



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Centro de Ciências Biológicas
Programa de Pós-graduação em Ecologia



MARIANA BENDER GOMES

**PEIXES RECIFAIS DE OCORRÊNCIA NO BRASIL:
AMEAÇAS, ATRIBUTOS BIOECOLÓGICOS E PERCEPÇÃO
HUMANA PARA A CONSERVAÇÃO**

Florianópolis/ SC
2010

MARIANA BENDER GOMES

**PEIXES RECIFAIS DE OCORRÊNCIA NO BRASIL:
AMEAÇAS, ATRIBUTOS BIOECOLÓGICOS E PERCEPÇÃO
HUMANA PARA A CONSERVAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção de título de mestre em Ecologia.

Área de concentração: Ecologia, Bases Ecológicas para o manejo

Orientador(a): Dra. Natalia Hanazaki

Co-orientador(a): Dr. Sergio Floeter

**Florianópolis/ SC
2010**

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária
da
Universidade Federal de Santa Catarina

G633p Gomes, Mariana Bender

Peixes recifais de ocorrência no Brasil [dissertação]
: ameaças, atributos bioecológicos e percepção humana
para a conservação / Mariana Bender Gomes ; orientadora,
Natália Hanazaki. - Florianópolis, SC, 2010.

116 p.: il., grafs., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa
de Pós-Graduação em Ecologia.

Inclui referências

1. Ecologia. 2. Listas vermelhas. 3. Impactos. 4.
Síndrome de deslocamento referencial. 5. Conhecimento
ecológico local. 6. Conservação marinha. I. Hanazaki,
Natália. II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia.. III. Título.

CDU 577.4

FOLHAS DE ASSINATURA

RESUMO

Intensos impactos aos ecossistemas recifais como mudanças climáticas, poluição, doenças e sobreexploração, ameaçam a biodiversidade destes ambientes, como a ictiofauna recifal. Espécies cujas populações encontram-se sob risco de extinção são indetificadas em listas vermelhas, importantes ferramentas utilizadas globalmente para a conservação de espécies. Entretanto, apesar do ritmo alarmante em que espécies são adicionadas à estes inventários, em muitos locais os dados são insuficientes para avaliar o *status* de conservação de espécies. Neste contexto, o Conhecimento Ecológico Local (CEL) daqueles que interagem com o recurso – como pescadores artesanais e peixes recifais – constitui importante fonte de informações. Todavia, o CEL de pescadores e sua percepção ambiental pode estar sujeito à mudanças graduais de referencial (*Shifting baseline syndrome*), devendo ser investigado. Buscamos por espécies de peixes recifais brasileiros na lista vermelha global da IUCN, nacional do MMA e inventários regionais. Investigamos os atributos bioecológicos e os principais impactos sobre populações de peixes recifais brasileiros, contrastando espécies ameaçadas e não-ameaçadas em nossas análises. Trinta e seis espécies de peixes recifais encontram-se sob risco de extinção, citadas por seis inventários. As principais ameaçadas à estas espécies incluem sobrepesca, perda de hábitat, *by-catch* e o comércio ornamental. A interação entre estes impactos e atributos bioecológicos de peixes recifais os torna ainda mais vulneráveis à mudanças ambientais. Nossas análises revelaram que espécies de tamanho corpóreo grande, macrocarnívoros, endêmicas, espécies com reversão sexual e Elasmobrânquios são as espécies de peixes recifais brasileiros mais vulneráveis. Espécies das famílias Epinephelidae e Lutjanidae correspondem à 27.7% (n=11) da ictiofauna recifal ameaçada. Entrevistamos 53 pescadores de comunidades do entorno do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora (< 31; 31-40; 41-50; >50 anos) em relação a oito espécies de peixes recifais ameaçadas. Pescadores com mais de 50 anos reconheceram maior número de espécies como sobre-explotadas ($x=3.36\pm 3.88$) quando comparados aos mais jovens (<50 years; $x=1.86\pm 0.81$). Percepções diferentes também foram evidentes entre pescadores de diferentes idades e o maior indivíduo de cada espécie capturado. Entre peixes recifais brasileiros ameaçados, apenas nove espécies são reconhecidas por autoridades como ameaçadas. O manejo

de espécies atualmente citadas pela lista nacional é urgente, bem como a revisão da lista.

Palavras-chave: Ictiofauna, Listas Vermelhas, Impactos, Síndrome de Deslocamento de Referencial, Conhecimento Ecológico Local, Conservação Marinha.

ABSTRACT

Reef ecosystems and the biodiversity they harbour are experiencing worldwide decline caused by pollution, disease, over-harvesting and climate change. Red lists – documents listing species which populations are facing extinction risk – are important tools applied worldwide to species conservation. Though species are listed as threatened at an alarming pace, in some regions data on species status is not available. In those places, the Local Ecological Knowledge (LEK) of resource users – for instance, fishermen and reef fish – is an important source of information, providing rich insights on species status in the past. However, LEK of fishers and their ability in recognizing environmental changes might be affected by the shifting baseline phenomena. We searched the global IUCN red list, the national MMA inventory and local red lists for Brazilian reef fish species. We investigated species bioecological attributes and the major impacts pressuring Brazilian reef fish, contrasting threatened and non threatened species in our analysis. Thirty-six Brazilian reef fish species are categorized as threatened by six different red lists. Main threats to these species include overfishing, habitat loss, by-catch and the ornamental trade. Those pressures interact with species bioecological attributes, rendering them even more vulnerable to ecosystem shifts. Our analyses revealed that large bodied, macrocarnivores, endemic, sex changing and Elasmobranch species are the most susceptible among reef fishes in Brazil. Families with high incidence of threatened species include Epinephelidae and Lutjanidae (27.7% of Brazilian threatened reef fishes). Fifty-three fishers from communities surrounding the Recife de Fora marine park were interviewed (< 31; 31-40; 41-50; >50 years) regarding eight threatened reef fish species conservation status. Fishermen older than 50 years were able to recognize a greater number of species as overharvested ($x=3.36\pm 3.88$) when compared to younger fishers (<50 years; $x=1.86\pm 0.81$). Shifting perspectives were also evident when contrasting fishers of different age categories and the greater fish of each species ever caught: older fishermen caught larger fish back in the old days, and the biggest fish are scarce. It is alarming that among threatened Brazilian reef fishes only nine are recognized by federal authorities as endangered. A reassessment of the national list and management measures of currently listed species are urgent.

Key-words: Reef fish, Red Lists, Threatened species, Shifting baselines, Local Ecological Knowledge, Marine Conservation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Mapa da costa Brasileira indicando os 14 *sites* estudados (Capítulo 2).....50
- Figura 2:** Proporção de espécies de peixes recifais brasileiros ameaçadas nos grupos Elasmobranchii e Teleostei em relação à proporção de não-ameaçados (Capítulo 2).....58
- Figura 3:** *Status* de ameaça de famílias de peixes recifais brasileiros em relação ao *status* do conjunto de espécies de peixes recifais da Província Brasileira (Capítulo 2).....61
- Figura 4:** (a) Proporção de espécies de peixes recifais brasileiros por categorias tróficas e proporção de espécies ameaçadas destas categorias (b) Proporção de peixes recifais brasileiros em categorias de tamanho corpóreo máximo e proporção de espécies ameaçadas por categoria.....62
- Figura 5:** (a) Análise de Componentes Principais para atributos bioecológicos de espécies de peixes recifais brasileiros ameaçadas de extinção (Capítulo 2).....63
- Figura 5:** (b) Análise de Componentes Principais das ameaças aos peixes recifais (Capítulo 2).....64
- Figura 6:** Regressões entre maior indivíduo (kg) de cada espécie de peixe capturado por pescadores e a idade dos pescadores entrevistados (Capítulo 3).....94
- Figura 7:** Regressões entre maior indivíduo (kg) de cada espécie de peixe capturado por pescadores entrevistados e ano da captura (Capítulo 3).....96

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Número de espécies de peixes recifais de ocorrência no Brasil ameaçadas e quase-ameaçadas por categoria nas listas global, nacional e estaduais (Capítulo 1)	27
Tabela 2: Espécies de peixes recifais de ocorrência no Brasil categorizados como ameaçados, quase ameaçados e sobreexplotados nas listas compiladas (Capítulo 1)	29
Tabela 3: Lista de espécies de peixes recifais com ocorrência no Brasil ameaçadas de extinção de acordo com inventários compilados (Capítulo 1).....	33
Tabela 4: Espécies de peixes recifais endêmicos do Brasil e avaliados como ameaçados de extinção por inventários compilados (Capítulo 1).....	34
Tabela 5: Peixes recifais de ocorrência no Brasil ameaçados de extinção (Capítulo 2).....	51
Tabela 6: Análise de deviance do modelo de regressão logística (Capítulo 2).....	59
Tabela 7: Estimativas, erro padrão, valor-z e valor-p associados ao modelo de regressão logística (Capítulo 2).....	84
Tabela 8: Medidas de manejo aplicadas a peixes recifais brasileiros ameaçados de extinção e áreas de legitimidade ao longo da costa brasileira (Capítulo 2).....	85

SUMÁRIO

1. Introdução.....	17
2. Capítulo 1:	21
2.1.1. Introdução.....	23
2.1.2. Material e Métodos.....	25
2.1.3. Resultados.....	26
2.1.4. Discussão.....	35
2.1.5. Conclusão.....	38
2.1.6. Referências.....	39
2.1.7. Anexo 1.....	43
3. Capítulo 2: <i>Threatened Brazilian reef fishes: bioecological attributes and major threats as guides to conservation</i>	45
3.1.1. <i>Introduction</i>	47
3.1.2. <i>Material and methods</i>	48
3.1.2.1. <i>Database</i>	48
3.1.2.2. <i>Red list</i>	49
3.1.2.3. <i>Data analysis</i>	56
3.1.2.4. <i>Binomial tests</i>	56
3.1.2.5. <i>Principal Component Analysis</i>	56
3.1.2.6. <i>Logistic regression</i>	56
3.1.2.7. <i>Caveats</i>	57
3.1.3. <i>Results</i>	58
3.1.4. <i>Discussion</i>	65
3.1.4.1. <i>Main threats to Brazilian reef fishes</i>	65
3.1.4.2. <i>Threatened families and its bioecological attributes</i>	66
3.1.4.3. <i>Body size and imperilment</i> ..	67
3.1.4.4. <i>Functional group approach to Brazilian reef fish declines</i>	69
3.1.4.5. <i>What can we do? Future directions</i>	70
3.1.5. <i>Acknowledgments</i>	72
3.1.6. <i>References</i>	72
3.1.7. <i>Appendix A</i>	82
3.1.8. <i>Appendix B</i>	84

3.1.9.	<i>Appendix C</i>	85
4.	Capítulo 3: <i>Do traditional fishermen recognize threat status? Shifting baselines in Porto Seguro reef fisheries</i>	89
4.1.1.	<i>Introduction</i>	90
4.1.2.	<i>Material and methods</i>	91
4.1.3.	<i>Results</i>	92
4.1.4.	<i>Discussion</i>	98
4.1.5.	<i>References</i>	100
5.	Conclusões.....	103
6.	Referências bibliográficas	105
7.	Anexo I.....	117
8.	Anexo II.....	119

INTRODUÇÃO

Ecossistemas recifais encontram-se globalmente em declínio devido intensos impactos como mudanças climáticas, sobreexploração, poluição e doenças (Bellwood et al., 2004; Hughes et al., 2003, 2007; Jackson, 2008; Jackson et al., 2001). Além disso, a existência de recifes ao longo da costa de muitos países em desenvolvimento e a importância de seus produtos para a sobrevivência de comunidades costeiras pode resultar na sobreexploração da biodiversidade recifal, potencializada com o crescimento de populações humanas (Hawkins et al., 2000; Helfman, 2007).

Os ambientes recifais ocorrem ao longo de pelo menos um terço da costa brasileira, sendo os recifes biogênicos concentrados no Norte e Nordeste (0°52'N e 19°S) e os recifes rochosos (20°S e 28°S) no Sul e Sudeste (Floeter *et al.* 2001). Ainda, metade da população brasileira (cerca de 90 milhões de pessoas) encontra-se concentrada na região costeira do país, aumentando os impactos aos recifes através da demanda por peixes como fonte de proteína e da poluição associada a desenvolvimento urbano (Leão & Dominguez, 2000). No Brasil, a diversidade de organismos associada a ambientes recifais encontra-se ameaçada por poluição, derivados da industrialização e agricultura (Leão & Dominguez, 2000), doenças de corais (Francini-Filho et al., 2008), sobre-pesca e *by-catch* (Floeter *et al.*, 2006; Francini-Filho & Moura, 2008), além do comércio ornamental de espécies (Gasparini et al., 2005).

Os diferentes impactos ao ecossistema recifal, como sobre-pesca, mudanças climáticas e branqueamento de corais, interação com atributos intrínsecos das espécies tornando-as ainda mais vulneráveis a mudanças ambientais e impactos antropogênicos (Dulvy et al., 2003; Helfman, 2007; Jennings et al., 1999; Olden et al., 2007; Reynolds et al., 2001; Roberts and Hawkins, 1999; Winemiller, 2005), podendo resultar na ameaça e, inclusive, a irreversível extinção de local de táxons. Entre peixes recifais, Roberts & Hawkins (1999) identificaram características intrínsecas que podem aumentar o risco de extinção de espécies como a alta posição trófica, fragmentação populacional, distribuição restrita, agregação reprodutiva, reversão sexual, crescimento lento, tamanho grande quando sexualmente maduros, entre outros.

