

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

HUDSON TERCIO PINHEIRO

**Peixes recifais da Ilha dos Franceses: composição, distribuição espacial e
conservação**

**Vitória, ES
2010**

HUDSON TERCIO PINHEIRO

Peixes recifais da Ilha dos Franceses: composição, distribuição espacial e conservação

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Oceanografia Ambiental.

**Orientador: Agnaldo Silva Martins
Co-orientador: Jean-Christophe Joyeux**

**Vitória, ES
2010**

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Central da Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

P654p Pinheiro, Hudson Tercio, 1981-
Peixes recifais da Ilha dos Franceses : composição,
distribuição espacial e conservação / Hudson Tercio Pinheiro. –
2010.
71 f. : il.

Orientador: Agnaldo Silva Martins.

Co-Orientador: Jean-Christophe Joyeux.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito
Santo, Centro de Ciências Humanas e Naturais.

1. Comunidades de peixes - Espírito Santo (Estado). 2. Pesca
- Espírito Santo (Estado). 3. Franceses, Ilha dos (ES). 4. Recifes
rochosos. I. Martins, Agnaldo Silva. II. Joyeux, Jean Christophe.
III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências
Humanas e Naturais. IV. Título.

CDU: 55



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA
AMBIENTAL

**PEIXES RECIFAIS DA ILHA DOS FRANCESES:
COMPOSIÇÃO, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E
CONSERVAÇÃO**

HUDSON TÉRCIO PINHEIRO

Prof. Dr. Agnaldo Silva Martins- Orientador
Orientador - DOC/UFES

Profa. Dra. Beatrice Padovani Ferreira - Examinadora
Externa Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira - Examinador
Interno Universidade Federal Fluminense

Vitória, 22 de março de 2010.

Dedico esse trabalho aos meus pais,
Sebastião Pinheiro e Rita Rosa N. Pinheiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais por toda a ajuda e apoio, não somente na minha profissão como em toda a minha vida.

Agradeço meu orientador, Agnaldo, por todas as oportunidades e paciência, por acreditar e investir em um potencial que nem mesmo existia.

Aos amigos Jean-Christophe Joyeux e João Luiz Gasparini, quem me “adotaram” e ensinaram muito além de pesquisa nestes últimos anos.

A Carlos Ferreira (Cadu), Sergio Floeter, Ramon Nogushi, Carlos Ferreira Werner (Guga) pelos treinamentos com a técnica de censos visuais e identificação de peixes.

Ao amigo João Batista Teixeira, que com muita paciência e colaboração muito contribuiu para minha formação acadêmica.

Ao amigo João Marcos C. Madureira, meu grande parceiro de mergulho, pessoa querida que plantou um sonho na minha cabeça. Vamos atrás juntos!!!

Aos amigos da “Ilha” e Voz da Natureza: Arthur Luiz Ferreira, Rodrigo Molina, Leonardo Schuler, Felipe Schuler, Leonardo Baião, Pedro Lucio Assis, Bruno Coutinho, Sara Cotta Zanardo, Ligia Protti, Tessa Chimalli, Manoel Andrade Jr., Bruno Massa, Bruno Oliveira, Gibran Chequer, Leandro (Jesus), por cada momento de conhecimento e divertimento.

Aos companheiros de laboratório Flavio Coelho, Thiony Simon, Vitor Camilato, Fernando Repinaldo Filho, Robson Guimarães, Caio Pimentel, Raphael Macieira, Lucas Xavier, por toda força e colaboração no dia-a-dia.

Aos amigos do Projeto TAMAR e de Povoação, Antonio de Pádua Almeida (Tonim), Rogério Penha (Deruja) e Victor Corona, com quem vivi na prática o significado de “conservação”.

Ao apoio logístico e financeiro do Departamento de Oceanografia e Ecologia/UFES, Operadoras de mergulho Flamar e Windive, Fundação O Boticário, Fundação SOS Mata Atlântica, ICMBio, Secretaria de Pesca de Itapemirim.

A CAPES pela bolsa de estudo.

E em especial agradeço a Flavia Carnelli, grande companheira que sempre me faz questão de lembrar o quanto a vida deve ser vivida.

Resumo

Esta dissertação apresenta os resultados de 10 anos de observações e pesquisas sobre os peixes recifais da Ilha dos Franceses. Localizada a 4 km da costa, no litoral sul do Espírito Santo, a Ilha dos Franceses é a maior ilha costeira do estado, possuindo uma área exposta de 0,135 km² e recifes de até 12 m de profundidade. A dissertação encontra-se dividida em três capítulos. O Capítulo 1 apresenta uma lista de todas as espécies de peixes registradas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, bem como as espécies registradas nas áreas de fundo inconsolidado do entorno da ilha. Os registros (material testemunho, fotografias e observação pessoal) datam do ano 2000 a 2010. Este capítulo também discute a similaridade da composição de espécies entre os distintos ambientes da ilha e entre a Ilha dos Franceses com diferentes recifes do norte ao sul do Brasil. O Capítulo 2 apresenta a estrutura da comunidade dos peixes recifais da ilha, levantada através da técnica de censos visuais (transectes 20 x 2 m), que foram conduzidos nos anos de 2005 e 2006. A distribuição espacial da comunidade é explorada, sendo possível observar a variação das categorias tróficas e espécies em relação à profundidade, à complexidade estrutural do substrato e à exposição a ventos e ondas. O Capítulo 3 explora a relação entre a frequência de captura e a intensidade que a espécie é visada para a captura com a abundância das espécies capturadas no ambiente natural. Para isso, atividades pesqueiras recreacionais e profissionais foram monitoradas nos anos de 2005 e 2006, enquanto que, paralelamente, censos visuais foram conduzidos nos mesmos ambientes em que as pescarias foram realizadas. Uma discussão sobre o estado de conservação dos recifes e espécies é apresentada neste último capítulo. Esta dissertação amplia as informações existentes sobre os peixes recifais do Espírito Santo e oferece embasamento para projetos de conservação em ambientes recifais.

Palavras chave: recifes rochosos; estrutura de comunidade; pesca; manejo; Espírito Santo; Brasil.

Abstract

This thesis shows the results of 10 years of observations and research of the Franceses Island reef fishes. Sited 4 km from the coast, in the southern littoral of Espírito Santo, Brazil, Franceses Island is the biggest coastal isle of the state, with an area of 0.135km² and reef of up 12 m deep. The thesis is divided into three chapters. Chapter 1 shows a checklist of all species recorded in the rocky reefs of Franceses Island, as well as all the registered species found in the soft ground around the island. The records (voucher specimens, photographic material and personal observations) dated from 2000 to 2010. This chapter also discusses the similarity of species composition among distinct habitats of the island and among the Franceses Island with different reef areas from North to South of Brazil. Chapter 2 shows the reef fish community structure of the isle, which was obtained by underwater visual census (UVC - 20 x 2m belt transects), that were conducted in 2005 and 2006. It also shows the community spatial distribution and the variation of trophic categories and species along depth, bottom complexity and exposure to wind and waves gradients. Chapter 3 explores the relation between the catch frequency and intensity in which the species are sought with the abundance of those caught reef species in the natural environment. For these, professional and recreational fishing activities were monitored while, in parallel, UVCs were conducted in the same areas of the fishing activities. A discussion about the conservation status of reefs and species was offered in this last chapter. This thesis increases the knowledge of reef fishes of Espírito Santo and offers a basis to work from for conservation projects of reef habitats.

Key-words: rocky reefs; community structure; fishery; management; Espírito Santo; Brazil.

SUMÁRIO

Capítulo 1. Peixes recifais da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil: comentários sobre abundância, uso de habitats e conservação.	10
Resumo.....	10
Abstract	11
Introdução.....	12
Materiais e Métodos	13
Área de Estudo	13
Coleta de dados	16
Resultados	18
Composição das espécies	18
Discussão.....	20
Referências Bibliográficas	22
Capítulo 2. Estrutura da comunidade e distribuição espacial dos peixes recifais da Ilha dos Franceses, Brasil	27
Resumo.....	27
Abstract	28
Introdução.....	29
Materiais e Métodos	30
Área de Estudo	30
Coleta dos Dados.....	31
Análise dos Dados	32
Resultados	33
Composição e Abundância.....	33
Variação Espacial da estrutura da comunidade.....	35
Exposição	37
Profundidade	38
Complexidade.....	40
Riqueza, diversidade e Abundância.	42
Discussão.....	42
Referências Bibliográficas	45
Capítulo 3. Reef fish fisheries and underwater visual censuses indicate the conservation status of a Brazilian coastal island.	48
Abstract	48
Introduction	49
Methods.....	50
Study site.....	50
Fishing activities monitoring.....	51
Fish census	52
Data analysis	52
Results	53
Species Caught by Fishing	53
Status of Captured Species	54
Discussion	55
Status of Preservation.....	55
Perspectives of Sustainability.....	57
Acknowledgements	58
References	58

Lista de Figuras

Figura 1.1 - Mapa de localização da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil.....	13
Figura 1.2 – Análise de cluster (dissimilaridade de Bray Curtis) dos Habitats encontrados na Ilha dos Franceses e áreas adjacentes. São apresentados o número total de espécies encontradas e a diversidade beta de cada habitat.....	18
Figura 2.1 – Localização da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil, evidenciando as diferentes faces da ilha em função da exposição à ventos e ondas (SH=face abrigada; LE=face de baixa exposição; AE=face com exposição intermediária; HE=face de alta exposição).....	29
Figura 2.2 – Abundância relativa das principais famílias encontradas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil.....	32
Figure 2.3 – Abundância relativa e número de espécies dos grupos tróficos encontrados nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.....	33
Figura 2.4 – MDS da matrix de abundância das espécies levantadas na Ilha dos Franceses, Brasil, evidenciando a diferença da comunidade em função da (A) exposição, (B) profundidade e (C) complexidade estrutural dos recifes (H E – High Exposure; A E – Average Exposure; L E – Low Exposure; SH – Shelter; H – High complexity; A – Average Complexity; L – Low Complexity).....	34
Figure 2.5 – Abundância média relativa, total (todos os censos reunidos) e em função das diferentes variáveis ambientais analisadas, dos grupos tróficos encontrados nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.....	35
Figura 2.6 - Abundância dos grupos tróficos nas diferentes zonas estudadas na Ilha dos Franceses (H E – High Exposure; A E – Average Exposure; L E – Low Exposure; SH – Shelter).....	36
Figura 2.7 – Abundância dos grupos tróficos nas diferentes classes de profundidade estudadas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.....	38
Figure 2.8 - Abundância dos grupos tróficos em relação aos distintos níveis de rugosidade dos recifes rochosos da Ilha dos Franceses (H – High complexity; A – Average Complexity; L – Low Complexity).....	39
Figure 3.1 – Location of the study area, Franceses Island, Espírito Santo, Brazil.....	48
Figure 3.2 – Number of species in function of the intensity at which are their targeted (left; as determined from interviews) and their frequency of capture (right; as censused in monitored fishing operations) at Franceses Island, central coast of Brazil.....	51
Figure 3.3 - Mean fish abundance (Number 40m ² ± 1 standard error) in UWVC in function of the intensity at which they are targeted (left) and their frequency of capture (right) at Franceses Island, central coast of Brazil.....	52

Lista de Tabelas

Tabela 2.1 – Diferenças entre a riqueza, diversidade e densidade da comunidade íctica em relação as variáveis estudadas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses.....	40
Tabela 3.1 – Mean abundance (Number 40m ² ± 1 standard error) in UWVC by cross-category for intensity at which fish are sought and their frequency of capture at Franceses Island. * shows the abundance of <i>L. nuchipinnis</i> since the other 2 species (<i>H. clupeola</i> and <i>C. chrysurus</i>) aggregate in schools and were, therefore, excluded from the analysis.....	52

Capítulo 1. Peixes recifais da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil: comentários sobre abundância, uso de habitats e conservação.

Resumo

Apesar do aumento do conhecimento a respeito dos peixes recifais brasileiros nas duas últimas décadas, extensas áreas marinhas continuam sem informação básica ou proteção às ameaças humanas. Um levantamento das espécies de peixes foi realizado entre os anos de 2000 e 2010 nos recifes e ambientes do entorno da Ilha dos Franceses, e contou com observações sub-aquáticas, coletas e monitoramento de capturas pesqueiras. Uma lista de 214 espécies de peixes é apresentada neste trabalho. Vinte e cinco espécies são consideradas abundantes (12%), 41 muito comuns (19%), 43 comuns (20%), 49 ocasionais (23%), 44 incomuns (21%) e 12 raras (6%). Uma análise da dissimilaridade dos habitats aponta que a coluna d'água (CD) apresenta uma fauna quase totalmente distinta dos outros habitats, enquanto que recifes rochosos (RR) e interface (IF) possuem 30 espécies em comum, e substratos não consolidados do entorno da ilha (SNI) e substratos não consolidados das regiões adjacentes (SNA) apresentam 16 espécies em comum. A maior riqueza de espécies é encontrada no RR (95 espécies), seguido pela IF (66), SNA (58), CD (46) e SNI (41). O ambiente que apresentou a maior diversidade beta é o RR, com 50 espécies, seguido pela CD (36), SNA (33), SNI (10) e IF (7). Cinco espécies ameaçadas de extinção e nove ameaçadas de sobre-exploração ocorrem na região. Cento e cinco espécies foram levantadas em capturas de atividades de pesca profissionais, enquanto sessenta e quatro foram levantadas em capturas de pescarias recreacionais. O número e composição de espécies apresentadas neste estudo são semelhantes aos encontrados em recifes de coral e recifes rochosos do Brasil. A diversidade pode estar relacionada ao número de habitats e condições oceanográficas da costa do Espírito

Santo. A conservação dos ambientes estudados colaboraria para a proteção de uma importante parcela (34%) da biodiversidade de peixes recifais brasileiros.

Palavras-chave: biodiversidade; ictiofauna; recifes rochosos.

Abstract

Despite the increase of knowledge on Brazilian reef fishes in the last two decades, extensive marine areas continue with no information or protection against human threat. A checklist of fish species was conducted between 2000 and 2010 at Franceses Island, and was performed by sub-aquatic observations, collects and fisheries activity monitoring. A list of 214 species is showed in this research. Twenty five species were abundant (12%), forty one were very common (19%), forty three were common (20%), forty nine were occasional (23%), forty four were uncommon (21%) and 12 were rare (6%). The dissimilarity analyses of the Habitats point out a great divergence of the water column habitat (CD) with others habitats, while rocky reefs (RR) and interface (IF) have 30 species in common, and non-consolidate substrate of island (SNI) and non-consolidate substrate of adjacent areas (SNA) show 16 species in common. The highest richness was found in RR (95 species), followed by IF (66), SNA (58), CD (46) and SNI (41). The habitat with most beta diversity was RR, with 50 species, followed by CD (36), SNA (33), SNI (10) and IF (7). Five extinction threatened species and nine over-exploitation threatened species occurred in the region. One hundred and five species were assessed by professional fishery activities, while sixty four were assessed by recreational fishermen. The species composition and number showed in this research are similar with others Brazilian coral and rocky reefs. The diversity can have relation with the habitats quantity and oceanographic features of Espírito Santo coast. The conservation of the studied habitats would collaborate for protection of an important parcel (34%) of Brazilian reef fish diversity.

Key-words: biodiversity; ichthyofauna; rocky reefs.

Introdução

Apesar de no Caribe os estudos com peixes recifais se intensificarem a partir da década de 40, a ictiofauna recifal da Costa Brasileira permaneceu largamente desconhecida até início dos anos 90 (Floeter & Gasparini, 2000). Contudo, a partir da década de 90, a utilização de equipamentos SCUBA proporcionou um considerável aumento de informações a respeito da ictiofauna recifal brasileira, principalmente a respeito da taxonomia, estrutura de comunidades, ecologia, biogeografia e filogenética (Floeter *et al.*, 2001; Joyeux *et al.*, 2001).

Devido a grande proporção de espécies endêmicas, a ictiofauna recifal brasileira compõe uma província zoogeográfica própria (Floeter & Gasparini, 2000; Floeter *et al.*, 2008), separada das outras províncias do Atlântico por vários filtros biogeográficos (Rocha, 2003; Floeter *et al.*, 2008). Por apresentar uma pequena área recifal, quando comparado com o restante das zonas costeiras do Atlântico e do mundo, e abrigar um grande número de espécies endêmicas, os recifes brasileiros possuem grande prioridade para a realização de estudos e programas para conservação (Moura, 2000).

Alguns estudos realizados nesta última década visaram compreender a dinâmica da comunidade de peixes em relação à forçantes ambientais (Ferreira *et al.*, 2001; Floeter *et al.*, 2007) e efeitos da pesca e medidas de conservação (Floeter *et al.*, 2006; Francini-Filho & Moura, 2008a, b). Estudos ecológicos (Sazima *et al.*, 2000; Bonaldo *et al.*, 2006; Ferreira & Gonçalves, 2006; Francini-Filho & Sazima, 2008; Francini-Filho *et al.*, 2009) e comportamentais (Gibran, 2002; Sazima, 2002; Sazima *et al.*, 2003; Gibran, 2004) também foram largamente desenvolvidos em diferentes localidades do Brasil.

Apesar do desenvolvimento de pesquisas sobre peixes recifais no Brasil, uma enorme parte das áreas recifais brasileiras continua sem conhecimento básico (Mendonça-Neto *et al.*, 2008)

e sem proteção (Floeter *et al.*, 2006), sofrendo diversos impactos provenientes do crescimento populacional, desenvolvimento industrial, pesca e turismo desordenados. Com o intuito de contribuir com informações básicas a respeito da ictiofauna recifal do estado do Espírito Santo, uma lista das espécies de peixes que ocorrem nos arredores da Ilha dos Franceses, a maior ilha costeira do estado, é apresentada.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O estado do Espírito Santo ($18^{\circ}22'S - 21^{\circ}19'S$), costa sudeste do Brasil, é situado numa zona de transição tropical-subtropical, com predomínio de águas oligotróficas tropicais da corrente do Brasil no norte e uma menor influência de ressurgências costeiras sazonais ao sul (Schmid *et al.*, 1995). A região marítima do estado também se situa numa zona de transição entre ecossistemas de recifes biogênicos ao norte ($0^{\circ} 52'N-19^{\circ}S$) e rochosos ao sul ($20^{\circ}S-28^{\circ}S$) da costa do Brasil (Floeter *et al.*, 2001). O clima da região é característico de regiões inter-tropicais, com intensas e prolongadas chuvas no verão e um período de estiagem que vai de abril a setembro. Os ventos predominantes são de leste a nordeste, contudo, no inverno, há a ocorrência de ventos sul e sudeste (Nimer, 1989).

A Ilha dos Franceses está situada a 3,5km da praia de Itaoca, litoral sul do Espírito Santo (Figura 1.1). A ilha possui formação granítica, possuindo uma área emersa de aproximadamente $150.000m^2$ e perímetro de 1.700m, sendo a maior ilha costeira do estado. O costão possui uma enorme diferença de declividade e extensão horizontal entre suas faces. Na face oeste da ilha, abrigada de ventos e ondas, o costão possui uma curta extensão horizontal e uma alta declividade, atingindo apenas 5 metros de profundidade. Nesta face, a interface é caracterizada por sedimentos de areia fina e lama. O ambiente marinho rumo ao continente é

caracterizado por uma baixa profundidade ($< 4\text{m}$), fundo de areia e a presença de bancos de macroalgas, pequenos “cabeços” (*patch reefs*) e recifes de formação biogênica.

