest stream Southeastern Brazil. Neotrop. Ichtyol. Vol: 5 (3): 307-310.

Lieske, E. and Myers, R. 1999. Coral Reef Fishes: Caribbean, Indian Ocean, and Pacific Ocean including the Red Sea. Princeton Univ. Press, New Jersey, 400p.

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

Moura, R. L. 1998. Atividade, distribuição e táticas alimentares de uma comunidade de peixes do Atol das Rocas. Dissertação (Mestrado em Zoologia) – Departamento de Zoologia e Biociências da Universidade de São Paulo. 108 pp.

Moyle, P. B. and Cech, J. J. 2000. Fishes: An Introduction to Ichthyology. 4 ed. New Jersey: Prentice – Hall, p. 97 – 110.

Mont'Alverne, A. A. F. 1982. Estudo dos calcários na plataforma continental de Pernambuco. In: Geomorfologia da plataforma de Pernambuco. Araújo, T. C. M.; Seoane, J. C. S.; Coutinho, P. N. Oceanografia: Um cenário Tropical/Org. por Enide Eskinazi-Leça; Sigrid Neumann-Leitão; Monica Ferreira da Costa. – Recife, Ed. Bagaço, 2004.

Ogden, J. C. and Zieman, J. C. 1977. Ecological aspects of coral reef-seagrass bed contacts in the Caribbean. Proc. 3rd Int. Coral Reef Sym., Miami, FL.

Okuda, T. 1960. Metabolic circulation of phosphorus and nitrogen in Matsushina Bay (Japan) with special reference to exchange of these elements between sea water and sediments. Inst. Biol. Mar. Oceanogr. Recife. 2(1): 7-153.

Overholtzer, K. L. and Motta, P. J. 2000. Effects of mixed-species foraging groups on the feeding and aggression of juvenile parrotfishes. Environmental Biology of Fishes 58: 345–354.

Pereira, S. M. B.; Ribeiro, F. A. and Bandeira-Pedrosa, M. E. 2007. Algas Pluricelulares do Infralitoral da Praia de Gaibú (Pernambuco-Brasil). Revista Brasileira de Biociências 5(2): 951-953.

Pickering, H. and Whitmarsh, D. 1997. Artificial reefs and fisheries exploitation: a review of the attraction versus production debate, the influence of design and its significance for policy. Fisheries Research 31(1,2): 39-59

Pinheiro, P. C. 2005. Ictiofauna do Arquipélago de Currais (Paraná-Brasil): Complexidade estrutural dos costões rochosos e análise comparativa com um módulo recifal artificial São Carlos, Universidade Federal de São Carlos. Phd: 99.

Polovina, J.J. 1989. Density dependence in spiny lobster. *Pamtlirus marginatus*, in the Northwestern Hawaiian Islands. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:660--665.

Porteiro, F. M.; J. P. Barreiros and R.S. Santos. 1996. Wrasses (Teleostei: Labridae) of the Azores. Arquipélago. Life and Marine Sciences, 14^a:23-40.

Randall, J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr. 5, 665-847.

Randall, J. E. 1967. Three new species and six new records of small serranoid fishes from Curaçao and Puerto Rico. Studies on the Fauna of Curacao and other Caribbean Islands v. 19 (no. 80): 77-110, Pls. 1-3.

Rilov, G. and Benayahu, Y. 2000. Fish assemblage on natural versus vertical artificial reefs: the rehabilitation perspective. Marine Biology 136: 931-942.

Sale, P. F.; Cowen, R. K.; Danilowicz, B.S.; Jones, P. G.; Kritzer, J. P.; Lindeman, K. C; Planes, S.; Polunin, N. V. C.; Russ, G. R.; Sadovy, Y. J. and Steneck, R. S. 2005. Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves. Trends Ecol. Evol. 20, 74–80.

Sazima, C.; Krajewski, J.P.; Bonaldo, R.M. and Guimarães Jr., P.R. 2006. The goatfish *Pseudupeneus maculatus* and its follower fishes at an oceanic island in the tropical west Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 69, 883–891.

Sazima, I.; Sazima, C.; Francini-Filho, R. B. and Moura, R. L. 2000. Daily cleaning activity and diversity of clients of the barber goby, *Elacatinus figaro*, on Rocky Reefs in Southeastern Brazil. *Environmental Biology of Fishes*, 59(1), 69-77.

Sazima, I.; Moura, R. L.; Sazima, C. 1999. Cleaning activity of juvenile angelfish, *Pomacanthus paru*, on the reefs of the Abrolhos Archipelago, western South Atlantic. *Environmental Biology of Fishes*, v. 56, n. 4, p. 399-407.

Santos, D. C.; Hazin, F. H. V.; Fischer, A. F.; Feitosa, F. N. and Araújo, M. E. 2008. The creation of a shipwreck park off the coast of Pernambuco, Brazil. *Rev. Bras. Enga. Pesca* 3(1),

Sazima, I.; Moura, R. L. and Rosa, R. S., 1997. *Elacatinus figaro* sp. n. (Perciformes: Gobiidae), a new cleaner goby from the coast of Brazil. *Aqua Journal Ichthyology Aquatic Biology*, 2, 33-38.