Espécies sob risco de extinção são identificadas através de inventários – Listas Vermelhas (*Red Lists*) – nos quais distintos níveis de ameaça são baseados em padrões e critérios quantitativos (Lamoreux

et al., 2003). Estes inventários são instrumentos para elaboração, aperfeiçoamento e execução de políticas públicas voltadas à conservação e recuperação das mesmas, tanto em escala nacional (MMA, 2008) quanto em escala global (Lamoreux *et al.*, 2003). A União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN¹) disponibiliza a Lista Vermelha (IUCN *Red List*), um inventário detalhado sobre o estado de conservação de espécies ao redor do mundo. No Brasil, listas que indicam peixes recifais sob risco de extinção incluem o Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção (Machado *et al.*, 2008) e a Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção (MMA, 2004; 2005), além de inventários estaduais.

Todavia, a avaliação do *status* de conservação de muitas espécies é impossibilitada pela insuficiência de dados, fazendo com que diretrizes alternativas sejam necessárias para avaliá-las (Johannes, 1998). Apesar da importância de critérios quantitativos rigorosos para categorizar táxons como ameaçados de extinção, atributos de história de vida de espécies – como tamanho máximo, fecundidade, taxa de crescimento – podem ser incorporados na determinação de níveis de ameaça (Musick *et al.*, 1999; Reynolds *et al.*, 2001). Porém, a existência de padrões que relacionam atributos intrínsecos das espécies recifais ameaçadas, presentes nas listas vermelhas, ainda não é bem compreendida.

Outra discussão que envolve a conservação de espécies de peixes recifais está relacionada à importância de se associar conhecimentos locais aos conhecimentos acadêmicos. O Conhecimento Ecológico Local (CEL) de comunidades que interagem com recursos pode ser profundo, preciso e válido, devendo ser incorporado em avaliações do *status* de conservação de espécies (Helfman, 2007).

O CEL daqueles que retiram seu sustento da natureza é reconhecido como rica fonte de percepção de padrões e processos ecológicos, fenômenos biológicos e proteção de espécies e ecossistemas (Brook & McLachlan, 2008; Shackeroff & Campbell, 2007). Os saberes de pescadores artesanais, por exemplo, referentes ao comportamento, captura, reprodução e abundância de espécies alvo (Diegues, 2003; Johannes *et al.*, 2000), constituem base para manejo de recursos pesqueiros locais (Cordell, 2000). Este conhecimento (CEL) acumula-se e é transmitido ao longo do tempo, constituindo um corpo de saberes históricos importantes para a biologia da conservação.

Porém, a percepção de gerações contemporâneas referente ao *status* de conservação de recursos naturais pode ser enviesada e distinta

daquela de gerações passadas, conseqüente de alterações ambientais sutis, muitas vezes imperceptíveis. Dessa forma, à medida que uma geração substitui a outra, a perspectiva individual é modificada (Sáenz-Arroyo et al., 2005a), em uma tendência denominada *Shifting baseline syndrome* (síndrome de deslocamento de referencial) (Pauly, 1995). Além de influenciar cientistas da pesca em avaliações de estoques pesqueiros – tamanho, biomassa e abundância de organismos no passado – este fenômeno também pode se aplicar ao conhecimento de populações tradicionais.

Impactos antropogênicos recorrentes sobre os ecossistemas recifais, aliados a mudanças climáticas e doenças, culminaram em uma crise global nestes ambientes, onde o número de espécies sob risco de extinção cresce em um ritmo alarmante. Para muitas das espécies – inclusive de peixes recifais – cujas populações encontram-se impactadas, dados existentes são insuficientes para avaliar o *status* de conservação das mesmas. Dessa forma, é necessário identificar os riscos potenciais a estas espécies bem como seus atributos bioecológicos, tanto da ictiofauna recifal sob risco de extinção quanto de espécies não mencionadas nas listas vermelhas, de maneira a guiar esforços conservacionistas futuros. Além disso, o conhecimento tradicional de pescadores artesanais referente às espécies com as quais interagem deve ser acessado, permitindo identificar variações na percepção do *status* de conservação de peixes recifais por usuários e *insights* de abundância e composição de espécies no passado.

Esta dissertação teve como objetivo geral identificar as principais ameaças, padrões de atributos bioecológicos e a percepção de comunidades de pescadores artesanais referente a peixes recifais brasileiros ameaçados de extinção. O primeiro capítulo² apresenta o histórico de de peixes recifais de ocorrência no Brasil em listas de espécies ameaçadas de extinção, e, além disso, analisa eventuais diferenças na categorização da ictiofauna recifal nas Listas Vermelhas existentes, discutindo suas implicações. O segundo capítulo ² traz um estudo sobre as ameaças potenciais e atributos bioecológicos de espécies de peixes recifais brasileiros, comparando padrões entre espécies ameaçadas e não ameaçadas. O terceiro capítulo² apresenta um estudo de caso sobre o CEL dos pescadores artesanais de comunidades do entorno de uma Unidade de Con-

² Estes capítulos foram redigidos atendendo às normas específicas de diferentes revistas para as quais serão submetidos, atendendo a norma para dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFSC.

servação Marinha, referente ao *status* de conservação de espécies de peixes recifais ameaçadas, com o intuito de identificar mudanças temporais nas referências ambientais de pescadores artesanais.

CAPÍTULO 1:
PEIXES RECIFAIS DE OCORRÊNCIA NO BRASIL E LISTAS
DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

PEIXES RECIFAIS DE OCORRÊNCIA NO BRASIL E LISTAS DE ESPÉCIES AMEAÇADAS DE EXTINÇÃO

Bender, M.G., Floeter, S.R. & Hanazaki, N.

Resumo. Listas de espécies ameaçadas, nas quais são indicados táxons cujas populações encontram-se sob risco de extinção, são instrumentos utilizados globalmente para a conservação destas espécies. Espécies de peixes recifais são encontradas na lista global da IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza), na lista nacional do MMA (Ministério do Meio Ambiente) e em inventários estaduais. Compilamos seis listas vermelhas nas quais peixes recifais brasileiros são citados e analisamos as diferenças entre as mesmas, referentes tanto à categorização quanto aos critérios utilizados para compor as listas. Trinta e seis espécies de peixes recifais brasileiros são listadas como ameaçadas de extinção. Vinte e cinco espécies são citadas pela Lista Vermelha da IUCN, dez foram listadas pelo inventário nacional e as listas estaduais categorizam 11 espécies como sob risco de extinção. Seis espécies endêmicas são ameaçadas de extinção: três delas são listadas pela IUCN, cinco pela lista nacional e duas espécies pelo inventário do Espírito Santo. As listas do Espírito Santo, Paraná e Rio de Janeiro foram construídas com base nos critérios e categorias de ameaça da IUCN, já a lista vermelha do estado do Rio Grande do Sul apresenta categorias da IUCN sem adotar os critérios da mesma. No inventário paulista, peixes marinhos são categorizados de acordo com o nível de exploração de espécies, diferentemente dos demais grupos da fauna, categorizados de acordo com a IUCN. Critérios quantitativos e categorias comparáveis devem ser comuns para listas vermelhas regionais, permitindo que ações conservacionistas sejam mais efetivas e assim garantindo a credibilidade de inventários, imprescindível para atrair recursos para a recuperação de espécies ameaçadas.

Palavras-chave: **Ictiofauna; Impactos; Listas Vermelhas; Recifes.**

Abstract. Brazilian reef fishes and Red Lists. Red lists – documents listing species which populations are facing extinction risk – are important tools applied worldwide to species conservation. We searched global, national and local threatened species lists for Brazilian reef fish species and analyzed the differences between those, regarding categories and criteria applied. Reef fish species are mentioned by the global IUCN (The World Conservation Union) Red List, by the national MMA (Ministério do Meio Ambiente) inventory and Brazilian states' red lists.

Thirty-six Brazilian reef fish species are listed as threatened with extinction. Twenty-five species are mentioned in the global red list, ten are referred to in the national inventory and 11 are cited by local threatened species lists. Six endemic species are threatened; of those, three are cited by the IUCN, five are listed in the national red list and two are threatened in Espírito Santo state. Espírito Santo, Paraná and Rio de Janeiro lists were conducted based on IUCN categories and criteria. However, Rio Grande do Sul state red list presents IUCN categories, regardless adopting its criteria. In São Paulo state red list, marine fishes' are categorized regarding the exploitation status of species, though other animal groups were categorized according to the IUCN. Categories and quantitative criteria must be evenly applied in regional red lists, so that conservation actions are more effective and lists are trustworthy, which is imperative to attract financial support to threatened species recovery.

Key-words: Conservation; Red Lists; Reef fish; Threatened species;

2.1.1 Introdução

A elevada biodiversidade associada aos ecossistemas recifais encontra-se globalmente sob altos níveis de estresse, causados principalmente por impactos antropogênicos como poluição, sobrepesca e mudanças climáticas (Jackson et al., 2001; Bellwood et al., 2004; Hughes, 2003; 2007; Jackson, 2008). No Brasil, as ameaças aos ambientes recifais incluem sobrepesca (Floeter et al., 2006; Francini-Filho & Moura, 2008); *by-catch*; poluição e assoreamento (Leão & Dominguez, 2000); e o comércio ornamental (Gasparini et al., 2005).

Intensos impactos sobre ecossistemas recifais associados a características intrínsecas de espécies de peixes aceleram processos que podem levar populações ao colapso e possível extinção (Roberts & Hawkins, 1999; Jennings et al., 1999). Espécies sob risco de extinção são identificadas através de inventários – também conhecidos como Listas Vermelhas – nos quais distintos níveis de ameaça são baseados em padrões e critérios quantitativos (Lamoreux et al., 2003). Estes inventários são instrumentos para elaboração, aperfeiçoamento e execução de políticas públicas voltadas à conservação e recuperação dessas espécies (MMA, 2008). Listas que contém espécies de peixes recifais ameaçadas de extinção incluem a Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2009) a Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção (MMA, 2004; 2005) e listas estaduais.

A primeira lista de espécies ameaçadas foi organizada pela IUCN e publicada em 1963. Entretanto, foi em 1994 que categorias e critérios mais rigorosos para determinar riscos de extinção foram introduzidos nas avaliações das espécies, tornando-se um padrão global (Mace & Stuart, 1994; IUCN, 1994). No Brasil, a primeira avaliação do estado de conservação de espécies, que gerou uma lista de espécies ameaçadas, foi implementada em 1973 através de uma portaria federal (Portaria nº 3.481-DN/73). A segunda lista entrou em vigor em 1989 (Portaria IBAMA nº 1522, 19 de dezembro de 1989). A revisão desta lista, de acordo com critérios da IUCN, e a inclusão de novas espécies aconteceu 14 anos depois, em 2003. Todavia, espécies de peixes marinhos e dulceaquícolas, juntamente com invertebrados aquáticos, foram avaliadas e listadas somente em 2004 em nível nacional (MMA, 2004; 2005).

O primeiro estado brasileiro a publicar uma lista local de espécies sob risco de extinção foi o Paraná, em 1995 (Lei nº 11.067/95). Em 2004, o Paraná também foi pioneiro ao revisar seu inventário de espécies ameaçadas, ampliando a avaliação para abelhas, anfíbios e peixes (Mikich & Bérnils, 2004). Os estados do Rio de Janeiro (Portaria SEMA nº 1, 4 de junho de 1998) e São Paulo (São Paulo, 1998) publicaram listas em 1998, ambas apresentando espécies de peixes marinhos que utilizam recifes. O estado do Rio Grande do Sul publicou em 2002 a Lista de espécies da fauna ameaçadas de extinção (Marques et al., 2002), onde espécies de peixes também foram listadas. O inventário da fauna ameaçada do Espírito Santo, que compreende peixes marinhos, é de 2005 (Espírito Santo, 2005).

Atualmente, uma série de listas é disponibilizada e permite governos e autoridades guiarem esforços conservacionistas tanto em escala nacional quanto em escala local. Todavia, a aplicação de diferentes critérios para a avaliação de espécies pode resultar em interpretações distintas sobre o *status* de conservação de organismos, como peixes recifais, dificultando a comparação entre inventários. Pesquisadores que avaliaram espécies para a lista vermelha do estado do Paraná, por exemplo, utilizaram os critérios e categorias da IUCN (IUCN, 2001) com adaptações para escala regional, propostas por Gärdenfors et al. (2001). Os inventários atuais do Espírito Santo e Rio de Janeiro também foram construídos com base nos critérios e categorias da versão 3.1 da IUCN. A lista atual de São Paulo (2008), apesar de baseada em critérios das IUCN, apresentou além das categorias de ameaça (VU – espécie vulnerável; EN – espécie em perigo; e CR – espécie criticamente ameaçada), as categorias de espécies “colapsadas”, “sobreexplotadas” e

“ameaçadas de sobreexploração”. Já a Lista Vermelha do Rio Grande do Sul apresenta categorias da IUCN e critérios distintos empregados na avaliação de espécies.

Estes inventários podem apresentar uma mesma espécie de peixe recifal listada sob *status* de conservação diferentes, uma vez que espécies podem estar ameaçadas local, nacional e globalmente. Dessa forma, categorias de ameaça podem ser adotadas de acordo com o risco de extinção para determinada espécie em cada local avaliado. Entretanto, a existência de diversas listas elaboradas sob distintos grupos de critérios e categorias de ameaça pode representar um problema para a compreensão e implementação destas ferramentas.

Assim, nossos objetivos foram (i) identificar e quantificar espécies de peixes recifais brasileiros ameaçadas e quase ameaçadas, a partir da compilação de diferentes listas vermelhas; (ii) identificar diferenças quanto à categorização de espécies e critérios utilizados nos inventários; e (iii) discutir as implicações de diferenças entre as diversas Listas Vermelhas para a conservação de peixes recifais brasileiros ameaçados de extinção.