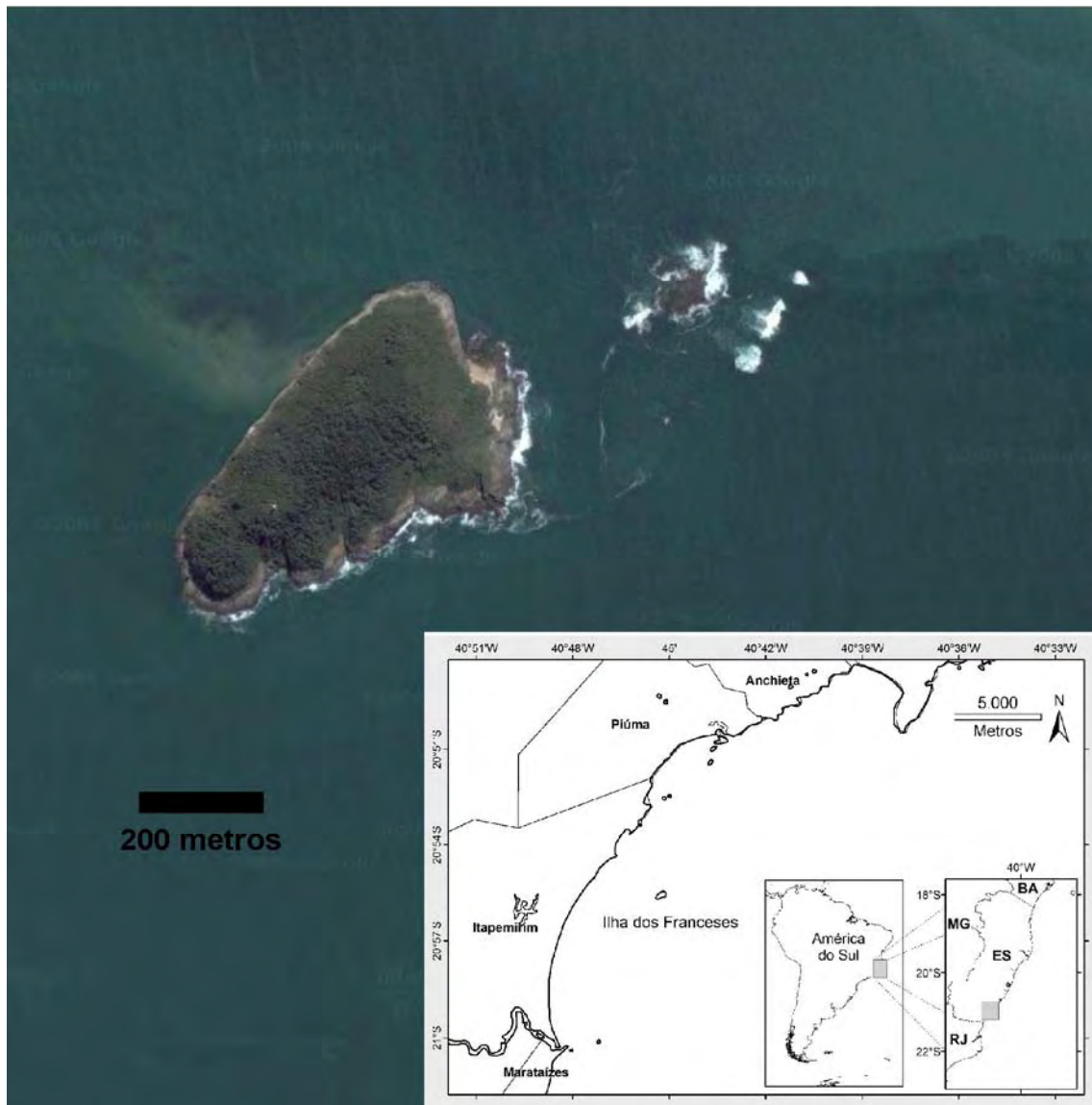


Figura 1.1 – Mapa de localização da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil.

Na face leste, voltada para o oceano aberto, o costão possui extensão horizontal e profundidades máximas, atingindo mais de 200 m de comprimento e 12 metros de profundidade. A interface possui a presença de rodolitos, material bioclástico e areia grossa. Há ainda nesta face, a poucos metros de distância da ilha, a presença de recifes submersos. O infra-litoral de todas as faces do costão apresenta grande variação de complexidade estrutural

em função da presença de grandes pedras e buracos. A ilha ainda apresenta recifes, expostos e submersos, em sua face nordeste.

Em relação a comunidade bentônica, sua estrutura é formada por uma cobertura de 31,8% de zoobentos, 46,1% de fitobentos e 22,1% de substrato não consolidado (zonas de interface) (Costa, 2009). Algas em tufo e substrato não consolidado apresentam as maiores coberturas, seguidos de algas vermelhas, algas pardas, esponjas, briozoários, gorgônias e zoantídeos. Entretanto, é possível observar diferenças significativas entre a cobertura bentônica da região abrigada e da região exposta da ilha (exposição em relação a ondas e ventos predominantes). Segundo Costa (2009), os corais, zoantídeos e ouriços do mar possuem uma maior cobertura na região abrigada, enquanto que gorgônias, hidrozoários e macroalgas possuem maior cobertura na região exposta.

A ilha ainda recebe influência de duas bacias hidrográficas que formam os rios Benevente (Anchieta) e Itapemirim (entre Marataízes e Itapemirim). Estes rios, em períodos muito chuvosos, aliado aos fortes ventos de inverno, promovem o aumento da turbidez da água e a suspensão de material particulado no entorno da ilha. A sudoeste da ilha existe um extenso banco de areia, lama e cascalho (rodolitos e material bioclastico), onde pescadores locais costumam praticar pesca de arrasto, visando a captura de camarões (Pinheiro & Martins, 2009). A ictiofauna de uma parte deste ambiente foi amostrada entre os anos de 2003 e 2004 (para detalhes ver Pinheiro et al., 2009). Neste trabalho este habitat é apresentado como substrato não consolidado dos arredores da ilha (SNA).

Ainda, a Ilha dos Franceses situa-se numa área proposta para a criação de uma Unidade de Conservação Marinha. A região é considerada como uma área de importância biológica e

prioridade de ação (estudos e manejo) extremamente alta pelo governo brasileiro (MMA, 2007).

Coleta de dados

A lista das espécies de peixes da Ilha dos Franceses e áreas adjacentes (SNA) resulta de observações, fotografias e coletas de exemplares testemunhos por parte do autor e colaboradores entre os anos de 2000 e 2010. Um monitoramento de atividades pesqueiras ocorreu entre 2003 e 2006, onde atividades de pesca de arrasto de fundo (12 embarques; total de 30 horas de arrasto), arrasto de cerco (15 arrastos) e pescarias recreacionais (75 pescadores monitorados) foram acompanhadas, sendo as espécies capturadas identificadas e anotadas. Os arrastos de fundo foram realizados por embarcações artesanais locais, entre 500 e 1500 metros a sudoeste da ilha (ver Pinheiro & Martins, 2009; Pinheiro et al., 2009), no ambiente denominado SNA. Os arrastos de cerco costumam ser realizados de cima da própria ilha, onde pescadores visam cercar cardumes de peixes de passagem. As redes utilizadas possuem aproximadamente 400 m de comprimento e 5 de altura, cercando e capturando todos os peixes que habitam ou percorrem a zona abrigada (oeste) da ilha (ambientes de recifes rochosos, interface e substrato não consolidado da ilha). As pescarias recreacionais (de linha de mão e caça submarina) ocorreram no entorno dos costões da ilha (ambientes de recifes rochosos, interface e substrato não consolidado da ilha). Outras atividades de pesca profissional que ocorrem na região, como o uso de redes de espera e currico, não foram estudadas.

Os peixes são listados em ordem filogenética de famílias segundo Nelson (2006). As espécies são organizadas em ordem alfabética dentro das famílias. Recentes mudanças na classificação dos peixes da família Serranidae (Craig & Hastings, 2007) foram adotadas. São apresentadas as seguintes informações na lista:

Abundância – é apresentado um indicador da abundância relativa de cada espécie baseado em 250 censos visuais da comunidade de peixes realizados nos últimos 5 anos pelo autor, e monitoramento de atividades de pesca, onde: AB=abundante (vários avistamentos de muitos indivíduos são esperados por mergulho ou captura pesqueira; no mínimo 50 indivíduos), MC=muito comum (vários avistamentos são esperados, mas não necessariamente de muitos indivíduos), CO=comum (avistamentos são freqüentes, mas não necessariamente em todos os mergulhos ou capturas), OC=ocasional (avistamentos não são freqüentes nem são incomuns), IN=incomum (avistamentos são esporádicos e não previstos), RA=raros (avistados ou capturados somente uma vez) (adaptado de Luiz Jr. *et al.*, 2008). Informações detalhadas a respeito da metodologia e abundancia dos peixes recifais estão apresentadas no Capítulo 2.

Habitat – um lugar particular onde a espécie costuma ser avistada. Os habitats são baseados em características fisiográficas como o tipo de substrato e profundidade, onde: RR=recife rochoso (áreas rasas e regiões centrais do recife; varia entre 0 e 12m de profundidade), IF=interface (regiões de interface entre o recife rochoso e substrato não consolidado; 3 a 15 m de profundidade), SNI= substrato não consolidado da ilha (formado por areia, lama, rodolitos ou material bioclástico próximo da ilha; < 100m do costão ou recife; 4 a 15 m de profundidade), CD=coluna d'água (ambiente pelágico de 0 a 8 metros de profundidade), SNA=substrato não consolidado dos arredores da ilha (envolve fundos de areia, lama e cascalho no entorno de até 1,5km da Ilha dos Franceses; 4 a 6 m de profundidade).

Ameaça – registro da espécie em capturas pesqueiras da região e em listas de espécie ameaçada de extinção: PP= capturada pelas atividades de pesca profissionais monitoradas, PR= capturada por atividades de pesca recreacional monitoradas, AE= espécie ameaçada de extinção (presente na lista brasileira de espécies ameaçadas de extinção; IBAMA, 2003a, b), AS=espécie ameaçada de sobre-exploração (presente na lista brasileira de espécies ameaçadas de sobre-exploração; IBAMA, 2003b), NA=não ameaçada (espécies que não se encontram

nas listas de espécies ameaçadas e não foram registradas nas capturas das pescarias monitoradas).

A análise de cluster dos habitats foi realizada utilizando uma matriz de presença/ausência das espécies. O índice de dissimilaridade de Bray Curtis foi utilizado, e os habitats agrupados de acordo com o método de UPGMA (Pielou, 1984). A diversidade beta refere-se ao número de espécies exclusivas a um único habitat.

Resultados

Composição das espécies

Um total de 214 espécies de peixes marinhos foi registrado para a Ilha dos Franceses e ambientes do entorno (Anexo 1). Cento e cinquenta e três espécies foram levantadas através de atividades de mergulho, sendo 71 levantadas exclusivamente por este método, enquanto que 143 espécies foram levantadas pelas atividades de pesca, sendo 61 exclusivas. A família mais rica é Sciaenidae, com 18 espécies, seguida de Carangidae com 15, Serranidae com 11, Haemulidae com 9 e Scaridae com 7 espécies cada. Os gêneros mais ricos em espécies são Lutjanus e Sparisoma com 5 espécies, seguidos de Gymnothorax, Caranx, Haemulon, Cynoscion e Sphoeroides, com 4 cada.

Vinte e cinco espécies são consideradas abundantes (12%), enquanto que 41 são consideradas muito comuns (19%), 43 foram comuns (20%), 49 foram ocasionais (23%), 44 foram incomuns (21%) e apenas 12 espécies foram consideradas raras (6%) (Anexo 1).

Entre todas as espécies, 181 (85%) ocorrem nos recifes da Ilha dos Franceses (somando-se os ambientes de RR, IF, CD e SNI), sendo 156 exclusivas destes. Cinquenta e oito espécies

(27%) ocorrem nos ambientes de fundo inconsolidado (areia, lama e cascalho) adjacentes da ilha, sendo 33 exclusivas deste ambiente. Vinte e cinco espécies (12%) foram encontradas tanto na Ilha dos Franceses quanto no ambiente de fundo inconsolidado adjacente (Anexo 1).

A análise da dissimilaridade dos habitats mostra que a composição de espécies de cada habitat difere significativamente entre si (Figura 1.2). O habitat CD apresenta espécies quase que totalmente diferentes dos outros habitats, enquanto que RR e IF possuem 30 espécies em comum e SNI e SNA apresentam 16 espécies em comum. A maior riqueza de espécies é encontrada no RR (95 espécies), seguido pela IF (66), SNA (58), CD (46) e SNI (41). O ambiente que apresentou a maior diversidade beta é o RR, com 50 espécies, seguido pela CD (36 espécies), SNA (33), SNI (10) e IF (7) (Figura 1.2).

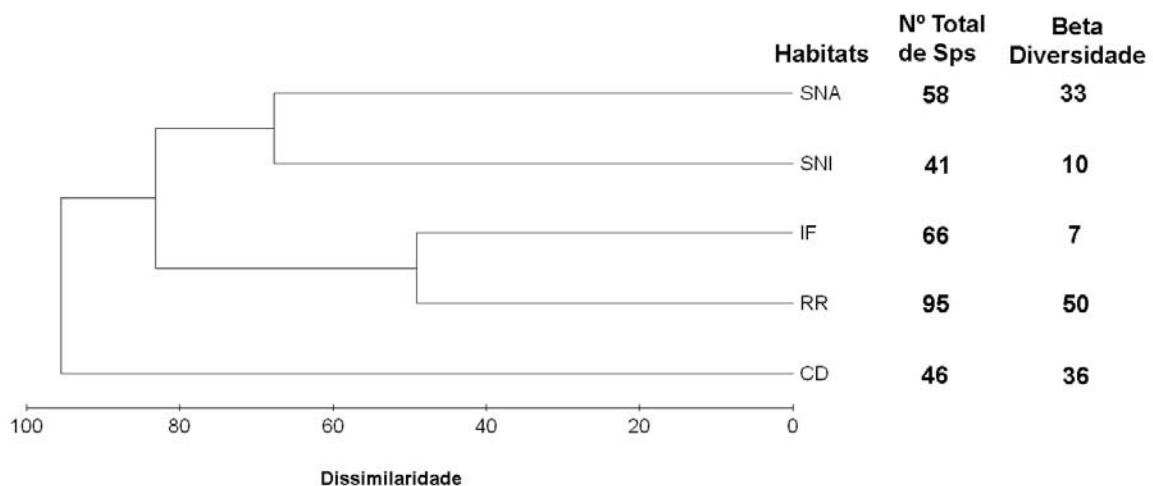


Figura 1.2 – Análise de cluster (dissimilaridade de Bray Curtis) dos Habitats encontrados na Ilha dos Franceses e áreas adjacentes. São apresentados o número total de espécies encontradas e a diversidade beta de cada habitat.

Cinco espécies que ocorrem na região são ameaçadas de extinção: *G. cirratum*, *R. horkelii*, *E. itajara*, *E. figaro* e *G. brasiliensis*, e nove são ameaçadas de sobre-exploração: *S. brasiliensis*, *P. pagrus*, *O. chrysurus*, *M. ancylodon*, *M. furnieri*, *L. analis*, *M. liza*, *P. saltatrix* e *M. marginata*. Cento e cinco espécies foram levantadas em capturas de atividades de pesca

profissionais, sendo destas uma ameaçada de extinção e seis de sobre-exploração. Sessenta e quatro espécies foram levantadas em capturas de pescarias recreacionais (31 por linha e anzol e 48 por caça submarina), sendo destas duas ameaçadas de extinção e quatro de sobre-exploração.

Discussão

Muito se sabe sobre os padrões de diversidade de peixes recifais no mundo, onde a região que compreende as ilhas da Indonésia e Austrália forma o local com maior biodiversidade marinha de todos os oceanos (Bellwood & Wainwright, 2002). Na Indonésia podem ser encontradas mais de 1000 espécies em uma única ilha (Allen & Erdmann, 2009) enquanto no Caribe são encontradas cerca de 814 espécies (Floeter *et al.*, 2008).

Em todo o Brasil, um total de 437 espécies de peixes ocorre nos distintos ambientes recifais (Floeter *et al.*, 2008). Os peixes recifais encontrados na Ilha dos Franceses e habitats adjacentes (154 espécies, *sensu* Floeter *et al.*, 2008) representam 35% das espécies de peixes observados em ambientes recifais de todo o Brasil. O número e composição de espécies apresentadas neste estudo são semelhantes aos encontrados em recifes de coral brasileiros, como os do Banco de Abrolhos (266 espécies, incluindo peixes recifais e costeiros; Moura & Francini-Filho, 2005) e litoral da Paraíba (157 espécies de peixes recifais; Rocha *et al.*, 1998), e recifes rochosos, como os encontrados no Parque Marinho Laje de Santos (196 espécies de peixes recifais; Luiz Jr. *et al.*, 2008), Baía da Ilha Grande (174 espécies de peixes recifais; Ferreira *et al.*, 2007) e Reserva Biológica do Arvoredo (156 espécies de peixes recifais; Hostim-Silva *et al.*, 2005).

A diversidade de espécies, apesar de ser influenciada por gradientes latitudinais e biogeográficos (Floeter *et al.*, 2004; 2008), apresenta íntima relação com a diversidade de

habitats presentes em cada área (Cornell & Karlson, 2000). Apesar de uma área total muito pequena e rasa (comparado aos estudos citados no parágrafo anterior), a Ilha dos Franceses apresenta grande diversidade de micro-habitats, como costões rochosos compostos por um grande gradiente de complexidade estrutural, recifes emersos e submersos, fundo de rodolitos e material bioclástico, praia, lama, banco de macro-algas e cabeços (*patch reefs*), distribuídos em regiões abrigadas e expostas aos ventos e ondas. Aliado a este fator, as características oceanográficas da região (Schmid *et al.*, 1995) faz da costa do Espírito Santo um ambiente ecótono entre os litorais nordeste e sul do Brasil, contribuindo para a diversidade de peixes marinhos encontrada, uma vez que é possível observar na área a presença de espécies de característica tropical e subtropical.

As análises de diversidade e dissimilaridade dos diferentes habitats estudados oferecem alguns pontos para discussão. Apesar dos habitats RR e IF apresentarem as maiores riquezas, a baixa diversidade beta de IF e pequena dissimilaridade entre os habitats apontam uma sobreposição entre as espécies destes dois ambientes. Este fato pode ser explicado devido a pequena área rasa da ilha e a característica de ecótono de IF. Já as semelhanças entre SNI e SNA, apesar de pequenas, sugerem a existência de uma conectividade entre os diferentes habitats próximos. Apesar dos costões e recifes rochosos da ilha serem limitados a sua própria área, sua fauna recifal pode estar conectada a outros recifes e ilhas através dos ambientes não-consolidados e cabeços existentes no entorno. O habitat CD apresenta uma fauna não muito rica em número de espécies, mas com uma alta diversidade beta. A maioria das espécies presente neste habitat é formadora de cardume e não necessariamente é residente dos recifes da região, aparentando ter ocorrência sazonal (Pinheiro, HT; observação pessoal).

