

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA COMUNIDADE
ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA,
SÃO PAULO, PELO MÉTODO DE VÍDEO-TRANSECTO.**

RAQUEL SORVILO

**Orientador: Antônio Olinto Ávila-da-Silva
Co-orientador: Jodir Pereira da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Dezembro - 2012

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

**ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA COMUNIDADE
ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA,
SÃO PAULO, PELO MÉTODO DE VÍDEO-TRANSECTO.**

RAQUEL SORVILO

**Orientador: Antônio Olinto Ávila-da-Silva
Co-orientador: Jodir Pereira da Silva**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aquicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - SAA, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Aquicultura e Pesca.

São Paulo

Dezembro - 2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Elaborada pelo Núcleo de Informação e Documentação. Instituto de Pesca, São Paulo

S714e

Sorvilo, Raquel

Estrutura e diversidade da comunidade ictiofaunística da Ilha das Cabras, Ilhabela, São Paulo, pelo método de vídeo-transecto / Raquel Sorvilo. -- São Paulo, 2012.

vii, 62f. ; il. ; graf. ; tab.

Dissertação (mestrado) apresentada ao Programa de Pós-graduação em Aqüicultura e Pesca do Instituto de Pesca – APTA - Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

Orientador: Antônio Olinto Ávila-da-Silva

1. Peixes recifais. 2. Análise de agrupamento. 3. Arquipélago de Ilhabela..
4. Recife rochoso. 5. Vídeo-transecto. I. Ávila-da-Silva, Antônio Olinto. II. Título.

CDD 597

Permitida a cópia parcial, desde que citada a fonte – O autor

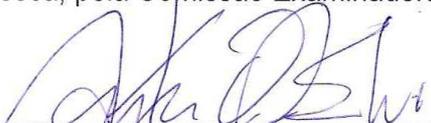
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
SECRETARIA DE AGRICULTURA E ABASTECIMENTO
AGÊNCIA PAULISTA DE TECNOLOGIA DOS AGRONEGÓCIOS
INSTITUTO DE PESCA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AQUICULTURA E PESCA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**“ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA COMUNIDADE
ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA, SP”**

AUTORA: Raquel Sorvilo
ORIENTADOR: Antônio Olinto Ávila-da-Silva
CO-ORIENTADOR: Jodir Pereira da Silva

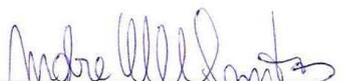
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de
MESTRE EM AQUICULTURA E PESCA, Área de Concentração em
Pesca, pela Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva



Profa. Dra. Lucy Satiko Hashimoto Soares



Prof. Dr. André Martins Vaz dos Santos

Data da realização: 05 de outubro de 2012



Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva

*“A satisfação está no esforço e não apenas
na realização final”.*
Mahatma Gandhi

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Antônio Olinto Ávila da Silva pela confiança e apoio sempre demonstrados em relação ao trabalho desenvolvido, pelo conhecimento transmitido, seu olhar científico e por todas as conversas nos momentos mais dispersos.

Ao meu co-orientador Dr. Jodir Pereira da Silva pelo empenho em me orientar na parte do mergulho científico e acompanhar meu caminho acadêmico desde a graduação.

À minha mãe, Eliza Fiel Sorvilo, por estar sempre ao meu lado em todos os momentos inclusive nos mergulhos realizados, pelo incentivo e apoio para que eu nunca desistisse dos meus sonhos.

Ao meu pai, João, aos meus irmãos, Roberto e Renato, a minha Tia Rosi, pela dedicação e compreensão.

À toda equipe do grupo ECOPERE-SE pela ajuda, amizade, cooperação e participação ao longo desses anos.

Às amigas de Socorro que estiveram presentes de alguma forma sempre que precisei.

Aos meus colegas de mestrado Fernanda, Allan, Renata, Joelson, Caio, Thiago e Matheus.

À pousada e operadora Colonial pelo apoio logístico.

Ao Laboratório de Zoologia da Unisanta pela colaboração nas análises dos dados ambientais.

Ao Programa de Pós Graduação do Instituto de Pesca pela oportunidade.

Aos professores e funcionários do Instituto de Pesca.

À CAPES, entidade do Governo Brasileiro voltada para a formação de recursos humanos pelo apoio financeiro, pela concessão de bolsa de estudos.

A todas as pessoas que não foram citadas, mas que participaram de alguma forma para a conclusão de mais uma etapa em minha vida.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	II
ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS.....	IV
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	8
CAPÍTULO 1- A COMUNIDADE ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA, SUDESTE DO BRASIL	11
RESUMO.....	12
1 INTRODUÇÃO	13
2 MATERIAL E MÉTODOS	16
3 RESULTADOS.....	18
4 DISCUSSÃO	25
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32
CAPÍTULO 2- ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES RECIFAIS ROCHOSOS EM UM AMBIENTE INSULAR COSTEIRO SUBTROPICAL.....	38
RESUMO.....	39
1 INTRODUÇÃO	40
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1 ÁREA ESTUDO	41
2.2 COLETA DE DADOS.....	42
2.3 ANÁLISE DE DADOS.....	44
3 RESULTADOS.....	45
4 DISCUSSÃO	53
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
CONSIDERAÇÕES FINAIS	62

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1: Lista das famílias e espécies, categoria trófica, comprimento mínimo (L_{tmin}) e máximo (L_{tmax}), e frequência relativa de ocorrência (FO) registrada nos diferentes tipos de substratos na Ilha das Cabras. Categoria trófica: CAR = Carnívoros; HER = Herbívoros; CAR TOPO = Carnívoros de Topo; ONI = Onívoros. Frequência relativa de ocorrência: Permanente (○); Muito frequente (●); Pouco frequente (■); Rara (□). As espécies de primeira ocorrência para a região estão representadas por (*). Os números representam a ordem taxonômica das famílias..... 18

Tabela 2: Valores da média e erro padrão das variáveis ambientais numéricas analisadas em relação aos grupos (GRP) formados pela análise de agrupamento. Os valores imediatamente abaixo do nome dos fatores indicam o nível de significância (p) da variação destes entre os grupos. 47

Tabela 3: Lista das 37 espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. O cabeçalho das colunas indicam os grupos formados na análise de agrupamento e o número total de transectos observados. Ni total= Número total de indivíduos observados; Ni = Número de indivíduos; FO= Frequência de ocorrência do número de transectos. As espécies sublinhadas foram consideradas indicadoras do grupo destacado com o valor do Ni e FO em negrito.. 49

Figura 1: Localização da região da Ilha das Cabras situada no Canal de São Sebastião entre a Ilha e o continente de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A área destacada ao redor da Ilha das Cabras se refere à área estudada..... 5

Figura 2: Localização da região da Ilha das Cabras situada no Canal de São Sebastião entre a Ilha e o continente de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A área destacada ao redor da Ilha das Cabras se refere à área estudada..... 15

Figura 3: Representação esquemática da carretilha de 200 m disposta em paralelo à linha da costa da Ilha das Cabras e esquema da realização do vídeo transecto ao longo da linha de um transecto (10 m x 4 m) realizada por dois mergulhadores equipados com as máquinas..... 17

Figura 4: Número de espécies de peixes recifais por família registrada na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. 22

Figura 5: Curva de acumulação de espécies com base nos dados do período estudado registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. A linha sólida (preto) representa o valor da riqueza de espécies esperadas e a área sombreada (cinza) indica o intervalo de confiança de 95%. A figura “A” representa os três tipos de fundo com base em 520 transectos; “B” representa o fundo de areia com 142 transectos; “C” fundo de pólipos com 208 transectos; e “D” representa o fundo de Alga com 170 transectos..... 23

Figura 6: Densidade média das espécies de peixes recifais (indivíduos/ 100 m²) mais abundantes no período diurno e noturno, erro padrão representado

através das barras verticais e o número de indivíduos registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo.....	24
Figura 7: Frequência relativa de ocorrência das espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela, São Paulo.....	24
Figura 8: Porcentagem da frequência de ocorrência de espécies de peixes recifais observados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo por categoria trófica. Categoria Trófica: CAR = Carnívoro; HER = Herbívoro, ONI = Onívoro; CAR TOPO = Carnívoro de topo.....	25
Figura 9: Representação esquemática da carretilha de 200 m disposta em paralelo à linha da costa da Ilha das Cabras e esquema da realização do vídeo transecto ao longo da linha de um transecto (10 m x 4 m) realizada por dois mergulhadores equipados com as máquinas.....	43
Figura 10: Boxplot da variação da Riqueza, Diversidade e Equitatividade de peixes recifais nos períodos diurno (D) e noturno (N) e nos três tipos de fundos existentes, AL- Alga, AR - Areia e PO – Pólipo, da Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo.....	45
Figura 11: Análise de agrupamento baseando-se nos 499 transectos realizados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. As caixas e os números representam os seis grupos finais obtidos pela análise.	46
Figura 12: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) dos 499 transectos registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo, separados pelos seis grupos formados na análise de agrupamento e relacionados com as variáveis ambientais mais significativas. P – Período, TF – Tipo de Fundo, RUG – Rugosidade, M – Maré, TEMP. – Temperatura e CD – Direção da Corrente.	51
Figura 13: Análise de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) das 37 espécies registradas na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo e relacionadas com as variáveis ambientais mais significativas dos eixos principais ($p>0,01$). P – Período, TF – Tipo de Fundo, RUG – Rugosidade, TEMP. – Temperatura, M – Maré e CD – Corrente Direção. As espécies estão representadas pelas duas primeiras letras do gênero e da espécie	52

RESUMO

ESTRUTURA E DIVERSIDADE DA COMUNIDADE ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA, SÃO PAULO PELO MÉTODO DE VÍDEO TRANSECTO.

O presente estudo objetivou avaliar a estrutura da comunidade de peixes no ambiente insular costeiro subtropical da Ilha das Cabras, litoral norte do Estado de São Paulo, com vistas à elaboração de um inventário de espécies, determinação dos índices ecológicos e a identificação dos padrões de associação de espécies e sua relação com os fatores ambientais. Os ambientes recifais são os ecossistemas marinhos de maior diversidade de espécies sendo que o grau de endemismo de peixes recifais no Brasil é considerado relativamente grande. O litoral norte do Estado de São Paulo é caracterizado fisiograficamente pela presença de costões rochosos e fundos consolidados e recentemente o desenvolvimento econômico tem trazido à região atividades potencialmente impactantes à fauna marinha costeira. Estudos nestes ambientes justificam-se por gerar informações necessárias para avaliação da efetividade das políticas públicas de conservação, adequação de planos de manejo e monitoramento das atividades desenvolvidas na área em questão. O estudo foi desenvolvido com base em dados obtidos através de mergulhos autônomos realizados mensalmente entre fevereiro de 2011 e fevereiro de 2012. A cada mês foram executados um mergulho diurno e um mergulho noturno. Por mergulho foram feitas observações em 20 transectos, dispostos entre 3 e 8 m de profundidade e em diferentes tipos de substratos. O registro da ictiofauna foi efetuado pelo método de vídeo transecto. Para a análise foram utilizados os índices de diversidade, riqueza e equitatividade, análise de agrupamento e de ordenação (NMDS). Durante este estudo foram realizados 26 mergulhos, os quais permitiram a identificação de 19.284 espécimes, pertencentes a 67 espécies e distribuídas em 31 famílias. Quinze espécies tiveram seu primeiro registro para o Canal de São Sebastião. A análise dos índices ecológicos estabeleceu que o tipo de substrato foi a maior fonte de variação dos três índices calculados. O período do dia foi o segundo fator em importância para a variação da riqueza e diversidade, enquanto o fator Mês foi o segundo para a variação da equitatividade. A análise de agrupamento aplicada aos dados de abundância numérica da ictiofauna indicou dois grupamentos principais formando no total, seis grupos bem distintos. A análise de escalonamento revelou que as variáveis ambientais mais significativas foram o período do dia, tipo de fundo, rugosidade, temperatura, direção da corrente e maré. Desta forma, pode-se concluir que, apesar do local de estudo estar situado em uma região de grande interferência antrópica, foi observada uma biodiversidade comparável a outros ambientes de recifes rochosos, o que destaca a adequação de sua conservação. O presente estudo também evidenciou a importância de observações em diferentes períodos do dia e da consideração de microhabitats para a caracterização das comunidades ícticas.

Palavras-chave: peixes recifais, análise de agrupamento, arquipélago de Ilhabela, recife rochoso, vídeo-transecto.

ABSTRACT

STRUCTURE AND DIVERSITY OF THE ICHTHYOFAUNA COMMUNITY IN CABRAS ISLAND, ILHABELA, SÃO PAULO BY THE METHOD OF THE VIDEO TRANSECT.

The present study aimed to evaluate the structure of the fish community in the subtropical coastal island environment Cabras Island, northern coast of São Paulo state, emphasizing a preparation for an inventory of species, determination of ecological indices and the identification of patterns of species association and its relationship with environmental factors. The reef environments are the marine ecosystems of higher species diversity and the degree of endemism of reef fishes in Brazil is relatively large. The northern coast of São Paulo state is physiographically characterized by the presence of rocky shores and consols and, recently the economic development has brought to the region activities potentially impacting the coastal marine wildlife. Studies in these environments are justified by generating information necessary for evaluating the effectiveness of conservation policies, adequacy of management plans and monitoring of activities in the area concerned. The study was based on data obtained through scuba dives conducted monthly between February 2011 and February 2012. Every month we performed a dive during the day and night. Every dive carried out with 20 transects arranged between 3 and 8 meters in depth and different types of substrates. The record of the ichthyofauna was made by the video transect method. For the analysis we used the indices of diversity, richness and evenness, cluster analysis and ordination (NMDS). During this study were performed 26 dives, which allowed the identification of 19.284 specimens belonging to 67 species, distributed in 31 families. Fifteen species had their first record for the São Sebastião Channel. The analysis of ecological indices indicated the type of substrate as the largest source of variation of the three indices calculated. The "Day Factor" was the second factor in importance for the variation of richness and diversity, while the "month factor" was the second factor for the variation of evenness. Cluster analysis applied to the numerical abundance data of ichthyofauna indicated two main groups forming in total, six distinct groups. The NMDS analysis revealed that the most significant environmental variables were the time of day, type of bottom, rugosity, temperature, tide and current direction. Thus it can be concluded that, despite the study site being located in a region of great human interference, was observed comparable biodiversity to other rocky reefs environments, which highlights the suitability of its conservation. The present study also evidenced the importance of observations at different times of the day and consideration of microhabitats for the characterization of fish communities.

Keywords: reef fish, Cluster analysis, archipelago of Ilhabela, rocky shore, video transect.

INTRODUÇÃO GERAL

Na sociedade moderna, um dos mais relevantes dilemas e desafios enfrentados, é o da preservação da biodiversidade. O Brasil é um país que possui a maior diversidade biológica, representando 15% a 20% do número de espécies existentes no planeta (JOLY, 1998) e sua conservação apresenta uma grande influência na economia (IBGE, 2004).

No Brasil, as iniciativas de proteção à biodiversidade pela criação de Unidades de Conservação, são oriundas da Convenção da Diversidade Biológica, assinada na Cúpula da Terra em 1992. A criação e o controle das áreas protegidas (proteção integral e uso sustentável) são determinados pelas normas incorporadas ao Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído pela Lei 9.985/00 (VIVACQUA e VIEIRA, 2005).

As unidades de conservação são definidas como locais com características naturais relevantes tendo como objetivo a conservação e aplicação de manejo adequado para sua proteção (MMA, 2006).

Segundo BRANDON *et al.* (2005), o país comprometeu-se por meio da Convenção da Diversidade Biológica, a construir um importante sistema de unidades de conservação terrestres até 2010 e um sistema marinho até 2012. Com menos de 1% de suas áreas protegidas, o Brasil está longe de atingir a meta da Convenção, apesar de ter iniciado trabalhos no sentido de construir uma rede de reservas ao longo do litoral de Santa Catarina (FLOETER *et al.*, 2006).

Conforme descrito por GODOY *et al.* (2007), o país conta com 61 unidades de conservação costeiras e marinhas federais, sendo que apenas 11 possuem um plano de manejo concluído ou em andamento, e poucas apresentam um programa efetivo de monitoramento.

De acordo com PRATES *et al.* (2012), em 2010 foi aprovado como Plano Estratégico 2011-2020, um conjunto de 20 metas, das quais três se destacam, evidenciando que, até 2020, pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas devem estar conservadas por meio de sistemas ecologicamente representativos compostos por áreas protegidas.

As poucas pesquisas existentes sugerem que a pesca comercial e a coleta de espécies para fins ornamentais influenciam na diversidade e na abundância de espécies, resultando em mudanças na estrutura das comunidades locais (FLOETER *et al.*, 2007). Os autores ainda revelaram que ambientes protegidos de área relativamente pequena (< 500 m²) apresentaram benefícios para espécies-alvo de pesca, corroborando o estudo de HALPERN (2003), que avaliou 89 áreas de reserva ao redor do mundo e apresentou resultados semelhantes, justificando-se a criação de novas áreas de conservação para manutenção das comunidades e recursos pesqueiros. Sob esta mesma ótica, SALA *et al.* (2012) evidenciaram que essas áreas com alto nível de proteção têm influências significativas na estrutura da comunidade de peixes.

Estudos recentes demonstram a importância de aprofundar o conhecimento sobre os costões e recifes rochosos, por estes apresentarem um grande impacto dentro do ecossistema. Costão rochoso é a denominação dada ao ambiente costeiro constituído por rochas localizadas entre os meios terrestre e aquático, onde parte é provida por rochas de origem vulcânica e parte derivada de extensões rochosas que atingem até o fundo do mar, proporcionando, assim, um ambiente extremamente heterogêneo (PRATES *et al.*, 2012). O termo costão rochoso em geral é utilizado em estudos relacionados à ocorrência de organismos na zona entremarés, frequentemente relacionados à ocorrência de zonação, enquanto que o ambiente mais profundo de origem rochosa é mais bem denominado como recife rochoso, onde o termo recife representa toda e qualquer formação de fundo consolidado, de origem orgânica ou inorgânica (neste caso o substrato rochoso) cujo topo esteja a uma distância de no máximo 30 m da superfície na maré baixa da região (CARVALHO-FILHO *et al.*, 2005).

Os recifes rochosos são considerados locais prioritários para a conservação por apresentarem um alto endemismo por unidade de área (FLOETER *et al.*, 2006). O autor afirma que as espécies endêmicas constituem uma ampla porção na densidade e na riqueza da comunidade recifal.