2.1.2 Material e Métodos

Recifes são definidos como qualquer substrato consolidado, de origem orgânica ou inorgânica, cujo topo esteja distante – na maré mais baixa para a região – no máximo 30 metros da superfície. Os peixes recifais são espécies que utilizam o recife, ou suas proximidades imediatas, para atividades como refúgio, alimentação, reprodução, limpeza e, inclusive, passagem (Carvalho-Filho & Floeter, dados não publicados). Com base nestas definições, uma base de dados de espécies de peixes recifais da Província Brasileira foi compilada gerando uma lista de 559 espécies, sendo 509 Teleostei e 50 Elasmobranchii.

A partir desta lista da ictiofauna recifal brasileira, reunimos informações referentes ao *status* de conservação das espécies em listas locais (estaduais), nacional (Lista do MMA) e em escala global (IUCN, 2009). Para lista nacional e estaduais, compilamos somente aquelas que utilizam categorias da IUCN para a classificação de espécies.

Para espécies ameaçadas globalmente, consideramos a Lista Vermelha da IUCN. Em escala nacional, utilizamos a lista do MMA (2004, 2005) e incluímos em nossa compilação informações consenso de avaliações de pesquisadores na Oficina de Trabalho para Avaliação do *Status* de Conservação dos Epinephelinae e Lutjanidae do Brasil,

realizada em Tamandaré, Pernambuco (2008). Entretanto, as avaliações resultantes desta oficina não foram oficializadas.

As listas estaduais acessadas foram do Espírito Santo (Passamani & Mendes, 2007), Paraná (Mikich & Bérnils, 2004), Rio de Janeiro (Bergallo et al., 2000) e Rio Grande do Sul (Marques et al., 2002). Os decretos que oficializam as listas estaduais são listados no anexo 1.

Uma espécie ameaçada de extinção é definida como aquela que apresenta alto risco de desaparecimento na natureza em um futuro próximo, já uma espécie sobreexplorada é aquela cuja condição de captura é tão elevada que reduz sua biomassa, potencial de desova e as capturas no futuro, a níveis inferiores aos de segurança (MMA, 2004). A diferença entre estas categorias, apresentada pelo Ministério do Meio Ambiente, é importante para que o *status* de conservação de espécies na natureza seja distinguível do nível de exploração. Apesar do nível de exploração tratar de capturas das espécies, a lista de espécies de peixes sobreexploradas ou ameaçadas de sobreexploração foi divulgada juntamente com a lista de espécies ameaçadas (MMA 2004; 2005) e, dessa forma, incluímos essa informação em nossa compilação.

As categorias propostas para as espécies de peixes recifais foram comparadas qualitativamente. Os peixes recifais avaliados como ameaçados de extinção foram categorizados a partir do maior nível de ameaça publicado para aquela espécie. Não incluímos o inventário do estado de São Paulo em nossa compilação, uma vez que as categorias nos quais peixes marinhos foram enquadrados não correspondem àquelas propostas pela IUCN.

Algumas espécies da família Serranidae, são aqui listadas como Epinephelidae sob distintos gêneros (*sensu* Craig & Hastings, 2007).

2.1.3 Resultados

Trinta e seis (36) espécies de peixes recifais brasileiros (6.4%; n=559) são citadas como ameaçadas de extinção (e.g. CR, EN e VU; TABELA 3) e 20 (3.5%) espécies são categorizadas como quase ameaçadas (NT). É importante ressaltar que 13 espécies são categorizadas tanto como ameaçadas de extinção quanto listadas como quase ameaçadas (NT) ou sobreexploradas, totalizando 58 peixes recifais (TABELA 2). Estas espécies correspondem a 28 famílias de peixes recifais brasileiros. De acordo com a Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2008), 25 espécies de peixes recifais com ocorrência no Brasil encontram-se global-

mente ameaçadas e 21 espécies são categorizadas como quase-ameaçadas. A lista do MMA (2004; 2005) aponta dez espécies de peixes sob risco de extinção, e outra parte deste inventário (Anexo II da Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004) cita 19 espécies de peixes recifais como sobreexploradas/ameaçadas de sobreexploração. Localmente, nove espécies são listadas como ameaçadas de extinção no Espírito Santo; três são consideradas ameaçadas na lista do Rio de Janeiro; duas espécies de peixes recifais estão sob risco de extinção no inventário do Rio Grande do Sul e a Lista Vermelha do Paraná apresenta três espécies em categorias de ameaça (TABELA 1). Ao todo, onze espécies são apontadas como ameaçadas por Listas Vermelhas estaduais.

Tabela 1. Número de espécies de peixes recifais de ocorrência no Brasil ameaçadas e quase-ameaçadas por categoria nas listas global da IUCN, nacional do MMA e nas listas dos estados do Espírito Santo (ES), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ) e Rio Grande do Sul (RS).

Categoria	Número de espécies					
	IUCN ¹	MMA ²	ES ³	PR ⁴	RJ ⁵	RS ⁶
CR	4	-	-	-	-	-
END	6	1	1	-	-	-
VU	15	9	8	3	3	2
NT	21	-	-	-	-	-
Total	46	10	9	3	3	2

Legenda: CR – criticamente ameaçado; EN – em perigo; VU – vulnerável e NT – quase-ameaçado. Fontes: 1: IUCN (2009); 2: MMA (2004; 2005); 3: Passamani & Mendes (2007); 4: Mikich & Bérnils (2004); 5: Bergallo et al. (2000); 6: Marques et al. (2002).

A classificação de espécies de peixes recifais como ameaçadas e não-ameaçadas varia entre as listas compiladas (TABELA 2). Entre 25 espécies de peixes recifais brasileiros consideradas globalmente ameaçadas (IUCN, 2009) apenas cinco encontram-se sob risco de extinção em nível nacional; outras sete foram avaliadas como sobreexploradas/ameaçadas de sobreexploração (MMA, 2004; 2005). Recentemente, quatro espécies de peixes avaliadas por especialistas em um *workshop* da IUCN no Brasil foram consideradas ameaçadas em escala nacional,

sendo a garoupa-São-Tomé *Epinephelus morio*, e o badejo-quadrado, *Mycteroperca bonaci*, e o pargo-verdadeiro, *Lutjanus purpureus*, vulneráveis (VU); e o papagaio-azul, *Scarus trispinosus*, avaliado como Em perigo de extinção (EN) (TABELA 2). Estas quatro espécies não são citadas por lista alguma no Brasil, tanto a nacional quanto listas estaduais. Além disso, 16 espécies são consideradas ameaçadas em escala global (IUCN, 2009) e não são categorizadas como em risco de extinção por listas nacionais ou estaduais. Entretanto, dois peixes, o budião-oceânico, *Bodianus insularis*, e o cação-limão, *Negaprion brevirostris*, são citados exclusivamente pela lista nacional; e o cação-cambeva-pata, *Sphyrna tiburo*, é categorizado como ameaçado somente pelo inventário do Espírito Santo. A raia-viola, *Rhinobatos horkelii*, é única espécie de peixe recifal identificada em todas as listas compiladas: IUCN, MMA, e estados onde ocorre e que possuem inventários.

Além de disparidades quanto à classificação como ameaçada ou não, a categorização dentro de níveis de ameaça para uma mesma espécie varia entre as listas compiladas (TABELA 2). Ao adotarmos o maior nível de ameaça publicado para cada espécie, quatro espécies de peixes são categorizadas como Criticamente ameaçada (CR), sete são espécies Em perigo de extinção (EN) e 25 são Vulneráveis (VU) (TABELA 3). Se considerarmos apenas as espécies cuja categorização é consenso em diferentes listas, dez são Vulneráveis (VU; n=10; 90.9%) e uma está Criticamente ameaçada (*Hyporthodus (Epinephelus) nigritus*; CR; n=1; 9.09%). Contrastando cinco espécies presentes nas listas global e nacional, quatro (80%) encontram-se na mesma categoria de ameaça: *Anthias salmopunctatus*, *Prognathodes obliquus*, *Rhincodon typus* e *Stegastes sanctipauli*. Entre as Listas Vermelhas estaduais, três espécies encontram-se sob o mesmo nível de ameaça (VU): os cavalos marinhos *Hippocampus erectus* e *H. reidi*, nas listas do RJ e ES; e a raia-viola *R. horkelii*, listada para o RJ e RS.

Tabela 2. Espécies de peixes recifais de ocorrência no Brasil categorizados como ameaçados, quase ameaçados e sobreexplorados nas listas compiladas: a lista global (IUCN), a nacional (MMA), a avaliação regional (Tamandaré), e as dos estados do Espírito Santo (ES), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ) E Rio Grande do Sul (RS).

Espécie	Nome popular*	IUCN ¹	MMA ²	Tamandaré ³	ES ⁴	PR ⁵	RJ ⁶	RS ⁷
<i>Aetobatus narinari</i>	Raia-chita	NT						
<i>Anisotremus moricandi</i>	Avô-do-pirambu	EN						
<i>Anthias salmopunctatus</i>	Canário-do-mar	VU	VU					
<i>Balistes vetula</i>	Cangulo-rei	VU						
<i>Bodianus insularis</i>	Budião-oceânico		VU					
<i>Carcharhinus brevipinna</i>	Galha-preta	NT						
<i>Carcharhinus galapagensis</i>	Cação-do-alto	NT						
<i>Carcharhinus leucas</i>	Cabeça-chata	NT						
<i>Carcharhinus limbatus</i>	Serra-garoupa	NT						
<i>Carcharhinus longimanus</i>	Galha-branca	VU	SE		VU			
<i>Carcharhinus obscurus</i>	-	NT						
<i>Carcharhinus perezi</i>	Olho-branco	NT						
<i>Carcharhinus plumbeus</i>	-	NT						
<i>Carcharias taurus</i>	Mangona	VU	SE					VU
<i>Dermatolepis inermis</i>	Piranema-pintada	NT						

Espécie	Nome popular*	IUCN ¹	MMA ²	Tamandaré ³	ES ⁴	PR ⁵	RJ ⁶	RS ⁷
<i>Elacatinus figaro</i>	Amoré-neon		VU		VU			
<i>Epinephelus itajara</i>	Mero-verdadeiro	CR	SE	CR	EN	VU		
<i>Epinephelus morio</i>	Garoupa-São-Tomé	NT	SE	VU				
<i>Galeocerdo cuvier</i>	Tubarão-tigre	NT						
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Cação-lixia		VU		VU			
<i>Gramma brasiliensis</i>	Camarotele		VU		VU			
<i>Gymnura altavela</i>	Raia-borboleta-de-espinho	VU						
<i>Hippocampus erectus</i>	Cavalo-marinho-pintado	VU	SE		VU	VU		VU
<i>Hippocampus reidi</i>	Cavalo-marinho-de-focinho curto		SE		VU	VU		VU
<i>Hyporhodus (Epinephelus) flavolimbatus</i>	Cherne-galha-amarela	VU		VU				
<i>Hyporhodus (Epinephelus) nigrilus</i>	Cherne-queimado	CR		CR				
<i>Hyporhodus (Epinephelus) niveatus</i>	Cherne-claro	VU	SE	VU				
<i>Lutjanus analis</i>	Cioba	VU	SE	NT				
<i>Lutjanus cyanopterus</i>	Caranha-do-fundo	VU		VU				
<i>Lutjanus purpureus</i>	Pargo-verdadeiro		SE	EN				
<i>Manta birostris</i>	Jamanta-gigante	NT						
<i>Mobula japonica</i>	Jamanta-de-cauda-espinhosa	NT						
<i>Mobula thurstoni</i>	Jamanta-de-cauda-lisa	NT						

Espécie	Nome popular*	IUCN ¹	MMA ²	Tamandaré ³	ES ⁴	PR ⁵	RJ ⁶	RS ⁷
<i>Mugil Liza</i>	-		SE					
<i>Myxoperca bonaci</i>	Badejo-quadrado	NT	SE	VU				
<i>Myxoperca interstitialis</i>	Badejo-amarelo	VU		VU				
<i>Myxoperca (Epinephelus) marginata</i>	Garoupa-verdadeira	EN	SE	VU				
<i>Myxoperca venenosa</i>	Badejo-ferro	NT						
<i>Narcine bancrofti</i>	Treme-treme-do-norte	CR						
<i>Negaprion brevirostris</i>	Tubarão-limão	NT	VU					
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Guaiúba		SE					
<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo-rosa	EN	SE					
<i>Prognathodes obliquus</i>	Borboleta-dos-penedos	VU	VU					
<i>Pseudoperca numida</i>	Namorado-verdadeiro		SE					
<i>Rhincodon typus</i>	Tubarão-baleia	VU	VU	VU	VU	VU		
<i>Rhinobatos horkelii</i>	Raia-viola-brasileira	CR	EN				VU	VU
<i>Rhinoptera bonasus</i>	Ticonha	NT						
<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	Raia-boi	EN						
<i>Rhomboplites aurorbens</i>	Realito		SE					
<i>Scarus trispinosus</i>	Papagaio-azul							VU
<i>Sphyrna lewini</i>	Cambeva-preta	NT	SE					

Espécie	Nome popular*	IUCN ¹	MMA ²	Tamandaré ³	ES ⁴	PR ⁵	RJ ⁶	RS ⁷
<i>Sphyrna mokarran</i>	Martelo-gigante	EN						
<i>Sphyrna tiburo</i>	Cambeva-pata		SE		VU			
<i>Sphyrna zygaena</i>	-	NT	SE					
<i>Squatina punctata</i>	Anjo-dá-pedra	EN						
<i>Stegastes sanctipauli</i>	Donzela-de-São-Pedro	VU	VU					
<i>Urotrygon venezualae</i>	-	NT						
<i>Zapteryx brevirostris</i>	Viola-de-cara-curta	VU						

Legenda: CR – criticamente ameaçado; EN – em perigo; VU – vulnerável; NT – quase ameaçada e SE – sobreexplotada. 1: IUCN (2009); 2: MMA (2004; 2005); 3: Consenso entre pesquisadores presentes na Oficina de Trabalho para Avaliação do Status de Conservação dos Epinephelinae e Lutjanidae do Brasil, Tamandaré, PE, 2008;4: Passamani & Mendes (2007); 5: Mikich & Bérnils (2004); 6: Bergallo et al. (2000); 7: Marques et al. (2002). * Freire & Carvalho-Filho, 2009.