Seaman, W. Jr. 2000. Artificial reef evaluation: with application to natural marine habitats. CRC Press LLC. Florida. 246 p.

Sheridan I. 2002. Client selectivity in the blustreak cleaner wrasse, *Labroides dimidiatus*.

Spotte, S. 1996. Habitat and Temporal Effects on Diurnal, Mixed-species Foraging Associations of the Yellow Goatfish (*Mulloidichthys martinicus*) at Arise Chastanet, St. Lucia, West Indies. *Caribbean Journal of Science*, Vol. 32, No. 1, 21-25.

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

Stephan, C. D. and Lindquist, D. G. 1989. A comparative analysis of the fish assemblages associated with old and new shipwrecks and fish aggregating devices in Onslow Bay, North Carolina. *Bulletin of Marine Science* 44(2): 698-717.

Thresher, R. E. and Colin, P. L. 1986. Trophic structure, diversity and abundance of fishes of the deep reef (30-300 m) at Enewetak, Marshall Islands. *Bulletin of Marine Science* 38: 253-272.

Zavala-Camin, L. A. 1996. Introdução aos estudos sobre alimentação natural em peixes. Maringá: EDUEM.

Wilson, R. and Wilson, J. Q. 1985. Watching Fishes: Life and Behavior on Coral Reefs. New York: Harper & Row Publishers, Inc.

Considerações finais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A colonização dos três naufrágios mostrou-se igualmente estáveis em torno do décimo mês após o afundamento.
- Os três naufrágios apresentaram as mesmas famílias, que podem ser encontradas em recifes naturais, não dependendo da riqueza em termos de espécies de coral ou localização biogeográfica, são elas: Acanthuridae, Apogonidae, Blenniidae, Carangidae, Chaetodontidae, Holocentridae, Labridae, Mullidae, Pomacentridae e Scaridae.
- Em relação ao primeiro ano, houve um acréscimo nos valores médios dos índices biológicos (diversidade e equitabilidade) obtidos para os três naufrágios durante o segundo ano, demonstrando a existência de processos naturais de regulação das comunidades dos naufrágios.
- Houve poucas variações na composição das famílias entre os três naufragios.
- A maior abundância (número de indivíduos) em todos os naufrágios foi representada pela família Haemulidae (*Haemulon aurolineatum*, *H. squamipinna* e *H. parra*), família bastante comum nos ambientes recifais.
- A abundância absoluta expressa no presente trabalho, foi apresentou-se superior a encontrada em demais recifes artificiais e naturais, e também em estruturas de *reef balls*. Estudadas na Florida (U.S.A).
- Foi observada a presença de indivíduos juvenis (*Cephalopholis fulva* e *Lutjanus jocu*) durante os mergulhos, reforçando a importância desses naufrágios como formador de uma nova comunidade recifal, e não apenas uma estrutura agregadora.
- A maioria das espécies descritas no presente trabalho encontravam-se associadas ao fundo, mostrando que a colocação de uma estrutura artificial pode propiciar o surgimento de vida em locais antes vazios.
- Em relação às categorias tróficas, os naufrágios apresentaram resultados próximos àqueles normalmente encontradas em recifes naturais, demonstrando que os naufrágios parecem se comportar de maneira muito parecida aos recifes naturais.

- As simbioses alimentares são comuns nos recifes artificiais, sendo a atividade de limpeza e o comportamento de seguidor alimentar as mais frequentes.
- Foram registradas cinco espécies de limpadores (*Elacatinus Fígaro*, *Holacanthus tricolor*, *Halicoeres dimidiatus*, *Halicoeres bivittatus* e *Bodianus rufus*) e oito de clientes (*Cephalopholis fulva*, *Holacanthus ciliares*, *Acanthurus bahianus*, *A. coeruleus* e *Gymnothorax funebris*, *Pseudupeneus maculatus*, *Haemulon aurolineatum* e *H. squamipinna*), realizando atividade de limpeza nos naufrágios e proximidades. Este fato também se assemelha ao padrão comumente, pois as estações de limpeza foram formadas apenas por espécies já registradas para essas atividades observado em recifes naturais.
- Em relação ao comportamento seguidor alimentar, duas espécies demonstraram serem nucleares (*Pseudupeneus maculatus* e *Mulloidichthys martinicus*) e seis seguidoras (*Anisotremus virgínicus*, *Haemulon plumieri*, *Ocyurus chrysurus*, *Halichoeres brasiliensis*, *Sparisoma axillare* e *Lutjanus synagris*). Para todas elas, esse tipo de comportamento já havia sido registrado, indicando que os naufrágios não parecem afetar significativamente o comportamento trófico das relações ecológicas entre as espécies observadas.
- A julgar pelos parâmetros estudados (composição trófica e interações alimentares), os naufrágios parecem funcionar de forma muito parecida com os recifes naturais, sem afetarem a composição da estrutura trófica ou modificarem e/ ou criarem novas interações alimentares.