Estes ambientes são considerados ecossistemas altamente diversificados, ricos em recursos naturais e que apresentam uma grande

importância ecológica, econômica e social. Apesar dessa importância, o país possui uma pequena experiência na sua utilização e a informação disponível a respeito da composição das comunidades de peixes recifais é insuficiente para a elaboração de planos de manejo (FERREIRA *et al.*, 1995; FERREIRA *et al.*, 2001).

A maior ameaça encontrada nos ecossistemas de ambiente rochoso é provida de especulações imobiliárias, atividades turísticas descontroladas, abertura de rodovias e expansão de cidades e portos, além de uma excessiva e desregulada exploração das espécies ali viventes (IBGE, 2004; ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009).

Outros fatores que influenciam direta ou indiretamente na estrutura das comunidades de ambientes recifais, segundo FREITAS *et al.* (2009), são os impactos antrópicos, os quais potencializam em larga escala as mudanças ambientais. Estas mudanças são causadas principalmente pelos sedimentos originados do desmatamento, poluição e outras formas de descargas de lixo. O autor ainda afirma que estes ambientes também sofrem com a sobrexploração de recursos pesqueiros.

Os impactos antrópicos como o derramamento de óleo, poluindo a água também é muito prejudicial aos recifes, pois podem acelerar o processo de erosão e alterar o equilíbrio químico (PEREIRA e SOARES-GOMES, 2002). A composição recifal também pode afetar ecologicamente o recife na sua estrutura calcária, padrões do relevo de fundo e na claridade da água (STEPHENS *et al.*, 2006).

O turismo pode representar uma oportunidade para a região, porém pode significar uma grande ameaça aos ecossistemas pela falta de infraestrutura adequada, e pelo impacto direto do uso, como ancoragem inadequada, vazamentos de barcos, pisoteio nos recifes e presença de mergulhadores (FERREIRA *et al.*, 2007).

Para preservação dos ambientes naturais, além da criação de áreas protegidas, são fundamentais ações que possuam desde o suporte de recursos para o monitoramento das espécies ameaçadas, até a elaboração de planos de gestão e fiscalização (IBGE, 2004). O conhecimento e monitoramento dos

organismos que vivem em substrato rochoso e suas características físicas são consideradas bons indicativos de qualidade ambiental (FERREIRA *et al.*, 2001).

Desta forma, o trabalho foi desenvolvido no litoral norte do Estado de São Paulo, o qual compreende os municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba. Sua área se distribui entre a Serra do Mar e o oceano Atlântico. Este trecho do litoral paulista apresenta uma linha de costa bastante recortada, com diversas enseadas, ilhas e costões rochosos (BRIGATTI e SANT'ANNA NETO, 2008; POLETTTO e BATISTA, 2008).

O Arquipélago de Ilhabela é formado por um conjunto de doze ilhas, dois ilhotes e duas lajes. A Ilha de São Sebastião, sede do município de Ilhabela, possui 337 km² e é também considerada uma das maiores ilhas marítimas do Brasil (LIMA *et al.*, 2008). Está separada do continente, pelo Canal de São Sebastião, que em sua parte mais estreita possui aproximadamente 1,8 km de extensão.

O canal de São Sebastião tem sua origem relacionada à erosão subaérea e ao efeito das marés (COUTINHO, 2000). Esta região constitui uma grande importância econômica por contar com a presença do Terminal Marítimo Almirante Barroso – TEBAR que movimentam um elevado número de navios petroleiros, gerando extensa atividade ligada ao setor petroquímico e de transportes (FONTES, 1995).

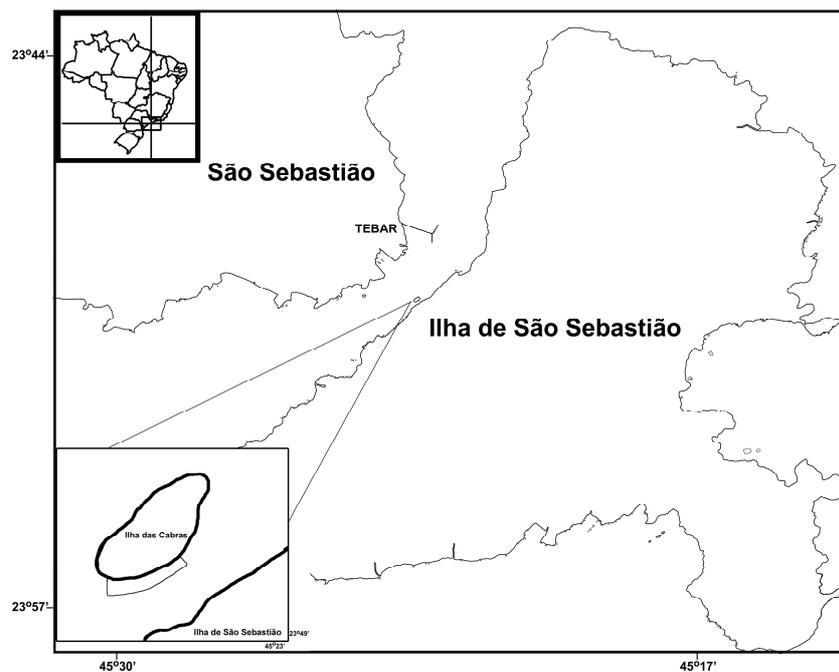


Figura 1. Localização da região da Ilha das Cabras situada no Canal de São Sebastião entre a Ilha e o continente de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A área destacada ao redor da Ilha das Cabras se refere à área estudada.

A Ilha das Cabras (23°49'S 45°23'W), localizada no Canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo (Figura 1) tem sua preservação assegurada pelo Decreto nº 9.414 de 20 de janeiro de 1977, que institui sua proteção ao incluir a denominada Ilha das Cabras no Parque Estadual de Ilhabela, com a finalidade de proteger integralmente a biota e paisagem das ilhas que constituem o Município de Ilhabela. Contudo, tendo em vista que a Legislação Estadual não contemplou as áreas submersas, que possuem um patrimônio biológico caracterizado por elevada diversidade e abundância, foi promulgada o Decreto Municipal nº 1011/92 que passa a reconhecer a Ilha como Parque Municipal Marinho (PMM) da Ilha das Cabras e estabelece que “na coluna d’água correspondente ao espaço descrito no artigo anterior, fica proibida a pesca em escala comercial, inclusive a captura de peixes dos tamanhos denominados ‘de aquário’, admitida tão somente a pesca artesanal assim entendida por meio de anzol, covos e redes de malha, com total favorecimento às atividades de pesquisa científica regularmente autorizada”.

Neste ambiente, o ecossistema é caracterizado pela presença de fundos rochosos com uma grande diversidade de organismos bentônicos com a

presença de muitas formas de peixes recifais (NASCIMENTO e ROSSO, 2003).

De acordo com a lista de espécies do Livro Vermelho do Estado de São Paulo (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009), dentre as espécies identificadas, dezessete estão ameaçadas de extinção. Enquanto que pela Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas, uma espécie encontra-se em perigo, duas espécies estão vulneráveis, duas espécies quase ameaçadas, dez não ameaçadas e cinco com deficiência de dados (IUCN, 2012).

O paradoxo de alta diversidade e alto nível de impacto é um cenário comumente encontrado em regiões altamente povoadas, como é o caso da costa Sudeste do Brasil (FERREIRA *et al.*, 2007).

Diante das questões expostas, os estudos sobre ambientes como os do Parque Municipal Marinho da Ilha das Cabras justificam-se por gerar informações necessárias para avaliação da efetividade das políticas públicas de conservação, adequação de planos de manejo e monitoramento das atividades desenvolvidas na área em questão. Além dessa importância, segundo MENEZES (2011), existem muitas lacunas no conhecimento da inventariação da fauna de peixes marinhos presentes em costões e fundos rochosos.

Sendo assim, para suprir a lacuna existente nessa região, o presente estudo permitiu avaliar a estrutura da comunidade de peixes em um ambiente insular costeiro subtropical, pela elaboração de um inventário de espécies, determinação dos índices ecológicos, identificação dos padrões de associação de espécies e sua relação com os fatores ambientais.

De forma mais específica, foram verificadas as hipóteses de que os índices ecológicos variam em função de variáveis espaço-temporal; de que há uma estrutura na distribuição das espécies de peixes identificadas; e de que, em havendo uma estrutura, esta está relacionada a fatores ambientais.

Contudo, este estudo foi dividido em dois capítulos, o primeiro, intitulado "Levantamento da comunidade ictiofaunística da Ilha das Cabras, Ilhabela, Sudeste do Brasil" que teve como objetivo apresentar o primeiro levantamento ictiofaunístico da Ilha das Cabras, com a indicação da preferência de habitats

pelas espécies e da estimativa do comprimento dos indivíduos observados e densidade em períodos diurnos e noturnos. O segundo capítulo, "Estrutura da comunidade de peixes de recifes rochosos em um ambiente insular costeiro subtropical", buscou determinar os índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitatividade ictiológica, identificar os padrões de associação de espécies e sua relação com os fatores ambientais. A metodologia utilizada em cada etapa do trabalho encontra-se descrita nos capítulos citados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDON, K.; FONSECA, G.A.B. da; RYLANDS, A.B; SILVA, J.M.C. da. 2005. Conservação brasileira: desafios e oportunidades. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, 01(1): 07-13.
- BRIGATTI, N. e SANT'ANNA NETO, J.L. 2008. Dinâmica climática e variações do nível do mar na geração de enchentes, inundações e ressacas no litoral norte paulista. *Revista Formação*, Presidente Prudente, 15 (2): 25-36.
- CARVALHO-FILHO, A.; BERTONCINI, A.A.; BONALDO, R.M.; FERREIRA, C.L.; GADIG, O.B.; FLOETER, S.R.; GASPARINI, J.L.; GERHARDINGUER, L.C.; GODOY, E.A.S.; JOYEX, J.C.; KRAJEWSKI, J.P.; KUITER, R.; HOSTIM-SILVA, M.; LUIZ-JUNIOR, O.; MASQUES, S.; MENDEZ, L.; RANGEL, C.A.; ROCHA, L.A.; ROSA, I.L.; SAMPAIO, C.L.S.; SAZIMA, C.; SAZIMA, I. 2005. Peixes Recifais do Brasil, uma síntese. In: *Anais do XVI Encontro Brasileiro de Ictiologia*. João Pessoa, Paraíba.
- COUTINHO, R. 2000. *Sub-projeto Avaliação e Ações Prioritárias para a Zona Costeira e Marinha*. PRONABIO. 102p.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; SOUZA, A.E.T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré – PE. *Boletim Técnico Científico*. CEPENE, Tamandaré, 3 (1): 213 – 230.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; CAVA, F. 2001. Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2, Campo Grande, 5-9/ Nov./ 2000. *Anais...*Campo Grande: Rede Nacional Pró- Unidade de Conservação. p. 50-58.
- FERREIRA, C.E.L.; FERREIRA, C.G.W.; RANGEL, C.A.; MENDONÇA, J.P.; GERHARDINGER, L.C.; CARVALHO-FILHO, A.; GODOY, E.A.; LUIZ-JUNIOR, O.; GASPARINI, J.L. 2007. Peixes recifais. In: CREED, J.C.; PIRES, D.O.; FIGUEIREDO, M.A. de O. *Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande*. Brasília: Ministério do meio Ambiente, Série – Biodiversidade 23. p. 291 – 322.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; MESSIAS, L.T. 2007. Os conselhos municipais de meio ambiente como instrumento de gestão integrada: A experiência na Área de Proteção Ambiental Costa de Corais (AL/PE). In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 50-63.
- FLOETER, S.R.; HALPERN, B.S.; FERREIRA, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation*, Boston, 128: 391-402.
- FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L.; GASPARINI, J.L. 2007. Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's Marinhas: Três estudos de caso e

- implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 183-199.
- FONTES, R.F.C. 1995. *As correntes no Canal de São Sebastião*. 159 p. (Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo).
- FREITAS, M.C.; VIEIRA, R.H.S.F.; ARAÚJO, M.E. 2009. Impact of the construction of the Harbor at Pecém (Ceará, Brazil) upon reef fish communities in tide pools. *Brazilian archives of biology and technology an International Journal*. 52 (1): 187-195.
- GODOY, E.A.S.; DAROS, F.A.; GERHARDINGER, L.C.; BERTUOL, P.R.K.; MACHADO, L.F.; ANDRADE, A.B.; HOSTIM-SILVA, M. 2007. Projeto peixes de costão rochoso de Santa Catarina: Subsídios para conservação. In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 88-105.
- HALPERN, B.S. 2003. The impact of marine reserves: Do reserves work and does reserve size matter? *Ecological Applications*, Ecological Society of America. 13 (1): S117–S137.
- IBGE, 2004. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Dimensão Ambiental – Biodiversidade. In: IBGE. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil. p. 99-134.
- IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 11 de setembro de 2012.
- JOLY, C.A. 1998. Apresentação da série. In: Joly, C.A. e Bicudo, C.E.M. (orgs). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 6: Vertebrados. São Paulo: Programa BIOTA/FAPESP. 5p.
- LIMA, M.V., DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J.C.C. 2008. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo em Ilhabela, São Paulo. *Revista Brasileira de Cartografia*, nº 60/02. p. 145-154.
- MENEZES, N.A. 2011. Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical*. 11(1a): 1-14.
- MMA, 2006. SNUC – *Sistema nacional de unidades de conservação da natureza: Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Decreto Nº 4.340, 22 de agosto de 2002*. 6ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 56p.
- NASCIMENTO, E.F.I. e ROSSO, S. 2003. Ocorreram mudanças na estrutura da comunidade fital de *Centroceras clavulatum* da Praia das Cigarras, São Sebastião (SP), durante um período de baixamar?. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, Fortaleza, 9-14/Nov./2003. *Anais...* p. 399-401.

- PEREIRA, R.C. e SOARES-GOMES, A. 2002. *Biologia Marinha*. Interciência. Rio de Janeiro. 382p.
- POLETTI, C.R.B. e BATISTA, G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, 3(2): 106-121.
- PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. 2012. *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Brasília: MMA. 152p.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; COSTA, M.R. da; FIGUEIREDO, J.L. de; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; MOURA, R.L. de; MENEZES, N.A. 2009. Peixes Marinhos. In: *Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados*. 1ª ed. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Secretária do Meio Ambiente. p. 425-516.
- SALA, E., BALLESTEROS, E., DENDRINOS, P., FRANCO, A.D., FERRETTI, F., FOLEY, D., FRASCHETTI, S., FRIEDLANDER, A., GARRABOU, J., GUÇLUSOY, H., GUIDETTI, P., HALPERN, B.S., HEREU, B., KARAMANLIDIS, A.A., KIZILKAYA, Z., MACPHERSON, E., MANGIALAJO, L., MARIANI, S., MICHELI, F., PAIS, A., RISER, K., ROSENBERG, A.A., SALES, M., SELKOE, K.A., STARR, R., TOMAS, F., ZABALA, M. 2012. The Structure of Mediterranean Rocky Reef Ecosystems across Environmental and Human Gradients, and Conservation Implications. San Francisco: PLOS – ONE.
- STEPHENS, JR. J.S; LARSON, R.J. e PONDELLA, D.J. 2006. Rocky reefs and kelp beds. In: *The Ecology of Marine Fishes: California and Adjacent Waters*. University of California Press, Berkeley. p. 227-252.
- VIVACQUA, M. e VIEIRA, P.F. 2005. Conflitos socioambientais em Unidades de Conservação. *Política e Sociedade*. 07: 139-162.

CAPÍTULO 1

A COMUNIDADE ICTIOFAUNÍSTICA DA ILHA DAS CABRAS, ILHABELA, SUDESTE DO BRASIL.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na região da Ilha das Cabras, Parque Municipal Marinho localizada no Canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A região é caracterizada pela presença de recifes rochosos, os quais são considerados ecossistemas altamente diversificados, que apresentam uma grande importância ecológica, econômica e social. Este estudo colabora para o aprofundamento do conhecimento sobre a biodiversidade e distribuição de espécies da plataforma continental do sudeste brasileiro, apresentando o primeiro levantamento ictiofaunístico da Ilha das Cabras. Os dados foram obtidos pela aplicação do método de vídeo transecto em mergulhos autônomos realizados mensalmente entre fevereiro de 2011 e fevereiro de 2012, nos períodos diurno e noturno, em profundidades de 3 a 8 m. Durante este estudo foram realizados 26 mergulhos, os quais permitiram a identificação de 19.284 espécimes, pertencentes a 67 espécies, distribuídas em 31 famílias. De todas as espécies encontradas, quinze tiveram seu primeiro registro para o Canal de São Sebastião. A partir da análise da curva de acumulação nota-se uma aparente estabilização, revelando que o esforço amostral foi apropriado. Baseando na lista de espécies do Livro Vermelho do Estado de São Paulo, dezessete espécies encontradas estão ameaçadas de extinção. Os dados obtidos salientam a necessidade de se efetuar coletas em ambos períodos diante da constatação de espécies exclusivamente noturnas, podendo comprometer a eficácia dos resultados.

Palavras-chave: peixes recifais, Ilha das Cabras, Parque marinho, recife rochoso, vídeo transecto.

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento prévio da composição ictiofaunística é de grande importância para a elaboração de programas de monitoramento que possam contribuir na proteção e manejo dos ecossistemas costeiros (FERREIRA *et al.*, 1995). De acordo com BRAGA (2008), é essencial a caracterização de recifes rochosos por abrigarem uma rica biodiversidade, possuírem um elevado interesse turístico e serem considerados uma fonte de renda para as comunidades locais através da utilização da pesca.

Um dos fatores que contribuem para esta alta diversidade é a variedade de habitats e a disponibilidade de nichos para diferentes espécies (CHAVES e MONTEIRO-NETO, 2009).

Apesar dessa importância, as informações disponíveis a respeito da composição das comunidades de peixes recifais são insuficientes para a elaboração de planos de manejo, tornando urgente a busca de conhecimento sobre esta região biogeográfica única (FERREIRA *et al.*, 1995; FERREIRA *et al.*, 2001, FLOETER *et al.*, 2006).

A maior ameaça encontrada nos ecossistemas de ambiente rochoso é proveniente de especulações imobiliárias, atividades turísticas descontroladas, abertura de rodovias e expansão de cidades e portos, além de uma excessiva e desregulada exploração das espécies ali viventes (IBGE, 2004; ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009).