Tabela 3. Lista de espécies de peixes recifais com ocorrência no Brasil ameaçadas de extinção de acordo com inventários global, nacional e estaduais, contendo o maior nível de ameaça para a espécie.

Família	Espécie	Status*	Listas¹
Balistidae	<i>Balistes vetula</i>	VU	IUCN
Chaetodontidae	<i>Prognathodes obliquus</i>	VU	MMA, IUCN
Epinephelidae	<i>Epinephelus itajara</i>	CR	ES, PR, IUCN
Epinephelidae	<i>Epinephelus morio</i>	VU	IUCN (Tamandaré)
Epinephelidae	<i>Hyporthodus flavolimbatus</i>	VU	IUCN
Epinephelidae	<i>Hyporthodus nigritus</i>	CR	IUCN
Epinephelidae	<i>Hyporthodus niveatus</i>	VU	IUCN
Epinephelidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	VU	IUCN (Tamandaré)
Epinephelidae	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	VU	IUCN
Epinephelidae	<i>Mycteroperca marginata</i>	EN	IUCN
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i>	VU	ES, MMA
Grammatidae	<i>Gramma brasiliensis</i>	VU	ES, MMA
Haemulidae	<i>Anisotremus moricandi</i>	EN	IUCN
Labridae	<i>Bodianus insularis</i>	VU	MMA
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	VU	IUCN
Lutjanidae	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	VU	IUCN
Lutjanidae	<i>Lutjanus purpureus</i>	EN	IUCN (Tamandaré)
Pomacentridae	<i>Stegastes sanctipauli</i>	VU	MMA, IUCN
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	VU	IUCN (Tamandaré)
Serranidae	<i>Anthias salmopunctatus</i>	VU	MMA, IUCN
Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	EN	IUCN
Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	VU	ES, RJ, IUCN
Syngnathidae	<i>Hippocampus reidi</i>	VU	ES, RJ, PR
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus longimanus</i>	VU	ES, IUCN
Carcharhinidae	<i>Negaprion brevirostris</i>	VU	MMA
Ginglymostomati-	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	VU	ES, MMA
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i>	VU	IUCN
Narcinidae	<i>Narcine bancrofti</i>	CR	IUCN
Odontaspidae	<i>Carcharias taurus</i>	VU	RS, IUCN
Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i>	VU	ES, MMA, IUCN
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkelii</i>	CR	PR, RJ, RS, MMA,
Rhinobatidae	<i>Zapteryx brevirostris</i>	VU	IUCN
Rhinopteraidae	<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	EN	IUCN
Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>	EN	IUCN
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>	VU	ES
Squatinaidae	<i>Squatina punctata</i>	EN	IUCN

Legenda: CR – criticamente ameaçado; EN – em perigo; VU – vulnerável.

*status=status adotado para este artigo é aquele descrito em Material e méto-

dos; 1= listas vermelhas em que espécies foram categorizadas como ameaçadas, inventários em **negrito** são aqueles cujo nível de ameaça para a espécie foi adotado.

Entre 68 espécies de peixes recifais endêmicos do Brasil (Carvalho-Filho, dados não publicados), seis foram listadas como ameaçadas de extinção por pelo menos uma Lista Vermelha (TABELA 4). Três espécies foram categorizadas como ameaçadas pela IUCN e MMA; duas espécies estão tanto na lista nacional quanto no inventário do Espírito Santo; e uma foi avaliada em recente *workshop* da IUCN. Estas seis espécies de peixes recifais endêmicos são categorizadas como Vulneráveis (VU): o canário-do-mar, *Anthias salmopunctatus*, a borboleta-dos-Penedos, *Prognathodes obliquus*, a donzela-de-São-Pedro, *Stegastes sanctipaul* – endêmicos dos Penedos de São Pedro e São Paulo – além do Neon, *Elacatinus figaro* e o camarotele, *Gramma brasiliensis*. O papagaio-azul, *S. trispinosus*, foi recentemente avaliado por especialistas brasileiros como Vulnerável (VU) (nomes comuns retirados de Freire & Carvalho-Filho, 2009).

Tabela 4. Espécies de peixes recifais endêmicos do Brasil e avaliados como ameaçados de extinção por inventários compilados: a lista global (IUCN), a nacional (MMA), e as dos estados do Espírito Santo (ES), Paraná (PR), Rio de Janeiro (RJ) E Rio Grande do Sul (RS).

Espécie	Status					
	IUCN ¹	MMA ²	ES ³	PR ⁴	RJ ⁵	RS ⁶
<i>Anthias salmopunctatus</i>	VU (1996)	VU	-	-	-	-
<i>Elacatinus figaro</i>	-	VU	VU	-	-	DD
<i>Gramma brasiliensis</i>	-	VU	VU	-	-	-
<i>Prognathodes obliquus</i>	VU (1994)	VU	-	-	-	-
<i>Scarus trispinosus</i>	-	-	-	-	-	-
<i>Stegastes sanctipauli</i>	VU (1996)	VU	-	-	-	-

Legenda: VU – vulnerável e DD – deficiente em dados. Fontes: 1: IUCN (2009); 2: MMA (2004; 2005); 3: Passamani & Mendes (2007); 4: Mikich & Bérnils (2004); 5: Bergallo et al. (2000); 6: Marques et al. (2002).

Entre as 36 espécies consideradas quase-ameaçadas (NT) ou com estoques sobreexplotados ou ameaçados de sobreexploração, 17 são

listadas pela IUCN como quase-ameaçados (NT); 15 constam na lista do MMA (2004; 2005) como espécies sobreexplotadas/ ameaçadas de sobreexplotação e quatro espécies foram citadas tanto na lista global quanto na lista nacional. As listas locais não apontaram peixes recifais como quase-ameaçados. Todavia, o inventário do estado de São Paulo (São Paulo, 2008) lista 55 espécies como sobreexplotadas (SE) ou ameaçadas de sobreexplotação (AS). Além disso, 14 espécies são listadas como colapsadas (CO) no estado de São Paulo. Este mesmo inventário não categoriza peixe marinho algum como ameaçado de extinção (categorias VU, EN e CR). Quatro espécies de peixes recifais são consideradas regionalmente extintas (RE) no estado de São Paulo: o tubarão-limão, *N. brevirostris*, o cação-lixia, *Ginglymostoma cirratum*, o badejo-tigre, *Mycteroperca tigris* e o badejo-ferro, *M. venenosa*.

2.1.4 Discussão

Vinte e três peixes ósseos recifais estão sob risco de extinção (4.6%; n=509). Entretanto, as 13 espécies de tubarões e raias ameaçadas representam 26% (n=50) da fauna de Elasmobrânquios recifais que ocorrem no Brasil. Este valor é superior ao de espécies de aves ameaçadas e quase-ameaçadas (NT) no Brasil (>25% segundo Garcia & Marini, 2006), que configura um dos grupos mais numerosos nas listas vermelhas. Se considerarmos tanto espécies ameaçadas, quanto aquelas citadas como quase-ameaçadas ou ameaçadas de sobreexplotação, a porcentagem de peixes recifais brasileiros listados é superior a 12% (12.8%; n=559). Além disso, entre as espécies quase-ameaçadas (NT) e dependentes de medidas de conservação, 17 são espécies de tubarões e raias. Estas somadas às espécies de Elasmobrânquios brasileiros ameaçados de extinção correspondem a 60% (n=50) deste grupo que utiliza os recifes como hábitat.

Entre os Teleostei, a família com maior número de espécies ameaçadas é Epinephelidae (22.2%; n=36). Ainda, todas as espécies desta família já foram avaliadas e seus *status* de conservação é constantemente reavaliado devido a conhecida vulnerabilidade deste grupo. Entretanto, apenas uma espécie de Epinephelidae, *Epinephelus itajara* – o mero-verdadeiro – é reconhecida como ameaçada por listas em vigor no país. O mero é protegido por uma portaria que proíbe a captura, posse e comercialização da espécie em todo o território brasileiro (MMA 2002; 2007). Além disso, listas estaduais como a do Paraná e a do Espírito Santo reconhecem a espécie como sob risco de extinção.

Além dos badejos e garoupas (Epinephelidae) que configuram alvo de pescarias ao longo da costa Brasileira, espécies da família Lutjanidae também são recursos importantes para populações humanas costeiras. Duas espécies de Lutjanídeos estão ameaçadas globalmente (*Lutjanus analis* e *L. cyanopterus*, TABELA 2) e atributos intrínsecos destas espécies como tamanho corpóreo grande, crescimento lento e agregações reprodutivas as tornam ainda mais vulneráveis ao impacto da pesca, dificultando a recuperação dos estoques (Coleman et al., 2000). Apesar do documentado declínio da pesca de algumas espécies de Lutjanidae na região nordeste do país (Rezende et al., 2003), nenhuma espécie é considerada ameaçada de extinção por inventários tanto nacional quanto estaduais. Apenas a lista de espécies sobreexploradas/ ameaçadas de sobreexploração (MMA, 2004) cita três espécies desta família.

Helfman (2007), analisando listas de diversos países de peixes marinhos e dulceaquícolas ameaçados, identificou um padrão de discrepâncias entre listas nacionais e produzidas por organizações internacionais (*Fish Conservation*, 2007, pp. 72). Estas diferenças entre listas de espécies ameaçadas são contraprodutivas, e podem enfraquecer esforços de proteção às espécies. A inclusão de uma espécie em uma lista e/ou sua ausência em outro inventário pode ser utilizada como argumento contra sua proteção. As diferenças entre listas podem ser resultantes de atrasos inevitáveis na elaboração e revisão das mesmas, dificultando a sincronização de dados; e também devido a perspectivas locais e globais distintas (Helfman, 2007).

Aproximadamente 4.3% (n=559) das espécies de peixes recifais brasileiros encontram-se globalmente ameaçadas; 1.78% das espécies foram categorizadas como ameaçadas pela avaliação nacional e o mesmo número (1.78%) de peixes recifais é listado por inventários estaduais. Segundo Gärdenfors (2001), o número maior de espécies é esperado em listas vermelhas estaduais, seguido por avaliações em escala nacional e, por fim, a nível global. Este padrão proposto por Gärdenfors (2001) foi encontrado em avaliações do *status* de conservação de aves brasileiras, compiladas por Garcia & Marini (2006). Entretanto, não observamos o mesmo para peixes recifais brasileiros listados em distintos inventários. Isto pode ser explicado pela maior dificuldade em avaliar o *status* de conservação de organismos aquáticos, principalmente marinhos; pela ampla distribuição geográfica da maioria das espécies; pelo menor fluxo de conhecimento relacionado a avaliações de populações de peixes por listas vermelhas; pela inclusão tardia – no Brasil, há cinco anos – deste grupo em avaliações para inventários de espécies ameaçadas; e por fim, o próprio interesse econômico na exploração de

estoques pesqueiros que pode influenciar na listagem de certas espécies em diversas escalas espaciais. Ciência de qualidade e o senso comum devem prevalecer sobre decisões arbitrárias e autoritárias, e a comunicação entre especialistas na elaboração e organização de listas deve ser intensa (Helfman, 2007).

Atualmente, 25% (n=68) das espécies de peixes recifais endêmicas do Brasil foram avaliadas e constam em listas como ameaçadas ou quase-ameaçadas (NT), em situação pouco preocupante (LC) e deficiente em dados (DD). Entre as espécies endêmicas brasileiras, 8.8% (n=68) encontram-se ameaçadas e apenas três são citadas no inventário global. É esperado que aquelas espécies endêmicas ameaçadas em nível nacional sejam incorporadas à lista global, visto que uma vez sob risco naquele local, a espécie encontra-se globalmente ameaçada. Uma comparação de listas global e nacional para táxons endêmicos de países da América do Sul (Bolívia, Argentina, Equador e Venezuela) mostrou que há uma tendência em avaliações locais incorporarem dados globais, e que o inverso é menos freqüente (Rodríguez et al., 2000). Além disso, entre 173 táxons compilados, apenas um quarto foram citados por ambas as listas e entre peixes avaliados nenhuma espécie foi citada pela lista nacional e global (Rodríguez et al., 2000). Avaliações locais são importantes para que dados utilizados localmente, não só para espécies endêmicas, sejam disponibilizados, aumentando a qualidade de listas nacionais e globais (Rodríguez et al., 2000). Listas estaduais também podem ser consideradas como sinais de alerta de problemas locais enfrentados pelas espécies, ajudando a evitar problemas de conservação em escalas espaciais mais amplas (Garcia & Marini, 2006).