Moura & Francini-Filho (2005) relatam que, devido à alta taxa de endemismo e alto risco (aumento da sedimentação e sobre-exploração dos recursos), os recifes brasileiros podem ser

considerados como um *hotspot* do Atlântico, merecendo imediata atenção de cientistas e conservacionistas. O Espírito Santo, por se tratar de uma ecótone marinha e propiciar conectividade entre distintos ambientes, merece uma atenção especial. Regiões ecótone, normalmente, são mais sensíveis aos efeitos de mudanças climáticas no ambiente marinho (Peters, 1994), e dependem de áreas sadias para a manutenção de suas comunidades. A Ilha dos Franceses, além de uma parcela representativa da diversidade de peixes recifais brasileiros, conta com a presença de espécies ameaçadas de extinção e sobre-exploração, além de muitas espécies de importância comercial e recreacional. Contudo, a zona marinha do litoral sul do Espírito Santo tem sofrido com diversos tipos de impacto, como o aumento da sedimentação de duas bacias hidrográficas próximas, o turismo descontrolado e a pesca excessiva (Pinheiro *et al.*, 2010). Estes impactos podem estar colaborando para a descaracterização da estrutura da comunidade dos peixes locais. Atualmente, órgãos gestores brasileiros, juntamente com ONGs locais, trabalham para o fechamento de uma proposta de Unidade de Conservação Marinha a ser criada no litoral sul do Espírito Santo. A inclusão da Ilha dos Franceses e áreas adjacentes em uma área de proteção integral colaboraria para a proteção de uma importante parcela da biodiversidade de peixes brasileiros, sustentabilidade das atividades pesqueiras nas áreas do entorno e ordenamento do turismo local.

Referências Bibliográficas

- Allen, G.R. & Erdmann, M.V. 2009. Reef fishes of the Bird's Head Peninsula, West Papua, Indonesia. Check List 5 (3): 587-628.
- Bellwood, D. R. & Wainwright, P. C. 2002. The history and biogeography of fishes on coral reefs. In: Sale, P.F. (Ed), Coral Reef Fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem. Academic Press, San Diego. pp. 5-32.

- Bonaldo, R.M.; Krajewski, J.P.; Sazima, C. & Sazima, I. 2006. Foraging activity and resource use by three parrotfish species at Fernando de Noronha Archipelago, tropical West Atlantic. *Marine Biology* 149: 423-433.
- Cornell, H.V. & Karlson, R.H. 2000. Coral species richness: ecological versus biogeographic influences. *Coral Reefs* 19: 37-49.
- Costa, T.J.F. 2009. Estrutura da comunidade bentônica dos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, sudeste do Brasil, utilizando a técnica amostral de fotoquadrante digital. Monografia apresentada ao Departamento de Biologia da FAESA, Vitória, ES.
- Craig, M.T. & Hastings, P.A. 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of Epinephelini. *Ichthyological Research* 54: 1–17.
- Ferreira, C.E.L.; Gonçalves, J.E.A. & Coutinho, R. 2001. Community structure and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes* 61: 353-369.
- Ferreira, C.E.L. & Gonçalves, J.E.A. 2006. Community structure and diet of roving herbivorous reef fishes in the Abrolhos Archipelago, south-western Atlantic. *Journal of Fish Biology* 69: 1533-1551.
- Ferreira, C.E.L.; Ferreira, C.G.W.; Rangel, C.A.; Mendonça, J.P.; Gerhardinger, A.C.; Carvalho-Filho, A.; Godoy, E.A.; Luiz Jr., O. & Gasparini, J.L. 2007. Peixes recifais. In: Creed, J.C.; Pires, D.O. & Figueiredo, M.A.O. (orgs), *Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande*. MMA, Brasília, 417pp.
- Floeter, S.R. & Gasparini, J.L. 2000. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns. *Journal of Fish Biology* 56: 1099–1114.
- Floeter, S.R.; Guimarães, R.Z.P.; Rocha, L.A.; Ferreira, C.E.L.; Rangel, C.A. & Gasparini, J.L. 2001. Geographic variation in reef fish assemblages along the Brazilian coast. *Global Ecology & Biogeography* 10: 423-431.
- Floeter, S.R.; Ferreira, C.E.L.; Dominici-Arosemena, A. & Zalmon, I.R. 2004. Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *Journal of Fish Biology* 64:1680–1699.
- Floeter, S.R.; Halpern, B.S. & Ferreira, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation* 128: 391–402.

- Floeter, S.R.; Krohling, W.; Gasparini, J.L.; Ferreira, C.E.L. & Zalmon, I.R. 2007. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes* 78:147-160.
- Floeter, S.R.; Rocha, L.; Robertson, D.R.; Joyeux, J.-C.; Smith-Vaniz, W.F.; Wirtz, P.; Edwards, A.J.; Barreiros, J.P.; Ferreira, C.E.L.; Gasparini, J.L.; Brito, A.; Falcón, J.M.; Bowen, B.W. & Bernardi, G. 2008. Atlantic reef fish biogeography and evolution. *Journal of Biogeography* 35: 22–47.
- Francini-Filho, R.B. & Sazima, I. 2008. A comparative study of cleaning activity of two reef fishes at Fernando de Noronha Archipelago, tropical West Atlantic. *Environmental Biology of Fishes* 83 (2): 213-220.
- Francini-Filho, R.B. & Moura, R.L. 2008a. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1166-1179.
- Francini-Filho, R.B. & Moura, R.L. 2008b. Evidence for Spillover of reef fishes from a no-take marine reserve: An evaluation using the before-after control impact (BACI) approach. *Fisheries Research* 93: 346-356.
- Francini-Filho, R.B.; Ferreira, C.M.; Coni, E.O.C.; Moura, R.L. & Kaufman, L. 2009. Foraging activity of roving herbivorous reef fish (Acanthuridae and Scaridae) in eastern Brazil: influence of resource availability and interference competition. *Journal of Marine Biological Association of the United Kingdom*, *in press*.
- Gibran, F.Z. 2002. The sea basses *Diplectrum formosum* and *D. radiale* (Serranidae) as followers of the sea star *Luidia senegalensis* (Asteroidea) in southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 62 (4): 591-594.
- Gibran, F.Z. 2004. Dying or illness Feigning: an unreported feeding tactic of the comb grouper *Mycteroperca acutirostris* (Serranidae) from the southwest Atlantic. *Copeia* (2): 403-405.
- Hostim-Silva, M.; Andrade, A.B.; Machado, L.F.; Gerhardinger, L.C.; Daros, F.A.; Barreiros, J.P. & Godoy, E. 2005. Peixes de Costão Rochoso de Santa Catarina, I. Arvoredo. UNIVALI Edições, Itajaí, 131pp.
- IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2003a. Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Anexo à Instrução Normativa

n° 3 do Ministério do Meio Ambiente, de 27/05/2003, publicada no D.O.U. n° 101, Seção I, de 28/05/2003.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2003b. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Ameaçadas de Extinção e Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexploradas ou Ameaçadas de Sobreexploração. Anexos à Instrução Normativa n° 5 do Ministério do Meio Ambiente, de 21/05/2004, publicada no D.O.U. n° 102, Seção I, de 28/05/2004.

Joyeux, J.C.; Floeter, S.R.; Ferreira, C.E.L. & Gasparini, J.L. 2001. Biogeography of tropical reef fishes: the South Atlantic puzzle. *Journal of Biogeography* 28: 831-841.

Luiz Jr., O.J.; Carvalho-Filho, A., Ferreira, C.E.L.; Floeter, S.R.; Gasparini, J.L. & Sazima, I. 2008. The reef fish assemblage of the Laje de Santos Marine State Park, Southwestern Atlantic: annotated checklist with comments on abundance, distribution, trophic structure, symbiotic associations and conservation. *Zootaxa* 1807: 1-25.

Mendonça-Neto, J.P.; Monteiro-Neto, C. & Moraes, L.E. 2008. Reef fish community structure on three islands of Itaipu, Southeast Brazil. *Neotropical Ichthyology* 6 (2): 267-274.

MMA. 2007. Áreas prioritárias para conservação no Brasil.

<http://www.mma.gov.br/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=72&idMenu=3812>

Moura, R.L. 2000. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. *Proceedings 9th International Coral Reef Symposium* 2: 917-920.

Moura, R.L. & Francini-Filho, R.B. 2005. Reef and shore-fishes of the Abrolhos Bank, Brazil. In: Dutra, G.F.; Allen, G.R.; Werner, T. & McKenna, S.A. (Eds), A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos Bank, Bahia, Brazil. *RAP Bulletin of Biological Assessment* 38. Conservation International, Washington, 160pp.

Nelson, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4th edition. John Wiley & Sons, Inc.; New Jersey. 622pp.

Nimer, E. 1989. *Climatologia do Brasil*. 2^a Ed. IBGE, Riode Janeiro, 421pp.

Peters, R.L. 1994. Conserving biological diversity in the face of climate change. In: Kim, K.C. & Weaver, R.D. (Eds), *Biodiversity and landscapes: a paradox of humanity*. Cambridge University Press, Cambridge, 431pp.

- Pielou, E.C. 1984. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. John Wiley and Sons, New York, 288 pp.
- Pinheiro, H.T. & Martins, A.S. 2009. Estudo comparativo da captura artesanal do camarão sete-barbas e sua fauna acompanhante em duas áreas de pesca do litoral do estado do Espírito Santo, Brasil. Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo 35 (2): 215-225.
- Pinheiro, H.T.; Martins, A.S.; Araújo, J.N. & Pinto, A.S.S. 2009. Evidence of seasonal changes in community structure for a coastal ecosystem in the central coast of Brazil, south-west Atlantic. Journal of Marine Biological Association of United Kingdom 89(2): 217–224.
- Pinheiro, H.T.; Ferreira, A.L. & Teixeira, J.B. (Org.). 2010. Diagnóstico Ambiental do litoral sul do estado do Espírito Santo: Estudos complementares para a criação de uma Unidade de Conservação Marinha. Associação Ambiental Voz da Natureza, Vitória. 228pp.
- Rocha, L.A.; Rosa, I.L. & Rosa, R.S. 1998. Peixes recifais da costa da Paraíba, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia 15 (2): 553-566.
- Rocha, L.A. 2003. Patterns of distribution and processes of speciation in Brazilian reef fishes. Journal of Biogeography 30: 1161-1171.
- Sazima, I. 2002. Juvenile snooks (Centropomidae) as mimics of mojarras (Gerreidae), with a review of aggressive mimicry in fishes. Environmental Biology of Fishes 65: 37-45.
- Sazima, I.; Sazima, C.; Francini-Filho, R.B. & 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: 69-77.
- Sazima, I.; Sazima, C. & Silva-Jr., J.M. 2003. The cetacean offal connection: feces and vomits of spinner dolphins as a food source for reef fishes. Bulletin of Marine Science 72 (1): 151-160.
- Schmid, C.; Schafer, H.; Podesta, G. & Zenk, W. 1995. The Vitória eddy and its relation to the Brazil current. Journal of Physical Oceanography 25: 2532-2546.

Capítulo 2. Estrutura da comunidade e distribuição espacial dos peixes recifais da Ilha dos Franceses, Brasil

Resumo

A determinação da distribuição espacial dos peixes e grupos tróficos em um ambiente recifal pode colaborar para o entendimento das relações ecológicas, auxiliando a elaboração de estratégias de amostragem científica (a fim de um levantamento adequado da estrutura da comunidade), assim como de manejo e conservação. A fim de verificar as mudanças em pequena escala (em uma mesma ilha costeira) da estrutura da comunidade de peixes de recifes rochosos, realizamos levantamentos em gradientes de profundidade, complexidade estrutural e exposição a ventos e ondas. Foi verificado que a estrutura da comunidade muda em função dos gradientes analisados. A estrutura trófica das assembléias encontradas nas zonas de baixa exposição e abrigadas, nos locais mais profundos e de mais alta complexidade estrutural diferencia-se significativamente da assembléia geral (todas variáveis reunidas). Recifes rochosos, geralmente pequenos em termos de extensão horizontal, apresentam grande mudança na estrutura da comunidade em função de diferentes gradientes e variáveis de pequena escala. O entendimento das relações entre comunidade e ambiente providencia forte evidência da importância de se considerar diferentes fatores ambientais na busca da determinação dos padrões de estrutura de comunidade.

Palavras-chave: complexidade; exposição; profundidade; recifes rochosos; assembléias.

Abstract

The comprehension of fishes and trophic guilds spatial distribution in a reef environment can collaborate for the understanding of ecologic relationships, contributing for elaboration of scientific sample strategies, thus management and conservation policies. To verify the small scale changes in the fish community structure at rocky reefs of Franceses Island, we realized assessments in depth, structural complexity and wave exposure gradients. The community structure changed in function of the gradients analyzed. The trophic guilds found on the shelter and low exposure zones, in the deepest zones and on the highest structural complexity showed significantly differences when compared with the general assemblage (all census jointed). Rocky reefs, many times short in vertical extension, showed a great change in its fish community structure in small scale. The community and environment relations provide strong evidence of the importance in considering distinct environments factors in order to determine the community structure patterns.

Key-words: complexity; exposure; depth; rocky reefs; assemblages.

Introdução

A maioria do conhecimento e teorias a respeito do funcionamento dos ambientes recifais é baseada em estudos em recifes de coral (Longhurst & Pauly, 2007), principalmente realizados nas regiões do Indo-Pacífico e Caribe (Sale, 1991). Sabe-se que a estrutura da comunidade de peixes de recifes de coral é influenciada por fatores biogeográficos (Bellwood & Wainwright, 2002) e pelas características do habitat (Nanami & Nishihira, 2002; Baron *et al.*, 2004).

Fatores biogeográficos governam a distribuição das espécies em grande escala enquanto que fatores bióticos e abióticos de cada ambiente recifal afetam a distribuição local.

Outros importantes ambientes de recifes tropicais receberam pouca atenção por especialistas, ficando inclusive de fora de importantes análises macroecológicas e biogeográficas (Floeter & Gasparini, 2000). No Brasil tropical, grande parte dos ambientes recifais é constituída por recifes rochosos. Estudos recentes sobre peixes recifais do Brasil exploraram as características biogeográficas e relações entre fatores ambientais e as espécies, atribuindo as diferenças entre comunidades de distintos sites às características do ambiente (Ferreira *et al.*, 2001; Floeter *et al.*, 2007). Contudo, assim como em recifes de coral (Chabanet *et al.*, 1997; Almany, 2004; Gratwicke & Speight, 2005), será que as características em pequena escala dos recifes rochosos (em alguns casos curtos em extensão horizontal) influenciam a distribuição dos peixes de forma que altere a estrutura de sua comunidade?

A fim de verificar possíveis alterações espaciais na estrutura da comunidade de peixes recifais de uma única ilha costeira, fizemos um experimento onde levantamos a comunidade de peixes presentes em diferentes gradientes de profundidade, exposição à ventos e ondas e complexidade estrutural do substrato. Estudos sobre interações entre comunidade de peixes e ambientes recifais, além de providenciar importante informação sobre os processos que governam a estrutura da comunidade de peixes recifais (Lara & Gonzalez, 1998; Nagelkerken

et al., 2001), podem colaborar para aperfeiçoar futuros planos de manejo local (Ferreira *et al.*, 2001; Lara & Gonzalez, 1998) e estratégias de amostragem científica de comunidades recifais.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

O estado do Espírito Santo (18°22'S - 21°19'S), costa sudeste do Brasil, é situado numa zona de transição tropical-subtropical, com predomínio de águas oligotróficas tropicais da corrente do Brasil no norte e uma menor influência de ressurgências costeiras sazonais ao sul (Schmid *et al.*, 1995). A região marítima do estado também se situa numa zona de transição entre ecossistemas de recifes de coral ao norte (0° 52'N-19°S) e rochosos ao sul (20°S-28°S) da costa do Brasil.

Este estudo foi conduzido nos recifes e costões rochosos da Ilha dos Franceses (Figura 2.1 - 20° 55' S; 40° 45' W), uma ilha costeira situada no litoral sul do Espírito Santo. A Ilha está a 4 km da costa, e constituída por embasamento cristalino, possui 0,135 km², sendo seu maior eixo (500 metros de comprimento) disposto paralelo à linha de costa. O vento predominante é o nordeste, o que influencia distintamente a ação das ondas sobre seus recifes e costões. A ilha apresenta regiões de alta exposição (face leste-nordeste – até 12 metros de profundidade), média exposição ou intermediária (face norte – até 8 m de profundidade), baixa exposição (face sul – até 10 m de profundidade) e região abrigada (face oeste até 4 m de profundidade) às ondas e ventos (Figura 2.1).

O local ainda representa um importante atrativo turístico para turistas e visitantes, principalmente no verão. Contudo, não possui gerenciamento ou ordenamento das atividades praticadas.

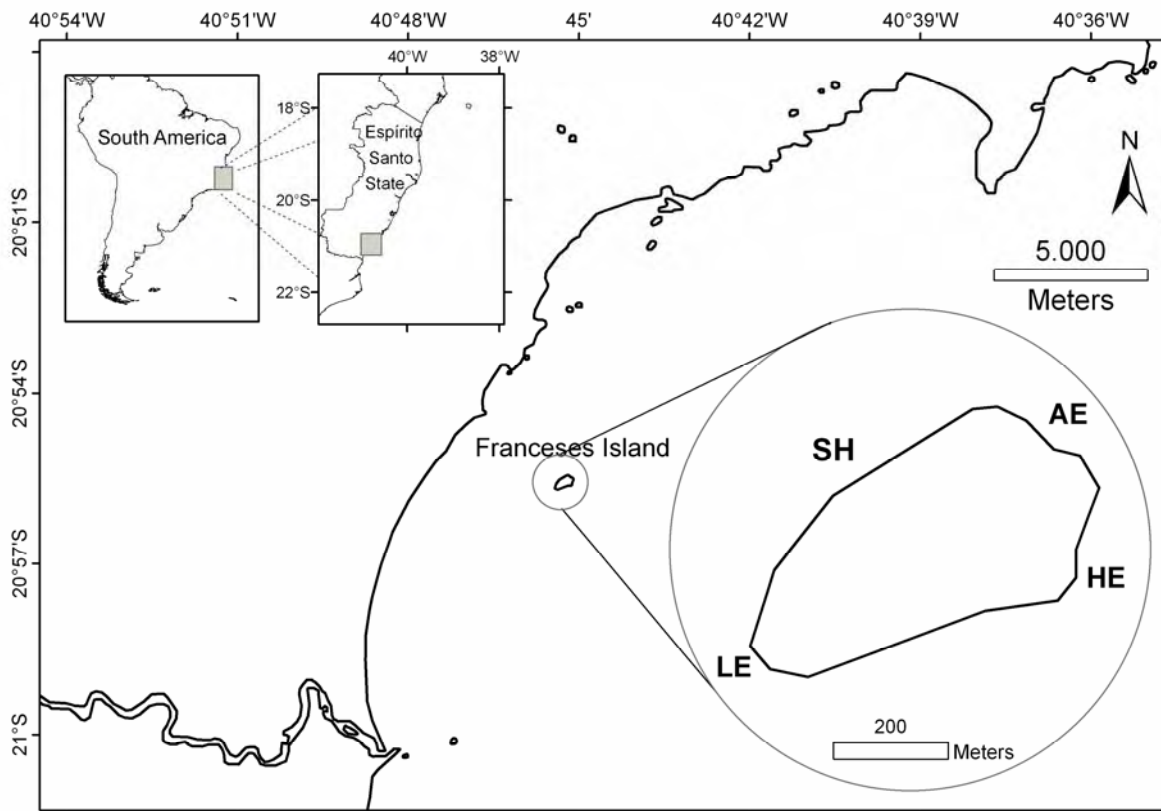


Figura 2.1 – Localização da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil, evidenciando as diferentes faces da ilha em função da exposição à ventos e ondas (SH=face abrigada; LE=face de baixa exposição; AE=face com exposição intermediária; HE=face de alta exposição).