De acordo com FREITAS *et al.* (2009), as estruturas de ambientes recifais estão direta ou indiretamente influenciadas pelos impactos antrópicos, os quais estão potencializando em larga escala as mudanças ambientais. Estas mudanças são causadas principalmente pelos sedimentos originados do desmatamento, poluição e outras formas de descargas de lixo. O autor ainda afirma que estes ambientes também sofrem com a sobreexploração de recursos pesqueiros.

Diante a estes fatos, os recifes rochosos são considerados locais prioritários para a conservação, além de apresentarem um alto endemismo por unidade de área. Segundo FLOETER *et al.* (2006), as espécies endêmicas constituem uma ampla porção na densidade e na riqueza da comunidade recifal.

No entanto, existem poucas pesquisas nos ambientes de recife rochoso, as quais sugerem que a pesca comercial e a coleta de espécies para fins ornamentais possuem grande influência na diversidade e na abundância de espécies, resultando assim, em mudanças na estrutura das comunidades locais (FLOETER *et al.*, 2007).

Grande parte das espécies de peixes marinhos do litoral de São Paulo ocorrem desde o norte do estado ao sul, dentro de uma área de transição faunística conhecida por Província Biogeográfica Argentina, influenciada pelas águas quentes da Corrente do Brasil e frias oriundas da Corrente das Malvinas (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009).

Embora sejam conhecidas muitas espécies de peixes marinhos no Estado de São Paulo, ainda existem muitas lacunas no que se refere à inventariação da fauna dos ambientes de costões e fundos rochosos (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009; MENEZES, 2011).

Sendo assim, o trabalho foi desenvolvido no litoral norte do Estado de São Paulo, o qual compreende os municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba. Sua área se distribui entre a Serra do Mar e o oceano Atlântico. Este trecho do litoral paulista apresenta uma linha de costa bastante recortada, com diversas enseadas, ilhas e costões rochosos (BRIGATTI e SANT'ANNA NETO, 2008; POLETTTO e BATISTA, 2008).

O Arquipélago de Ilhabela é formado por um conjunto de doze ilhas, dois ilhotes e duas lajes. A Ilha de São Sebastião, sede do município de Ilhabela, possui 337 km² e é também considerada uma das maiores ilhas marítimas do Brasil (LIMA *et al.*, 2008). Está separada do continente, pelo Canal de São Sebastião, que em sua parte mais estreita possui aproximadamente 1,8 km de extensão.

De forma mais específica, a Ilha das Cabras, região de coleta deste estudo, está localizada no Canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo (Figura 2) e tem sua preservação assegurada pelo Decreto nº 9.414 de 20 de janeiro de 1977, que institui sua proteção ao incluir a denominada Ilha das Cabras no Parque Estadual de Ilhabela, com a finalidade de proteger integralmente a biota e à paisagem das ilhas que constituem o Município de Ilhabela. Contudo, tendo em vista que a Legislação Estadual não contemplou

as áreas submersas, que possuem um patrimônio biológico caracterizado por elevada diversidade e abundância, foi promulgada o Decreto Municipal nº 1011/92 que passa a reconhecer a Ilha como Parque Municipal Marinho da Ilha das Cabras e estabelece que “na coluna d’água correspondente ao espaço descrito no artigo anterior, fica proibida a pesca em escala comercial, inclusive a captura de peixes dos tamanhos denominados ‘de aquário’, admitida tão somente a pesca artesanal assim entendida por meio de anzol, covos e redes de malha, com total favorecimento às atividades de pesquisa científica regularmente autorizada”.

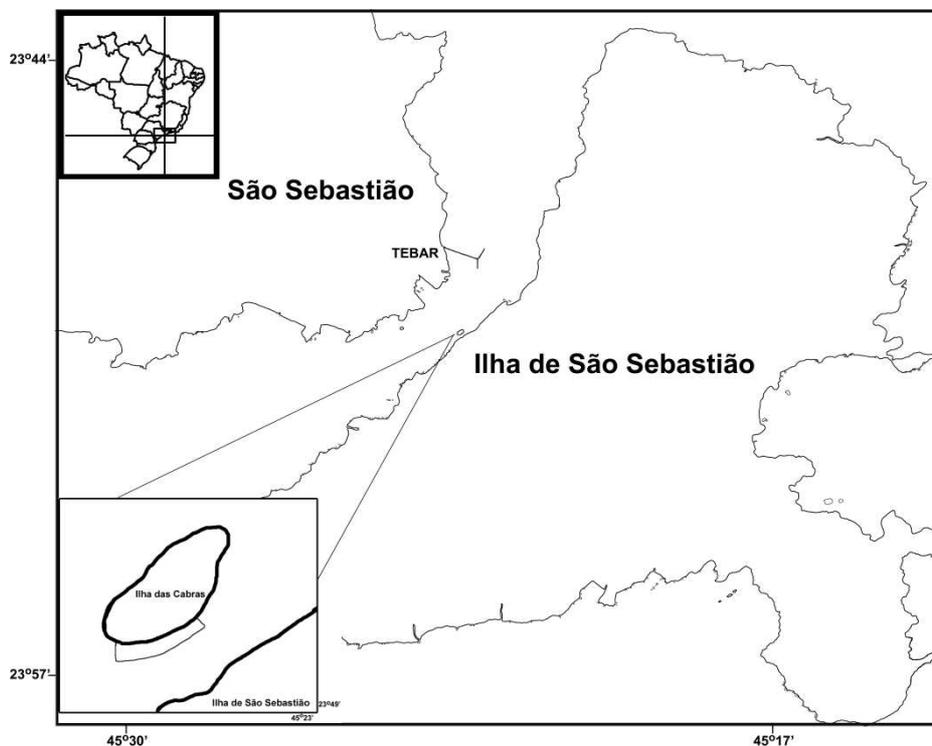


Figura 2. Localização da região da Ilha das Cabras situada no Canal de São Sebastião entre a Ilha e o continente de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A área destacada ao redor da Ilha das Cabras se refere à área estudada.

É notório o crescimento urbano desta região nos últimos tempos, por ser considerada um ponto turístico importante do Litoral Norte. Concomitantemente, sofre com um fluxo maior de navios de grande porte que utilizam o porto, fato este que potencializa os impactos e a poluição ambiental na área (NASCIMENTO e ROSSO, 2003).

O presente estudo colabora para o aprofundamento do conhecimento sobre a biodiversidade e distribuição de espécies da plataforma continental do sudeste brasileiro apresentando o primeiro levantamento ictiofaunístico da Ilha das Cabras, com a indicação da preferência de habitats pelas espécies e da estimativa do comprimento dos indivíduos observados e densidade em períodos diurnos e noturnos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Ilha das Cabras (23°49'S 45°23'W), local de estudo, é caracterizada pela presença de recife rochoso.

Os dados foram obtidos em mergulhos autônomos realizados mensalmente no período de fevereiro de 2011 a fevereiro de 2012. A cada mês foram realizados um mergulho diurno e um mergulho noturno, dispostos entre 3 e 8 m de profundidade e em diferentes tipos de substratos. O mergulho foi considerado como noturno após o pôr do sol, ou seja, havendo ausência total da luz solar.

Uma carretilha com um cabo de 200 m, com marcações por contraste de cor de 5 em 5 cm, foi disposta sobre o fundo marinho, em paralelo a linha da costa (Figura 3), percorrendo os três tipos existentes de substrato, sendo eles: rocha com pólipos, rocha com algas e fundo arenoso.

O registro da ictiofauna foi efetuado pelo método de vídeo transecto (HARVEY et al., 2002; HARMAN et al., 2003; CRUZ et al., 2008). As filmagens foram realizadas após 10 minutos da colocação da carretilha por dois observadores providos de equipamentos SCUBA, ao longo de um único cabo, o qual foi demarcado a cada 10 m de extensão por um chumbo, representando assim, um transecto, sendo este percorrido a uma velocidade máxima de três metros por minuto. Um mergulhador ficou incumbido de realizar a filmagem dos indivíduos, enquanto que o outro tirava fotografias em diferentes ângulos para auxiliar a identificação das espécies e fazia anotações sobre o comportamento dos peixes (Figura 3).

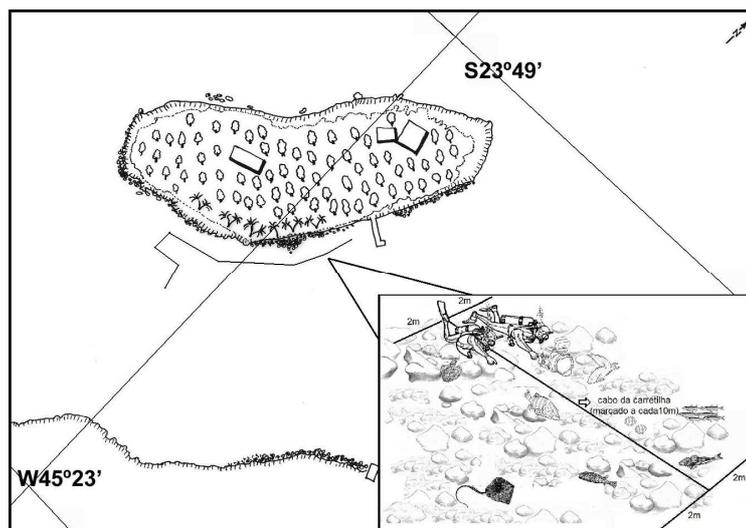


Figura 3. Representação esquemática da carretilha de 200 m disposta em paralelo à linha da costa da Ilha das Cabras e esquema da realização do vídeo transecto ao longo da linha de um transecto (10 m x 4 m) realizada por dois mergulhadores equipados com as máquinas.

Para a contagem dos indivíduos foram considerados aqueles que ocorreram em uma distância de até 2 m da linha de transecto, totalizando uma área de observação de 40 m² por transecto. Por mergulho foram feitas observações em 20 transectos, integralizando 1.600 m² de varredura por mês. Em cada transecto havia uma marcação no ponto médio, onde foi realizada uma filmagem ao redor, o que permitiu a definição do fundo predominante.

Os peixes registrados em vídeo e em fotografia ao longo dos transectos foram identificados até o grupo taxonômico mais específico possível. O tamanho de cada indivíduo foi estimado tendo como referência o cabo graduado.

A identificação, a contagem das espécies, a estimativa do tamanho dos indivíduos e o substrato foram registrados em um banco de dados desenvolvido especificamente para este fim. A identificação taxonômica baseou-se em trabalhos de referência para peixes marinhos da costa sudeste e sul do Brasil, como FIGUEIREDO (1977, 2007, 2008a, 2008b, 2008c), FIGUEIREDO e MENEZES (1978, 1980, 2000), MENEZES e FIGUEIREDO (1980, 1985), BURGESS *et al.* (2000), MENEZES *et al.* (2003) e HOSTIM-SILVA *et al.* (2006). A nomenclatura das espécies foi baseada no Catálogo de Peixes da Universidade da Califórnia (FRICKE e ESCHMEYER, 2012) e a lista foi ordenada de acordo com a classificação de NELSON (2006).

A partir dos dados quantitativos coletados foram computadas a riqueza, levando em conta o número de espécies, a frequência de ocorrência total e por

tipo de fundo de cada espécie, e a densidade das dez principais espécies que ocorreram nos períodos diurno e noturno. A adequação do esforço amostral total e por tipo de fundo para o levantamento da riqueza de espécies de peixes foi avaliada pelo ajuste de curva de acumulação (UGLAND *et al.*, 2003; COLWELL *et al.*, 2004).

As espécies foram agrupadas segundo sua frequência relativa de ocorrência em (1) permanente, com mais de 75%, (2) muito frequente, entre 50 e 75%, (3) pouco frequente, de 25 a 50%, e (4) raras, com menos de 25%.

As análises numéricas foram realizadas no programa computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

As espécies identificadas foram classificadas em categorias tróficas de acordo com os trabalhos de FLOETER *et al.* (2007), LUIZ-JUNIOR *et al.* (2008), HACKRADT e FELIX-HACKRADT (2009).

3. RESULTADOS

No período estudado foi efetuado um total de 26 mergulhos, os quais permitiram a identificação de 19.284 espécimes pertencentes a 67 espécies, distribuídas em 31 famílias.

A Tabela 1 apresenta a lista de espécies, a categoria trófica, o número total de indivíduos observados, os comprimentos mínimo e máximo e a frequência relativa de ocorrência por tipo de fundo de cada espécie.

Tabela 1: Lista das famílias e espécies, categoria trófica, comprimento mínimo (L_{tmin}) e máximo (L_{tmax}), e frequência relativa de ocorrência (FO) registrada nos diferentes tipos de substratos na Ilha das Cabras. **Categoria trófica:** CAR = Carnívoros; HER = Herbívoros; CAR TOPO = Carnívoros de Topo. **Frequência relativa de ocorrência:** Permanente (○); Muito frequente (●); Pouco frequente (■); Rara (□). As espécies de primeira ocorrência para a região estão representadas por (*). Os números representam a ordem taxonômica das famílias.

Família e Espécie	Categoria trófica	Número de indivíduos	L _{TMIN} (cm)	L _{TMAX} (cm)	FO (%)		
					Areia	Pólipo	Alga
DASYATIDAE (55)							
<i>Dasyatis americana</i> , Hildebrand & Schroeder, 1928 (□)	CAR	3	100	180	100,0	-	-
GYMNURIDAE (57)							
<i>Gymnura altavela</i> (Linnaeus, 1758) (□)	CAR	9	90	250	100,0	-	-
CLUPEIDAE (97)							
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879) (□)	ONI	1	12	12	-	100,0	-
SYNODONTIDAE (187)							
<i>Synodus intermedius</i> (Spix & Agassiz, 1829) (□)	CAR	1	8	8	-	-	100,0

Família e Espécie	Categoria trófica	Número de indivíduos	LTMIN (cm)	LTMAX (cm)	FO (%)		
					Areia	Pólipo	Alga
OGCOEPHALIDAE (233)							
<i>Ogcocephalus vespertilio</i> (Linnaeus, 1758) (■)	CAR	7	10	20	14,3	42,9	42,9
MUGILIDAE (245)							
<i>Mugil curema</i> , Valenciennes, 1836 (□)	ONI	10	15	25	-	10,0	90,0
<i>Mugil liza</i> , Valenciennes, 1836 (□, *)	ONI	11	30	35	90,9	9,1	-
FISTULARIIDAE (297)							
<i>Fistularia tabacaria</i> , Linnaeus, 1758 (□)	CAR TOPO	3	50	110	-	66,7	33,3
SCORPAENIDAE (304)							
<i>Scorpaena plumieri</i> , Bloch, 1789 (■)	CAR	6	15	50	33,3	66,7	-
CENTROPOMIDAE (329)							
<i>Centropomus parallelus</i> , Poey, 1860 (■, *)	CAR	64	18	50	62,5	14,1	23,4
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792) (■, *)	CAR	23	18	50	30,4	8,7	60,9
SERRANIDAE (338)							
<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus, 1766) (●)	CAR	21	6	10	38,1	-	61,9
<i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834) (○)	CAR	137	8	50	5,8	59,1	35,0
<i>Epinephelus morio</i> (Valenciennes, 1828) (□)	CAR	3	12	20	33,3	33,3	33,3
<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828) (○)	CAR TOPO	66	8	35	39,4	33,3	27,3
<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860) (■, *)	CAR TOPO	6	18	45	16,7	33,3	50,0
<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1899) (●)	CAR	20	5	12	-	80,0	20,0
CARANGIDAE (364)							
<i>Caranx latus</i> , Agassiz, 1831 (□)	CAR	3	35	35	100,0	-	-
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766) (■)	ONI	129	10	15	78,3	21,7	-
<i>Selene setapinnis</i> (Mitchill, 1815) (□)	CAR	7	12	35	85,7	14,3	-
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758) (■)	CAR	18	12	35	44,4	33,3	22,2
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758) (□)	CAR	1	20	20	100,0	-	-
LUTJANIDAE (370)							
<i>Lutjanus analis</i> (Cuvier, 1828) (■)	CAR	4	18	35	50,0	-	50,0
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791) (□, *)	CAR	2	10	12	-	-	100,0
GERREIDAE (373)							
<i>Eugerres brasiliensis</i> (Cuvier, 1830) (□, *)	CAR	3	15	30	66,7	-	33,3

Família e Espécie	Categoria trófica	Número de indivíduos	LTMIN (cm)	LTMAX (cm)	FO (%)		
					Areia	Pólipo	Alga
<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874) (●, *)	CAR	839	3	20	89,3	4,8	6,0
HAEMULIDAE (374)							
<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791) (●)	CAR	18	10	40	22,2	61,1	16,7
<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758) (○)	CAR	143	10	40	58,0	17,5	24,5
<i>Haemulon aurolineatum</i> , Cuvier, 1830 (○)	CAR	13201	5	25	56,0	20,9	23,2
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882) (○)	CAR	295	5	35	29,8	37,6	32,5
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830) (■)	CAR	11	5	12	9,1	27,3	63,6
SPARIDAE (378)							
<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830) (○)	CAR	27	10	25	18,5	25,9	55,6
<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830) (○)	ONI	256	5	30	20,3	28,1	51,6
SCIAENIDAE (381)							
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830) (■)	CAR	8	10	25	25,0	62,5	12,5
<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830) (■)	CAR	13	10	15	-	30,8	69,2
<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801) (○)	CAR	115	5	25	3,5	71,3	25,2
MULLIDAE (382)							
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793) (○)	CAR	63	8	50	3,2	52,4	44,4
PEMPHERIDAE (383)							
<i>Pempheris schomburgkii</i> , Müller & Troschel, 1848 (□)	ONI	2	12	12	-	100,0	-
KYPHOSIDAE (391)							
<i>Kyphosus incisor</i> (Cuvier, 1831) (□, *)	HER	1	18	18	-	-	100,0
<i>Kyphosus sectatrix</i> (Linnaeus, 1758) (□, *)	HER	4	35	35	100,0	-	-
CHAETODONTIDAE (393)							
<i>Chaetodon sedentarius</i> , Poey, 1860 (□, *)	CAR	7	10	15	28,6	71,4	-
<i>Chaetodon striatus</i> , Linnaeus, 1758 (○)	CAR	249	7	20	9,5	62,6	28,0
POMACANTHIDAE (394)							
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787) (○)	ONI	103	6	50	14,9	64,9	20,3
POMACENTRIDAE (411)							
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758) (○)	ONI	2579	4	18	12,1	61,8	26,2
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830) (○)	HER	56	3	12	1,8	76,8	21,4
<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855) (□)	HER	1	7	7	-	100,0	-
<i>Stegastes variabilis</i>	HER	78	5	12	-	81,1	18,9