Avaliações estaduais do *status* de conservação da fauna reconhecem poucas espécies de peixes marinhos como em perigo de extinção. Além disso, a existência de poucas listas estaduais – apenas seis entre 17 estados costeiros elaboraram inventários locais – e a não padronização de categorias e critérios utilizados na elaboração de listas vermelhas pode representar um entrave na aplicação desta ferramenta para a conservação da biodiversidade do Brasil. De maneira geral, categorias e critérios da IUCN (2001) são utilizados em ampla escala, com algumas adaptações para nível nacional e regional (IUCN, 2003). Entretanto, a lista da fauna ameaçada do Rio Grande do Sul (Marques et al., 2002), por exemplo, apresenta categorias de ameaça da IUCN apesar de ter sido elaborada com base em critérios distintos daqueles propostos pela IUCN. Já a lista do estado de São Paulo (São Paulo, 2008) traz um grande número de peixes marinhos categorizados como sobreexplotados (SE), ameaçados

de sobreexploração (AS) ou colapsados (CO) – peixes marinhos e recifais não são categorizados como ameaçados tais quais anfíbios, aves, mamíferos e répteis. A publicação de uma lista de espécies ameaçadas, avaliadas através de critérios da IUCN, juntamente com espécies cujos estoques encontram-se sobreexplorados – como nos inventários paulista e nacional – pode prejudicar a interpretação destas listas, uma vez que os critérios de avaliação que geraram as mesmas são diferentes.

Quando comparamos peixes recifais brasileiros em categorias de ameaça de distintas listas, encontramos que três espécies ameaçadas são categorizadas como Vulnerável (VU), tanto nacional quanto globalmente, e que somente uma espécie – *R. horkelii* – é categorizada como Criticamente ameaçada (CR) em nível global e Em perigo (EN) na lista nacional. Comparações de classificações feitas entre níveis globais e nacionais podem mostrar algumas incompatibilidades, pois são usados diferentes métodos que fornecem diferentes respostas para o grau de conservação da espécie. Desta forma, diferenças entre as categorias de ameaça podem ser oriundas de diferenças nos critérios usados na classificação ou na qualidade das informações acessadas para cada espécie (Gärdenfors, 2001).

É importante que os mesmos critérios e categorias sejam aplicados de maneira a permitir (i) comparações quanto ao *status* de conservação de espécies em diferentes locais e/ou escalas geográficas, a recuperação de populações de espécies ameaçadas, a efetividade de políticas públicas para o manejo e preservação de espécies em diversos estados; (ii) compilações e avaliações da situação em nível nacional de peixes recifais sob risco de extinção; (iii) compilações para listagem prévia de espécies candidatas à compor listas vermelhas a serem avaliadas (e.g. espécies ameaçadas em outros locais ou deficiente em dados, mas que podem encontrar-se sob risco no local avaliado). Ainda, a credibilidade de inventários estaduais e da lista nacional seria imprescindível para atrair recursos e esforços na recuperação de espécies em perigo de extinção.

2.1.5 Conclusão

As listas de espécies ameaçadas são planejadas para proporcionar estimativas qualitativas de risco de extinção de espécies de maneira compreensível (Possingham et al., 2002). Esta ferramenta tornou-se, inevitavelmente, ligada a processos de tomada de decisão e, em muitos países, há uma relação direta entre listas de espécies ameaçadas e a legislação (Possingham et al., 2002). Apesar de ser utilizada de diversas formas, algumas vezes sem eficácia, como mostrado por Possingham et

al. (2002), a informação fundamental transmitida por inventários de espécies ameaçadas deve ser segura. Assim, a utilização de critérios quantitativos e categorias padronizadas devem ser rigorosas e comuns para listas vermelhas regionais (como para os estados brasileiros), com as devidas adaptações. Quanto aos peixes recifais endêmicos, realçamos a importância de listas locais e da lista nacional como instrumento de recuperação e conservação destas espécies, e dessa forma, de categorizações consenso entre listas. Além disso, a lista nacional deve ser elaborada de forma a suprir a ausência de uma lista estadual, quando necessário. Evidentemente é preciso que as espécies listadas em inventários em vigor – como a lista do MMA de espécies ameaçadas – tenham planos de manejo e recuperação elaborados por especialistas, para que em avaliações futuras os táxons estejam sob menor risco de extinção. Essa continuidade lógica do processo de manejo e conservação das espécies tem sido pobremente efetivada pelos órgãos competentes, exigindo maior pressão da comunidade científica sobre os mesmos.

2.1.6 Referências

- Bellwood, DR. et al.; 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429: 827-833.
- Bergallo, HG. et al.; 2000. A fauna ameaçada de extinção no estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: EduerJ.
- Coleman, FC. et al., 2000. Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries*, 25: 14-20.
- Craig, MT., and Hastings, PA., 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyol. Res.*, 54: 1-17.
- Espírito Santo, 2005. Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Diário oficial: Poder executivo. Decreto Estadual 1499-R, 13 de junho de 2005. Vitória, ES.
- Floeter, SR., Halpern, BS., and Ferreira, CEL., 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biol Conserv*, 128: 391-402.
- Francini-Filho, RB., and Moura, RL., 2008. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, Eastern Brazil. *Aquat Conserv*, 1: 1-2.
- Freire, KMF., and Carvalho-Filho, A., 2009. Richness of common names of Brazilian reef fishes. *PanamJAS*, 4: 96-145.

- Garcia, FI., and Marini, MA., 2006. Estudo comparativo entre as listas global, nacional e estaduais de aves ameaçadas no Brasil. *Nat Conservação*, 4: 24-49.
- Gärdenfors, U., et al., 2001. The Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels. *Conserv Biol*, 15: 1206-1212.
- Gasparini, JL., et al., 2005. Marine ornamental trade in Brazil. *Biodivers Conserv*, 14: 2883-2899.
- Helfman, GS., 2007. *Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*, first ed., Washington D.C.: Island Press, 584 pp.
- Hughes, TP., et al., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301: 929-933.
- Hughes, TP., et al., 2007. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Curr Biol*, 17: 360-365.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2002. Proibição da captura de *Epinephelus itajara*. Portaria n° 121, publicado no Diário Oficial da União, em 23 de setembro de 2002.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), 2007. Prorrogação da Portaria n° 121, de 20 de setembro de 2002. Portaria n° 42, publicada no Diário Oficial da União, em 20 de setembro de 2007.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 1994. *IUCN Red List Categories*, Gland, Switzerland: IUCN Species Survival Commission.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). 2001. *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1*, Species Survival Commission: IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 30 pp.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2003. *Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional Levels: Version 3.0*, Species Survival Commission: IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 26 pp.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2009. *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2* Disponível em <www.iucnredlist.org>
- Jackson, JBC., et al., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science*, 293: 629-638.
- Jackson, JBC., 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *P Natl Acad Sci USA*, 105: 11458-11465.

- Jennings, S., Reynolds, J.D., and Polunin, N.V.C., 1999. Predicting the vulnerability of tropical reef fisheries to exploitation with phylogenies and life histories. *Conserv Biol*, 13: 1466-1475.
- Krebs, C.J. 1999. *Ecological Methodology*, Menlo Park, California: Benjamin Cummings, 620 pp.
- Lamoreux, J., et al., 2003. Value of the IUCN Red List. *Trends Ecol Evol*, 18: 214-215.
- Leão, ZMAN., and Dominguez, JM., 2000. Tropical Coast of Brazil. *Mar Pollut Bull*, 41: 112-122.
- Mace, G.M., and Stuart, S.N., 1994. Draft IUCN Red List Categories, Version 2.2. *Species*, 21-22: 13-24.
- Machado, ABM., Drummond, G.M., and Paglia, AP., (Eds.), 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, Volume II, Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas, 1420 pp.
- Marques, AAB., et al., (Orgs.), 2002. Lista de referência da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA, 52 pp. Decreto Estadual n° 41.672, 10 junho de 2002.
- Mikich, S.B., and Bérnils, R.S., 2004. Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná, Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná, 763 pp.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2004. Lista nacional das espécies de invertebrados aquáticos e peixes ameaçados de extinção. Instrução Normativa n° 5, publicado no Diário Oficial da União, em de 28 de maio de 2004.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2005. Alteração da Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004. Instrução Normativa n° 52, publicado no Diário Oficial da União, em 9 de novembro de 2005.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2008. Espécies brasileiras ameaçadas de extinção. Disponível em: <www.mma.gov.br>.
- Passamani, M., and Mendes, S.R., 2007. Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo, Vitória: Instituto de pesquisas da Mata Atlântica (Ipema), 140pp.
- Possingham, H.P., et al., 2002. Limits to the use of threatened species lists. *Trends Ecol Evol*, 17: 503-507.
- Rezende, S.M., Ferreira, B.P., and Frédou, T., 2003. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil. *Boletim Técnico Científico do CEPE-NE*, Vol. 11.

- Roberts, CM., and Hawkins, JP., 1999. Extinction risk in the sea. *Trends Ecol Evol*, 14: 241-246.
- Rodríguez, JP., et al., 2000. Local data are vital to worldwide conservation. *Nature*, 403: 241.
- São Paulo, 1998. Fauna ameaçada no estado de São Paulo. Decreto Estadual n°42.838, Publicado na Secretaria de Estado do Governo e Gestão Estratégica, aos 4 de fevereiro de 1998.
- São Paulo, 2008. Lista da fauna silvestre ameaçada de extinção no estado de São Paulo. Decreto Estadual n° 53.494, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo, em 3 de outubro de 2008.

2.1.7 Anexo 1

Listas estaduais de espécies ameaçadas de extinção em vigor.

Espírito Santo: Decreto Estadual 1499-R, 13 de junho de 2005.

Paraná: Mikich, SB., and Bérnils, R.S., 2004. Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná, Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná

Rio de Janeiro: Portaria Secretaria Estadual do Meio Ambiente n° 1, de 4 de junho de 1998.

Rio Grande do Sul: Decreto Estadual n° 41.672, 10 junho de 2002.

São Paulo: Decreto Estadual n° 53.494, publicado no Diário Oficial do Estado de São Paulo, em 3 de outubro de 2008.

CAPÍTULO 2:
THREATENED BRAZILIAN REEF FISHES: BIOECOLOGICAL
ATTRIBUTES AND MAJOR THREATS AS GUIDES TO
CONSERVATION

THREATENED BRAZILIAN REEF FISHES: BIOECOLOGICAL ATTRIBUTES AND MAJOR THREATS AS GUIDES TO CONSERVATION

Bender, M.G.^{a*}; Floeter, S.R.^{a,b}; Mayer, F.P.^a; Vila-Nova, D.A.^b; Longo, G.O.^b; Hanazaki, N.^a; Carvalho-Filho, A.^c & Ferreira, C.E.L.^d

- a. Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina, Edifício Fritz Müller, Florianópolis, SC, 88010-970, Brazil.
- b. Programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação, UFPR, Setor de Ciências Biológicas, Curitiba, PR, 81531-980, Brazil.
- c. Fish Bizz Ltda., Rua Moncorvo Filho 51, São Paulo, SP, Brazil.
- d. Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Campus do Valonguinho, Niteroi, RJ, 24001-970, Brazil.

*Corresponding author: maribender@yahoo.com.br

Telephone: 55 48 3721-5521

Fax number: 55 48 3721-5156

Abstract. Thirty-six Brazilian reef fish species are categorized as threatened by different Red Lists – global, national and local. Three species are listed critically endangered, seven are endangered and 26 vulnerable. Main threats to these species include overfishing, habitat loss, by-catch and the ornamental trade. Those pressures interact with species bioecological attributes, rendering them even more vulnerable to ecosystem shifts. We used three different approaches to data analyses: binomial tests, multivariate analysis and logistic regression, contrasting threatened and non threatened species. Our analyses revealed that large bodied, macrocarnivores, endemic, sex changing and Elasmobranch species are the most susceptible among reef fishes in Brazil. Families with high incidence of threatened species include Epinephelidae and Lutjanidae (27.7% of threatened reef fish species occurring in Brazil). Species exploited by the ornamental trade and exhibiting nest guarding or mouth brooding are also potentially at risk. It is alarming that among threatened reef fishes occurring in Brazil only nine are recognized by federal authorities as endangered, and barely nineteen are under some

protection. A reassessment of the national list and management measures of currently listed species are urgent.

Keywords. Red list; Fishing; Impacts; Logistic regression; Southwestern Atlantic;

3.1.1 Introduction

Reef ecosystems are experiencing worldwide decline caused by pollution, disease, over-harvesting and climate change (Bellwood et al., 2004; Hughes et al., 2003, 2007; Jackson, 2008; Jackson et al., 2001). The occurrence of reefs along the coastline of many tropical developing nations, where coastal communities rely on reef products for livelihood and food, result in the exploitation of these resources which might experience continued declines as human population grows (Hawkins et al., 2000; Helfman, 2007). Exploitation of reef ecosystems, such as over-fishing, destructive fishing, climate change and coral bleaching, can have harmful effects on species life history traits causing irreversible effects that cascade throughout the ecosystem (Dulvy et al., 2003; Helfman, 2007; Olden et al., 2007; Winemiller, 2005).

Along the nearly 8000 km of the Brazilian coastline, reef ecosystems can be found along at least a third of this area. Coral reefs predominate in the north (latitude 0°52'N–19°S) of the coast whereas rocky reefs are dominant in the south (20°S–28°S) (Floeter et al., 2001; 2006). Despite representing only five percent (5%) of the Atlantic Ocean's reef area, Brazilian reefs present a high level of coral and fish endemism (Castro, 2003; Floeter et al., 2008) and higher endemism per unit area when compared to the Caribbean (Moura, 2002). The high endemism and the severe threats to Southwestern Atlantic reefs have been used to categorize the region as a biodiversity hotspot and therefore as a conservation priority in the Atlantic (Moura, 2000). Half of Brazil's population (90 million) is concentrated in the coast thus increasing the demand for fish as a protein source as well as leading to pollution associated to uncontrolled urban development and agricultural runoff (Leão and Dominguez, 2000). The following 'classic' worldwide problems are already reported: coral diseases (Francini-Filho et al., 2008a), bycatch and over-fishing (Floeter et al., 2006; Francini-Filho and Moura, 2008), as well as the aquarium trade (Gasparini et al., 2005).