Coleta dos Dados

Foram realizados em 5 expedições à Ilha dos Franceses, de outubro de 2005 a fevereiro de 2006 (27/10; 26-28/12; 7-12/01; 25-28/01; 8-9/02), 208 censos visuais, de mergulho SCUBA, a fim de estudar a distribuição espacial das espécies e grupos tróficos da comunidade de peixes recifais. Os censos foram realizados utilizando transects de 20 metros de comprimento, onde eram anotadas as espécies e contados os indivíduos visualizados a 1 metro de cada lado do mergulhador. Ao se desenrolar a trena eram contadas as espécies maiores e mais vageis, enquanto ao se enrolar a trena, na volta, eram contados os peixes crípticos. A abundância foi estimada como o número de indivíduos por 40 m².

Os censos visuais foram realizados em todos habitats da ilha compreendendo 4 zonas: face abrigada, face de baixa exposição, face de média exposição e face de alta exposição. Cada censo foi classificado quanto à profundidade: 0 a 3 metros, 3 a 8 metros e > 8 metros (12 metros foi a profundidade máxima encontrada) e à complexidade estrutural do substrato bentônico: alta – substratos moldados por grandes rochas e grandes buracos (maiores de 1 metro de tamanho e profundidade), os quais providenciam abrigo para grande variedade de peixes; média – relacionado ao substrato com gorgônias e corais fogo e pequenas pedras e buracos (menores de 1 metro de tamanho e profundidade), os quais servem de abrigos para pequenos peixes; e baixa – substrato de baixa saliência, com poucos ou pequenos organismos bênticos (predomínio de algas filamentosas) e poucos buracos para abrigo dos peixes (Floeter, 2003).

Análise dos Dados

O grupo trófico de cada espécie foi definido segundo Randall (1967) e Ferreira *et al.* (2004). A similaridade entre a comunidade de peixes recifais amostrada em cada censo visual foi examinada utilizando o índice de dissimilaridade de Bray Curtis com uma ordenação MDS. Uma análise de similaridade (ANOSIM; Clark & Warwick, 1994) foi realizada entre os grupos de variáveis ambientais. Além disso, a fim de verificar alterações nos padrões de estrutura trófica em função das variáveis estudadas, foi testado, através de testes qui-quadrado, a existência de diferenças entre a abundância média do conjunto de grupos tróficos de cada variável de profundidade, exposição a vento e onda e complexidade do substrato com a abundância média total (todos os censos reunidos).

Para verificar as possíveis diferenças da abundância de cada grupo trófico e abundância total de peixes (log. do nº de ind./40m²), diversidade (índice de Shannon-Winner) e riqueza (nº de

espécies) entre as variáveis zonas, profundidade e complexidade foi realizada a análise Anova e test Post Hoc de Tukey (Zar, 1999).

Resultados

Composição e Abundância

Nos censos foram contados 15.425 peixes referentes a 90 espécies distribuídas em 33 famílias e 9 ordens. A ordem Perciformes apresentou maior número de famílias (22), seguida de Tetraodontiformes (4). A família Carangidae apresentou maior número de espécies (9 espécies), seguida de Haemulidae (8), Scaridae (6), Serranidae (6), Labridae (5) e Labrisomidae (5). Os gêneros mais ricos em espécies foram Haemulon (4 espécies), Sparisoma (4), Acanthurus (3), Anisotremus (3), Gymnothorax (3), Halichoeres (3) e Labrisomus (3).

A família Haemulidae foi a mais abundante com cerca de 37% da abundância total, seguida de Acanthuridae (22%), Pomacentridae (14%) e Labridae (5%) (Figura 2.2). Vinte e oito espécies apresentaram 95% da abundância total. As outras 62 espécies somaram os 5% restantes. As dez espécies mais abundantes no estudo, em ordem decrescente, são: *Acanthurus chirurgus*, *Haemulon aurolineatum*, *Stegastes fuscus*, *Orthopristis ruber*, *Anisotremus virginicus*, *Haemulon steindachneri*, *Acanthurus bahianus*, *Sparisoma axillare*, *Halichoeres poeyi* e *Abudefduf saxatilis* representando 76,7% da abundância total.

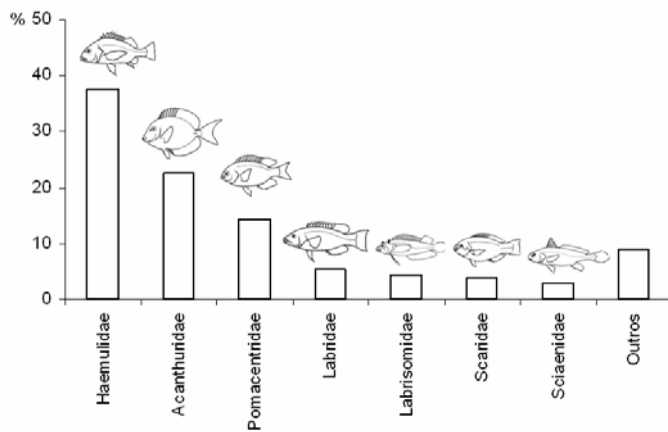


Figura 2.2 – Abundância relativa das principais famílias encontradas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Sudeste do Brasil.

Quatorze espécies podem ser consideradas raras, apresentando somente um único indivíduo em todos os censos. As espécies *Harengula clupeola*, *Opistonema oglinum* (Clupeidae) e *Chloroscombrus chrysurus* (Carangidae) reunidas estiveram presentes em 24,5% dos censos, entretanto, foram excluídas das análises sobre abundância por se associar em cardumes, assim, distorcendo as análises.

A distribuição do número de espécies e abundância para cada grupo trófico é apresentada na Figura 2.3. Comedores de invertebrados vágéis foi o grupo mais abundante e de maior riqueza de espécies, enquanto comedores de invertebrados sésseis foi o grupo menos abundante e com menor número de espécies.

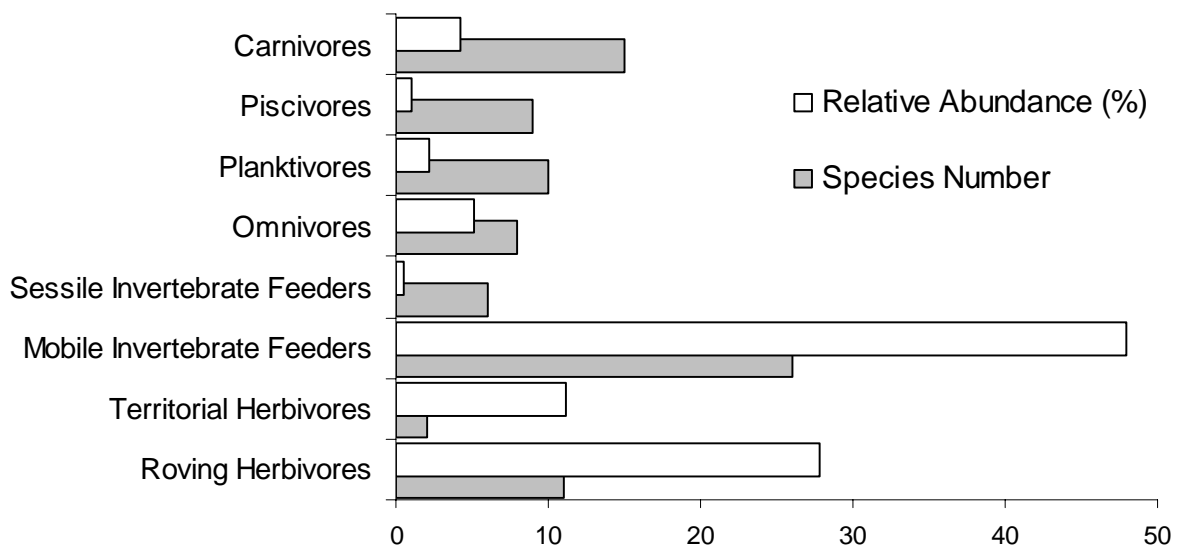


Figure 2.3 – Abundância relativa e número de espécies dos grupos tróficos encontrados nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.

Variação Espacial da estrutura da comunidade

Foi possível observar uma mudança significativa da estrutura da comunidade em relação aos gradientes de exposição (ANOSIM; $R=0,248$; $p=0,001$), profundidade (ANOSIM; $R=0,234$; $p=0,001$) e complexidade (ANOSIM; $R=0,063$; $p=0,002$) (Figura 2.4). Em relação a estrutura trófica, diferiram significativamente da proporção média geral (todas variáveis reunidas; $N=207$) as assembléias encontrada nas zonas de baixa exposição e abrigada, nos locais mais profundos e de mais alta complexidade estrutural (X^2 , $p<0,05$) (Figura 2.5).

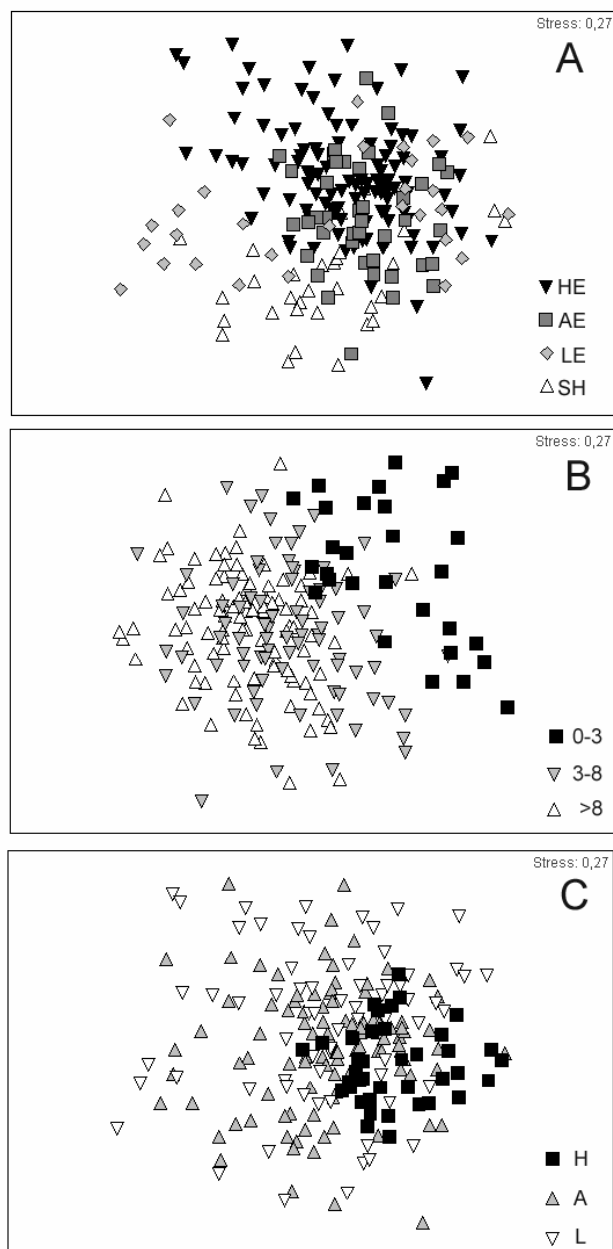


Figura 2.4 – MDS da matrix de abundância das espécies levantadas na Ilha dos Franceses, Brasil, evidenciando a diferença da comunidade em função da (A) exposição, (B) profundidade e (C) complexidade estrutural dos recifes (H E – Alta Exposição; A E – Exposição Intermediária; L E – Baixa Exposição; SH – Abrigado; H – Alta Complexidade; A –Complexidade Intermediária; L –Baixa Complexidade).

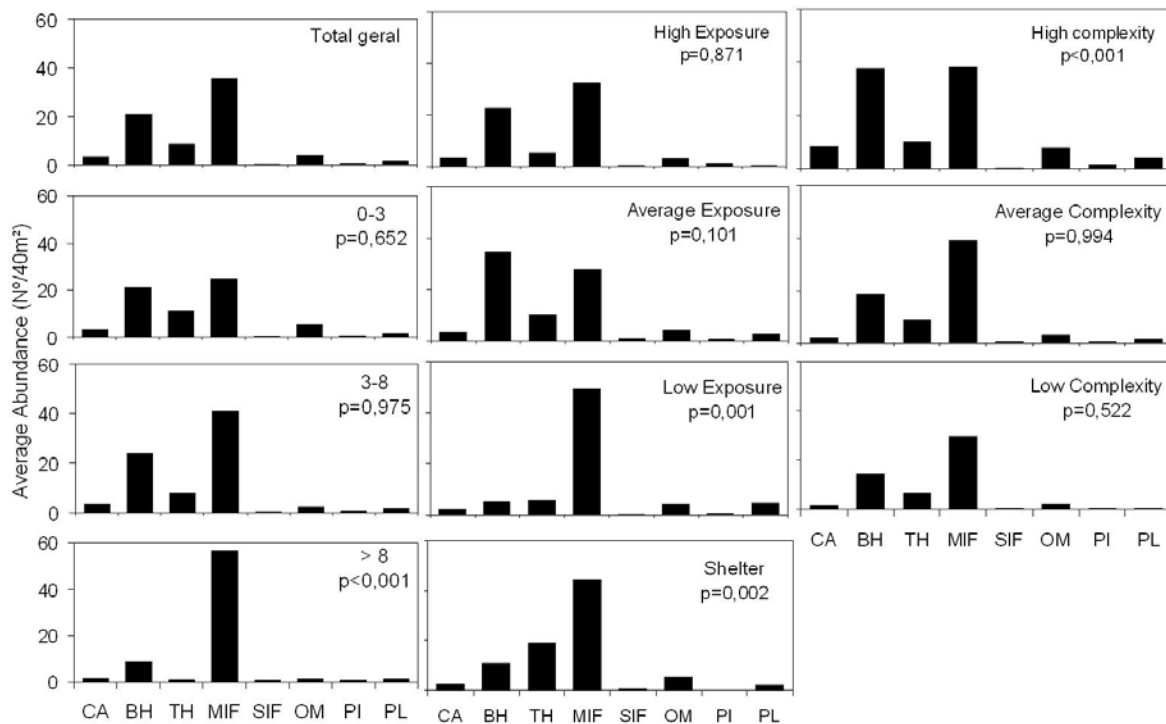


Figure 2.5 – Abundância média relativa, total (todos os censos reunidos) e em função das diferentes variáveis ambientais analisadas, dos grupos tróficos encontrados nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.

Exposição

Somente peixes herbívoros pastadores foram significativamente mais abundantes nas zonas mais expostas (Figura 2.6). Espécimes do gênero *Kyphosus* somente foram encontrados na zona de maior exposição. Contudo, espécies herbívoras do gênero *Mugil* foram encontradas somente na zona abrigada. Os peixes planctívoros foram menos abundantes na região de maior exposição (Figura 2.6), contudo, mostraram forte repartição distribucional em função da exposição. Espécimes pempherídeos e pequenos carangídeos preferiram as zonas de exposição intermediária enquanto gobiídeos preferiram a zona abrigada. A zona exposta apresentou principalmente espécimes de *Chromis multilineata* e *Gramma brasiliensis*. Peixes comedores de invertebrados móveis, principalmente da família Haemulidae, e herbívoros territoriais, predominantemente *Stegastes fuscus*, foram mais abundantes nas zonas mais abrigadas (Figura 2.6).

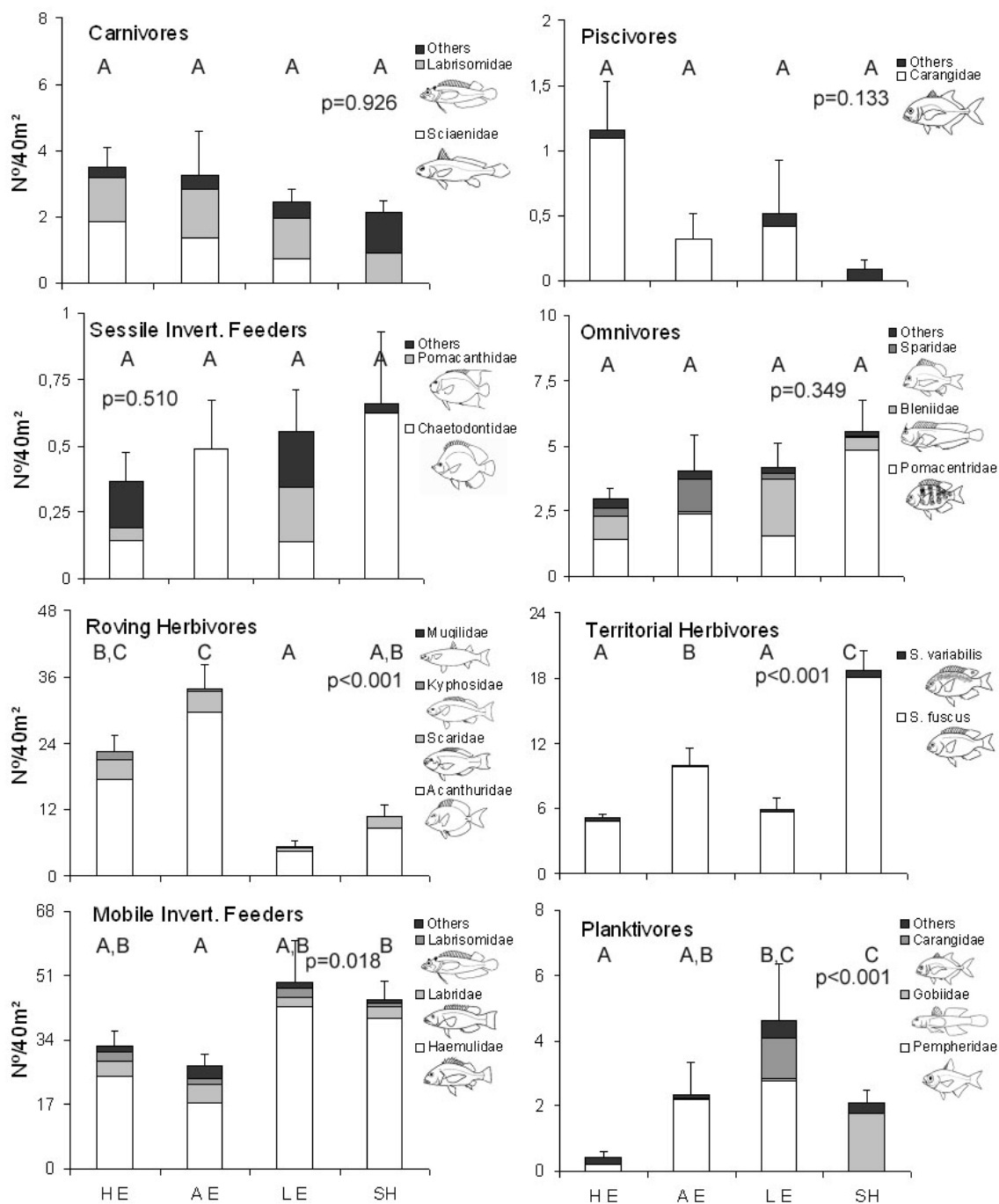


Figura 2.6 - Abundância dos grupos tróficos nas diferentes zonas estudadas na Ilha dos Franceses (H E – Alta Exposição; A E – Exposição Intermediária; L E – Baixa Exposição; SH – Abrigado).