Família e Espécie	Categoria trófica	Número de indivíduos	LTMIN (cm)	LTMAX (cm)	FO (%)		
					Areia	Pólipo	Alga
(Castelnau, 1855 (○))							
LABRIDAE (412)							
<i>Bodianus pulchellus</i> (Poey, 1860) (□, *)	CAR	10	12	12	-	50,0	50,0
<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791) (□)	CAR	1	20	20	-	-	100,0
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867) (○)	CAR	76	5	20	-	69,7	30,3
SCARIDAE (414)							
<i>Scarus zelindae</i> , Moura, Figueiredo & Sazima, 2001 (□, *)	HER	1	15	15	-	-	100,0
<i>Sparisoma amplum</i> (Ranzani, 1841) (□)	HER	1	18	18	-	100,0	-
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878) (●)	HER	61	10	40	1,6	57,4	41,0
<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831) (○)	HER	87	5	35	1,1	64,4	34,5
<i>Sparisoma tuiupiranga</i> , Gasparini, Joyeux & Floeter, 2003 (■, *)	HER	25	5	15	-	68,0	32,0
BLENNIIDAE (447)							
<i>Parablennius marmoratus</i> (Poey, 1876) (□)	ONI	9	8	12	11,1	11,1	77,8
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829) (●)	ONI	24	5	16	4,2	50,0	45,8
LABRISOMIDAE (449)							
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836) (■)	CAR	12	5	12	-	58,3	41,7
GOBIIDAE (460)							
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> , Gill, 1863(○)	ONI	198	5	18	3,5	67,2	29,3
ACANTHURIDAE (470)							
<i>Acanthurus bahianus</i> , Castelnau, 1855 (■)	HER	11	12	35	-	54,5	45,5
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787) (●)	HER	43	10	35	-	27,9	72,1
BOTHIDAE (494)							
<i>Bothus ocellatus</i> (Agassiz, 1831) (■)	CAR	7	8	12	100,0	-	-
MONACANTHIDAE (506)							
<i>Aluterus monoceros</i> (Linnaeus, 1758) (□, *)	CAR	1	18	18	-	-	100,0
<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766) (●)	ONI	27	10	25	3,7	66,7	29,6
TETRAODONTIDAE (509)							
<i>Canthigaster figueiredoi</i> , Moura & Castro, 2002 (○)	CAR	19	6	20	-	84,2	15,8
<i>Sphoeroides greeleyi</i> , Gilbert, 1900 (□)	CAR	1	8	8	-	-	100,0
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785) (○, *)	CAR	43	5	15	2,3	60,5	37,2

Para o total de 31 famílias encontradas na região, as cinco mais representativas em termos de abundância relativa e número de espécies foram Serranidae (7,9%), apresentando seis espécies, seguida pelas famílias Carangidae, Haemulidae e Scaridae (6,6%) com cinco espécies e pela família Pomacentridae (5,3%) com quatro espécies (Figura 4). Juntas, estas famílias compreenderam 33% de todas as espécies encontradas.

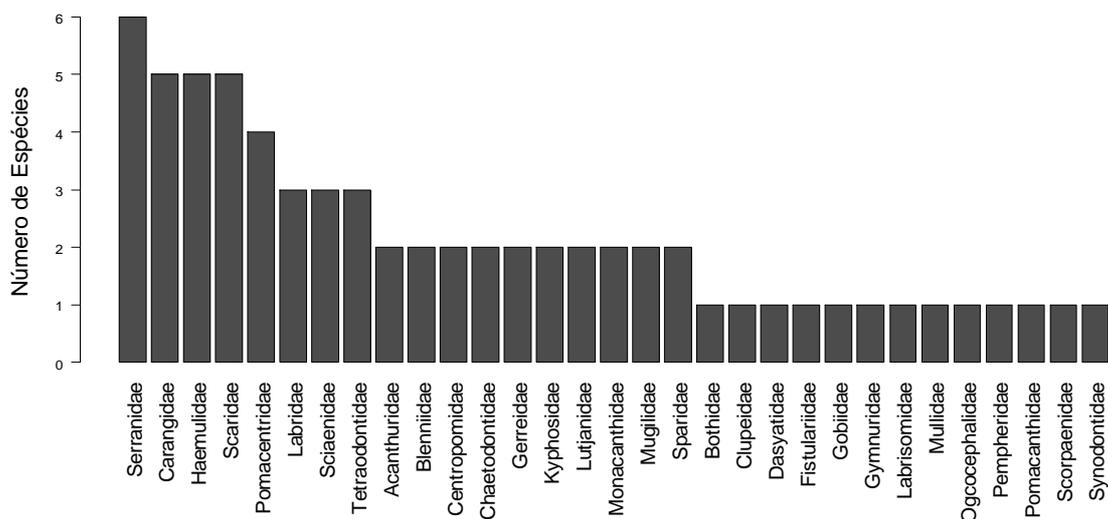


Figura 4: Número de espécies de peixes recifais por família registrada na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo.

De acordo com a análise da curva de acumulação para a área total e por tipo de substrato, obteve-se uma tendência de estabilização com o número de transectos realizados (Figura 5).

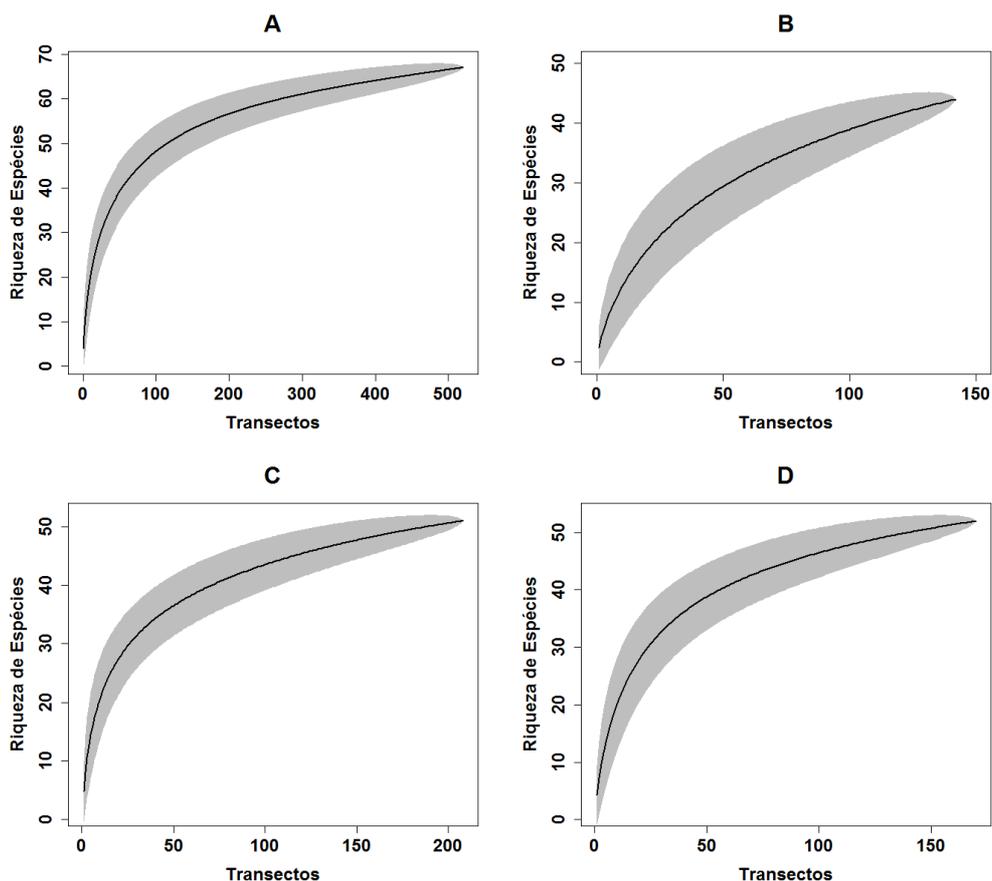


Figura 5: Curva de acumulação de espécies com base nos dados do período estudado registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. A linha sólida (preto) representa o valor da riqueza de espécies esperadas e a área sombreada (cinza) indica o intervalo de confiança de 95%. A figura "A" representa os três tipos de fundo com base em 520 transectos; "B" representa o fundo de areia com 142 transectos; "C" fundo de pólipo com 208 transectos; e "D" representa o fundo de Alga com 170 transectos.

Das 67 espécies encontradas na região da Ilha das Cabras, 24 ocorreram exclusivamente no período diurno, 11 foram observadas somente no período noturno, e, 32 espécies tiveram ocorrência em ambos os períodos. Dentre os conjuntos das dez espécies de maior densidade no período diurno e no noturno, houveram seis em comum, o que resultou em 14 espécies analisadas (Figura 6). As maiores densidades médias verificadas no período diurno e noturno, respectivamente, foram: *Haemulon aurolineatum* (72,3 e 54,6 indivíduos/ 100 m²), *Abudefduf saxatilis* (19,1 e 5,7 indivíduos/ 100 m²) e *Ulaema lefroyi* (14,9 e 3,8 indivíduos/ 100 m²).

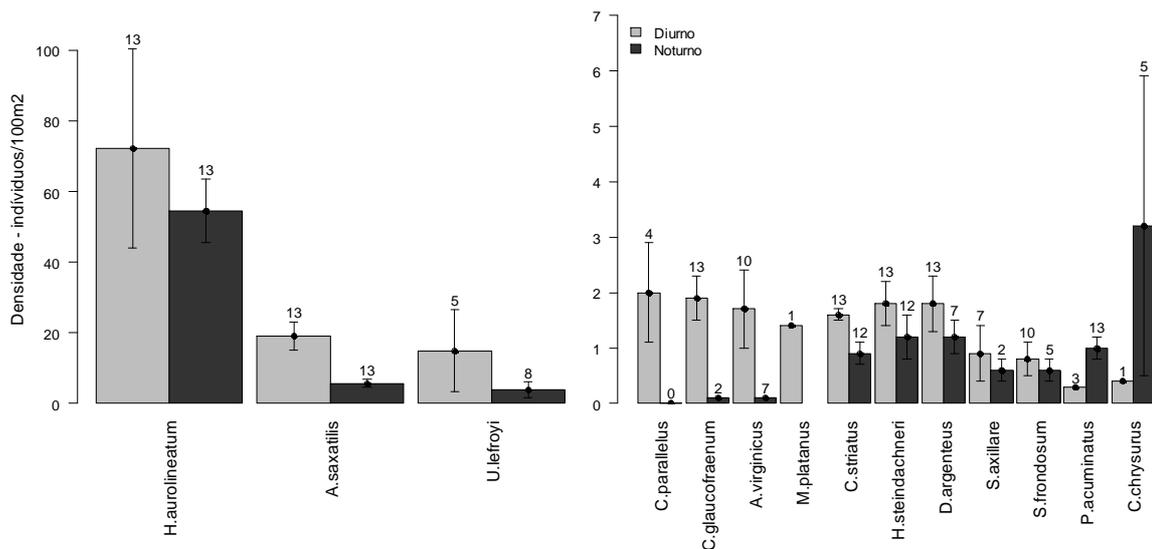


Figura 6: Densidade média das espécies de peixes recifais (indivíduos/ 100 m²) mais abundantes no período diurno e noturno, erro padrão representado através das barras verticais e o número de indivíduos registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo.

A partir das categorias de frequência estabelecidas, foi possível determinar que 19 espécies, pertencentes a 12 famílias, habitam permanentemente o ambiente (28,4%); 8 espécies, pertencentes a 7 famílias habitam muito frequentemente (11,9%); 15 espécies, pertencentes a 12 famílias, ocorrem com pouca frequência (22,4%); e 25 espécies, pertencentes a 19 famílias, foram raramente registradas (37,3%) no ambiente estudado (Figura 7).

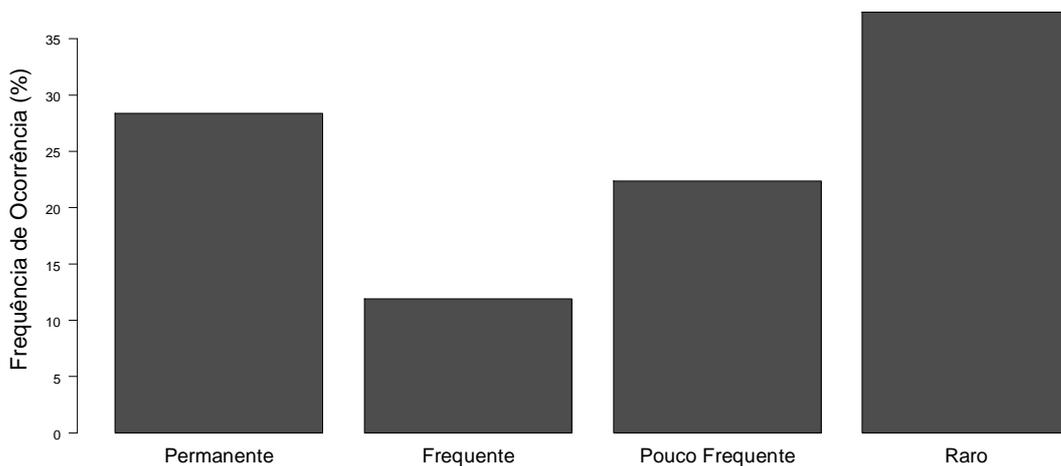


Figura 7: Frequência relativa de ocorrência das espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela, São Paulo.

As famílias Chaetodontidae, Gobiidae, Haemulidae, Pomacentridae, Sciaenidae, Serranidae, Sparidae e Tetraodontidae foram as mais representativas em espécies que residem permanentemente o meio recifal. As

espécies que habitam com muita frequência este ambiente pertencem as famílias Gerreidae, Haemulidae, Monacanthidae e Serranidae. Já as famílias Carangidae e Scaridae foram registradas com pouca frequência; e as famílias Blenniidae, Carangidae, Chaetodontidae, Fistulariidae, Gerreidae, Gymnuridae e Mugilidae foram raramente encontradas no ambiente estudado.

Pode-se verificar que mais da metade das espécies observadas foram classificadas como carnívoras, representando 59,7%. Das 31 famílias observadas 20, contendo 40 espécies são consideradas carnívoras, tendo a família Haemulidae como a mais representativa, com cinco espécies. A categoria dos herbívoros e onívoros apresentaram 17,9%, sendo que quatro famílias com doze espécies foram classificadas como herbívoros, e dez famílias com doze espécies, onívoros. Seguida pelos carnívoros de topo com duas famílias e três espécies, representadas na Figura 8.

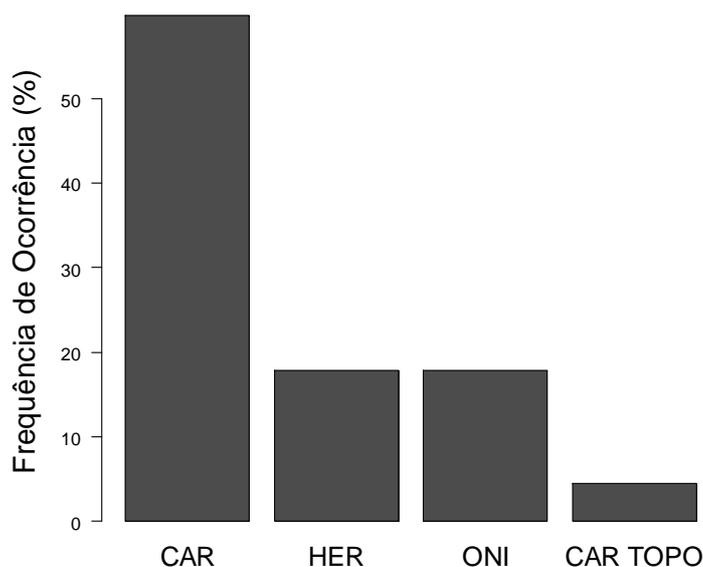


Figura 8: Porcentagem da frequência de ocorrência de espécies de peixes recifais observados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo por categoria trófica. Categoria Trófica: CAR = Carnívoro; HER = Herbívoro ONI = Onívoro; CAR TOPO = Carnívoro de topo.

4. DISCUSSÃO

A técnica de censo visual foi primeiramente usada por BROCK (1954) tornando-se a base da maioria dos estudos da ecologia de peixes recifais. De natureza não destrutiva, esta permite conduzir observações repetidas. A

técnica em questão vem sendo amplamente utilizada para amostragens em ambientes rasos com substrato heterogêneo como os recifes de corais, ambientes rochosos e recifes artificiais (GIROLAMO e MAZZOLDI, 2001; BRAGA, 2008).

Segundo SALE (1980) e BRAGA (2008), as observações em ambientes complexos como os recifes são consideradas mais eficientes quando se utilizam técnicas de censo visual em relação à metodologia da pesca tradicional, como redes, anzóis e armadilhas.

Outra técnica que vem sendo largamente utilizada para análises em ambientes recifais em torno do mundo, de acordo com CRUZ *et al.* (2008), é o método de vídeo transecto. A vantagem desse método é que as imagens capturadas podem ser re-analisadas e os observadores podem aplicar um maior período de tempo identificando cada indivíduo a partir dos guias de identificação e observar diferenças entre as espécies (PELLETIER *et al.*, 2011).

No entanto, essa técnica também apresenta alguns erros sistemáticos, como por exemplo, a subestimativa da presença de espécies de peixes crípticos, os quais são fortemente associados com bentos (BROCK, 1954; ACKERMAN e BELLWOOD, 2000; WILLIS, 2001).

Além dos erros sistemáticos influenciarem na precisão dos resultados, fatores como a variação da área de estudo, período do dia, estação do ano e visibilidade da água interferem na acurácia e exatidão da utilização do método (GIROLAMO e MAZZOLDI, 2001).

Com a utilização da técnica do vídeo transecto tanto no período diurno como no noturno, foi possível caracterizar a riqueza do entorno submerso da Ilha das Cabras com a presença de 67 espécies pertencentes a 31 famílias. Esta avaliação foi considerada adequada de acordo com os resultados das análises da curva de acumulação.