The synergism posed by these pressures, associated to biological traits such as slow growth, late maturation, low reproductive output,

limited dispersal and small range distribution are thought to be good predictors of fish species vulnerability to exploitation (Dulvy et al., 2003; Jennings et al., 1999; Reynolds et al., 2001; Roberts and Hawkins, 1999; Winemiller, 2005). Spawning aggregation behavior at specific sites and periods has also been pointed as a proxy of the intrinsic vulnerability of reef fish populations (Cheung et al., 2005). Maximum body size could be used as a good correlate to many of these intrinsic biological attributes (Jennings et al., 1999; Olden et al., 2007). It is now known that selective harvesting practices disproportionately threaten large-bodied marine fishes (Dulvy et al., 2003; Olden et al., 2007) such as groupers, snappers and sharks. However, smaller-bodied reef fishes (e.g. wrasses, angelfishes and damselfishes) are mostly threatened by habitat loss or degradation (Helfman, 2007; Olden et al., 2007), and ornamental trade (Gasparini et al., 2005). Some attributes like specialized habitat requirements, restricted ranges and small population sizes also enhance the extinction risk of small-bodied species (Hawkins et al., 2000) on the so called triple jeopardy (Munday and Jones, 1998).

Biological traits and potential risk factors to marine fish have been previously investigated only considering threatened species (e.g. Dulvy et al., 2003), however comparisons between threatened and non-threatened species are lacking. Here we present the first large scale analysis of threatened reef fish of the Brazilian biogeographic Province (*sensu* Floeter et al., 2008), which encompasses the Brazilian coast from below the Amazon River in the north to Santa Catarina state in the south, including the oceanic islands of St Paul's Rocks (St Paul's Archipelago), Trindade, Fernando de Noronha and Atol das Rocas. Reef fishes were defined as any shallow (< 100 m) tropical/subtropical benthic or benthopelagic fishes that consistently associate (i.e. use reef structures or its surrounding area for reproduction, feeding, and/or protection purposes) with hard substrates of coral, algal, or rocky reefs or occupy adjacent sand substrate (Floeter et al., 2008).

Our main goals were to: (1) identify and contrast patterns of biological attributes among threatened and non-threatened Brazilian reef fish, (2) compile the main pressures affecting threatened fish, (3) understand the patterns of biological traits and threats to species at risk, in order to suggest conservation guidelines for those and other species.

3.1.2 Material and Methods

3.1.2.1 Database

A database of reef fish species from the Brazilian Province was compiled by Carvalho-Filho and Floeter (unpublished data; Floeter et al., 2008) generating a list of 559 reef fish species, 509 Teleostei and 50 Elasmobranchii. For each species, we compiled data from sources (Böhlke and Chaplin, 1993; Carvalho-Filho, 1999; Halpern and Floeter, 2008; Randall, 1996; Smith, 1997) as well as Fishbase (Froese and Pauly, 2009) for maximum body size, maximum depth, trophic category, reproductive characteristics (e.g. spawning aggregation, sex change), mutualisms, in addition to major threats. Evaluations of potential threats were focused on harvesting (artisanal, industrial and game fishing, ornamental trade and by-catch) and distribution range (restricted range and/or endemism). Species were classified into four maximum body size categories (<10, 10–25, 25–50, and >50 cm) and six trophic categories (Ferreira et al., 2004): macrocarnivores, herbivores, planktivores, omnivores, mobile benthic invertivores/cleaners and coral/colonial sessile invertivores. Species distribution along the Brazilian coast and its oceanic islands (Fig. 1) follows Carvalho-Filho (1999) and Floeter et al. (2008).

3.1.2.2 Red Lists

We compiled Brazilian reef fishes cited by different threatened species inventories: the global (IUCN Red List), national (MMA, 2004; 2005) and local (Brazilian States) red list assessments. Local inventories were used only if based on IUCN Red list categories and criteria (i.e. Espírito Santo, Paraná, Rio de Janeiro and Rio Grande do Sul state red lists). Species can be assigned in eight categories: Extinct (EX), Extinct in the Wild (EW), Critically Endangered (CR), Endangered (EN), Vulnerable (VU), Near Threatened (NT), Least Concern (LC) and Data Deficient (DD) (as described in detail in IUCN, 2001).

On the regional level we also included information from the recent (unpublished) consensus reached at the IUCN Workshop for Brazilian Epinephelinae and Lutjanidae Assessment¹, a still unpublished consensus.

¹ Workshop for Global Red List Assessments of Labridae and Scaridae, Tamandaré, Pernambuco, Brazil December 2nd – 8th, 2008 and Oficina de Trabalho para Avaliação do Status de Conservação dos Epinephelinae e Lutjanidae do Brasil, Tamandaré, PE, Brazil December 9th – 10th, 2008.

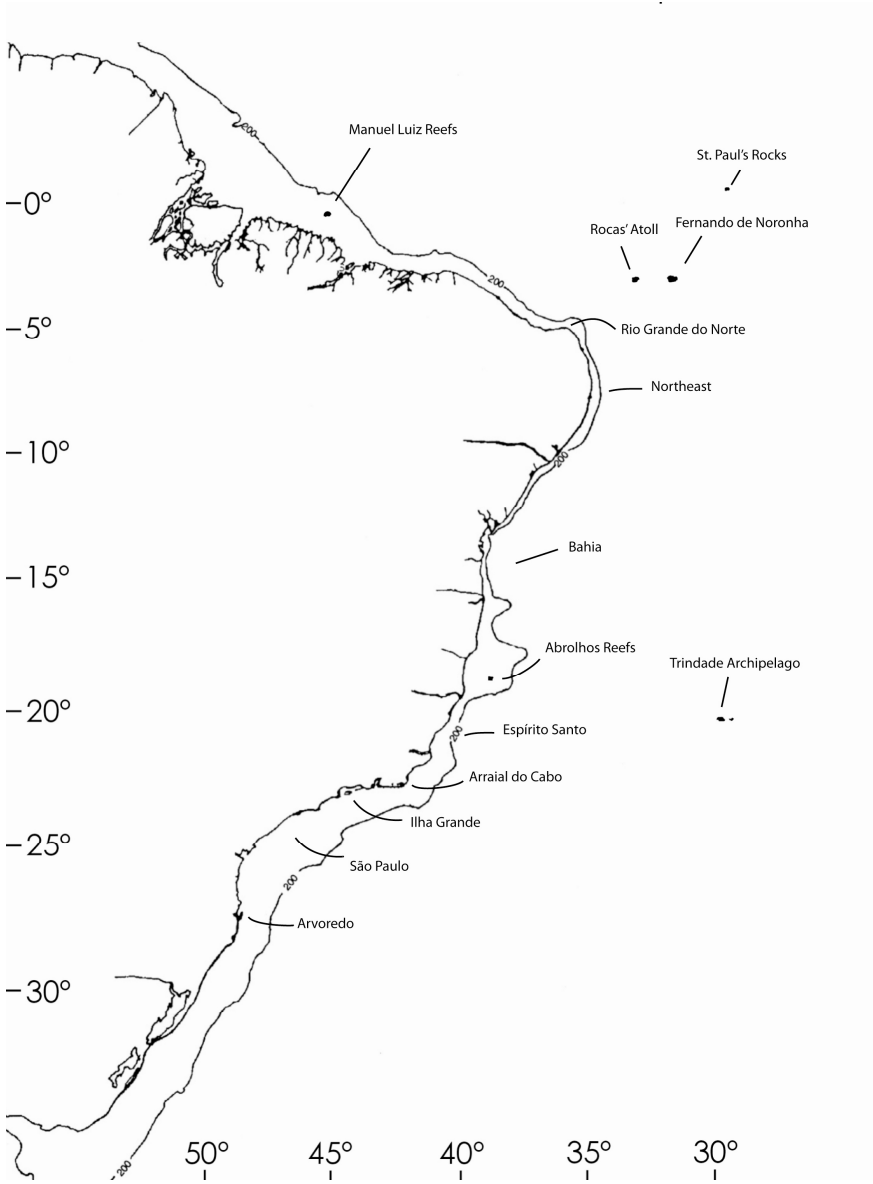


Fig.1. Map of the Brazilian coast showing the fourteen studied reef sites.

Table 1. Threatened Brazilian reef fishes list.

Family	Species	IUCN ^a	MMA ^b	IUCN Regional ^c	State lists ^d	Distribution	Max. Size ^e	Trophic group
Balistidae	<i>Balistes vetula</i>	VU				Caribbean, Africa, Brazilian Coast and Oceanic Is. Except St. Paul's Rocks	Med	Minv
Chaetodontidae	<i>Prognathodes obliquus</i>	VU	VU			Endemic to St. Paul's Rocks	Medsmall	Sinv
Epinephelidae	<i>Epinephelus itajara</i>	CR		CR	EN, VU	Tropical Atlantic Ocean	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Epinephelus morio</i>			VU		Caribbean, Brazilian Coast except Oceanic Is.	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Hyporhodus (Epinephelus) flavolimbatus</i>	VU		VU		Caribbean, Brazilian Coast from Northeast to SC	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Hyporhodus (Epinephelus) nigrinus</i>	CR		CR		Caribbean, Brazilian Coast from Bahia to SC	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Hyporhodus (Epinephelus) niveatus</i>	VU		VU		Caribbean, Brazilian Coast from Northeast to SC	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>			VU		Caribbean, Brazilian Coast and Oceanic Is.	Large	Mcar
Epinephelidae	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	VU		VU		Caribbean, Brazilian Coast and Trindade Is.	Large	Mcar

Family	Species	IUCN ^a	MMA ^b	IUCN Regional ^c	State lists ^d	Distribution	Max. Size ^e	Trophic group ^f
Epinephelidae	<i>Mycteroperca (Epinephelus) marginata</i>	EN		VU		Africa, Argentina, Brazilian Coast from ES to SC	Large	Mcar
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i>		VU		VU	Endemic to the Brazilian Coast	Small	Minv
Grammatidae	<i>Gramma brasiliensis</i>		VU		VU	Endemic to the Brazilian Coast from PML to Rio de Janeiro	Small	Minv
Haemulidae	<i>Anisotremus moricandi</i>	EN				Caribbean, Brazilian Coast from RN to ES	Medsmall	Minv
Labridae	<i>Bodianus insularis</i>		VU			Endemic to St. Paul's Rocks	Med	Minv
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	VU				Caribbean, Brazilian Coast except Oceanic Is.	Large	Mcar
Lutjanidae	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	VU		VU		Caribbean, Brazilian Coast except Oceanic Is.	Large	Mcar
Lutjanidae	<i>Lutjanus purpureus</i>			EN		Caribbean, Brazilian Coast from NE to SP	Large	Mcar
Pomacentridae	<i>Stegastes sanctipauli</i>	VU	VU			Endemic to St. Paul's Rocks	Small	Herb
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>			VU		Endemic to the Brazilian coast	Med	Herb

Family	Species	IUCN ^a	MMA ^b	IUCN Regional ^c	State lists ^d	Distribution	Max. Size ^e	Trophic group
Serranidae	<i>Anthias salmopunctatus</i>	VU	VU			Endemic to St. Paul's Rocks	Small	Plank
Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	EN				Caribbean, Africa, Argentina, Brazilian Coast from NE to SC	Large	Minv
Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	VU			VU	Caribbean, Argentina, Brazilian Coast from NE to SC	Medsmall	Minv
Syngnathidae	<i>Hippocampus reidi</i>				VU	Caribbean, Brazilian Coast from NE to SC	Medsmall	Minv
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus longimanus</i>	VU				Atlantic Ocean, mainly Oceanic Is.	Large	Mcar
Carcharhinidae	<i>Negaprion brevirostris</i>		VU			Caribbean, Brazilian Coast and Oceanic Is	Large	Mcar
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i>		VU		VU	Caribbean, Brazilian Coast and Oceanic Is. Except SpSp	Large	Mcar
Gymnuridae	<i>Gynnura altavela</i>	VU				Caribbean, Africa, Argentina, Brazilian Coast from NE to SC	Large	Minv
Narcinidae	<i>Narcine bancrofti</i>	CR				Caribbean, Brazilian Northeast Coast	Large	Mcar

Family	Species	IUCN ^a	MMA ^b	IUCN Regional ^c	State lists ^d	Distribution	Max. Size ^e	Trophic group ^f
Odontaspidae	<i>Carcharias taurus</i>	VU			VU	Caribbean, Africa, Argentina, Brazilian Coast from NE to SC	Large	Mcar
Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i>	VU	VU		VU	Caribbean, Africa, Brazilian Coast and Oceanic Is.	Large	Mcar
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkeli</i>	CR	EN		VU	Argentina, Brazilian Coast from SP to SC	Large	Mcar
Rhinobatidae	<i>Zapteryx brevirostris</i>	VU				Argentina, Brazilian Coast from ES to SC	Large	Minv
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	EN				Brazilian Coast from Abrolhos to SC	Large	Minv
Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>	EN				Caribbean, Africa, Brazilian Coast and Oceanic Is. Except St. Paul's Rocks	Large	Mcar
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>				VU	Caribbean, Brazilian Coast and Trindade Is.	Large	Mcar
Squatinae	<i>Squatina punctata</i>	EN				Argentina, Brazilian Coast from IGr to SC	Large	Mcar

^a IUCN – IUCN Red List of threatened species; ^b National Environmental Agency (MMA) Red List; ^c IUCN Regional – Consensus at the regional assessment meeting for Epinephelidae and Lutjanidae species; ^d State Lists from Espírito Santo state, Paraná, Rio de Janeiro and Rio Grande do Sul states lists; CR – Critically endangered, EN – Endangered, VU – Vulnerable. ^e

small<10cm, medsmall 10–25cm, medium 25–50cm, and large >50cm; ^f Mcar=macrocarnivore, Herb=herbivore, Plank=planktivore, Minv=mobile benthic invertivores/ cleaners and Sinv=coral/ colonial sessile invertivores.