Profundidade

Mesmo a área de estudo possuindo apenas recifes rasos, a comunidade variou significativamente em função da profundidade (como mostrado anteriormente). O grupo de

herbívoros pastadores, herbívoros territoriais e onívoros foram significativamente mais abundantes em ambientes rasos (0-3 m), tendo sua abundância decrescendo em função da profundidade (Figura 2.7). O gênero *Kyphosus* foi somente encontrado nos locais mais rasos, enquanto que acanthurídeos e scarídeos foram encontrados forrageando também no fundo. O comum onívoro *Abudefduf saxatilis*, habitante da coluna d'água, praticamente não ocorreu no fundo, enquanto *Parablennius* spp., sempre associado ao substrato, foi mais abundante nesta região. Já comedores de invertebrados móveis foram mais abundantes nas zonas mais profundas (Figura 2.7), na região de interface entre o recife consolidado e o fundo de areia e cascalho.

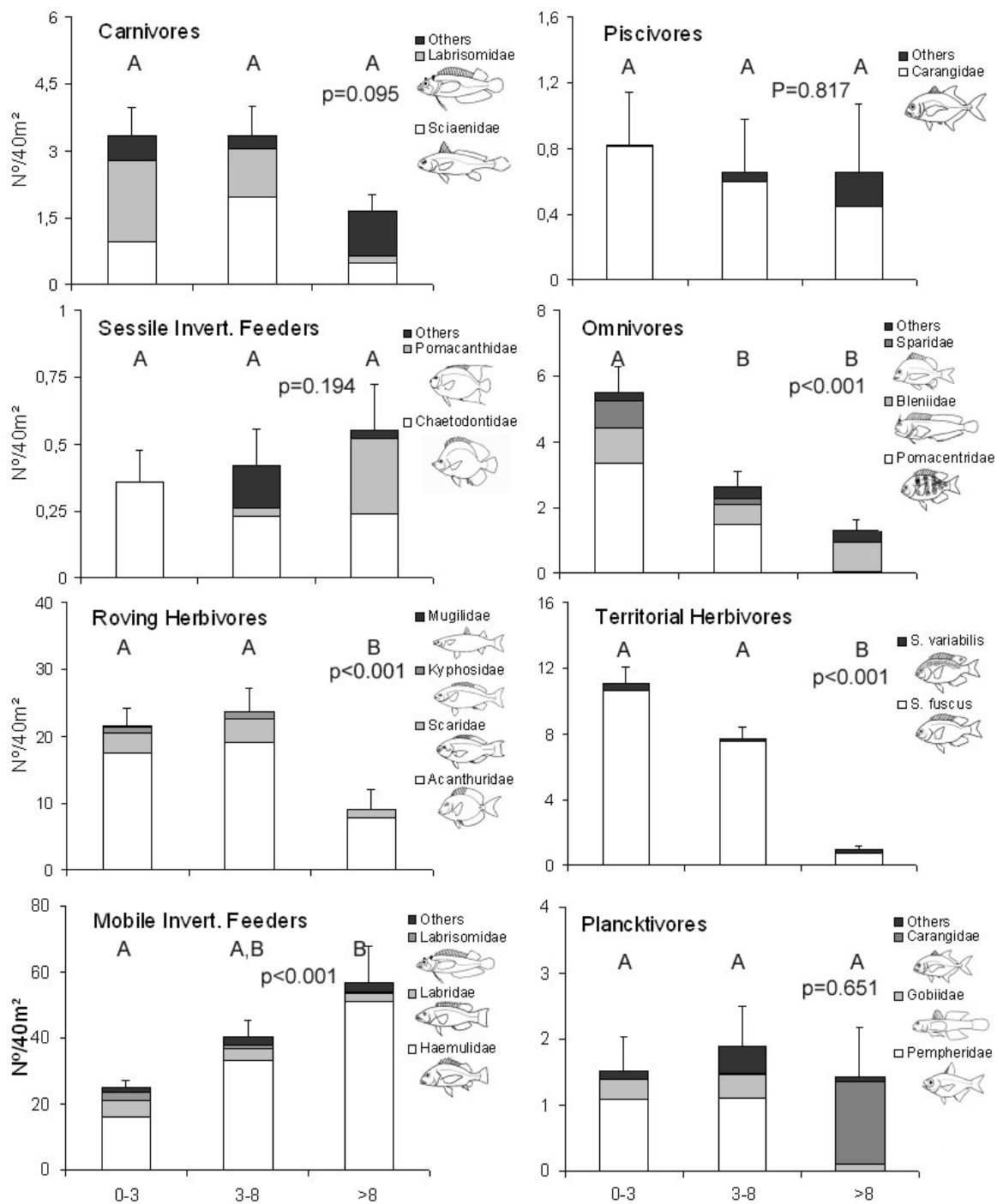


Figura 2.7 – Abundância dos grupos tróficos nas diferentes classes de profundidade estudadas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses, Brasil.

Complexidade

A abundância de praticamente todos os grupos tróficos aumentaram nos locais de maior rugosidade (Figura 2.8). Só não apresentaram diferenças significativas os peixes piscívoros e

comedores de invertebrados sésseis, não mostrando nenhum padrão de distribuição em função da rugosidade. Entre os ambientes de alta complexidade destacam-se espécimes dos gêneros *Kyphosus*, *Diplodus*, *Odontoscyon* e *Pareques*, enquanto nos ambientes de baixa complexidade destacam-se haemulídeos, pomacentrídeos, acanturídeos e chaetodontídeos.

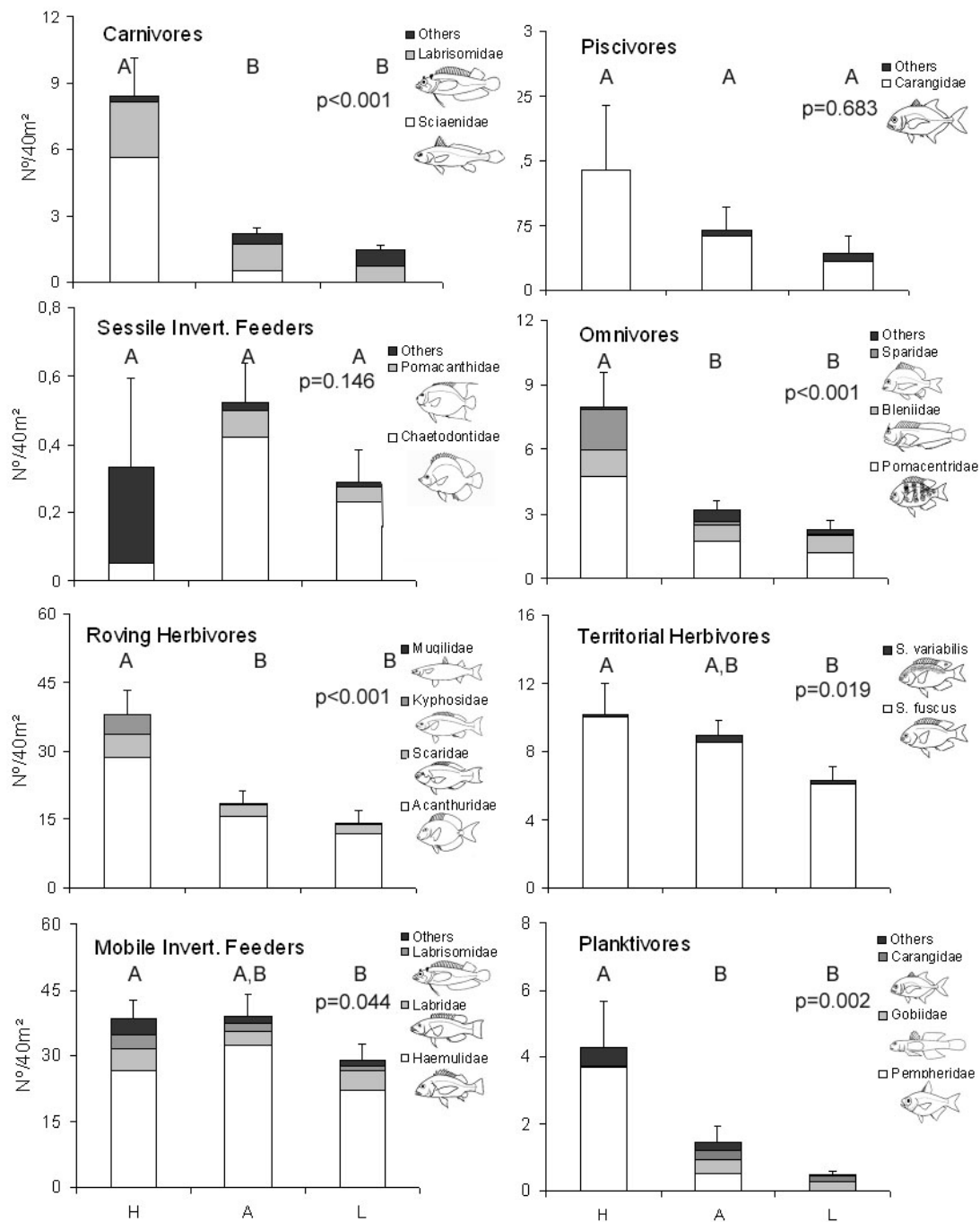


Figure 2.8 - Abundância dos grupos tróficos em relação aos distintos níveis de rugosidade dos recifes rochosos da Ilha dos Franceses (H – Alta Complexidade; A –Complexidade Intermediária; L –Baixa Complexidade).

Riqueza, diversidade e Abundância.

As diferenças de riqueza, diversidade e abundância total da comunidade íctica nas distintas variáveis ambientais podem ser vistas na Tabela 2.1. A diversidade e riqueza de espécies foram maiores no raso, entretanto, a abundância dos indivíduos não diferiu entre as classes de profundidade.

A diversidade é maior na zona exposta do que na abrigada, contudo, a riqueza de espécies não diferenciou entre as distintas zonas de exposição e a abundância das espécies foi menor na região mais exposta (Tabela 2.1). A riqueza de espécies, diversidade e abundância dos indivíduos foram significativamente maiores nos ambientes mais complexos analisados.

Tabela 2.1 – Diferenças entre a riqueza, diversidade e abundância da comunidade íctica em relação as variáveis estudadas nos recifes rochosos da Ilha dos Franceses.

	Riqueza	Diversidade	Abundância (40m ²)
Exposição	Hi=Av=Lo=Sh	Hi≥Av=Sh>Lo	Hi=Av=Lo=Sh
Profundidade	0-3=3-8>>8	0-3=3-8>>8	0-3=3-8=>8
Complexidade	Hi>Av>Lo	Hi>Av>Lo	Hi>Av>Lo

= representa $p>0,05$ e > representa $p<0,05$ (Anova e teste Post Hoc de Tukey)
HI=Alta; Av= Intermediária; LO= Baixa; SH= Abrigada

Discussão

Muitos trabalhos apontam distintos fatores ambientais, como a exposição, profundidade e complexidade recifal, como forças moldadoras da estrutura das comunidades de peixes recifais (Chabanet *et al.* 1997; Ferreira *et al.*, 2001; Letourneur *et al.*, 2003; Floeter *et al.*, 2004; Floeter *et al.* 2007). Observamos que em uma única ilha costeira a comunidade pode mudar significativa em relação a todos estes fatores anteriormente citados. Contudo, os

padrões de distribuição das espécies e grupos tróficos mostram-se extremamente variáveis de acordo com cada área de estudo.

Floeter *et al.* (2007), comparando a comunidade de peixes recifais entre distintas ilhas costeiras, apresentam que peixes onívoros, planctívoros, carnívoros e piscívoros aumentaram suas abundâncias em função do aumento da exposição. Em nossa área de estudo apenas peixes herbívoros pastadores aumentaram suas abundâncias em função do aumento da exposição. Também, ao contrário do que mostram outros artigos (Ferreira *et al.*, 2001; Floeter *et al.*, 2007), os peixes planctívoros apresentados neste estudo foram menos abundantes na região de maior exposição.

Alguns estudos apresentam que a diversidade, riqueza e abundância de espécies é maior na zona exposta do que na abrigada (Ferreira *et al.*, 2001; Gust *et al.*, 2001). Nosso estudo corrobora este padrão para a diversidade, contudo, a riqueza de espécies não diferenciou entre as distintas zonas de exposição e a abundância das espécies foi menor na região mais exposta.

Entretanto, algumas características da comunidade aparecem em comum, como o caso dos herbívoros territoriais, conhecidos por habitarem regiões mais rasas e abrigadas dos recifes (Floeter *et al.* 2007). Também, diferentes trabalhos apontam a complexidade estrutural como a maior contribuidora dos padrões de abundância e composição das comunidades recifais (Chabanet *et al.*, 1997; Lara & Gonzalez, 1998; Almany, 2004; Gratwicke & Speight, 2005), pois esta colabora para redução da predação, devido maior disponibilidade de refugio, e aumento da disponibilidade de alimento, devido maior número de micro-habitats (Willis & Anderson, 2003). Nosso estudo corrobora este padrão mostrando que a abundância de praticamente todos os grupos tróficos aumentou nos locais de maior complexidade recifal.

A variabilidade dos padrões de distribuição encontrados pode refletir a variabilidade das características ambientais encontradas em cada local de estudo. Por exemplo, diferentes pesquisas mostram maiores abundâncias de peixes e maior riqueza em áreas mais profundas (Dominici-Arosemena & Wolff, 2006; Francini-Filho & Moura, 2008), fato este muitas vezes relacionado a uma maior complexidade estrutural destas áreas (Floeter *et al.* 2007). Contudo, na Ilha costeira por nós estudada, ambientes mais profundos representam a interface entre o substrato recifal e o fundo não-consolidado, sendo as áreas de maior complexidade estrutural situadas em regiões de profundidade intermediárias (2 a 6 metros), influenciando assim os padrões de abundância e riqueza.

Concordamos que a distribuição das espécies e grupos tróficos pode ser intimamente associada a disponibilidade de alimento e refugio, como citam Nagelkerken *et al.*(2001), Ferreira *et al.* (2004) e Francini-Filho & Moura (2008). A disponibilidade destes elementos pode aumentar ou diminuir a similaridade da comunidade encontrada em distintos ambientes, seja em função da exposição, profundidade ou complexidade estrutural do recife. Além disso, padrões de comunidade, independentemente das variáveis abióticas analisadas, ainda podem ser influenciados por fatores bióticos como o recrutamento, a predação e a competição (Nanami & Nishihira, 2002; Almany, 2004), movimentos migratórios (Diaz-Ruiz *et al.*, 1998), além de padrões desconhecidos provindos dos impactos humanos (Ferreira *et al.*, 2001), e por isso, quaisquer resultados e conclusões a respeito da estrutura trófica de uma determinada área necessitam ser adotados com cautela.

Concluindo, recifes rochosos, geralmente pequenos em termos de extensão horizontal (Floeter *et al.*, 2007), apresentam grande mudança na estrutura da comunidade em função de diferentes gradientes e variáveis de pequena escala. Estudos baseados em amostragens restritas a somente regiões específicas (abrigadas ou de alta complexidade) podem estar

realizando levantamentos imprecisos da comunidade local. Estudos como este, que visam o entendimento das relações entre comunidade e ambiente, providenciam forte evidência da importância de se considerar diferentes fatores ambientais na busca da determinação dos padrões de estrutura de comunidade.

Referências Bibliográficas

- Almany, G.R. 2004. Does increase habitat complexity reduce predation and competition in coral reef fish assemblages? *Oikos* 106: 275-284.
- Baron, R.M.; Jordan, L.K.B. & Spieler, R.E. 2004. Characterization of the marine fish assemblage associated with the nearshore hard bottom of Broward County, Florida, USA. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 60: 431-443.
- Bellwood, D. R. & Wainwright, P. C. 2002. The history and biogeography of fishes on coral reefs. In: Sale, P.F. (Ed), *Coral Reef Fishes. Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego. pp. 5-32.
- Chabanet, P.; Ralambondrainy, H.; Amanieu, M.; Faure, G. & Galzin, R. 1997. Relationship between coral reef substrata and fish. *Coral Reefs* 16: 93-102.
- Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Marine Biology* 118: 167-176
- Diaz-Ruiz, A.; Aguirre-Leon, A. & Arias-Gonzales, E.A. 1998. Habitat interdependence in coral reef ecosystems: a case study in a Mexican Caribbean reef. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 1: 387-397.
- Dominici-Arosema, A. & Wolff, M. 2006. Reef fish community structure in the Tropical Eastern Pacific (Panamá): living on a relatively stable rocky reef environment. *Helgoland Marine Research* 60: 287-305.
- Ferreira, C.E.L.; Gonçalves, J.E.A. & Coutinho, R. 2001. Community structure and habitat complexity on a tropical rocky shore. *Environmental Biology of Fishes* 61: 353-369.

- Ferreira, C.E.L.; Floeter, S.R.; Gasparini, J.L.; Ferreira, B.P. & Joyeux, J.C. 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *Journal of Biogeography* 31: 1093-1106.
- Floeter, S.R. 2003. Brazilian reef fishes: trophic and community structure patterns, latitudinal gradients and ornamental trade. Tese de doutorado, Programa de Ciências Ambientais, Universidade Estadual Norte Fluminense.
- Floeter, S.R. & Gasparini, J.L. 2000. The southwestern Atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns. *Journal of Fish Biology* 56: 1099–1114.
- Floeter, S.R.; Ferreira, C.E.L.; Dominici-Arosemena, A. & Zalmon, I.R. 2004. Latitudinal gradients in Atlantic reef fish communities: trophic structure and spatial use patterns. *Journal of Fish Biology* 64:1680–1699.
- Floeter, S.R.; Krohling, W.; Gasparini, J.L.; Ferreira, C.E.L. & Zalmon, I.R. 2007. Reef fish community structure on coastal islands of the southeastern Brazil: the influence of exposure and benthic cover. *Environmental Biology of Fishes* 78:147-160
- Francini-Filho, R.B. & Moura, R.L. 2008a. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1166-1179.
- Gratwicke, B. & Speight, M.R. 2005. The relationship between fish species richness, abundance and habitat complexity in a range of shallow tropical marine habitats. *Journal of Fish Biology* 66: 650–667.
- Gust, N.; Choat, J.H. & McCormick, M.I. 2001. Spatial variability in reef fish distribution, abundance, size and biomass: a multi-scale analysis. *Marine Ecology Progress Series* 214: 237-251.
- Lara, E.N. & Gonzalez, E.A. 1998. The relationship between reef fish community structure and environmental variables in the southern Mexican Caribbean. *Journal of Fish Biology* 53: 209-221.
- Letourneur, Y.; Ruitton, S. & Sartoretto, S. 2003. Environmental and Benthic habitat factors structuring the spatial distribution of a summer infralitoral fish assemblages in the North-Western Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of UK* 83: 193-204.
- Longhurst, A.R. & Pauly, D. 2007. *Ecologia dos Oceanos Tropicais*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, 419pp.