É oportuno esclarecer que a curva de acumulação de espécies avalia o esforço amostral, estimando a riqueza das espécies para um determinado ambiente quando o número de observações aumenta e, também, podendo ser utilizada para comparar a riqueza entre locais (BEGER *et al.*, 2003; THOMPSON *et al.*, 2003; CRUZ *et al.*, 2008). A partir desta análise quando se colocam os dados referentes aos números de transectos realizados e o número

de espécies registradas para o período, nota-se uma aparente estabilização, revelando que o esforço amostral foi apropriado.

Dentre as espécies identificadas, segundo a lista de espécies do Livro Vermelho do Estado de São Paulo (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2009), dezessete espécies estão ameaçadas de extinção, sendo elas: *Canthigaster figueiredoi*, *Centropomus parallelus*, *Centropomus undecimalis*, *Chaetodon sedentarius*, *Cynoscion leiarchus*, *Epinephelus marginatus*, *Epinephelus morio*, *Lutjanus analis*, *Mugil liza*, *Mycteroperca bonaci*, *Ocyurus chrysurus*, *Pomacanthus paru*, *Sardinella brasiliensis*, *Scarus zelindae*, *Sparisoma amplum*, *Sparisoma axillare* e *Sparisoma frondosum*.

Enquanto que de acordo com a Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas (IUCN, 2012), uma espécie foi classificada em perigo (*E. marginatus*); duas espécies vulneráveis (*Gymnura altavela* e *L. analis*); duas espécies quase ameaçadas (*E. morio* e *M. bonaci*); dez espécies na categoria de não ameaçadas (*Bodianus pulchellus*, *C. sedentarius*, *Chaetodon striatus*, *Haemulon steindachneri*, *Halichoeres poeyi*, *Mycteroperca acutirostris*, *P. paru*, *S. amplum*, *Sparisoma tuiupiranga* e *Stegastes fuscus*); e cinco espécies com deficiência de dados (*Dasyatis americana*, *Halichoeres brasiliensis*, *S. zelindae*, *S. axillare* e *S. frondosum*).

Considerando os resultados obtidos em trabalhos realizados sobre a comunidade de peixes recifais existentes no Canal de São Sebastião e arredores de Ilhabela (ROSSI-WONGTSCHOWSKI e PAES, 1993; MUTO *et al.*, 2000; GIBRAN, 2007; ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2008; GIBRAN, 2010; GIBRAN e MOURA, 2012), foi possível registrar a ocorrência de mais 15 espécies de peixes para a região da margem insular do Canal que ainda não haviam sido observadas e, estas no entanto tiveram registros no litoral do Estado de São Paulo (ROCHA, 1998; FLOETER *et al.*, 2003; LUIZ-JUNIOR *et al.*, 2008; MENEZES, 2011).

Dentre as 15 espécies que tiveram o primeiro registro para o local de estudo, três ocorreram exclusivamente no período noturno (*Aluterus monoceros*, *Eugerres brasilianus* e *O. chrysurus*), dez no período diurno (*B. pulchellus*, *C. parallelus*, *C. undecimalis*, *U. lefroyi*, *Kyphosus incisor*, *Kyphosus sectatrix*, *M. liza*, *M. bonaci*, *S. zelindae*, *Sphoeroides spengleri*) e duas em ambos os períodos (*C. sedentarius* e *Sparisoma tuiupiranga*). Este resultado

destaca a importância e a necessidade em se efetuar um levantamento de peixes recifais em diferentes períodos do dia.

Trabalhos em período diurno sobre o levantamento da riqueza de espécies também foram executados em outros recifes da costa brasileira. FERREIRA *et al.* (2007) encontraram na região da Ilha Grande um total de 174 espécies de peixes recifais e associados pertencentes a 50 famílias, RANGEL *et al.* (2007) produziram uma lista de 99 espécies no Arquipélago de Cagarras (23°02'S/ 43°12'W), CHAVES e MONTEIRO-NETO (2009) constataram o total de 67 espécies em três locais diferentes da costa do Rio de Janeiro (22°59'S/ 41°59'W), FERREIRA *et al.* (2001) registraram 91 espécies em Arraial do Cabo (22°59'S/ 41°59'W), GASPARINI e FLOETER (2001) constataram 97 espécies pertencentes a 44 famílias na ilha oceânica de Trindade (20°30'S/ 29°20'W), BRAGA (2008) registrou 56 espécies distribuídas em 33 famílias nas Ilhas Itacolomis (26°42'S/ 48°37'W) com um esforço amostral de 56 mergulhos, corroborando o fato que a comparação das riquezas é restrita, devido a diferença nos esforços amostrais e as dimensões das áreas estudadas. HOSTIM-SILVA *et al.* (2006) registraram 157 espécies distribuídas em 60 famílias na Reserva Biológica Marinha do Arvoredo (27°18'S/ 48°21'W).

Na região estudada, a família mais representativa, em termos de frequência de ocorrência e número de espécies, foi a família Serranidae com 7,9% de ocorrência e seis espécies, principalmente nos fundos de pólipos e alga. Os serranídeos estão entre os peixes carnívoros mais importantes de recifes rochosos e possuem o hábito de se alimentarem tanto de dia quanto de noite, sendo mais ativos ao amanhecer e entardecer (RANDALL, 1967).

Consoante aos estudos de FLOETER *et al.* (2001), as dez principais famílias de peixes recifais do Brasil são Acanthuridae, Chaetodontidae, Haemulidae, Holocentridae, Labridae, Muraenidae, Pomacanthidae, Pomacentridae, Scaridae e Serranidae. As famílias Haemulidae e Labridae são as mais ricas do nordeste enquanto que Serranidae e Scaridae atingem seu pico de diversidade em regiões sudeste. Todas estas famílias foram encontradas na região estudada e as mais abundantes seguem a tendência da região Sudeste.

A família Haemulidae foi citada por PINHEIRO (2005) como a mais representativa e importante para a região sul, devido a sua grande biomassa.

Pelos resultados obtidos neste trabalho, esta família domina o ambiente recifal pelo elevado número de indivíduos, principalmente a espécie *H. aurolineatum*, a qual foi representada por 13.201 espécimes. Essa espécie tem o hábito preferencialmente noturno, ficando próxima ao costão no período diurno para proteção e se alimenta principalmente de invertebrados móveis, sendo classificada na categoria de carnívoros. Sua ocorrência foi registrada principalmente no fundo de areia com 56%, seguida pelo fundo de algas (23,2%) e pólipos (20,9%). A distribuição de comprimento observada variou de 5 a 25 cm o que representa a amplitude de comprimentos esperada para a espécie, cujo comprimento de primeira maturação é estimado em 14 cm segundo ROBINS e RAY (1986).

A espécie descrita anteriormente como sendo dominante da região estudada foi a que apresentou a maior densidade média por espécie, tanto para o período diurno quanto noturno, representada por 72,3 e 54,6 indivíduos por 100 m², respectivamente. Seguida pelas espécies *A. saxatilis* com 19,1 e 5,7 indivíduos por 100 m² e *U. lefroyi* com 14,9 e 3,8 indivíduos por 100 m².

SOROKIN (1995) descreve em seus apontamentos que a densidade da comunidade de peixes recifais é controlada principalmente pelo espaço por serem espécies com hábitos territorialistas. Esse fator é considerado o mais importante quando comparado aos recursos tróficos e a pressão de forrageamento. A disponibilidade de espaço em ambientes recifais é determinante para regular as condições de caça, fuga e propagação de peixes. A densidade revela a capacidade do meio ambiente em sustentar uma população específica e, geralmente, os indivíduos são mais numerosos em locais onde os recursos são considerados mais abundantes (RICKLEFS, 1996).

A densidade média resultante do presente trabalho foi comparada a outros estudos. CHAVES e MONTEIRO-NETO (2009) observaram em estudos realizados nos três locais diferentes da costa do Rio de Janeiro uma densidade média de 31 indivíduos/ 100 m² para a espécie *A. saxatilis* e 28 indivíduos/ 100 m² para *H. aurolineatum*. CHAVES *et al.* (2010) constataram na costa sul da Bahia uma densidade média de 9,60 e 1,32 indivíduos/ 100 m² para as mesmas espécies respectivamente.

O elevado valor de densidade média da espécie *H. aurolineatum* tanto no período diurno quanto noturno em relação a outros trabalhos citados, corrobora o resultado de dominância da espécie na região da Ilha das Cabras.

Levando em consideração todas as espécies observadas na área estudada, somente 28,4% ocupam permanentemente o ambiente rochoso. BRAGA (2008) relata uma alta taxa de espécies pouco frequentes evidencia as relações de troca entre a ilha e os ambientes adjacentes.

HACKRADT e FELIX-HACKRADT (2009) revelaram que no litoral do Paraná há predomínio de espécies carnívoras generalistas (29,3%) seguida por espécies que se alimentam de invertebrados móveis (22,2%). Na Ilha das Cabras, foi observado um padrão similar, tendo 59,7% das espécies pertencentes à categoria dos carnívoros. Nesta categoria estão englobados também os peixes da região que se alimentam de invertebrados móveis e sésseis. A elevada abundância da categoria trófica de invertebrados móveis foi apontada por LEITE (2009) para a Ilha Campeche e FERREIRA *et al.* (2004) para a Ilha do Arvoredo.

De acordo com SALE (1980), em ambientes recifais destaca-se principalmente a categoria trófica dos carnívoros como sendo a mais abundante, constituindo cerca de 50 a 70% das espécies de peixes, confirmando o encontrado neste trabalho.

Entretanto, em ambientes coralinos o grupo dos herbívoros foi considerado o segundo grupo mais abundante, correspondendo a 15% das espécies, seguido pelos onívoros (JONES *et al.*, 1991). Nas Ilhas Itacolomis, de acordo com BRAGA (2008), as espécies onívoras foram a segunda categoria mais abundante em número de espécies, sendo representadas por 18%, seguida pelos herbívoros (5%) e planctívoros (5%). Já na região estudada, 17,9% foram considerados herbívoros e a mesma porcentagem foi encontrada em onívoros, sendo seguida por algumas espécies carnívoras de topo.

As categorias dos carnívoros de topo e herbívoros possuem destacada importância na função dentro dos sistemas recifais, sendo também boas indicadoras de impactos (FLOETER *et al.*, 2007).

Evidenciando essas diferenças das características tróficas entre os dados obtidos e estudos de outros autores, pode-se sugerir que existem diferenças

nas categorias mais abundantes entre os ambientes coralinos e rochosos (BRAGA, 2008).

De acordo com o estudo de FERREIRA *et al.* (2004), os dados analisados revelaram um interessante padrão latitudinal na estrutura trófica de peixes recifais ao longo da costa brasileira, de 0° a 27° S. BRAGA (2008) também salientou que a variação latitudinal influencia a composição e a riqueza específica encontrada

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que o método utilizado mostrou-se efetivo para o levantamento de informações ictiofaunísticas na região da Ilha das Cabras, por apresentar um nível muito baixo de interferência antrópica.

Vale salientar que se faz necessária a coleta de informações em ambos períodos diante da constatação de que determinadas espécies possuem hábitos exclusivamente noturnos, como foi observado pela ocorrência de 11 espécies exclusivas deste período, podendo comprometer a eficácia dos resultados.

Apesar de o local de estudo estar situado em uma região de grande interferência antrópica foi observada na área submersa da Ilha das Cabras uma biodiversidade comparável a outros ambientes recifais rochosos. Entretanto igualmente foi observada a presença de espécies consideradas ameaçadas de extinção.

Por conseguinte, aponta-se a necessidade de efetuar um monitoramento sazonal no intuito de se dar continuidade a obtenção de dados tendo o presente trabalho como parâmetro da biodiversidade existente, e ordenar a exploração dos recursos naturais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACKERMAN, J.L. e BELLWOOD, D.R. 2000. Reef fish assemblages: a re-evaluation using enclosed rotenone stations. *Marine Ecology Progress Series*, 206, p. 227 – 237.
- BEGER, M.; JONES, G.P.; MUNDAY, P.L. 2003. Conservation of coral reef biodiversity: a comparison of reserve selection procedures for corals and fishes. *Biological Conservation*. 111: 53-62.
- BRAGA, M.R. 2008. *Composição, Distribuição e Variação temporal de peixes recifais da Ilha Itacolomis, Santa Catarina*. 141 p. (Dissertação de Doutorado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba). Disponível em: < <http://acervo.ufpr.br/> > Acesso em: 10 abril 2012.
- BRIGATTI, N. e SANT'ANNA NETO, J.L. 2008. Dinâmica climática e variações do nível do mar na geração de enchentes, inundações e ressacas no litoral norte paulista. *Revista Formação*, Presidente Prudente, n.15, v. 2, p. 25-36.
- BROCK, V.E. 1954. A preliminary report on a method of estimating reef fish populations. *Journal of Wildlife Management* 18, p. 297–308.
- BURGESS, W.E.; AXELROD, H.R.; HUNZIKER, R.E. 2000. *Dr. Burgess's Atlas of Marine Aquarium Fishes*. 3^a ed. New Jersey: Neptune City. 784p.
- CHAVES, L.C.T. e MONTEIRO-NETO, C. 2009. Comparative analysis of rock reef fishes community structure in coastal islands of south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 89: 609-619.
- CHAVES, L.C.T.; NUNES, J.A.C.C. de; SAMPAIO, C.L.S. 2010. Shallow reef fish communities of South Bahia Coast, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 33-46.
- COLWELL, R.K.; MAO, C.X.; CHANG, J. 2004. Interpolating, extrapolating, e comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecological Society of America*, 85(10): 2717–2727.
- CRUZ, I.C.S; KIKUCHI, R.K.P; LEÃO, Z.M.A.N. 2008. Use of vídeo transect method for characterizing the Itacolomis reefs, Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(4): 271-280.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; SOUZA, A.E.T. 1995. Levantamento inicial das comunidades de peixes recifais da região de Tamandaré – PE. *Boletim Técnico Científico*. CEPENE, Tamandaré, 3 (1): 213 – 230.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; CAVA, F. 2001. Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2, Campo Grande, 5-9/ Nov./ 2000. *Anais...*Campo Grande: Rede Nacional Pró- Unidade de Conservação. p. 50-58.

- 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.
- FERREIRA, C.E.L.; FERREIRA, C.G.W.; RANGEL, C.A.; MENDONÇA, J.P.; GERHARDINGER, L.C.; CARVALHO-FILHO, A.; GODOY, E.A.; LUIZ-JUNIOR, O.; GASPARINI, J.L. 2007. Peixes recifais. In: CREED, J.C.; PIRES, D.O.; FIGUEIREDO, M.A. de O. *Biodiversidade marinha da Baía da Ilha Grande*. Brasília: Ministério do meio Ambiente, Série – Biodiversidade 23. p. 291 – 322.
- FIGUEIREDO, J.L. 1977. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Cações, raias e quimeras*. v. 1. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 104 p.
- FIGUEIREDO, J.L. 2007. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Cações, raias e quimeras (Correções e atualizações de nomes, autores e datas)*. v. 1. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- FIGUEIREDO, J. L. 2008a. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil (Correções e atualizações de nomes, autores e datas). Teleostei (1)*. v. 2. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- FIGUEIREDO, J. L. 2008b. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil (Correções e atualizações de nomes, autores e datas). Teleostei (2)*. v. 3. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- FIGUEIREDO, J. L. 2008c. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil (Correções e atualizações de nomes, autores e datas). Teleostei (3)*. v.6. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1978. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Teleostei (1)*. v. 2. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 110 p.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (2)*. v. 3 São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 90p.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 2000. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (5)*. v. 6. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 116p.
- FLOETER, S.R.; GASPARINI, J.L.; ROCHA, L.A.; FERREIRA, C.E.L.; RANGEL, C.A.; FEITOZA, B.M. 2003. Brazilian reef fish fauna: checklist and remarks. *Brazilian Reef Fish Project*. 22p.
- 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 and Biogeography*, Oxford, 10: 423-431.

- FLOETER, S.R.; HALPERN, B.S.; FERREIRA, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biological Conservation*, Boston, 128: 391-402.
- FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L.; GASPARINI, J.L. 2007. Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's Marinhas: Três estudos de caso e implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 183-199.
- FREITAS, M.C; VIEIRA, R.H.S.F.; ARAÚJO, M.E. 2009. Impact of the construction of the Harbor at Pecém (Ceará, Brazil) upon reef fish communities in tide pools. *Brazilian archives of biology and technology an International Journal*. 52 (1): 187-195.
- FRICKE, R. e ESCHMEYER, W. N. 2012. A guide to Fish Collections in the Catalog of Fishes database. Versão online . <<http://research.calacademy.org>> . Acesso em: 20 de setembro de 2012.
- GASPARINI, J.L e FLOETER, S.R. 2001. The shore fishes of Trindade Island, western South Atlantic. *Journal of Natural History*, 35: 1639 – 1656.
- GIBRAN, F.Z. 2007. Activity, habitat use, feeding behavior, and diet of four sympatric species of Serranidae (Actinopterygii: Perciformes) in southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 5(3): 387-398.
- GIBRAN, F.Z. 2010. Habitat partitioning, habitats and convergence among coastal nektonic fish species from the São Sebastião Channel, southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. 8(2): 299-310.
- GIBRAN, F.Z e MOURA, R.L. 2012. The structure of rocky reef fish assemblages across a nearshore to coastal islands' gradient in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology*. Sociedade Brasileira de Ictiologia. 10(2): 369-382.
- GIROLAMO, M. e MAZZOLDI, C. 2001. The application of visual census on Mediterranean rocky habitats. *Marine Environmental Research*, 51: 1- 16.
- HACKRADT, C.W. e FELIX-HACKRADT, F.C. 2009. Assembléia de peixes associados a ambientes consolidados no litoral do Paraná, Brasil: uma análise qualitativa com notas sobre sua bioecologia. *Papéis Avulsos de Zoologia*, São Paulo. 49(31): 389-403.
- HARMAN, N.; HARVEY, E.S; KENDRICK, G.A. 2003. Differences in fish assemblages from different reef habitats at Harmelin Bay, south-western Australia. *Marine and Freshwater Research*. 54: 1-8.
- HARVEY, E.; FLETCHER, D.; SHORTIS, M. 2002. Estimation of reef fish length by divers and by stereo-video: A first comparison of the accuracy and precision in the field on living fish under operational conditions. *Fisheries Research*. 57: 255-265.