3.1.2.3 Data analysis.

3.1.2.4 Binomial tests

We used one-tailed binomial tests ($p < 0.05$) (Zar, 2008) to investigate which Brazilian reef fish families have average of threatened species different than expected, which is the proportion of threatened species across all Brazilian reef fish families (6.4%). The status of each family is represented by the proportion of species assigned to threat categories in relation to the total number of data sufficient species in the family. Once the most vulnerable reef fish families, such as Epinephelidae, Lutjanidae, Labridae, and Elasmobranchii, have been continuously reassessed, not evaluated species were categorized as Least Concern in our family conservation status analysis. However, reef fish species not assessed could be facing local pressures such as overharvesting and habitat degradation, threatening them with extinction on a local scale.

The same approach was applied to investigate which are the most threatened trophic categories and body sizes among species, and testing if sharks and rays and endemic reef fish are disproportionately pressured. This macro scale analysis encompassed threatened and non-threatened reef fish species occurring in fourteen reef areas along the coast of Brazil (Fig. 1).

3.1.2.5 Principal Component Analyses

A correlation Principal Component Analyses (PCA) was applied to two different matrices of categorical variables, with no data transformation, in order to summarize the relationship between threatened species and its biological attributes, threatened species and major impacts assessed.

3.1.2.6 Logistic Regression

In order to assess which factors have greater influence for a species to be threatened with extinction, we used a logistic regression. This type of regression can be considered a special case of a Generalized Linear Model (GLM) (Nelder and Wedderburn, 1972). GLMs differ from linear models in that they allow the response variable to have any distribution from the exponential family (*i.e.* other than the Normal) and the relationship between response and explanatory variables are not necessarily linear (Dobson, 2002).

To perform the logistic regression we used a binary variable indicating if a species is threatened (coded as 1) or not threatened (0) as the response variable. Explanatory variables used were: type (Teleostei, Elasmobranchii), size category (small, medium, large), trophic category (planktivore, herbivore, macro carnivore, invertebrate feeder), game fishing, artisanal fishing, ornamental fishing, by-catch, monogamy, nest guarding, mouth brooding, spawning aggregation, sex change, and endemism.

Variable selection was assessed through forward and backward stepwise procedures, using both the Akaike information criterion (AIC) (Akaike, 1974) and deviance (D) reduction. We used likelihood ratio tests to achieve terms that would significantly reduce the deviance, and hence could be included in the model. To verify the data adequacy of the logistic model, we used a likelihood ratio chi-squared statistic as a goodness-of-fit measure. In order to check the model assumptions, we analyzed the normal probability plots and the Cook's distance of studentized residuals. To facilitate interpretation, we used odds ratio, which is the ratio between the odds of a positive and a negative response. More technical details about the logistic regression model definition, variable selection and odds ratio calculation can be found in Appendix A.

3.1.2.7 Caveats

Our analysis contrasting threatened and non-threatened species attributes and major impacts required a categorization of species. Although not all species presented here as threatened are susceptible to extinction in Brazilian waters – most species are categorized as threatened in the global scale – our results might provide future insights into species with potential problems and great chances of being endangered in the following years. Moreover, a different approach of our data analysis could be the comparisons between threatened reef fish species and not evaluated species (instead of threatened versus non-threatened) once most reef fish occurring in Brazilian waters have not been evaluated against IUCN criteria.

Even though species categorized as Least Concern (LC) for our family threat level analysis (binomial tests explained above) are not necessarily of least conservation concern, such categorization was required to allow comparisons of families' threat status. However, this categorization revealed that few groups of reef fish are have been fully assessed and even less have been reassessed.

3.1.3 Results

Thirty-six Brazilian reef fishes are threatened with extinction at global, national or regional level (Table 1). From the six different threatened species inventories compiled, three species are considered critically endangered (CR), seven are endangered (EN) species and 26 are assigned as vulnerable (VU). Epinephelidae (*sensu* Craig and Hastings, 2007) and Lutjanidae are the most representative families among the threatened species compiled (27.7% of threatened fishes), with eight and three threatened species, respectively. Among species assigned to threat categories, 13 (36.1%) are Elasmobranch species. These threatened sharks and rays constitute 26% of Brazilian Elasmobranch reef fauna. In addition, when comparing this percentage (threatened species/total number of species of a group) to the proportion of bony fishes, the average of Elasmobranch species at risk is greater than the Teleostei fraction ($p_1 > p_2$; $p < 0.0001$) (Fig. 2).

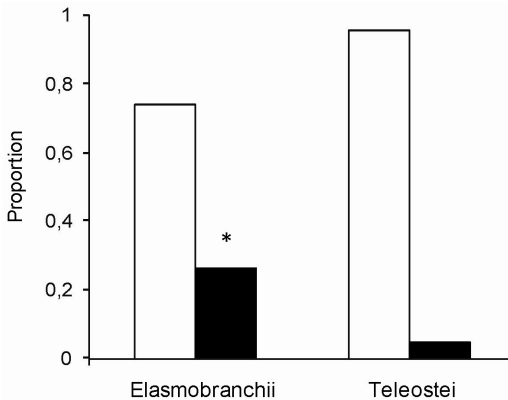


Fig.2. Proportion of threatened Brazilian reef Elasmobranchii (n=10) and Teleostei (n=26) species (black bar). (white bar=not threatened species). The average of threatened species is greater in Elasmobranchii (* $p_1 > p_2$; $p < 0.0001$).

The residual deviance of the logistic regression ($D=77,82$ with 134 degrees of freedom) indicated that the model was satisfactorily fitted to the data ($p \sim 0,99$) (Table 2). The analysis of the studentized residuals from the final fitted model showed no strong evidence of failure of model assumptions. Parameter estimates and the odds ratio can be found in a table in Appendix B.

The logistic regression revealed that among anthropogenic threats, the ornamental trade seems to have greater influence on a species response in being categorized as threatened (Table 2). Among biological features, type, sex change and endemism seems to be the most influential variables for a species imperilment. For example, the odds of sharks and rays being threatened are about 90 times greater when compared to bony fishes (Appendix B). Sex changing species have about 20 times more chance of threat than non sex changing ones. The interactions between variables illustrate that sex changing species which are also targeted for game fishing have higher probability of being threatened with extinction. The same occurs when Elasmobranch and Teleosts are exposed to artisanal fishing, and nest guarding species affected by the ornamental trade.

Table 2. Analysis of deviance table for the logistic regression model.

	Df	Deviance	Resid. Df	Resid.	P(> Chi)
Null			154	272.22	
Type	1	44.151	153	228.06	0.0000***
Size	2	10.459	151	217.61	0.0054**
Sex change	1	50.529	150	167.08	0.0000***
Artisanal	1	2.342	149	164.73	0.1259
Ornamental	1	16.146	148	148.59	0.0001***
Trophic category	3	2.632	145	145.96	0.4520
Mouth brooding	1	8.335	144	137.62	0.0039**
Monogamy	1	3.430	143	134.19	0.0640
Game	1	0.001	142	134.19	0.9734
Endemic	1	12.093	141	122.1	0.0005***
Nest guarding	1	7.714	140	114.38	0.0055**
Size : Endemic	2	12.080	138	102.3	0.0024**
Type : Artisanal	1	6.584	137	95.72	0.0103*
Ornamental : Nest	1	5.868	136	89.85	0.0154*
Tro-	1	7.529	135	82.32	0.0061**
Sex change : Game	1	4.499	134	77.82	0.0339*

Df: Degrees of freedom; Resid. Df: Residual degrees of freedom; Resid. Dev: Residual deviance; P(>Chi): p-value associated with the Chi-squared test. Significance: *** p<0.001; **p<0.01; *p<0.05. The “:” sign represents interaction.

Among 21 reef fish species categorized as near threatened (NT) with extinction, 16 are Elasmobranch species, mainly Carcharhinidae (38% of near threatened species). The binomial test revealed that threat levels are not even across Brazilian reef fish groups: 13 families present over 25% of its species threatened with extinction (Fig. 3).

Twenty-one threatened Brazilian reef fishes are macrocarnivores. In addition to top predators, mobile benthic invertivores are frequent (Table 1). Not surprisingly, macrocarnivores are the most threatened species ($p_1 > p_2$; $p < 0.001$) among trophic groups (Fig. 4a) and this pattern is observed throughout reef areas along the coast of Brazil and also on oceanic islands, except St. Paul's Rocks, where the differences were not significant.

Reef fish species that attain large body size are also disproportionately threatened in relation to other body sizes (Fig. 4b). Binomial tests revealed that not only large bodied reef fish are most threatened widely across Brazil, but the proportion of medium ($p_1 < p_2$; $p < 0.001$) and medium-small ($p_1 < p_2$; $p = 0.04$) threatened species is lower than expected. The logistic regression analysis also indicated that body size category significantly affects the probability of species being threatened (Table 2). Moreover, this model revealed that endemic species are significantly more prone to be threatened (more than 6000 times) than non-endemic species (Appendix B). Currently, six reef fishes endemic to the Brazilian Province are threatened with extinction (see the column distribution in Table 1).

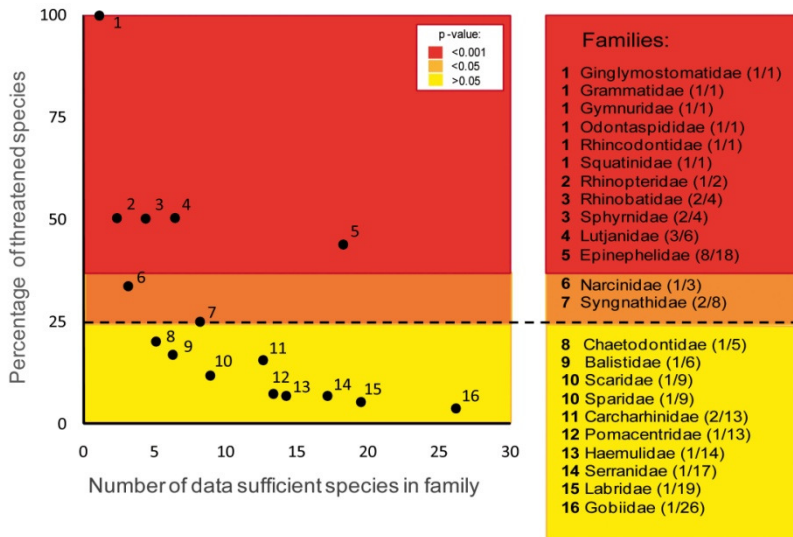


Fig.3. Threat status of each Brazilian reef fish family in relation to overall threat levels across all reef fish from the Brazilian Province (dashed line, 25%). Each family represented by a dot, indicating the percentage of threatened or extinct species, in relation to the total number of data sufficient species in the family. Red graph area indicates significance levels (one-tailed binomial test) and families with more than 25% of species threatened with extinction. Families 1 to 7 have threat levels significantly ($P < 0.05$) different from expected (between brackets, number of threatened or extinct species/number of data sufficient species).

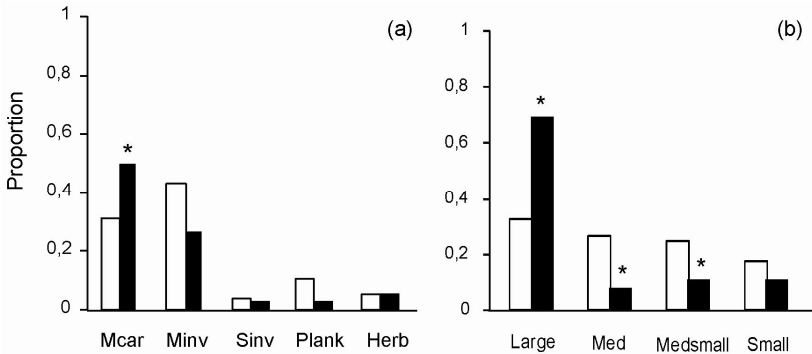


Fig.4. (a) Proportions of Brazilian reef fish trophic categories (white bars) and proportion of threatened reef fish of those trophic categories (black bars). Categories: Mcar= macrocarnivores, Minv= mobile benthic invertivores/ cleaners, Sinv= coral/ colonial sessile invertivores, Plank= planktivores, Herb= herbivores. (b) Proportion of Brazilian reef fishes maximum body sizes (white bars) and proportion of threatened reef fish maximum body size categories. Large >50cm, Med 25–50cm, Medsmall 10–25cm, Small <10cm. (*) $p < 0.05$.

The Principal Component Analysis (PCA) indicated that in addition to macrocarnivore and mobile invertebrate feeder trophic categories, large body sizes of some species explain most of the variability (Fig. 5a). Other biological attributes such as sex change and internal bearing (Elasmobranch) were also responsible for data variation. Moreover, sex change and mouth brooding are attributes that enhance species susceptibility to be threatened, as shown in the logistic regression analysis (Table 2).

As expected, the variables spawning aggregation and sex reversal were closely related in the PCA, as well as macrocarnivores and large bodied threatened species. Industrial and artisanal fishing explained most of the variation of threatened species and its major imperilments (Fig. 5b).