- Nagelkerken, I.; van der Velde, G. & Morinière, E.C. 2001. Fish feeding guilds along a gradient of bay biotopes and coral reef depth zones. *Aquatic Ecology* 35: 73-86.
- Nanami, A. & Nishihira, M. 2002. The structures and dynamics of fish communities in an Okinawan coral reef: effects of coral-based habitat structures at sites with rocky and sandy sea bottoms. *Environmental Biology of Fishes* 63: 353–372.
- Pinheiro, H.T. & Gasparini, J.L. 2010. Peixes recifais do complexo insular oceânico Trindade-Martin Vaz: novas ocorrências, atividades de pesca, mortandade natural e conservação. In: Mohr, L.V.; Castro, J.W.A.; Costa, P.M.S. & Alves, R.J.V. *Ilhas Oceânicas Brasileiras: da pesquisa ao manejo* (volume 2). MMA. In press.
- Randall, J.E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography* 5: 665–847.
- Sale, P.F. 1991. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, San Diego, 754pp.
- Schmid, C.; Schafer, H.; Podesta, G. & Zenk, W. 1995. The Vitória eddy and its relation to the Brazil current. *Journal of Physical Oceanography* 25: 2532-2546.
- Willis, T.J. & Anderson, M.J. 2003. Structure of cryptic reef fish assemblages: Relationships with habitat characteristics and predator density. *Marine Ecology Progress Series* 257: 209-221.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical analysis*. 4aed. Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 663p.

Capítulo 3. Reef fish fisheries and underwater visual censuses indicate the conservation status of a Brazilian coastal island.

Abstract

While the preoccupation about fishing effects on the coastal environments increases all over the world, since most of the fish stocks are under overexploitation, little is known about how small-scale professional and recreational fisheries relate to the local status of reef fish communities. Fishing activities around a Brazilian coastal island were monitored while reef fish species were censused during underwater surveys (UW). The links between frequency of capture, intensity at which species are sought (attributed by maximum length and commercial value of the specie), structure of the community and UW abundance were explored. Ninety-seven species were caught by fishing, the majority being species either rarely caught or not-targeted. Nineteen species (mostly serranids, lutjanids, large scarids) were highly sought but rarely caught. The five highly sought species that were regularly caught (*Opisthonema oglinum*, *Caranx crysos*, *Caranx latus*, *Anisotremus surinamensis* and *Scomberomorus brasiliensis*) showed extremely low abundance. About half of the species caught, mostly those that attain large size and have high commercial value, was not registered in UW. The low abundance of highly targeted species and regularly caught species puts in question the sustainability of local fishing activities. The predominance of non-targeted species in the catches and *in situ* supports the expectation that these species will be more and more captured, thus collaborating to further alter the structure of the reef community.

Key-words: rocky reefs, fisheries, visual census, catch, discards, tourism, sustainable use

Introduction

The effects of human activities on reef and island environments are a wide-world preoccupation (Roberts *et al.*, 2002). Fishing has been recognized as the principal activity able to alter the structure of fish communities (Jennings & Blanchard, 2004) because it is widespread, typically multi-specific and practiced with a variety of methods (Roberts, 1995). Recent analyses suggest that the majority of fish stocks are decreasing (Bellwood *et al.*, 2004), principally those of predators (Dulvy *et al.*, 2004). This removal often induces a cascade effect of extinctions, thus reducing the stability of the environment and turning it more vulnerable to natural and anthropic disturbances (Friendlander & DeMartini, 2002).

Not much is known about the status of reef communities in Brazil besides that marine protected areas tend to have higher fish abundance and biomass than areas little or not protected (Floeter *et al.*, 2006; Francini-Filho & Moura, 2008). Comparisons are, however, limited in scope and power since no protected area has been evaluated for these variables before fishing closure and that differences between habitats may be the underlying cause for among-sites differences in ichthyofaunal population structures (Francini-Filho & Moura, 2008). Also, it is known that some Brazilian species populations are really overexploited (Araujo & Martins, 2009; Klippel *et al.*, 2005). A red list of the Brazilian threatened fishes was made and this show only 19 marine species threatened of extinction, being this number probably under-estimated by lack of studies (Rosa & Lima, 2008).

In this context, with finality to know the fish species exploited, artisanal and recreational fisheries were monitored at Franceses Island (central coast of Brazil) between 2005 and 2006. In parallel, underwater visual census were realized, in the same area of the fishing activities, to determine the community structure and establish the conservation status of the caught species. The relationships between frequency of capture, intensity at which species are

sought, community structure and UW abundance are explored and sustainability of resources and alternatives for coastal reefs management are discussed.

Methods

Study site

The study was carried out in the state of Espírito Santo, central coast of Brazil (Figure 3.1).

The state is located in a zone of transition between tropical and sub-tropical realms, influenced by the warm southward-flowing oligotrophic Brazilian current and strong seasonal upwelling in the south of the state (Schmid *et al.*, 1995). Franceses Island and associated rocky reefs (20° 55' S; 40° 45' W) are granitic formations 4 km off the coast. The region, overall, shelters a rich reef fish fauna (Floeter & Gasparini, 2000) and the presence of 181 fish species has been recorded at the site (chapter 1 of this dissertation). Like the majority of coastal environments, the locale is not under any special management rules. Activities practiced are diverse and include professional-scale artisanal fishing (using gill nets, seine nets and trolling) and invertebrate exploitation (sea stars, mussels and gorgonians) along recreational activities such as hook-and-line fishing, spear-fishing and mussel extraction.

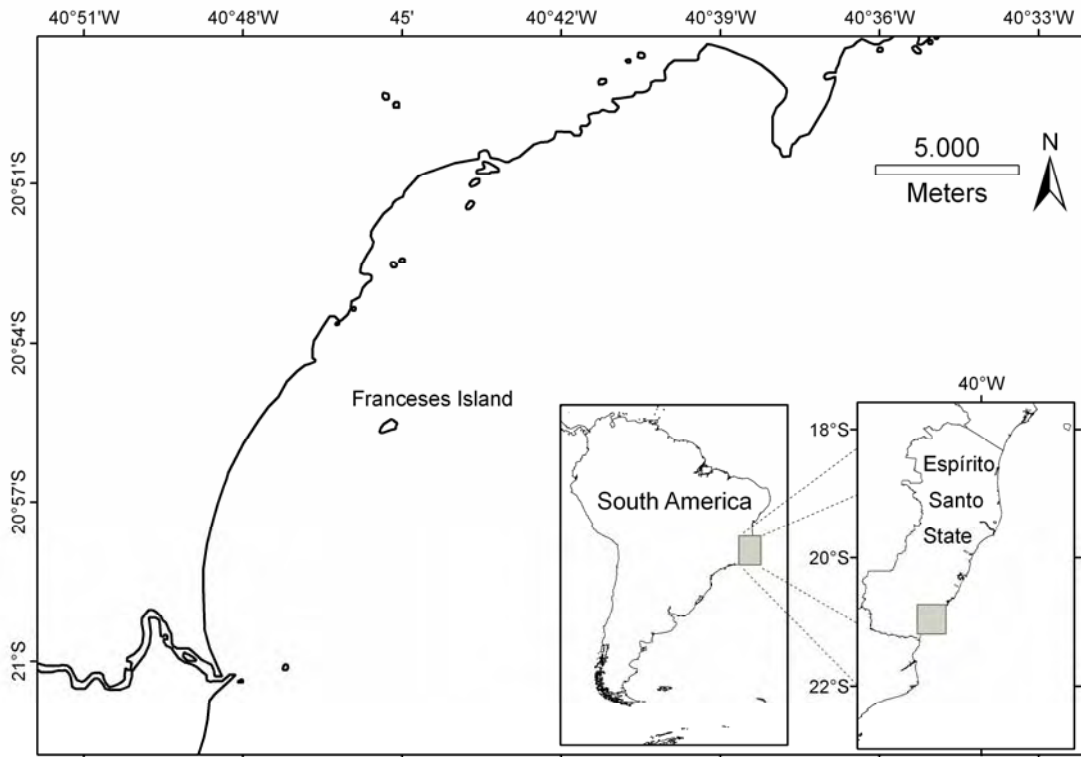


Figure 3.1 – Location of the study area, Francesces Island, Espírito Santo, Brazil.

Fishing activities monitoring

Ten expeditions were done (March, April, June, August, September, October and December 2005, January and 2 in February 2006) totaling 51 field days. Observations were realized during both day and night, each time that professional or recreational extractive activities were sighted. Target, by-catch and discard species were censused through direct observation and interviews (about number and species caught; wished species to capture and discard species). Whenever possible (e.g., small specimens, discard species), vouchers were preserved to confirm field identification. The main characteristics of the anthropic activities (extractive or not) monitored at Francesces Island during the ten expeditions are shown in Appendix 2.

Fish census

During the five expeditions between October and February we carried out 208 underwater visual censuses (UWVC) to determine the numerical abundance of fish species in the area directly used by fishers. Note that data collection (using SCUBA gear) was stratified by side of the island (8 sides), depth (<3m, 3-8 m, >8m) and habitat complexity (high, low) but that this will not be used in the present study. The fishes were identified and enumerated in replicate belt transects of 20 m x 2 m (40 m²), and the abundance calculated is therefore the number of fish per 40 m². This method is much used for Brazilian researchers due low water transparency of coastal waters (5 to 15 meters in the summer) (see Floeter et al., 2006, 2007).

Data analysis

Fish identification follows Figueiredo (1977), Fischer (1978), Figueiredo & Menezes (1978, 1980, 2000), Menezes & Figueiredo (1980, 1985) and Human & Deloach (2002). Species were classified according to their frequency of capture as regular (species registered in more than 50% of the expeditions), occasional (30-40% of the expeditions), and rare (up to 20% of the expeditions). The species were also classified according to the intensity at which they are sought, based on size and price. The categories established were highly targeted (larger species [TL > 40 cm] or species with commercial value above R\$4.00 kg⁻¹ [selling price in 2006; about US\$2.00 kg⁻¹]), average (medium size or low commercial values [below R\$4.00]) and non-targeted species (small sized fishes and species without commercial value).

Differences among cells of contingency tables were evaluated through chi-square (χ^2) tests against the null hypothesis while differences in fish abundance in UWVC among categories for intensity of targeting and frequency of capture were tested by Kruskal-Wallis (KW) (Zar, 1999).

Results

Species Caught by Fishing

Ninety-seven fish species were caught by fishing activities (Appendix 3), which represents 53.6% of the 181 species previously registered at the site (see chapter 1 of this dissertation). Captured species were classified heterogeneously among targeting categories (χ^2 ; $p = 0.044$) with 43% not been targeted by any activity and 34% being highly target (Figure 3.2 and Appendix 3). Also, the frequency of capture varied importantly among species (χ^2 ; $p < 0.001$) and, while the majority of species (57%) were rarely caught, a few (13%) were regularly captured (Figure 3.2 and Appendix 3). Among species that are especially interesting due to price or size, those rarely caught were much more numerous (19) than those regularly caught (5; Appendix 3). Many species were neither targeted nor frequently captured (26; Appendix 3) and only three untargeted species were regularly caught. Thirty-two species, corresponding to 17.7% of the whole community (i.e., 181) or to 34% of the species captured (i.e., 97), were present in discards from fishing activities. Most of this (91%) were classified as not targeted species (Appendix 3).

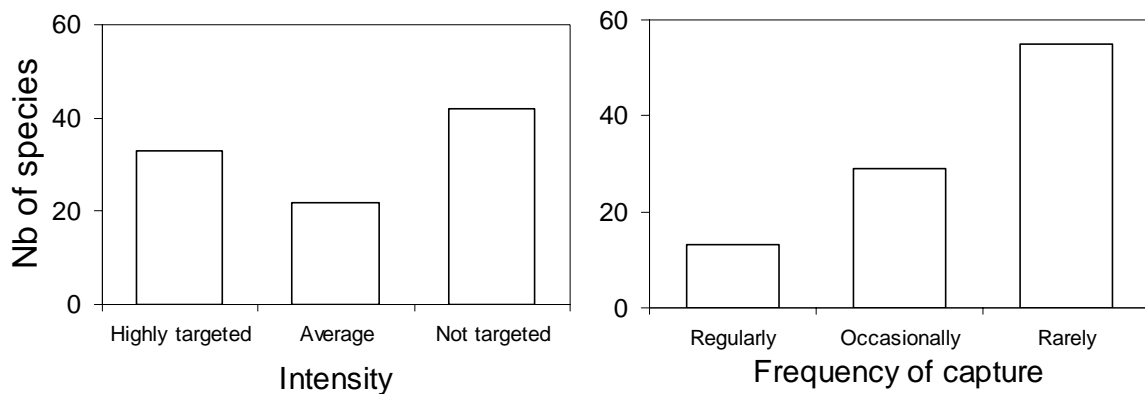


Figure 3.2 – Number of species in function of the intensity at which are their targeted (left; as determined from interviews) and their frequency of capture (right; as censused in monitored fishing operations) at Franceses Island, central coast of Brazil.

Status of Captured Species

Underwater visual censuses registered 90 fish species (for more information see chapter 2 of this dissertation), among which 51 (57%) were caught by fishing activities done at the site (these are listed in bold in Appendix 3). Fished species that went unrecorded during UWVC (Appendix 3) were rare species or species that show escape behavior near divers. The highest numeric abundance was shown by untargeted species (KW; $p < 0.001$) and occasionally caught species (KW; $p < 0.001$) while highly targeted and regularly caught species had the lowest recorded numeric abundance (Figure 3.3). Twenty-nine highly or normally targeted species were rarely caught (Appendix 3) and were not seen during UWVC (Table 3.1). Most of the abundant species in the community are not targeted by any fishery and were only occasionally or rarely caught (Table 3.1).

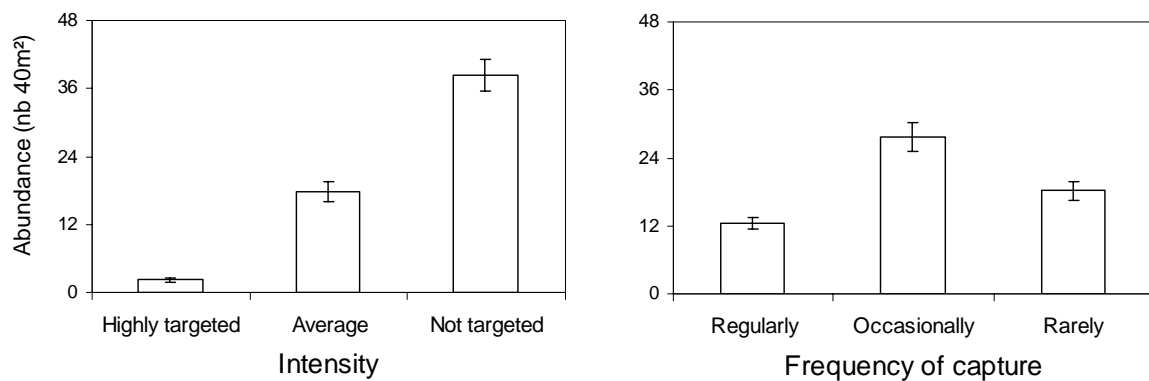


Figure 3.3 - Mean fish abundance (Number 40m² ± 1 standard error) in UWVC in function of the intensity at which they are targeted (left) and their frequency of capture (right) at Franceses Island, central coast of Brazil.

Table 3.1 – Mean abundance (Number 40m² ± 1 standard error) in UWVC by cross-category for intensity at which fish are sought and their frequency of capture at Franceses Island. * shows the abundance of *L. nuchipinnis* since the other 2 species (*H. clupeiola* and *C. chrysurus*) aggregate in schools and were, therefore, excluded from the analysis.

Intensity	Frequency of capture		
	Regularly	Occasionally	Rarely
Highly targeted	1.4 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0
Average	9.9 ± 0.9	7.9 ± 1.8	0
Not targeted	1.1 ± 0.1*	19.1 ± 1.9	18.1 ± 1.7

Discussion

Status of Preservation

Coastal islands and their reefs, due to the partial protection offered by distance from shore, show natural environments that are slightly more preserved than those found along the coastline (Floeter *et al.*, 2006). These attract recreational hook-and-line and spear fishers that come looking for fishes that have been extirpated elsewhere. However, our study shows that the reef fish community of the coastal island and reefs studied is probably already overexploited, with a low abundance of highly targeted species and a high predominance of non-target species both in natural environments and in the fishery caught. Fishermen relate that many target species were more abundant in the past (HT Pinheiro & AS Martins, unpublished data). However, the majority of highly targeted species are rare nowadays, hardly being found and caught in the area.

Many species registered in the catches were not recorded during SCUBA census, being rare in study area. Although of many studies show that pristine and protected sites have higher relative abundance of target and predators species in UWVCs than in overexploited sites (Friendlander & DeMartini, 2002; Floeter *et al.*, 2006; Francini-Filho & Moura, 2008), others

authors contest the efficacy of UWVC method for registers of commercial species in exploited areas due behavioral features of the species (Kulbicki, 1998). In this context, the highly targeted species that are regularly caught and not appeared in UWVCs may be underestimated by visual census. On the other hand, the highly targeted species that are rarely caught and have low abundances in the environment UWVCs can already be considered threatened in the reefs we studied and nearby shores. The low abundance or absence of large targeted species in the majority of coastal areas, and the high number (and quantity; not shown) of discard species are, most probably, consequences of inappropriate and excessive capture artisanal and recreational activities.

Elasmobranchii, serranids, lutjanids and scarids are particularly susceptible to overexploitation due to their remarkable life history and characteristics (Coleman *et al.*, 2000; Hawkins & Roberts, 2003). Many works show that these groups are among the first to disappear under overexploitation (Roberts, 1995; Oliveira *et al.*, 1997; Coleman *et al.*, 2000). The capture of juvenile specimens and the apparent lack of reproductive adults of groupers, snappers and parrotfishes, as locally seen in coastal areas (Pinheiro, HT personal observation), can reduce the reproductive potential of their population (Friendlander & DeMartini, 2002), promoting the total extirpation of the species.