- HOSTIM – SILVA, M.; ANDRADE, A.B.; MACHADO, L.F.; GERHARDINGER, L.C.; DAROS, F.A.; BARREIROS, J.P.; GODOY, E. A. S. 2006. *Peixes de costão rochoso de Santa Catarina: Arvoredo*. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 135p.
- IBGE, 2004. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Dimensão Ambiental – Biodiversidade. In: IBGE. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil. p. 99-134.
- IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Acesso em: 11 de setembro de 2012.
- JONES, G.P.; FERRELL, D.J.; SALE, P.F. 1991. Fish predation and its impact on the invertebrates of coral reefs and adjacent sediments. In: SALE, P.F. *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. London: Academic Press. p. 156-178.
- LEITE, J.R. 2009. *Caracterização do habitat de *Epinephelus marginatus* (LOWE, 1834) na Ilha do Campeche, Santa Catarina, Brasil*. Curitiba. 97 p. (Dissertação de Mestrado em Zoologia. Universidade Federal do Paraná). Disponível em: <<http://acervo.ufpr.br/>> Acesso em: 10 mar. 2012.
- LIMA, M.V., DIAS-BRITO, D.; MILANELLI, J.C.C. 2008. Mapeamento da sensibilidade ambiental a derrames de óleo em Ilhabela, São Paulo. *Revista Brasileira de Cartografia*, n° 60/02. p. 145-154.
- LUIZ-JUNIOR, O.; 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*, New Zealand. 1807: 1-25.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (3)*. v. 4. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 96p.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1985. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (4)*. v. 5 São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 105p.
- MENEZES, N.A.; BUCKUP, P.A.; FIGUEIREDO, J.L.; MOURA, R.L. 2003. *Catálogo das espécies de peixes marinhos do Brasil*. São Paulo: Museu de Zoologia, 159 p.
- MENEZES, N.A. 2011. Checklist dos peixes marinhos do Estado de São Paulo, Brasil. *Biota Neotropical*. 11(1a): 1-14.
- MUTO, E. Y; SOARES, L.S.H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2000. Demersal fish assemblages off São Sebastião, southeastern Brazil: structure and environmental conditioning factors (summer 1994). *Revista Brasileira de Oceanografia*. 48(1): 9-27.

- NASCIMENTO, E.F.I. e ROSSO, S. 2003. Ocorreram mudanças na estrutura da comunidade fital de *Centroceras clavulatum* da Praia das Cigarras, São Sebastião (SP), durante um período de baixamar?. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, Fortaleza, 9-14/Nov./2003. *Anais...* p. 399-401.
- NELSON, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons. 622p.
- PELLETIER, D.; LELEU, K.; MOU-THAM, G., GUILLEMOT, N.; CHABANET, P. 2011. Comparison of visual census and high definition video transects for monitoring coral reef fish assemblages. *Fisheries Research*, Canberra, 107: 84-93.
- PINHEIRO, P.C. 2005. *Ictiofauna do Arquipélago de Currais (Paraná, Brasil): Complexidade Estrutural dos Costões Rochosos e análise comparativa com um Módulo Recifal Artificial*. São Carlos. 99 p. (Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos). Disponível em: <<http://www2.ufscar.br/home/index.php>> Acesso em: 01 maio 2012.
- POLETTI, C.R.B. e BATISTA, G.T. 2008. Sensibilidade ambiental das ilhas costeiras de Ubatuba, SP, Brasil. *Revista Ambiente e Água*, Taubaté, 3(2): 106-121.
- RANGEL, C.A.; CHAVES, L.C.T.; MONTEIRO-NETO, C. 2007. Baseline assessment of the reef fish assemblage from Cagarras Archipelago, Rio de Janeiro, Southeastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 55(1): 7-17.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL.
- RANDALL, J. E. 1967. *Food habitats of reef fishes of the West Indies*. Hawaii: Institute of Marine Biology. p. 665–847.
- RICKLEFS, R.E. 1996. *A economia da natureza*. 3^a ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 498p.
- ROBINS, C.R. e RAY, G.C. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Boston: Houghton Mifflin Company. 354 p.
- ROCHA, G.R.A. e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 1998. Demersal fish community on the inner shelf of Ubatuba, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*. 46(2): 93-109.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. e PAES, E.T. 1993. Padrões espaciais e temporais da comunidade de peixes demersais do litoral norte do Estado de São Paulo – Ubatuba, Brasil. In: *Estrutura e função do ecossistema de plataforma continental do Atlântico Sul brasileiro*. São Paulo: Publicação Especial Instituto Oceanográfico. (10):169-188.

- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; SOARES, L.S.H.; MUTO, E.Y. 2008. Ictiofauna. In: PIRES-VANIN, A.M.S. *Oceanografia de um Ecossistema Subtropical – Plataforma de São Sebastião*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 381-403.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; VAZ-DOS-SANTOS, A.M.; COSTA, M.R. da; FIGUEIREDO, J.L. de; ÁVILA-DA-SILVA, A.O.; MOURA, R.L. de; MENEZES, N.A. 2009. Peixes Marinhos. In: *Fauna ameaçada de extinção no Estado de São Paulo: Vertebrados*. 1ª ed. São Paulo: Fundação Parque Zoológico de São Paulo. Secretária do Meio Ambiente. p. 425-516.
- SALE, P.F. 1980. The ecology of fishes on coral reefs. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 18: 367-421.
- SOROKIN, Y.I. 1995. *Coral reef ecology*. Ecological Studies, v.102. Berlin: Springer-Verlag. 465 p.
- THOMPSON, G.G.; WITHERS, P.C; PIANKA, E.R; THOMPSON, S.A. 2003. Assessing biodiversity with species accumulation curves; inventories of small reptiles by pit-trapping in Western Australia. *Austral Ecology*, 28: 361-383.
- UGLAND, K.I.; GRAY, J.S.; ELLINGSEN, K.E. 2003. The species accumulation curve and estimation of species richness. *The Journal of Animal Ecology*, 72 (5): 888-897.
- WILLIS, T.J. 2001. Visual census methods underestimate density and diversity of cryptic reef fishes. *Journal of Fish Biology*, 59: 1408 – 1411.

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE PEIXES EM UM AMBIENTE RECIFAL ROCHOSO COSTEIRO SUBTROPICAL.

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido na Ilha das Cabras, Ilhabela, SP com o objetivo de avaliar a estrutura da ictiofauna pela determinação dos índices ecológicos, identificação dos padrões de associação de espécies e sua relação com os fatores ambientais. As estruturas de ambientes recifais estão direta ou indiretamente influenciadas pelos impactos antrópicos, os quais potencializam em larga escala as mudanças ambientais, além de sofrer uma sobreexploração de recursos pesqueiros. Os dados foram obtidos através de mergulhos autônomos realizados entre fevereiro/ 2011 e fevereiro/ 2012 no período diurno e noturno pelo método de vídeo transecto. Sendo que os mergulhos variaram entre 3 e 8 m de profundidade em diferentes tipos de substratos. Os índices de diversidade de Shannon-Wiener, equitatividade de Pielou e riqueza de Margalef foram empregados para a caracterização da ictiofauna por transecto. As análises de agrupamento e escalonamento multidimensional (nMDS) foram realizadas para descrever os padrões de ocorrência e abundância de peixes. O tipo de substrato foi a maior fonte de variação dos três índices calculados, sendo que o fundo de pólipos foi o que apresentou os maiores valores. A análise de agrupamento indicou dois conjuntos de transectos principais, formando no total, seis grupos distintos e a análise de escalonamento revelou que as variáveis ambientais significativas foram o período do dia, tipo de fundo, rugosidade, temperatura, direção da corrente e maré. Os resultados obtidos indicaram a importância em se considerar variações ao longo do dia e em micro-habitats para uma avaliação mais apurada da biodiversidade e da estrutura de comunidades ícticas.

Palavras-chave: estrutura ictiofaunística, Ilha das Cabras, análise de agrupamento, análise de escalonamento.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com FREITAS *et al.* (2009), as estruturas de ambientes recifais estão direta ou indiretamente influenciadas pelos impactos antrópicos, os quais potencializam em larga escala as mudanças ambientais. Estas mudanças são causadas principalmente pelos sedimentos originados do desmatamento, poluição e outras formas de descargas de lixo. O autor ainda afirma que estes ambientes também sofrem com a sobrexploração de recursos pesqueiros.

Os ambiente recifais contam com uma importante presença de fauna e flora marinha. Com isso, para auxiliar na preservação e conservação ambiental, DIAS (2004) destaca a necessidade de avaliar a diversidade e riqueza das espécies que vivem nestes ambientes.

De acordo CHOAT e BELLWOOD (1991), os peixes recifais representam a maior diversidade dentre os peixes marinhos existentes, correspondendo cerca de 30% a 40% do total de espécies catalogadas. Com o intuito de preservar os habitats e diminuir a perda dessa biodiversidade tem-se recorrido ao estabelecimento de Unidades de Conservação (IUCN, 1994).

As unidades de conservação são definidas como locais com características naturais relevantes tendo como objetivo a conservação e aplicação de manejo adequado para sua proteção (MMA, 2006). De acordo com PRATES *et al.* (2012), em 2010 foi aprovado como Plano Estratégico 2011-2020, um conjunto de 20 metas, das quais três se destacam, evidenciando que, até 2020, pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas devem estar conservadas por meio de sistemas ecologicamente representativos compostos por áreas protegidas.

No Brasil, as poucas pesquisas existentes sugerem que a pesca comercial e a coleta de espécies para fins ornamentais influenciam na diversidade e na abundância de espécies, resultando em mudanças na estrutura das comunidades locais (FLOETER *et al.*, 2007).

A costa brasileira constitui-se de uma rica fauna em seu ecossistema, sendo caracterizada por possuir a maior diversidade biológica, apresentando um percentual de 15% a 20% do número de espécies existentes no planeta (JOLY, 1998). Sua conservação representa uma grande influência para a economia (IBGE, 2004).

O presente trabalho foi realizado no Parque Municipal Marinho (PMM) da Ilha das Cabras que está situado no canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A Ilha é caracterizada por ser um ambiente recifal rochoso com elevada diversidade biológica. No Canal e em seu entorno são desenvolvidas as atividades portuária, industrial, de lazer e de exploração dos recursos naturais.

Não obstante, o turismo pode representar uma oportunidade para a região, pode significar também uma grande ameaça à integridade dos ecossistemas, devido à falta de infraestrutura adequada (FERREIRA *et al.*, 2007).

Estudos sobre ambientes como os do Parque Municipal Marinho da Ilha das Cabras justificam-se por gerar informações necessárias para avaliação da implantação de políticas públicas destinada efetivamente a conservação, adequação de planos de manejo e monitoramento das atividades desenvolvidas na área em questão.

Desta forma, com a intenção de contribuir para um melhor entendimento sobre a estrutura da comunidade de peixes recifais da Ilha das Cabras, o presente estudo objetivou a determinação dos índices ecológicos de riqueza, diversidade e equitatividade ictiológica, a identificação dos padrões de associação de espécies e sua relação com os fatores ambientais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A Ilha das Cabras está localizada nas coordenadas geográficas de 23°50'S e 45°23'W na porção oeste da Ilha de São Sebastião, na parte mais estreita do canal de São Sebastião, litoral norte do Estado de São Paulo. A parte mais estreita do canal possui apenas 1850 m de largura e um acentuado gradiente batimétrico, chegando a 40 m.

Oceanograficamente, o Canal de São Sebastião é preenchido predominantemente pela massa de Água Costeira (AC), com ocorrência de eventos fortes de intrusão da Água Central do Atlântico Sul (ACAS) somente durante o final de primavera e o verão (CASTRO *et al.*, 2008). As correntes no interior do Canal ocorrem essencialmente devido a ação do vento, sendo as

correntes de maré irrelevantes em termos energéticos (CASTRO-FILHO, 1990; FONTES, 1995; CASTRO *et al.*, 2008).

FONTES (1995) observou que durante o verão as correntes fluíram em 46% do tempo para sudoeste com intensidade média de $0,30 \text{ m s}^{-1}$ e 39% para nordeste com intensidade média de $0,24 \text{ m s}^{-1}$. Já durante o inverno, os eventos ocorreram em 76% do tempo com sentido nordeste e intensidade média de $0,40 \text{ m s}^{-1}$ e 12% no sentido sudoeste, com velocidade média de $0,24 \text{ m s}^{-1}$.

2.2. Coleta de dados

Os dados foram obtidos através de mergulhos autônomos realizados mensalmente entre fevereiro de 2011 e fevereiro de 2012. A cada mês foram executados um mergulho diurno e um mergulho noturno. Por mergulho foram feitas observações em 20 transectos, de 10 m de extensão cada, contínuos e dispostos sobre os diferentes tipos de substrato, em paralelo a linha da costa e variando entre 3 e 8 m de profundidade.

O registro da ictiofauna foi efetuado pelo método de vídeo transecto (HARVEY *et al.*, 2002; HARMAN *et al.*, 2003; CRUZ *et al.*, 2008). As filmagens foram realizadas ao longo das linhas de transecto, percorridas a uma velocidade máxima de três metros por minuto. Para a contagem dos indivíduos foram considerados aqueles que ocorreram em uma distância de até 2 m da linha de transecto, totalizando uma área de observação de 40 m^2 por transecto. Simultaneamente, por um segundo mergulhador, foram tiradas fotografias em diferentes ângulos para auxiliar a identificação das espécies e feitas anotações sobre o comportamento dos peixes (Figura 9).

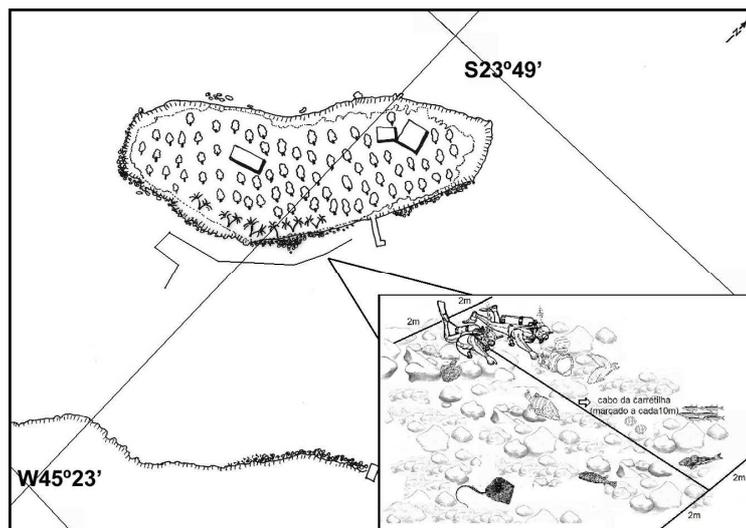


Figura 9. Representação esquemática da carretilha de 200 m disposta em paralelo à linha da costa da Ilha das Cabras e esquema da realização do vídeo transecto ao longo da linha de um transecto (10 m x 4 m) realizada por dois mergulhadores equipados com as máquinas.

Os peixes registrados em vídeo e fotografia foram identificados até o nível taxonômico mais específico possível. A identificação taxonômica baseou-se em trabalhos de referência para peixes marinhos da costa sudeste e sul do Brasil, como FIGUEIREDO (1977), FIGUEIREDO e MENEZES (1978, 1980, 2000), MENEZES e FIGUEIREDO (1980, 1985), BURGESS *et al.* (2000) e HOSTIM-SILVA *et al.* (2006).

Os dados ambientais foram obtidos pela coleta de uma amostra de água de 10 ml no ponto médio de cada transecto. Outros fatores ambientais registrados neste mesmo ponto foram: visibilidade horizontal (m), corrente (inexistente, fraca, moderada, forte ou muito forte), profundidade (m), temperatura (°C), horário, índice de rugosidade e o substrato predominante no transecto.

A amostra de água foi submetida à leitura de salinidade com o uso de um refratômetro portátil e de pH com o uso de um medidor (HANNAH HI-98107). A profundidade e a temperatura foram computadas com o uso de um computador de mergulho. O valor da amplitude de maré para cada mergulho também foi registrada.

O índice de rugosidade do substrato foi medido com uso de uma corrente de 1,5 m de comprimento que foi ajustada aos contornos do substrato linearmente (LUCKHURST e LUCKHURST, 1978). Após o ajuste ao substrato, foi medida a distância entre as extremidades da corrente. O valor do índice foi

obtido pela divisão do comprimento total da corrente pela distância entre as extremidades da mesma após o ajuste ao substrato.

2.3. Análise de dados

Um total de 37 espécies foi selecionado para a análise com base em suas abundâncias e frequências. Foram consideradas as espécies que ocorreram em pelo menos cinco transectos e apresentaram um número de indivíduos igual ou superior a dez. Estas espécies foram ordenadas de acordo com NELSON (2006).

Os índices de diversidade de Shannon-Wiener (H') (SHANNON e WEAVER, 1949), equitatividade de Pielou (J) (PIELOU, 1974) e riqueza de Margalef (α) (MARGALEF, 1974) foram empregados para a caracterização da ictiofauna por transecto.

A significância da variação dos índices ecológicos entre os meses de coleta, os tipos de substrato e os períodos do dia foi avaliada pela ANOVA multifatorial e pelo teste *a posteriori* de Tukey HSD (CRAWLEY, 2005). A variação dos índices em função dos fatores significativos foi representada através de *boxplots* (CHAMBERS *et al.*, 1983).

As análises de agrupamento aglomerativa (distância de Bray-Curtis e ligação de Ward) e de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) foram realizadas para descrever os padrões de ocorrência e abundância de peixes na área estudada. A matriz de número de indivíduos por espécie e transecto sofreu transformação logarítmica ($\log x + 1$). A significância dos grupos e das espécies por grupo foi testada pela análise de similaridades (ANOSIM) e pelos valores indicadores, respectivamente (McCUNE e GRACE, 2002, BORCARD *et al.*, 2011).

Para a verificação do grau de significância da variação da abundância das espécies em função da mudança dos parâmetros ambientais foi realizada a rotina “envfit” que obtêm um valor de r^2 para as variáveis ambientais e por um processo de randomização define a significância destas variáveis (999 permutações) em relação aos eixos da análise do nMDS (OKSANEN, 2010; BORCARD *et al.*, 2011).