Albeit tropical Brazilian islands and reefs have low number of species compared to many other tropical regions of the world (Rangel *et al.*, 2007; Souza *et al.*, 2007), a high diversity of fish species was caught at Franceses. However, the rareness of species that are regularly captured and are highly sought puts in question the sustainability of fishing activities. The predominance of species non-targeted in the catches and *in situ* forecasts that, due to the constant increase of anthropic pressure onto explored resources, these species will be more and more heavily captured, thus collaborating to further alter the structure of the reef community.

Perspectives of Sustainability

The coastal islands and reefs attract many non-professional fishermen. On the other hand, these areas are not able to economically sustain some professional fishing activities, mainly the most selective ones, due to the low abundance of remaining commercially-sized and -priced fish. Professional fishermen have been compelled to look for other fishing grounds more distant and deeper to sustain their catch rates (Martins *et al.*, 2005), or to get extra alternatives to their income (Pineiro *et al.*, 2009).

However, artisanal fishermen continue to fish in coastal zones, frequently using low-selectivity artisanal gears that are able to catch a great amount of non-target species (Erzini *et al.*, 2002), thus contributing to alter the structure of local fish community. Those fishermen that do not sustain their catches are exploring tourism directed to the islands and reefs, earning direct and indirect additional income (Pineiro *et al.*, 2009). Much of this tourism is also directly related to recreational fishing because of the fact, both cause and consequence, that visitors transport to the islands and reefs is exclusively provided by local fishermen. Due to the importance of fishing and tourism for coastal communities, educational programs that foment the transformation of uncontrolled and predatory activities into sustainable practices are an alternative way of valorization of the environment and sustainability of the exploited resources.

The creation of a protected area with a mosaic of usages would also collaborate to an adequate management of the area and reduce possible conflicts of social, economic and cultural orders (Pineiro *et al.*, 2009). However, the benefits for the fishing activities and tourism (see in Friedlander *et al.*, 2003; Hall, 2001) would be secondary close to the rehabilitation of insular and reef environments. The rocky shores and reefs, which cover small

areas and are relatively shallow, would be least-difficult environments to protect and manage (compare to large and deep areas such as trawling grounds for example) and easiest to check for resulting effects of managements practices. Finally, rare species deserve a special attention about their individual size and level of capture. However, regulation applied to fisheries, as minimum length, limited catches or area closure, have to be applied with caution, because if it offers positives prospects for species recuperation (Beets & Friedlander, 1998; Coleman *et al.*, 1999) it also often conflicts with resource users (Kirchner *et al.*, 2001).

Acknowledgements

We thank B.P. Ferreira and C.E.L. for review of manuscript, F. Frizzera, R. Molina, A. Ferreira, L. Schuler, J.M. Madureira, P. Assis, L. Baião, T. Simon, V. Brilhante for their help on the field, Sr Cazimiro, Carimbo, Josias and Vito for providing transport to the island, R. Sforza (TAMAR/ICMBio Project) and S. Pinheiro for their support in the initial phases of the project, J.L. Gasparini, S.R. Floeter, C.E.L. Ferreira, R. Nogushi and C.G.W. Ferreira for logistics and training in UW census techniques and fish identification, J.B. Teixeira for technical support, the Fundação O Boticário de Proteção à Natureza for project funding (0643-20042) and CNPq and CAPES for financial support to HTP (Pibic 2005-06 and PPGOAm), JCJ (grant 301390/2007-0) and ASM (grant 308867/2006-8). Fundamental partnership and logistical support to diving activities was provided by diving operator Flamar and by NGO Voz da Natureza.

References

Beet, J. & Friedlander, A. 1998. Evaluation of a conservation strategy: a spawning aggregation closure for red hind, *Epinephelus guttatus*, in the U.S. Virgin Islands. *Environmental Biology of Fishes* 55: 91-98.

- Bellwood, D.R.; Hughes, T.P.; Folke, C. & Nystrom, M. 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429: 827–833.
- Coleman, F.C.; Koenig, C.C.; Eklund, A.M. & Grimes, C.B. 1999. Management and conservation of temperate reef fishes in the grouper–snapper complex of the southeastern United States. *American Fisheries Society Symposium* 23: 233–242.
- Coleman, F.C.; Koenig, C.C.; Huntsman, G.R.; Musick, J.A.; Eklund, A.M.; McGovern, J.C.; Chapman, R.N.; Sedberry, G.R. & Grimes, C.B. 2000. Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries* 25(3): 14–20.
- Dulvy, N.K.; Freckleton, R.P. & Polunin, N.V.C. 2004. Coral reef cascades and the indirect effects of predator removal by exploitation. *Ecological Letters* 7: 410–416.
- Erzini, K.; Costa, M.E.; Bentes, L. & Borges, T.C. 2002. A comparative study of the species composition of discards from five fisheries from the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Management and Ecology* 9: 31–40.
- Figueiredo, J.L. 1977. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. I. Introdução. Cações, raias e quimeras. Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 1978. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. II. Teleostei (1). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 2000. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. VI. Teleostei (5). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Fischer, W. 1978. FAO Species identification sheets for fishery purposes. West Atlantic (Fishing Area 31). Vols 1–5. FAO, Rome.
- Floeter, S.R. & Gasparini, J.L. 2000. The southwestern atlantic reef fish fauna: composition and zoogeographic patterns. *Journal of Fish Biology* 56: 1099–1114.
- Floeter, S.R.; Halpern, B.S. & Ferreira, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation* 128: 391–402.

- Francini-Filho, R.B. & Moura, R.L. 2008. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 18: 1166-1179.
- Friedlander, A.M. & DeMartini, E.E. 2002. Contrast in density, size and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. *Marine Ecology Progress Series* 230: 253–264.
- Friedlander, A.; Nowlis, J.S.; Sanchez, J.A.; Appeldoorn, R.; Usseglio, P.; McCormick, C.; Bejarano, S. & Mitchell-Chui, A. 2003. Designing effective marine protected areas in Seaflower Biosphere Reserve, Colombia, based on biological and sociological information. *Conservation Biology* 17 (6): 1769-1784.
- Hawkins, J.P. & Roberts, C.M. 2003. Effects of fishing on sex-changing Caribbean parrotfishes. *Biological Conservation* 115: 213-226.
- Humann, P. & Deloach, N. 2002. Reef fish identification: Florida, Caribbean, Bahamas, 3rd Edition. New World Pubns Inc.
- Hall, C.M. 2001. Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? *Ocean & Coastal Management* 44: 601-618.
- Jennings, S. & Blanchard, J.L. 2004. Fish abundance with no fishing: prediction based on macroecological theory. *Journal of Animal Ecology* 73: 632-642.
- Kirchner, C.H.; Holtzhausen, J.A. & Voges, S.F. 2001. Introducing size limits as a management tool for the recreational line fishery of silver kob, *Argyrosomus inodorus* (Griffiths and Heemstra), in Namibian waters. *Fishery Management and Ecology* 8: 227-237.
- Martins, A.S.; Olavo, G. & Costa, P.A.S. 2005. A pesca de linha de alto mar realizada por frotas sediadas no Espírito Santo, Brasil. In: Costa PAS, Martins AS, Olavo G (eds), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Museu Nacional, Rio de Janeiro. p 35-55.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1980. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Menezes, N.A. & Figueiredo, J.L. 1985. Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.

- Oliveira, G.M.; Evangelista, J.E.V. & Ferreira, B.P. 1997. Considerações sobre a biologia e pesca no arquipélago dos penedos de São Pedro e São Paulo. *Boletim Técnico Científico CEPENE* 5(1): 1-16.
- Pinheiro, H.T.; Ferreira, A.L.; Molina, R.P.; Protti, L.M.C.; Zanardo, S.C.; Joyeux, J-C & Doxsey, J. 2009. Profile of social actors as a tool for the definition of marine protected areas: the case of the Ilha dos Franceses, southern coast of Espírito Santo, Brazil. *Natureza & Conservação* 7(1): 181-194.
- Rangel, C.A.; Chaves, L.C.T. & Monteiro-Neto, C. 2007. Baseline assessment of the reef fish assemblages from Cagarras Archipelago, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 55(1): 7-17.
- Roberts, C.M. 1995. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. *Conservation Biology* 9(5): 988-995.
- Roberts, C.M.; McClean, C.J.; Veron, J.E.N.; Hawkins, J.P.; Allen, G.R.; McAllister, D.E.; Mittermeier, C.G.; Schueler, F.W.; Spalding, M.; Wells, F.; Vynne, C. & Werner, T.B. 2002. Marine Biodiversity Hotspots and Conservation Priorities for Tropical Reefs. *Science* 295: 1280-1284.
- Schmid, C.; Schafer, H.; Podesta, G. & Zenk, W. 1995 The Vitória eddy and its relation to the Brazil current. *Journal of Physical Oceanography* 25: 2532-2546.
- Souza, A.T.; Ilarri, M.I.; Medeiros, P.R.; Gempel, R.G.; Rosa, R.S. & Sampaio, C.L.S. 2007. Fishes (Elasmobranchii and Actinopterygii) of Picãozinho reef, Northeastern Brazil, with notes on their conservation status. *Zootaxa* 1608: 11-19.

Anexo 1 . Lista das espécies de peixes encontradas na Ilha dos Franceses e ambientes adjacentes,

Sudeste do Brasil.

Ordem	Família	Espécie	Abundância	Habitat	Ameaça
Orectolobiformes	Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre,1788)	RA	IF	EX, PR
Torpediniformes	Narcinidae	<i>Narcine brasiliensis</i> (Olfers,1831)	IN	IF, SNI, SNA	PP
Rajiformes	Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkelii</i> (Muller & Henle, 1841)	OC	SNI, SNA	EX, PP
		<i>Rhinobatos percellens</i> (Walbaum,1792)	OC	SNI, SNA	PP
		<i>Zapteryx brevirostris</i> (Muller & Henle,1841)	OC	SNI, SNA	PP
	Dasytidae	<i>Dasyatis guttata</i> (Bloch & Schneider,1801)	OC	IF, SNI, SNA	PP, PR
	Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus,1758)	OC	IF, SNI, SNA	PP
	Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i> (Euphrasen,1790)	OC	CD	PP
Elopiformes	Elopidae	<i>Elops saurus</i> (Linnaeus,1766)	OC	CD	PP
Anguilliformes	Muraenidae	<i>Gymnothorax funebris</i> (Ranzani,1840)	CO	RR	PR
		<i>Gymnothorax moringa</i> (Cuvier,1829)	MC	RR, IF	PR
		<i>Gymnothorax ocellatus</i> (Agassiz,1831)	CO	SNA	PP
		<i>Gymnothorax vicinus</i> (Castelnaud,1855)	IN	RR	PR
	Ophichthidae	<i>Myrichthys breviceps</i> (Richardson, 1848)	IN	SNI, RR	NA
		<i>Myrichthys ocellatus</i> (Lesueur, 1825)	OC	SNI, RR	NA
		<i>Ophichthus gomesii</i> (Castelnaud,1855)	IN	SNA	PP
		<i>Ophichthus ophis</i> (Linnaeus, 1758)	IN	SNI	PR
		<i>Ahlia egmontis</i> (Jordan, 1884)	IN	IF, SNI	NA
Clupeiformes	Clupeidae	<i>Chirocentrodon bleckerianus</i> (Poey,1867)	AB	SNA	PP
		<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier,1829)	MC	CD, SNA	PP
		<i>Odontognathus mucronatus</i> Lacépède,1800	CO	SNA	PP
		<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesuer, 1817)	CO	CD, SNA	PP
		<i>Pellona harroweri</i> (Fowler,1917)	AB	SNA	PP
		<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner,1789)	OC	CD	SE
	Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i> (Fowler,1915)	CO	CD, SNA	PP
		<i>Anchoa spinifera</i> (Valenciennes,1848)	CO	CD, SNA	PP
		<i>Anchoviella lepidentostole</i> (Fowler,1911)	IN	CD	PP
		<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier,1828)	IN	CD, SNA	PP
		<i>Lycengraulis grossidens</i> (Agassiz, 1829)	IN	CD	PP
Siluriformes	Ariidae	<i>Arius spixii</i> (Agassiz, 1829)	IN	SNA	PP
		<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)	IN	SNA	PP
		<i>Sciadeichthys luniscutis</i> (Valenciennes, 1840)	IN	SNA	PP
Aulopiformes	Synodontidae	<i>Synodus intermedius</i> (Spix & Agassiz, 1829)	CO	SNI	NA
		<i>Synodus synodus</i> (Linnaeus, 1758)	CO	SNI	NA
Lophiiformes	Ogcocephalidae	<i>Ogcocephalus vispertilio</i> (Linnaeus,1758)	OC	SNI, SNA	PP
Gobiesociformes	Gobiesocidae	<i>Gobiesox barbatulus</i> Starks, 1913	RA	RR	NA
		<i>Tomocodon fasciatus</i> (Peters, 1859)	OC	RR	NA
Beloniformes	Belonidae	<i>Tylosurus acus</i> (Lacepede, 1803)	OC	CD	PP
		<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)	OC	CD	PP, PR
	Hemiramphidae	<i>Hemiramphus balao</i> Lesuer, 1823	OC	CD	NA
		<i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus,1758)	MC	CD	PP
		<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani,1842)	IN	CD	PP
Beryciformes	Holocentridae	<i>Holocentrus ascensionis</i> (Osbeck,1765)	AB	RR, IF, SNI	PR
		<i>Myripristis jacobus</i> (Cuvier, 1829)	MC	RR	NA
Syngnathiformes	Aulostomidae	<i>Aulostomus strigosus</i> Wheeler, 1955	OC	RR	PR
	Fistulariidae	<i>Fistularia tabacaria</i> (Linnaeus,1758)	IN	RR	NA
	Syngnathidae	<i>Oostethus lineatus</i> (Kaup, 1856)	RA	SNA	NA
		Syngnathinae não identificado	RA	SNI	NA

Scorpaeniformes	Scorpaenidae	<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg,1933	CO	IF	NA
		<i>Scorpaena brasiliensis</i> Cuvier, 1829	OC	RR	NA
		<i>Scorpaena isthmensis</i> Meek & Hildebrand, 1928	OC	RR	NA
		<i>Scorpaena plumieri</i> Bloch,1789	MC	RR, IF	NA
	Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus,1758)	CO	SNI, SNA	PP, PR
	Triglidae	<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1797)	OC	IF, SNA	PP
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	IN	RR	NA
		<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch,1792)	OC	RR	PP, PR
	Serranidae	<i>Alphesthes afer</i> (Bloch,1793)	RA	RR	PR
		<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus,1766)	MC	IF, SNI, SNA	PP, PR
		<i>Diplectrum radiale</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	MC	IF, SNI	NA
		<i>Epinephelus itajara</i> (Lichtenstein,1822)	RA	RR	EX, PR
		<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)	RA	RR	SE, PR
		<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Bloch,1793) C2	CO	RR, IF	PR
		<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	CO	RR, IF	PP, PR
		<i>Rypticus bistrispinus</i> (Mitchill, 1818)	RA	RR	NA
		<i>Rypticus saponaceus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	MC	RR	PR
		<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1900)	OC	RR	NA
		<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier, 1829)	CO	RR, IF	NA
		<i>Gramma brasiliensis</i> Sazima, Gasparini & Moura, 1998	MC	RR	EX
	Apogonidae	<i>Apogon americanus</i> Castelnau, 1855	CO	RR	NA
		<i>Phaeoptyx pigmentaria</i> (Poey, 1860)	CO	RR	NA
		<i>Malacanthus plumieri</i> (Bloch, 1786)	IN	SNI	NA
	Malacanthidae	<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus,1766)	IN	CD	SE, PP, PR
	Pomatomidae	<i>Echeneis naucrates</i> Linnaeus,1758	IN	CD	PP
	Echeneididae	<i>Carangoides ruber</i> (Bloch, 1793)	OC	CD	PP
	Carangidae	<i>Caranx bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	OC	CD	PP, PR
		<i>Caranx crysos</i> (Mitchill,1815)	CO	CD	PP, PR
		<i>Caranx hippos</i> (Linnaeus,1766)	OC	CD	PP, PR
		<i>Caranx latus</i> (Agassiz,1831)	CO	CD	PP, PR
		<i>Chloroschombus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	MC	CD, SNA	PP, PR
		<i>Decapterus punctatus</i> (Cuvier, 1829)	OC	CD	NA
		<i>Oligoplites saliens</i> (Bloch,1793)	OC	CD	PP, PR
		<i>Pseudocaranx dentex</i> (Bloch & Schneider,1801)	IN	CD	NA
		<i>Selene brownii</i> (Cuvier, 1816)	CO	CD	PP
		<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill,1815)	OC	CD	NA
		<i>Selene vomer</i> (Linnaeus,1758)	CO	CD	PP
		<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus,1766)	IN	CD	PR
		<i>Trachinotus goodei</i> (Jordan & Evermann,1896)	OC	CD	PP, PR
		<i>Trachinotus marginatus</i> (Cuvier,1832)	IN	CD	PR
	Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier,1828)	IN	RR, IF	SE, PP, PR
		<i>Lutjanus cyanopterus</i> (Cuvier, 1828)	IN	RR	PR
		<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider,1801)	MC	RR, IF	PR
		<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus,1758)	CO	IF, SNI	PP, PR
		<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	CO	IF, SNI	SE, PP
		<i>Diapterus olisthostomus</i> (Goode & Bean, 1882)	IN	SNI	NA
	Gerreidae	<i>Eucinostomus argenteus</i> (Baird & Girard, 1854)	CO	SNI	PP
		<i>Eucinostomus lefroyi</i> (Goode, 1874)	MC	SNI	PP
		<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830)	OC	RR	PR
		<i>Anisotremus moricandi</i> (Ranzani, 1842)	MC	RR, IF	PR
	Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch,1791)	AB	RR	PR
		<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus,1758)	AB	RR, IF	PP, PR
		<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus,1758)	MC	SNA	PP

	<i>Haemulon aurolineatum</i> (Cuvier, 1829)	AB	RR, IF, SNI	PP
	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	CO	RR, IF	PP, PR
	<i>Haemulon plumiere</i> (Lacepede, 1802)	MC	RR, IF	PP, PR
	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	AB	RR, IF, SNI	PP, PR
	<i>Orthopristhis ruber</i> (Cuvier, 1830)	MC	IF, SNI, SNA	PP, PR
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)	CO	RR	PR
	<i>Archosargus romboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	IN	SNI	PP
	<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)	OC	IF, SNI	PP
	<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	MC	RR	PP, PR
	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)	OC	IF, SNI	SE
Sciaenidae	<i>Ctenosciaena gracilicirrhus</i> (Metzelaar, 1919)	AB	SNA	PP
	<i>Cynoscion acoupa</i> (Lacepede, 1802)	IN	SNA	PP
	<i>Cynoscion jamaicensis</i> (Valant & Bocourt, 1883)	AB	SNA	PP
	<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	IN	SNA	PP
	<i>Cynoscion virescens</i> (Cuvier, 1830)	CO	SNA	PP
	<i>Isopisthus parvipinnis</i> (Cuvier, 1830)	AB	SNA	PP
	<i>Larimus breviceps</i> (Cuvier, 1830)	AB	SNA	PP
	<i>Macrodon ancylodon</i> (Bloch & Schneider, 1801)	CO	SNA	SE, PP
	<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	MC	SNA	PP
	<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	MC	SNA	SE, PP
	<i>Nebris microps</i> Cuvier, 1830	OC	SNA	PP
	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)	MC	RR, IF	NA
	<i>Paralonchurus brasiliensis</i> (Steindachner, 1867)	AB	SNA	PP
	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	MC	RR, IF	NA
	<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	AB	SNA	PP
	<i>Stellifer rastrifer</i> (Jordan, 1889)	AB	SNA	PP
	<i>Stellifer naso</i> (Jordan, 1889)	OC	SNA	PP
	<i>Umbrina coroides</i> (Cuvier, 1830)	IN	SNA	PP
Polynemidae	<i>Polydactylus oligodon</i> (Günther, 1860)	IN	SNI, SNA	PP
Mullidae	<i>Pseudopeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	MC	RR, IF, SNI	PP
Pempherididae	<i>Pempheris schomburgki</i> (Müller & Troschel, 1848)	CO	RR	NA
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758)	MC	CD	PP, PR
Chaetodontidae	<i>Chaetodon sedentarius</i> Poey, 1860	IN	RR, IF	NA
	<i>Chaetodon striatus</i> (Linnaeus, 1758)	MC	RR, IF	NA
Pomacanthidae	<i>Holacanthus ciliaries</i> (Linnaeus, 1758)	CO	RR, IF	NA
	<i>Holacanthus tricolor</i> (Bloch, 1795)	IN	RR, IF	NA
	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	MC	RR, IF	PR
	<i>Pomacanthus arcuatus</i> (Linnaeus, 1758)	IN	RR	NA
Mugilidae	<i>Mugil incilis</i> (Hancock, 1830)	CO	CD	PP, PR
	<i>Mugil liza</i> (Valenciennes, 1836)	CO	CD	SE, PP, PR
Pomacentridae	<i>Abdufduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	AB	RR, IF	PR
	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1855)	MC	RR, CD	NA
	<i>Microspathodon chrysurus</i> (Cuvier, 1830)	RA	RR	NA
	<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	AB	RR, IF	NA
	<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	MC	RR, IF	NA
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	AB	RR, IF	PR
	<i>Doratonotus megalepis</i> Günther, 1862	IN	RR	NA
	<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1971)	MC	RR, IF	PR
	<i>Halichoeres penrosei</i> Starks, 1913	OC	RR	NA
	<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	AB	RR, IF	PR
	<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)	IN	RR	NA
Scaridae	<i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871	IN	RR	NA
	<i>Scarus trispinosus</i> Valenciennes, 1840	RA	RR	PR

		<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1841)	RA	RR	NA
		<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	AB	RR, IF	PP, PR
		<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	MC	RR	PR
		<i>Sparisoma radians</i> (Valenciennes, 1839)	OC	RR, IF	NA
		<i>Sparisoma tuiupiranga</i> Gasparini, Joyeux & Floeter, 2003	IN	RR, IF	NA
	Labrisomidae	<i>Labrisomus cricota</i> Sazima, Gasparini & Moura, 2002	OC	RR	NA
		<i>Labrisomus kalisherae</i> (Jordan, 1904)	OC	RR, IF	NA
		<i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	AB	RR, IF	PR
		<i>Malacoctenus delalandi</i> (Valenciennes, 1836)	AB	RR, IF	NA
		<i>Malacoctenus aff triangulatus</i>	MC	RR, IF	NA
		<i>Paraclinus arcanus</i> Guimarães & Bacellar, 2002	RA	SNI	NA
	Blenniidae	<i>Hypleurochilus pseudoaequipinnis</i> Bath, 1994	OC	RR	NA
		<i>Hypsoblennius invemar</i> Smith-Vaniz & Acero P., 1980	OC	RR	NA
		<i>Parablennius marmoreus</i> (Poey, 1876)	MC	RR	NA
		<i>Parablenius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	IN	RR	NA
		<i>Scartella cristata</i> (Linnaeus, 1758)	MC	RR	NA
	Gobiidae	<i>Bathygobius mystacium</i> Ginsburg, 1947	CO	RR	NA
		<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)	OC	RR	NA
		<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863	MC	IF	NA
		<i>Coryphopterus dicrus</i> Böhlke & Robins, 1960	MC	IF	NA
		<i>Ctenogobius saepepallens</i> (Gilbert & Randall, 1968)	CO	IF	NA
		<i>Elacatinus figaro</i> Sazima, Moura & Rosa, 1997	IN	RR	EX
		<i>Gnatholepis thompsoni</i> Jordan, 1904	OC	IF	NA
	Ephippidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	OC	CD	PP, PR
	Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i> (Castelnau, 1855)	AB	RR, IF	PP, PR
		<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	AB	RR, IF	PP, PR
		<i>Acanthurus coeruleus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	AB	RR	PR
	Sphyracidae	<i>Sphyracna guachancho</i> Cuvier, 1829	IN	CD	PP
		<i>Sphyracna tome</i> (Walbaum, 1789)	CO	CD	PP
	Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)	MC	CD, SNA	PP
	Scombridae	<i>Euthynnus alletteratus</i> (Rafinesque, 1810)	OC	CD	PP
		<i>Scomberomus cavalla</i> (Cuvier, 1829)	OC	CD	PP
		<i>Scomberomus brasiliensis</i> (Collette, Russo & Zavala-Camin, 1978)	MC	CD	PP, PR
	Stromateidae	<i>Peprilus paru</i> (Linnaeus, 1758)	CO	CD, SNA	PP
Pleuronectiformes	Paralichthidae	<i>Citharichthys macrops</i> Dresel, 1885	CO	SNA	PP
		<i>Paralichthys brasiliensis</i> (Ranzani, 1842)	IN	IF	PR
		<i>Syacium cf. papillosum</i> (Linnaeus, 1758)	OC	IF, SNI	PP
		<i>Syacium micrurum</i> Ranzani, 1842	OC	IF, SNI	PP
	Bothidae	<i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	IN	SNA	PP
		<i>Bothus robinsi</i> Topp & Hoff, 1972	IN	SNA	PP
	Achiridae	<i>Achirus declives</i> Chabanaud, 1940	MC	SNA	PP
		<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	MC	SNA	PP
	Cynoglossidae	<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	MC	SNA	PP
		<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	MC	SNA	PP
Tetraodontiformes	Balistidae	<i>Balistes capriscus</i> (Gmelin, 1789)	IN	CD	PR
		<i>Balistes vetula</i> (Linnaeus, 1758)	OC	CD, RR	PR
	Monacanthidae	<i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)	OC	RR	NA
		<i>Cantherhines pullus</i> (Ranzani, 1842)	CO	RR, IF	NA
		<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1758)	IN	RR, IF, SNI	PP
	Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonius</i> (Poey, 1876)	CO	RR	NA
		<i>Acanthostracion quadricornis</i>	CO	RR	PP

	(Linnaeus,1758)			
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus,1766)	CO	SNI, SNA	PP
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides greeleyi</i> (Gilbert,1900)	CO	IF, SNI, SNA	NA
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides pachygaster</i> (Müller & Troschel,1848)	OC	IF, SNI, SNA	NA
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides spengeleri</i> (Bloch,1785)	MC	RR, IF	PR
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus,1758)	OC	IF, SNI, SNA	PR
Tetraodontidae	<i>Canthigaster figueiredoi</i> (Moura & Castro, 2002)	CO	RR, IF	NA
Diodontidae	<i>Chilomycterus reticulatus</i> (Linnaeus, 1758)	CO	RR	NA
Diodontidae	<i>Cylichthys spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	AB	IF, SNI, SNA	PP
Diodontidae	<i>Diodon histrix</i> Linnaeus,1758	CO	RR	NA

Appendix 2 - Human activities realized at Franceses Island, Brazil, between March 2005 and February 2006. The frequency of occurrence (percentage of expeditions in which the activity was recorded), the number of operations monitored for the present study, the type of interaction the activity has with the local ichthyofauna, the number of fish species directly involved (i.e., caught) and a summary of the characteristics of these activities are given.

Activities	Occurrence (%)	Number	Interaction	Species	Characteristics
Spear-fishing	80	8	direct	54	Practiced by visitors transported to the island by local boats for leisure, subsistence or small commerce. It is carried out in all the island surroundings but beginners are mainly found in the shallow sheltered zone and more advanced fishermen in the deeper exposed zone.
Hook-and-line	70	13	direct	44	Practiced by tourists and visitors, rarely by professional fishers. It is done from all rocky shores that surround the island, mainly during the day but also at night by campers. The bait is shrimp and small fish purchased on the continent or fishes and small crabs caught at the island.
Tourism on island	70	-	indirect	-	Done by all the social actors of the island. Occurs throughout the year, mainly on weekends but on a daily basis during the summer. It is most practiced by tourists that spend the day in the island. Normally, the same boat carries the tourists both on the island and on a boat tour. On the island, the visitants look for leisure (barbecues, picnic, sun-bathing and sea swimming) and sports (fishing, swimming and walking).
Gill netting	60	3	direct	2	Practiced a few meters off the island shoreline. It is often an alternative extra-income for some fishermen that set their nets when they go out to sea to practice other fishing activities and pick up the net at their return.
Seining	50	6	direct	57	Practiced in the sheltered zone, daily during the summer and sporadically during the rest of the year. A large number of fishermen (at least 6) are needed. Few, however, are professionals. The nets reach over 800m of length. Two boats are used, a smaller one (moved by paddle) to surround the school and a larger motorized boat to transport the crew and the catch. If the lance fails, another haul is carried out at the same locale.
Boat tour	50	-	indirect	-	Practiced by local fishers that carry groups of tourists (up to 20 persons) for a tour around the island.
Invertebrate extraction	50	9	indirect	-	The fishermen and the local community use boats, compressors (for diving) and scrapers to collect sea stars, mussels and gorgonians. Other visitants, such as tourists, also collect mussels and sea stars but in lesser quantities.
Trolling	40	2	direct	8	

Trolling is carried out around the entire island, especially in the exposed zone. It is practiced by local fishermen and a few tourists in their own motorized boats. It occurs during the whole year, but is most commonly practiced during summer afternoons.

Trap setting

10

0

direct

-

It is practiced by a few motorized boats that set fishing traps in exposed reefs. It targets small fish that are commercialized as bait and ornamentals. Lobster and octopus are also caught.

Appendix 3 – Reef fish species caught by the various fishing activities monitored at Franceses Island, Brazil, including the intensity at which they are sought and the frequency at which they are captured. Families are ordered alphabetically within each cross-category of decreasing intensity and decreasing frequency (i.e., the same family may appear in several places in the table). Species also recorded in UWVC are in bold. Abbreviations for intensity are H: highly targeted; A: average; N: not targeted. Abbreviations for frequency are Re: regularly; Oc: occasionally; Ra: rarely. Fishing activities are listed in decreasing order of frequency of capture and the frequency at which the species appears in discards is indicated.

Family	Species	Intensity	Capture	Fishing activity / discards
Clupeidae	<i>Opisthonema oglinum</i>	H	Re	seine
Carangidae	<i>Caranx crysos</i>	H	Re	seine, spear, hook, trolling, gill net
	<i>Caranx latus</i>	H	Re	seine, discard, spear, hook, trolling, gill net
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i>	H	Re	spear, hook
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	H	Re	seine, spear, trolling, gill net
Pomatomidae	<i>Pomatomus saltator</i>	H	Oc	spear, seine, trolling
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i>	H	Oc	seine, spear, hook, trolling
	<i>Trachinotus goodei</i>	H	Oc	spear, trolling, hook
	<i>Lutjanus jocu</i>	H	Oc	spear, hook
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i>	H	Oc	seine, hook
	<i>Ocyurus chrysurus</i>	H	Oc	seine
	<i>Diplodus argenteus</i>	H	Oc	spear, seine, hook
Sparidae	<i>Chaetodipterus faber</i>	H	Oc	spear, seine
Trichiuridae	<i>Trichiurus lepturus</i>	H	Oc	seine
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	H	Ra	spear
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkelii</i>	H	Ra	spear, hook, seine
	<i>Rhinobatos percellens</i>	H	Ra	spear, hook, seine
Centropomidae	<i>Centropomus undecimalis</i>	H	Ra	spear, gill net
Serranidae	<i>Epinephelus itajara</i>	H	Ra	Spear
	<i>Epinephelus marginatus</i>	H	Ra	spear, hook
	<i>Mycteroperca acutirostris</i>	H	Ra	Spear
	<i>Mycteroperca bonaci</i>	H	Ra	spear, seine
Carangidae	<i>Caranx hippos</i>	H	Ra	seine, spear, trolling, gill net
	<i>Trachinotus carolinus</i>	H	Ra	spear
	<i>Trachinotus marginatus</i>	H	Ra	spear, hook
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	H	Ra	seine, hook
	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	H	Ra	spear
Sparidae	<i>Archosargus probatocephalus</i>	H	Ra	spear
Sciaenidae	<i>Micropogonias furnieri</i>	H	Ra	gill net, seine
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	H	Ra	spear
Scombridae	<i>Euthynnus alletteratus</i>	H	Ra	seine, spear, trolling, gill net
	<i>Scomberomorus cavalla</i>	H	Ra	seine, spear, trolling, gill net
Tetraodontidae	<i>Lagocephalus laevigatus</i>	H	Ra	seine, hook
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i>	A	Re	hook, spear
Carangidae	<i>Oligoplites saliens</i>	A	Re	seine, spear, gill net
Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i>	A	Re	spear, hook, seine, discard
Kyphosidae	<i>Kyphosus sectator</i>	A	Re	spear, hook, seine
Scaridae	<i>Sparisoma axillare</i>	A	Re	spear, seine, hook
Clupeidae	<i>Sardinella brasiliensis</i>	A	Oc	seine
Haemulidae	<i>Anisotremus moricandi</i>	A	Oc	hook
	<i>Haemulon plumierii</i>	A	Oc	spear, hook, seine
	<i>Haemulon parra</i>	A	Oc	hook, spear, seine
	<i>Orthopristis ruber</i>	A	Oc	hook, seine, discard

Mugilidae	Mugil incilis	A	Oc	seine, spear
	Mugil liza	A	Oc	seine, spear
Sphyraenidae	<i>Sphyraena tome</i>	A	Oc	seine, hook
Rhinobatidae	<i>Zapteryx brevirostris</i>	A	Ra	spear, hook, seine
Dasyatidae	<i>Dasyatis guttata</i>	A	Ra	spear, hook
Myliobatidae	<i>Aetobatus narinari</i>	A	Ra	seine
Carangidae	Carangoides ruber	A	Ra	seine
Gerreidae	<i>Eugerres brasilianus</i>	A	Ra	spear
Sparidae	<i>Archosargus rhomboidalis</i>	A	Ra	seine
	<i>Calamus penna</i>	A	Ra	seine, spear, hook
Scaridae	Sparisoma frondosum	A	Ra	spear
Balistidae	<i>Balistes capriscus</i>	A	Ra	hook,
	<i>Balistes vetula</i>	A	Ra	hook, spear
Clupeidae	Harengula clupeola	N	Re	seine, discard
Carangidae	Chloroscombrus chrysurus	N	Re	seine, hook, discard
Labrisomidae	Labrisomus nuchipinnis	N	Re	hook, discard
Elopidae	<i>Elops saurus</i>	N	Oc	seine, spear, discard
Muraenidae	Gymnothorax moringa	N	Oc	hook, spear, discard
Engraulidae	<i>Anchoviella lepidentostole</i>	N	Oc	seine, discard
	<i>Anchoa spinifer</i>	N	Oc	seine, discard
Belonidae	<i>Tylosurus acus</i>	N	Oc	Seine
Dactylopteridae	<i>Dactylopterus volitans</i>	N	Oc	seine, hook, discard
Haemulidae	Haemulon aurolineatum	N	Oc	seine, discard
	Haemulon steindachneri	N	Oc	seine, hook, discard
Mullidae	Pseudopeneus maculatus	N	Oc	seine, discard
Pomacentridae	Abudefduf saxatilis	N	Oc	Hook
Labridae	Halichoeres brasiliensis	N	Oc	hook, spear, discard
	Halichoeres poeyi	N	Oc	hook, discard
Diodontidae	Chilomycterus spinosus	N	Oc	seine, discard
Narcinidae	<i>Narcine brasiliensis</i>	N	Ra	Spear
Muraenidae	Gymnothorax funebris	N	Ra	hook, spear, discard
	<i>Gymnothorax ocellatus</i>	N	Ra	hook, discard
	Gymnothorax vicinus	N	Ra	hook, discard
Ophichthidae	<i>Ophichthus ophis</i>	N	Ra	Spear
Engraulidae	<i>Anchoa filifera</i>	N	Ra	seine, discard
	<i>Cetengraulis edentulus</i>	N	Ra	seine, discard
Hemiramphidae	<i>Hemiramphus brasiliensis</i>	N	Ra	seine, discard
Aulostomidae	<i>Aulostomus strigosus</i>	N	Ra	Spear
Serranidae	<i>Diplectrum formosum</i>	N	Ra	hook, discard
	Rypticus saponaceus	N	Ra	Spear
Echeneidae	<i>Echeneis naucrates</i>	N	Ra	seine, discard
Carangidae	Decapterus punctatus	N	Ra	seine, discard
	Selene browni	N	Ra	Seine
	<i>Selene vomer</i>	N	Ra	Seine
Gerreidae	Eucinostomus spp.	N	Ra	seine, discard
Pomacanthidae	Pomacanthus paru	N	Ra	Spear
Labridae	Bodianus rufus	N	Ra	spear, hook
Labrisomidae	Labrisomus kalisherae	N	Ra	hook, discard
Acanthuridae	Acanthurus chirurgus	N	Ra	spear, seine, discard
	Acanthurus bahianus	N	Ra	spear, seine, discard
	Acanthurus coeruleus	N	Ra	Spear
Bothidae	Bothus ocellatus	N	Ra	seine, discard
Monacanthidae	<i>Stephanolepis hispidus</i>	N	Ra	Seine
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides testudineus</i>	N	Ra	hook, discard
	Sphoeroides spengleri	N	Ra	hook, discard

Note: The species registered in UWSC not captured by the fisheries are: *Acanthostracion polygonius*,

A. quadricornis, *Canthigaster figueiredoi*, *Cantherhines pullus*, *Chaetodon sedentarius*, *C. striatus*,

Coryphopterus spp., *Chromis multilineata*, *Cryptotomus roseus*, *Ctenogobius saepepallens*, *Diodon*

hystrix, Diplectrum radiale, Doratonotus megalepis, Elacatinus figaro, Gramma brasiliensis, Halichoeres penrosei, Hippocampus reidi, Holacanthus ciliaris, H. tricolor, Labrisomus cricota, Malacoctenus delalandii, Malacoctenus aff. triangulatus, Myripristis jacobus, Odontoscion dentex, Pareques acuminatus, Parablennius marmoreus, P. pilicornis, Pempheris schomburgkii, Pseudocaranx dentex, Scorpaena brasiliensis, S. plumieri, Serranus baldwini, S. flaviventris, Sparisoma amplum, S. tuiupiranga, S. radians, Stegastes fuscus, S. variabilis, Synodus intermedius, S. synodus.