As análises numéricas foram realizadas com o programa computacional R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

3. RESULTADOS

Para o conjunto dos dados obtidos, os valores de riqueza calculados por transecto variaram de 0 a 3,75 com média em 1,10. Os valores de diversidade obtidos nos transectos tiveram variação entre 0 e 2,36 com média de 0,80. Enquanto que os valores de equitatividade calculados por transecto variaram de 0,10 a 1,00 com média em 0,68.

O tipo de substrato foi a maior fonte de variação dos três índices ecológicos calculados (ANOVA $p < 2,2 \times 10^{-16}$ para os três índices). O período do dia foi o segundo fator em importância para a variação da riqueza (ANOVA $p = 2,44 \times 10^{-15}$) e diversidade (ANOVA $p = 5,23 \times 10^{-5}$) enquanto o fator mês foi o segundo para a variação da equitatividade (ANOVA $p < 1,6 \times 10^{-14}$).

O fundo de pólipo foi o que teve os maiores valores dos índices, seguido pelo fundo de algas. O fundo de areia foi o que mais diferiu com valores mais baixos. O período diurno foi o que apresentou os maiores valores riqueza e diversidade (Figura 10). O fator mês não apresentou nenhum padrão sistemático de variação da equitatividade.

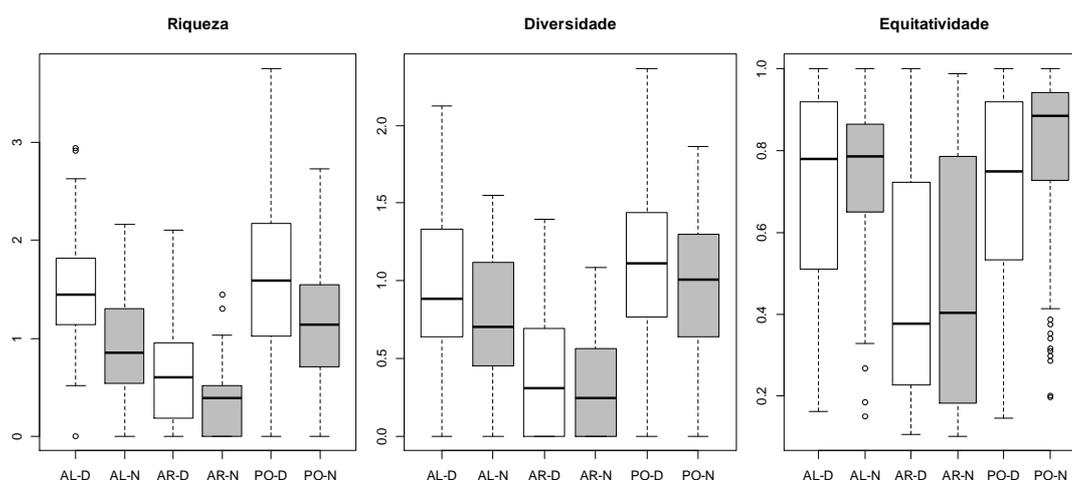


Figura 10: Boxplot da variação da Riqueza, Diversidade e Equitatividade de peixes recifais nos períodos diurno (D) e noturno (N) e nos três tipos de fundos existentes, AL- Alga, AR - Areia e PO – Pólipos, da Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo.

A análise de agrupamento aplicada aos dados de abundância numérica da ictiofauna indicou dois conjuntos de transectos principais: Grupo 1: transectos registrados exclusivamente no período diurno em fundos cobertos por pólipos e algas, corrente fraca com direção SW e visibilidade média e erro padrão de $1,47 \pm 0,12$ m; Grupo 2: transectos em ambos os períodos, porém com cerca de 70% no período noturno nos três tipos de fundos existentes (areia, pólipo e alga), corrente considerada forte, fluindo para NE e visibilidade média e erro padrão de $2,16 \pm 0,10$ m. Cada grupo apresentou duas subdivisões denominadas de 1.1, 1.2, 2.1 e 2.2. Os grupos 2.1 e 2.2 apresentaram mais duas subdivisões, formando no total, seis grupos distintos (Figura 11). A análise de similaridade (ANOSIM) indicou como significativas as diferenças entre esses grupos (R global = 0,598, $p = 0,01$).

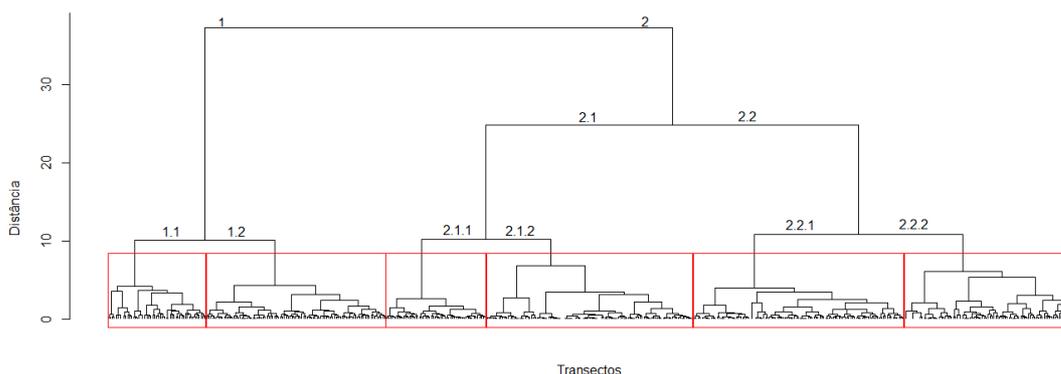


Figura 11: Análise de agrupamento baseando-se nos 499 transectos realizados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. As caixas e os números representam os seis grupos finais obtidos pela análise.

Todos os fatores abióticos analisados apresentaram diferenças altamente significativas ($p < 0,01$) entre os grupos, à exceção da maré ($p = 0,07$). O valor da média e o erro padrão das variáveis ambientais numéricas significativas ($\alpha < 0,05$) estão indicados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores da média e erro padrão das variáveis ambientais numéricas analisadas em relação aos grupos (GRP) formados pela análise de agrupamento. Os valores imediatamente abaixo do nome dos fatores indicam o nível de significância (p) da variação destes entre os grupos.

GRP	Visibilidade (p=1,56×10 ⁻¹¹)	Temperatura (p=1,29×10 ⁻⁰⁹)	Profundidade (p=3,27×10 ⁻⁰⁹)	Rugosidade (p=3,90×10 ⁻⁰⁷)	pH (p=0,005403)
1.1	1,049 ± 0,129	21,549 ± 0,180	4,494 ± 0,134	1,139 ± 0,017	7,880 ± 0,032
1.2	1,704 ± 0,184	23,526 ± 0,273	4,569 ± 0,090	1,157 ± 0,013	7,861 ± 0,016
2.1.1	3,750 ± 0,248	25,096 ± 0,313	4,817 ± 0,140	1,120 ± 0,015	7,865 ± 0,009
2.1.2	1,884 ± 0,151	23,607 ± 0,256	5,096 ± 0,080	1,068 ± 0,010	7,821 ± 0,024
2.2.1	2,169 ± 0,194	23,477 ± 0,204	4,226 ± 0,066	1,183 ± 0,012	7,809 ± 0,026
2.2.2	1,545 ± 0,184	22,793 ± 0,222	4,371 ± 0,096	1,127 ± 0,011	7,923 ± 0,022

O agrupamento 1.1 incluiu transectos realizados no período diurno principalmente em fundos cobertos de pólipos e alga com predomínio de corrente fraca e direção SW. As espécies *Coryphopterus glaucofraenum*, *Diplodus argenteus*, *Abudefduf saxatilis* e *Halichoeres poeyi* representaram 49% dos indivíduos observados. *C. glaucofraenum* e *H. poeyi* foram consideradas indicadoras, as quais representam o grupo em relação à abundância e frequência de ocorrência (p= 0,001). No agrupamento 1.2 foram reunidos transectos registrados durante o dia em fundos de pólipos e alga com predomínio de corrente fraca e direção SW. As espécies *A. saxatilis*, *Ulaema lefroyi*, *C. glaucofraenum* foram as mais representativas com 70% das observações, sendo *A. saxatilis* e *Pomacanthus paru* as espécies indicadoras (p= 0,001) (Tabela 3).

O agrupamento 2.1 reuniu transectos realizados nos dois períodos observados e teve predomínio de fundos de areia, corrente forte com direção NE e visibilidade média de 2,49 ± 0,14 m.

No agrupamento 2.1.1 houve predominância do período diurno e de correntes fortes de NE. *Haemulon aurolineatum* foi a espécie mais abundante com 82%. As espécies *Acanthurus chirurgus*, *Anisotremus virginicus*, *Chaetodon striatus*, *Epinephelus marginatus*, *H. aurolineatum*, *H. steindachneri*, *Sparisoma axillare* e *Sparisoma frondosum* foram consideradas indicadoras (p= 0,001). No agrupamento 2.1.2 o período noturno, o fundo de areia e correntes NE fracas foram mais frequentes. A espécie *H. aurolineatum* representou 87% dos indivíduos contados e as espécies *Chloroscombrus chrysurus* e *U. lefroyi* foram consideradas indicadoras do grupo (p=0,001).

Os transectos do agrupamento 2.2 caracterizaram-se por serem predominantemente noturnos em fundos de alga e pólipos, com correntes fortes com direção SW e visibilidade média de $1,89 \pm 0,13$ m.

No agrupamento 2.2.1 prevaleceram os mergulhos noturnos em fundos de pólipos e algas com corrente NE forte. As espécies mais abundantes, com 76% dos indivíduos observados, foram *A. saxatilis* e *H. aurolineatum*. A espécie *Pareques acuminatus* foi a espécie indicadora ($p= 0,001$). O agrupamento 2.2.2 também incluiu principalmente mergulhos noturnos com predomínio de fundo de alga e, corrente fraca fluindo para SW. As espécies *H. aurolineatum*, *D. argenteus*, *H. steindachneri* e *A. saxatilis* contribuíram com 75% dos espécimes observados. *Odontoscion dentex* foi considerada a espécie indicadora ($p= 0,01$).

Tabela 3: Lista das 37 espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. O cabeçalho das colunas indicam os grupos formados na análise de agrupamento e o número total de transectos observados. Ni total= Número total de indivíduos observados; Ni = Número de indivíduos; FO= Frequência de ocorrência do número de transectos. As espécies sublinhadas foram consideradas indicadoras do grupo destacado com o valor do Ni e FO em negrito.

Família/ Espécie	Ni total	1.1 (51)		1.2 (93)		2.1.1 (52)		2.1.2 (107)		2.2.1 (109)		2.2.2 (87)	
		Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO
CENTROPOMIDAE (329)													
<i>Centropomus parallelus</i> , Poey, 1860	64	2	1	3	2	16	2	-	-	-	-	43	6
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	23	10	3	-	-	7	2	-	-	-	-	6	2
SERRANIDAE (338)													
<i>Diplectrum formosum</i> (Linnaeus, 1766)	21	10	5	3	2	-	-	1	1	2	1	5	3
<u><i>Epinephelus marginatus</i> (Lowe, 1834)</u>	137	15	13	47	29	46	27	5	4	20	16	4	3
<i>Mycteroperca acutirostris</i> (Valenciennes, 1828)	66	1	1	22	13	16	7	5	4	11	10	11	6
<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1899)	20	1	1	11	10	5	5	-	-	-	-	3	2
CARANGIDAE (364)													
<u><i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)</u>	129	-	-	-	-	1	1	121	13	4	2	3	1
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	18	-	-	-	-	-	-	3	2	8	3	7	1
GERREIDAE (373)													
<u><i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)</u>	839	4	4	23	13	9	2	580	31	5	1	5	3
HAEMULIDAE (374)													
<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	18	5	5	7	6	5	3	-	-	-	-	1	1
<u><i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)</u>	143	3	2	30	8	96	20	4	2	6	6	4	4
<u><i>Haemulon aurolineatum</i>, Cuvier, 1830</u>	13201	-	-	20	8	6409	51	5920	106	426	100	426	69
<u><i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)</u>	295	14	10	75	45	86	27	8	8	24	18	88	25
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)	11	-	-	2	1	-	-	5	3	2	2	2	2
SPARIDAE (378)													
<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)	27	-	-	1	1	-	-	14	8	3	3	9	7
<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	256	26	12	66	41	32	13	32	15	6	5	94	10
SCIAENIDAE (381)													
<u><i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier, 1830)</u>	13	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4	8	6
<u><i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)</u>	115	3	2	7	7	2	2	4	3	89	53	10	8

Tabela 3: Lista das 37 espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. O cabeçalho das colunas indicam os grupos formados na análise de agrupamento e o número total de transectos observados. Ni total= Número total de indivíduos observados; Ni = Número de indivíduos; FO= Frequência de ocorrência do número de transectos. As espécies sublinhadas foram consideradas indicadoras do grupo destacado com o valor do Ni e FO em negrito. (continuação)

Família/ Espécie	Ni total	1.1 (51)		1.2 (93)		2.1.1 (52)		2.1.2 (107)		2.2.1 (109)		2.2.2 (87)	
		Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO
MULLIDAE (382)													
<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	63	1	1	9	7	16	7	8	5	16	12	13	11
CHAETODONTIDAE (393)													
<u><i>Chaetodon striatus</i></u> , Linnaeus, 1758	249	18	11	81	36	50	25	7	6	34	22	59	34
POMACANTHIDAE (394)													
<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	103	9	8	61	25	30	14	2	2	-	-	1	1
POMACENTRIDAE (411)													
<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	2579	26	9	1227	92	712	38	66	35	468	107	80	26
<i>Stegastes fuscus</i> (Cuvier, 1830)	56	8	7	20	17	24	17	-	-	2	2	2	2
<i>Stegastes variabilis</i> (Castelnau, 1855)	78	13	12	31	19	32	15	-	-	1	1	1	1
LABRIDAE (412)													
<i>Bodianus pulchellus</i> (Poey, 1860)	10	-	-	9	4	1	1	-	-	-	-	-	-
<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	76	21	17	35	18	19	16	-	-	-	-	1	1
SCARIDAE (414)													
<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	61	-	-	17	6	34	9	1	1	5	3	4	4
<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz, 1831)	87	1	1	35	18	28	11	-	-	19	11	4	3
<i>Sparisoma tuiupiranga</i> , Gasparini, Joyeux & Floeter, 2003	25	5	2	9	3	9	6	1	1	-	-	1	1
BLENNIIDAE (447)													
<i>Parablennius pilicornis</i> (Cuvier, 1829)	24	3	3	13	11	5	4	-	-	1	1	2	2
LABRISOMIDAE (449)													
<i>Malacoctenus delalandii</i> (Valenciennes, 1836)	12	3	3	4	4	2	2	-	-	-	-	3	2
GOBIIDAE (460)													
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> , Gill, 1863	198	62	27	92	40	26	16	2	2	4	4	12	4
ACANTHURIDAE (470)													
<i>Acanthurus bahianus</i> , Castelnau, 1855	11	-	-	1	1	8	4	-	-	1	1	1	1
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	43	1	1	11	7	22	10	-	-	3	3	6	3
MONACANTHIDAE (506)													
<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)	27	1	1	4	4	3	1	2	2	12	10	5	3

Tabela 3: Lista das 37 espécies observadas na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo. O cabeçalho das colunas indicam os grupos formados na análise de agrupamento e o número total de transectos observados. Ni total= Número total de indivíduos observados; Ni = Número de indivíduos; FO= Frequência de ocorrência do número de transectos. As espécies sublinhadas foram consideradas indicadoras do grupo destacado com o valor do Ni e FO em negrito. (continuação)

Família/ Espécie	Ni total	1.1 (51)		1.2 (93)		2.1.1 (52)		2.1.2 (107)		2.2.1 (109)		2.2.2 (87)	
		Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO	Ni	FO
TETRAODONTIDAE (509)													
<i>Canthigaster</i> <i>figueiredoi</i> , Moura & Castro, 2002	19	3	3	12	8	4	3	-	-	-	-	-	-
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)	43	9	8	19	13	12	7	-	-	2	1	1	1

O diagrama de dispersão dos transectos na análise de escalonamento (nMDS) é apresentado na Figura 12. Os grupos indicados pela análise de agrupamento são representados neste através de símbolos.

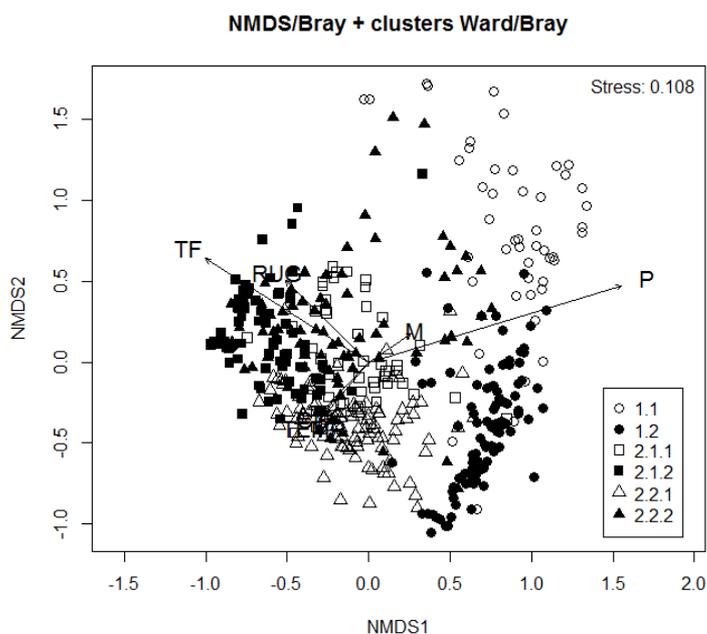


Figura 12: Análise de escalonamento multidimensional não métrica (nMDS) dos 499 transectos registrados na Ilha das Cabras, Ilhabela/ São Paulo, separados pelos seis grupos formados na análise de agrupamento e relacionados com as variáveis ambientais mais significativas. P – Período, TF – Tipo de Fundo, RUG – Rugosidade, M – Maré, TEMP. – Temperatura e CD – Direção da Corrente.

O valor de stress de 0,108 indicou que a distribuição dos dados em duas dimensões ofereceu um ajuste adequado entre a matriz de dissimilaridades e a distância dos objetos no diagrama (McCUNE e GRACE, 2002).

As variáveis ambientais que apresentaram uma relação significativa ($p > 0,01$ e $r^2 > 0,01$) com os eixos foram o período do dia, tipo de fundo, rugosidade,

Observou-se uma maior variação na estrutura da comunidade em função do período do dia em que era realizado o transecto, o que indica preferências distintas das espécies pelo período de maior atividade. Por exemplo, pelo menos 97% das ocorrências de *Canthigaster figueiredoi* (CAFI), *C. glaucofraenum* (COGL), *H. poeyi* (HAPO), *Serranus baldwini* (SEBA), *Malaccoctenus delalandii* (MADE) e *Sphoeroides spengleri* (SPSP) se deram em período diurno, enquanto que 72% ou mais dos registros de *C. chrysurus* (CHCH), *H. aurolineatum* (HAAU), *Calamus penna* (CAPE), *O. dentex* (ODDE) se deram em período noturno. *U. lefroyi* (ULLE) e *Diplectrum formosum* (DIFO) ocorreram preferencialmente em fundos de areia, enquanto *Bodianus pulchellus* (BOPU), *Anisotremus surinamensis* (ANSU) e *A. saxatilis* (ABSA) foram mais frequentes nos fundos duros de pólipos (Figura 11).

4. DISCUSSÃO

Os índices ecológicos são utilizados para caracterizar uma comunidade em função da variedade e abundância das espécies em uma área de estudo definida (MAGURRAN, 2004). Observou-se que na Ilha das Cabras estes índices variaram de forma significativa com os fatores período do dia, tipo de fundo e mês. CHAVES (2006) ao analisar os padrões de distribuição de peixes em três ilhas costeiras no Rio de Janeiro também reconheceu variações das comunidades ícticas em função de características do ambiente, tais como rugosidade, profundidade, declividade e visibilidade.

GIBRAN e MOURA (2012), ao compararem a distribuição e a abundância da ictiofauna recifal em 33 áreas da costa norte do Estado de São Paulo, concluíram que o fator profundidade e distância da costa tiveram uma maior influência sobre as comunidades, seguido pelos fatores transparência da água, temperatura e cobertura bentônica. No entanto, estes autores não identificaram variações significativas ao compararem a riqueza na região da margem insular do Canal de São Sebastião, onde se localiza a Ilha das Cabras, com as outras áreas estudadas. Esse resultado provavelmente diferenciou-se do encontrado neste trabalho por ter uma abordagem mais generalista, não levando em conta variações de ciclo diário ou sazonal, e de micro-habitat.

O ambiente de costão rochoso, apesar de apresentar uma menor complexidade estrutural quando comparado aos recifes de corais, podem abrigar uma variada fauna e flora associada (FERREIRA *et al.*, 2001). A região do Canal de São Sebastião tem sido caracterizada por sua riqueza relativamente alta. MUTO *et al.* (2000) registraram no Canal a ocorrência de 36 espécies de peixes recifais enquanto que GIBRAN e MOURA (2012) identificaram um total de 73 espécies. No ambiente recifal de Abrolhos MOURA e FRANCINI-FILHO (2005) observaram a presença de 266 espécies.

As características do habitat influenciam fortemente a estrutura da comunidade (CHAVES e MONTEIRO-NETO, 2009; CHAVES *et al.*, 2010; SUHARTI, 2010). A complexidade estrutural do ambiente pode ter diferentes efeitos no comportamento dos indivíduos por disponibilizar recursos adicionais como locais de abrigo, alimentação, reprodução e recrutamento, elevando o número total de indivíduos e o número de espécies (CHARTON e RUZFAFA, 1998; ABURTO-OROPREZA e BALART, 2001; BROTTTO *et al.*, 2007).

A região da Ilha das Cabras, segundo FURTADO *et al.* (2008), é considerada um local sujeito ao forte hidrodinamismo por sofrer com a ação direta de ondas e correntes que atuam no canal, sendo os sedimentos basicamente arenosos e com baixo conteúdo orgânico. Além da presença de fundo de areia, foram observados locais preenchidos por algas e pólipos de antozoários, típicos de ambientes recifais.

Neste trabalho os fundos de pólipos e algas foram os que apresentaram os maiores valores dos índices ecológicos principalmente devido à maior complexidade do ambiente.

MUTO *et al.* (2000) constataram que a região do canal de São Sebastião é um ambiente muito instável, devido à intensa atividade humana. Os autores ainda afirmam que a complexidade das condições abióticas da região influencia na ictiofauna, a qual foi caracterizada por uma alta dominância e baixa diversidade, riqueza e equitatividade. Estas características também foram observadas no presente trabalho.

A análise de agrupamento evidenciou seis grupos distintos na área estudada, confirmados pela análise de similaridade. Espécies abundantes como *A. saxatilis*, *H. aurolineatum* e *C. glaucofraenum* foram consideradas

boas indicadoras de seus grupos, representando exatamente suas características enquanto *D. argenteus* teve ampla distribuição.

As espécies *A. saxatilis* e *D. argenteus* também foram espécies abundantes no Rio de Janeiro, segundo CHAVES (2006). GIBRAN e MOURA (2012) constataram que as espécies *H. aurolineatum*, *A. saxatilis* e *D. argenteus* foram as mais abundantes e frequentes na costa norte do Estado de São Paulo.

A análise de escalonamento revelou que as variáveis ambientais significativas ($p > 0,01$) foram o período do dia, tipo de fundo, rugosidade, temperatura, direção da corrente e maré.

Na Ilha das Cabras os fatores mais importantes que atuaram na área estudada foram o período do dia e o tipo de fundo. Segundo GRATWICKE e SPEIGHT (2005), a rugosidade e o tipo de substrato estão fortemente correlacionados, reforçando a correlação positiva encontrada entre estas duas variáveis neste estudo. Nos fundos de maior rugosidade foram encontrados os valores mais altos de riqueza das espécies.

O estudo no interior do Canal de São Sebastião realizado por GIBRAN e MOURA (2012), registrou que a temperatura na região variou entre 15 e 29° C e a visibilidade horizontal média foi de 3,6. A temperatura encontrada no presente estudo variou de forma semelhante ao descrito anteriormente para a região (17° a 29° C), porém a visibilidade teve média de 1,96. A diferença encontrada entre os dois estudos podem ter ocorrido devido à abrangência das áreas pesquisadas pelos autores, contemplando locais mais expostos da Ilhabela.

A variável ambiental visibilidade esteve correlacionada positivamente com a variável direção da corrente. Durante o verão, em 54% dos casos, a direção da corrente teve fluxo para SW e 13% do tempo para NE, enquanto que durante a estação de inverno, os eventos fluíram em 40% do tempo no sentido NE e nenhuma ocorrência para o sentido SW. Resultado também observado por FONTES (1995), em estudo no interior do Canal de São Sebastião.

GIBRAN e MOURA (2012) evidenciaram que a comunidade de peixes da região da Ilha de São Sebastião responde a fatores ambientais como visibilidade e outros fatores com propriedades físico-químicas da água que estão sujeitas a sofrer alterações devido a expansão dos portos, em grande escala e acidentes crônicos da indústria de petróleo e gás. Corroborando a

necessidade da criação de um efetivo programa de monitoramento em larga escala para a região.

Os resultados obtidos indicaram a importância em se considerar variações ao longo do dia e em micro-habitats para uma avaliação mais apurada da biodiversidade e da estrutura de comunidades ícticas. Espécies como *O. dentex* e *Gymnura altavela* tiveram sua ocorrência registrada apenas em período noturno enquanto que *H. poeyi* e *S. baldwini* em período diurno. Estas variações estão provavelmente relacionadas aos hábitos alimentares, reprodutivos e comportamentais (RANDALL e BISHOP, 2004).

A ilha das Cabras possui uma variedade de espécies representativas da região insular do Canal de São Sebastião e apresenta uma diversidade de habitats de diferentes complexidades que possibilitam a agregação de grupos de espécies com distintas preferências ambientais. Por estas razões ressalta-se a importância do Santuário Ecológico da Ilha das Cabras para a conservação das espécies de peixes de recifes rochosos em uma região de grande vulnerabilidade a impactos antrópicos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARBUTO-OROPEZA, O. e BALART, E.F. 2001. Community structure of reef fish in several habitats of a rocky reef in the Gulf of California. *Marine Ecology*. 22(4): 283-305.
- BORCARD, D.; GILLET, F.; LEGENDRE, P. 2011. *Numerical ecology with R*. 1ª ed. New York: Springer Science. 306p.
- BROTTO, D.S.; KROHLING, W.; ZALMON, I.R. 2007. Comparative evaluation of fish assemblages census on an artificial reef. *Revista Brasileira de Zoologia*. 24(4): 1157-1162.
- BURGESS, W.E.; AXELROD, H.R.; HUNZIKER, R.E. 2000. *Dr. Burgess's Atlas of Marine Aquarium Fishes*. 3ª ed. New Jersey: Neptune City. 784p.
- CASTRO, B.M.; MIRANDA, L.B de; SILVA, L.S.; FONTES, R.F.C.; PEREIRA, A.F.; COELHO, A.L. 2008. Processos Físicos: Hidrografia, Circulação e Transporte. In: PIRES-VANIN, A.M.S. *Oceanografia de um Ecossistema Subtropical – Plataforma de São Sebastião*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 59-121.
- CASTRO-FILHO, B.M de. 1990. Wind driven currents in the Channel of São Sebastião: winter, 1979. *Boletim Instituto Oceanográfico*. São Paulo. 38(2): 111-132.
- CHAMBERS, J.M., CLEVELAND, W.S., KLEINER, B. and TUKEY, P.A. 1983. *Graphical Methods for Data Analysis*. Wadsworth & Brooks/Cole. 395 p.
- CHARTON, J.A. e RUZAFKA, A.P. 1998. Correlation between habitat structure and a rocky reef fish assemblage in the southwest Mediterranean. *Marine ecology*. 19(2): 111-128.
- CHAVES, L.C.T. 2006. *Estrutura das comunidades de peixes recifais em três localidades no Estado do Rio de Janeiro, Brasil*. 58 p. (Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro). Disponível em: < www.btdt.ndc.uff.br > Acesso em: 05 agosto 2012.
- CHAVES, L.C.T. e MONTEIRO-NETO, C. 2009. Comparative analysis of rock reef fishes community structure in coastal islands of south-eastern Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 89: 609-619.
- CHAVES, L.C.T.; NUNES, J.A.C.C. de; SAMPAIO, C.L.S. 2010. Shallow reef fish communities of South Bahia Coast, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 58: 33-46.
- CHOAT, J.H. e BELLWOOD, D.R. 1991. Reef fishes: their history and evolution. In: SALE, P.E. *The ecology of fishes on Coral Reefs*. New York: Academic Press, San Diego. p. 39-68.

- CRAWLEY, M.J. 2005. *Statistics: An Introduction using R*. New York: Wiley. 327p.
- CRUZ, I.C.S; KIKUCHI, R.K.P; LEÃO, Z.M.A.N. 2008. Use of vídeo transect method for characterizing the Itacolomis reefs, Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(4): 271-280.
- DIAS, S.C. 2004. Planejando estudos de diversidade e riqueza: uma abordagem para estudantes de graduação. *Biological Sciences*. 26(4): 373-379.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; CAVA, F. 2001. Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 2, Campo Grande, 5-9/ Nov./ 2000. *Anais...Campo Grande: Rede Nacional Pró- Unidade de Conservação*. p. 50-58.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M.; MESSIAS, L.T. 2007. Os conselhos municipais de meio ambiente como instrumento de gestão integrada: A experiência na Área de Proteção Ambiental Costa de Corais (AL/PE). In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 50-63.
- FIGUEIREDO, J.L.1977. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Cações, raias e quimeras*. v. 1. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 104 p.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1978. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. Teleostei (1)*. Vol. 2. São Paulo: Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. 110 p.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (2)*. v. 3 São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 90p.
- FIGUEIREDO, J.L. e MENEZES, N.A. 2000. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (5)*. v. 6. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 116p.
- FLOETER, S.R.; FERREIRA, C.E.L.; GASPARINI, J.L. 2007. Os efeitos da pesca e da proteção através de UC's Marinhas: Três estudos de caso e implicações para os grupos funcionais de peixes recifais no Brasil. In: Ministério do Meio Ambiente. *Áreas Aquáticas Protegidas como Instrumento de Gestão Pesqueira*. Brasília. p. 183-199.
- FONTES, R.F.C. 1995. *As correntes no Canal de São Sebastião*. 159 p. (Dissertação de Mestrado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo).
- FREITAS, M.C; VIEIRA, R.H.S.F.; ARAÚJO, M.E. 2009. Impact of the construction of the Harbor at Pecém (Ceará, Brazil) upon reef fish

communities in tide pools. *Brazilian archives of biology and technology an International Journal*. 52 (1): 187-195.

FURTADO, V.V; BARCELLOS, R.L.; CONTI, L.A.; RODRIGUES, M.; MAHIQUES, M.M. de. 2008. Sedimentação. In: PIRES-VANIN, A.M.S. *Oceanografia de um Ecossistema Subtropical – Plataforma de São Sebastião*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. p. 141-180.

GIBRAN, F.Z e MOURA, R.L. 2012. The structure of rocky reef fish assemblages across a nearshore to coastal islands' gradient in Southeastern Brazil. *Neotropical Ichthyology. Sociedade Brasileira de Ictiologia*. 10(2): 369-382.

GRATWICKE, B. e 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.

HARMAN, N.; HARVEY, E.S; KENDRICK, G.A. 2003. Differences in fish assemblages from different reef habitats at Harmelin Bay, south-western Australia. *Marine and Freshwater Research*. 54: 1-8.

HARVEY, E.; FLETCHER, D.; SHORTIS, M. 2002. Estimation of reef fish length by divers and by stereo-video: A first comparison of the accuracy and precision in the field on living fish under operational conditions. *Fisheries Research*. 57: 255-265.

HOSTIM – SILVA, M.; ANDRADE, A.B.; MACHADO, L.F.; GERHARDINGER, L.C.; DAROS, F.A.; BARREIROS, J.P.; GODOY, E. A. S. 2006. *Peixes de costão rochoso de Santa Catarina: Arvoredo*. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí. 135p.

IBGE, 2004. Indicadores de desenvolvimento sustentável. Dimensão Ambiental – Biodiversidade. In: IBGE. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável*. Brasil. p. 99-134.

IUCN. 1994. *Directrices para las categorías de manejo de las áreas protegidas*. Gland: Comision Mundial de Áreas Protegidas. 261p.

JOLY, C.A. 1998. Apresentação da série. In: Joly, C.A. e Bicudo, C.E.M. (orgs). Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento ao final do século XX, 6: Vertebrados. São Paulo: Programa BIOTA/FAPESP. 5p.

LUCKHURST, B.E e LUCKHURST, K. 1978. Analysis of influence of substrate variables on coral reef fish communities. *Marine Biology*. 49: 317-324.

MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell Publishing. 256p.

MARGALEF, R. 1974. *Ecologia*. Barcelona: Ediciones Omega. 915p.

- MCCUNE, B. e GRACE, J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. 1ª ed. Oregon: Glenden Beach. 300p.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1980. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (3)*. v.. 4. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 96p.
- MENEZES, N.A. e FIGUEIREDO, J.L. 1985. *Manual de peixes marinhos do Sudeste do Brasil. Teleostei (4)*. v. 5 São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo. 105p.
- MMA, 2006. *SNUC – Sistema nacional de unidades de conservação da natureza: Lei Nº 9.985, de 18 de julho de 2000, Decreto Nº 4.340, 22 de agosto de 2002*. 6ª ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 56p.
- MOURA, R. L. e FRANCINI-FILHO, R.B. 2005. Reef and shore fishes of the Abrolhos Region, 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*. Washington: Conservation International. RAP Bulletin of Biological Assessment 38, p. 40-55.
- MUTO, E. Y; SOARES, L.S.H.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 2000. Demersal fish assemblages off São Sebastião, southeastern Brazil: structure and environmental conditioning factors (summer 1994). *Revista Brasileira de Oceanografia*. 48(1): 9-27.
- NELSON, J.S. 2006. *Fishes of the world*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons. 622p.
- OKSANEN, J. 2011. Vegan: ecological diversity. R version 2.14.2. Disponível em: < cran.r-project.org/web/packages/vegan/vignettes/diversity-vegan.pdf > Acesso em: 05 março de 2012.
- PIELOU, E.C. 1974. *Population and communication ecology: Principles and Methods*. London: Gordon and Breach Science. p.424.
- PRATES, A. P. L.; GONÇALVES, M. A.; ROSA, M. R. 2012. *Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil*. Brasília: MMA. 152p.
- RANDALL, J.E. e BISHOP, B.P. 2004. *Food habitats of reef fishes of the West Indies*. Honolulu: University of Hawaii. 94p.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2011. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. URL.
- SHANNON, C.E. e WEAVER, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. Illinois: University of Illinois Press. p.163.

SUHARTI, S.R. 2010. Diversity and abundance of reef fish in the coastal of Klabat Bay, Bangka Island, Indonesia. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(3): 427-442.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no conjunto dos estudos realizados mostraram que a área estudada possui uma biodiversidade comparável a outros ambientes recifais rochosos e ocorrem espécies consideradas ameaçadas de extinção e em perigo, de acordo com o Livro Vermelho do Estado de São Paulo e Lista Vermelha da IUCN de Espécies Ameaçadas.

Além disso, os resultados das análises revelaram diferenças para a maioria dos parâmetros calculados, apresentando uma diversidade de habitats de complexidades distintas tornando possível a agregação de diferentes grupos de espécies com características particulares. Os fatores tipo de fundo e período do dia foram determinantes na caracterização e distribuição desta ictiofauna.

Notoriamente os interesses socioeconômicos se sobrepõem aos interesses de preservação ambiental, bem como os interesses científicos que norteiam este trabalho. Essa é uma realidade já aventada pelas políticas governamentais com a previsão da expansão portuária que fatalmente comprometerá todo o ecossistema da região. Essa perspectiva além de impactar o ambiente introduzindo espécies bioinvasoras, pode ainda comprometer todo o monitoramento realizado, bem como a implementação de novas técnicas de manejo para a conservação e a catalogação de novas espécies.

Sob essa ótica é que se ressalta a importância do Parque Marinho Municipal da Ilha das Cabras, devido a grande vulnerabilidade que a região pode sofrer decorrente de impactos antrópicos, diante destas constatações é que se propõe um monitoramento sazonal no intuito de se dar continuidade a obtenção de dados tendo o presente trabalho como parâmetro da biodiversidade existente, e ordenar a exploração dos recursos naturais.