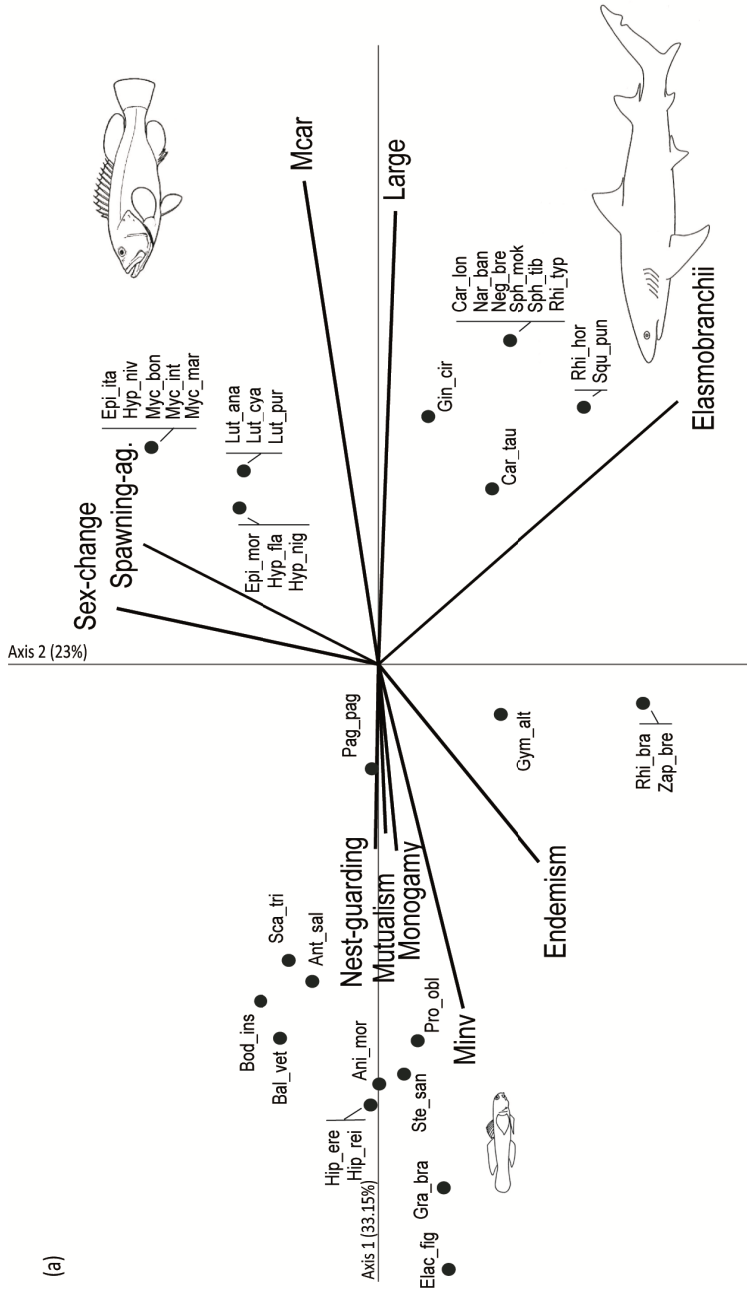


Fig.5. PCA scatterplots: (a) Principal Component Analysis for macroecological attributes among threatened Brazilian reef fishes;

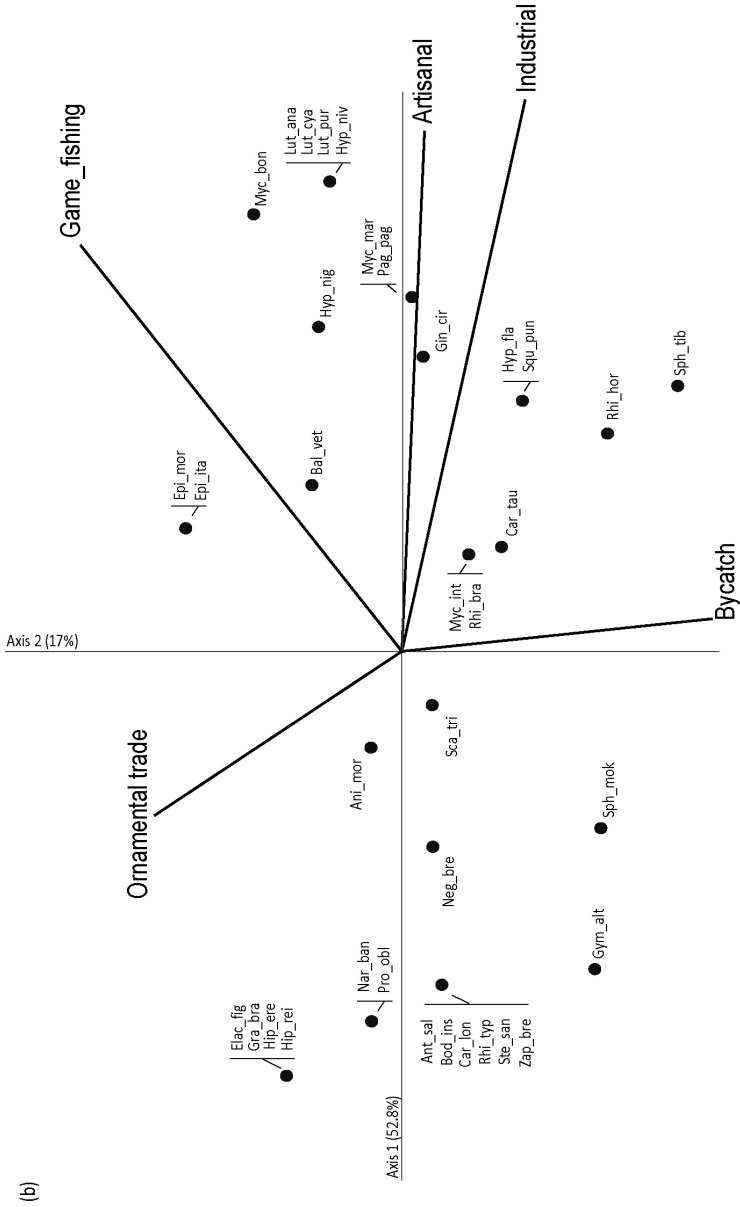


Fig.5. PCA scatterplots: (b) PCA of threatened Brazilian reef fishes major imperilments. Each dot corresponds to one species or one group of species described by the first letters of its genus and species.

3.1.4 Discussion

3.1.4.1 Main threats to Brazilian reef fishes

Reef fishes are heavily exploited by human activities all along the Brazilian coast. Harvesting methods include artisanal fisheries, industrial-scale fishing, game fishing and the ornamental trade. Industrial fishing affects 46.1% (n=6) of Brazilian threatened sharks and rays, while artisanal harvesting affects 69.2% (n=9) of those species. Incidental fishing captures, known as by-catch, threatens mainly Elasmobranchii species (n=5; 38.4%) caught on longlines and drift nets of industrial fisheries (Lessa et al., 1999).

In 1973, sharks represented less than 9% of Southern Brazil tuna longliners catch and only a few species had high commercial value. With increases in shark meat and fin prices (Amorim et al., 2002), and changes in fisheries (Lessa et al., 1999), catches increased 64%, accounting for approximately 4% of global catches (Bonfil, 1994).

The major impact affecting the threatened reef Teleostei in Brazil is artisanal fishing (n=15; 65.2%). The main targets of these reef fisheries are Epinephelidae, Lutjanidae as well as Scaridae species in some regions. Lutjanidae fishing for example, has increased a lot since the snapper boom in the 1960's, affecting species such as *Lutjanus analis*, *L. jocu*, *L. cyanopterus* and *L. purpureus* (Rezende et al., 2003). Snappers are also a target of Espírito Santo hook-and-line fisheries, in addition to the threatened *Balistes vetula*, *Epinephelus itajara*, *E. morio*, *Mycteroperca bonaci* and *M. interstitialis*. In the late 80's, overfishing led to target species changes from large groupers and snappers, to small ones. The black grouper (*M. bonaci*) catches, for instance, decreased from more than 50 to 5% of landings in 8 years (1986 – 93) (Martins et al., 2005). In the Abrolhos region, target species shifted from *M. bonaci* and *E. morio* to *Cephalopholis fulva* and *Ocyurus chrysurus* over the last two decades, also attributable to overexploitation (Costa et al., 2005). *O. chrysurus* is currently considered overexploited in all its distribution range (Klippel et al., 2005).

Carangidae specimens such as *Carangoides crysos* and *C. bartholomaei* are important catches of artisanal fisheries in the northeast coast (Lessa and Nóbrega, 2000). Visual assessments in the southeastern coast indicated carangids as having reduced sizes and low abundances (Ferreira et al. 2001; Ferreira et al. 2007; Floeter et al. 2007) most prob-

ably a consequence of artisanal and industrial fishing, and in some places, game-fishing. Despite not mentioned by red lists, jacks are clearly presenting signs of overexploitation elsewhere and its regional assessment is urgent in order to prevent populations from irreversible threat levels.

Most of the reef fish species targeted by fisheries (and currently threatened) share characteristics that enhance their vulnerability to harvesting and habitat loss, as mentioned previously. One such example is the goliath grouper, *Epinephelus itajara*. The bioecological attributes of this species such as slow growth, large size, late maturity and spawning aggregation behavior, increases its vulnerability. Additionally, *E. itajara* is threatened by overfishing throughout its occurrence (Gerhardinger et al., 2009), and research on its conservation status in Brazil have recently been established (Gerhardinger et al., 2007; Hostim-Silva et al., 2005). Among Brazilian threatened reef fishes, the goliath-grouper is the only species protected through a law enforcement, which prohibits its harvesting, commercialization and possession (Gerhardinger et al., 2009).

Harvesting for the ornamental trade is also a potential threat to imperiled reef fishes (n=10; 43.4% of bony fish). Brazil is among the top five ornamental fish exporting countries, and approximately 120 Brazilian reef fish species are sold on ornamental markets. Among the 75 most harvested species, 34.7% are endemic such as *Elacatinus figaro* and *Gramma brasiliensis* (Gasparini et al., 2005). Species with complex reproductive strategies represent 75.3% of the aquarium trade species, such as sea horses (*Hippocampus* spp.) (Dias et al., 2002; Rosa et al., 2002) and gobies (Gasparini et al., 2005).

3.1.4.2 Threatened families and its bioecological attributes

Groupers are globally targeted in fisheries, considered one of the most important groups of reef fish to seafood trade (see Morris et al., 2000). As an outcome to overfishing, lack of management, few marine protected areas and poor protection of spawning sites, 20% of groupers are threatened with extinction, and 19% of categorized species listed as near threatened (Sadovy, 2007). Epinephelidae is the most threatened family among Brazilian reef fishes, (n=8; 22.2%) and harvesting methods such as game fishing, artisanal, and industrial fishing, are again the main pressures acting upon their populations. In addition to anthropogenic threats, life-history and behavioral characteristics (spawning

aggregations at specific sites) also contribute to put Epinephelidae at a risky situation (Coleman et al., 2000; Morris et al., 2000; Sadovy et al., 2003; Sadovy and Domeier, 2005). Five species of Brazilian threatened groupers (*E. itajara*, *Hyporhodus niveatus*, *M. bonaci*, *M. interstitialis* and *M. marginata*) spawn in aggregations and all are sex-reverting fishes, which are known to influence imperilment in marine fishes (Helfman, 2007). The importance of these features is reflected in the logistic model, revealing that sex changing species have about 20 times more chances of being threatened, compared to species that do not have this biological feature. These same bioecological attributes pose Lutjanidae species as vulnerable to exploitation (Coleman et al., 2000; Domeier and Colin, 1997).

Sharks and rays are rapidly declining worldwide (Baum et al., 2003; Ward and Myers, 2005). Its life history attributes as age at maturity, slow growth (Last and Stevens, 1994) and low reproductive output (Fowler et al., 2005) also influence their resistance and resilience. Even though less than 25% of the species of the Carcharhinidae family are currently under threat categories, eight sharks from this family are categorized as near threatened, and require conservation attention (IUCN, 2001).

Other imperiled reef fish families present particular reproductive traits such as nest guarding, monogamy and mouth brooding. Our results suggest a high probability of Brazilian mouth brooding fishes to be threatened with extinction. Those attributes are usually associated to low recruitment rates which might lead to population declines and even extinction. For instance, Syngnathidae and Gobiidae threatened species exhibit parental care. Moreover, *Elacatinus figaro* (Gobiidae), *Stegastes sanctipauli* (Pomacentridae) and *Prognathodes obliquus* (Chetodontidae) are monogamous species (Whiteman and Côté, 2003, 2004) and the imperiled *Gramma brasiliensis* (Grammatidae) is a mouth brooder (Sazima et al., 1998). Brazilian Gobiidae, Grammatidae and Syngnathidae threatened species are still harvested for the aquarium trade (Gasparini et al., 2005; Feitosa et al., 2008).

3.1.4.3 Body size and imperilment

Life-history features are tied to species body size (Casey and Myers, 1998; Reynolds et al., 2005), and the possible link between this trait, conservation and over-exploitation has been studied by ecologists for long (Jennings and Reynolds, 2007). Large-bodied species usually

reproduce late and are long lived – being linked to low rates of population growth (Jennings et al., 1999; Reynolds, 2003). Large body size, in addition to late maturity, has been addressed as the best predictor of vulnerability to fishing (Reynolds et al., 2005) as shown by Jennings et al. (1999) for overharvested groupers and snappers. In our model is explicit that, among Brazilian reef fishes, large body size is a proxy to species vulnerability, corroborating the fact of every critically endangered reef fish (n=4) attains large sizes.

Among threatened Brazilian reef fishes, 25 (69.4%) are large bodied, including Epinephelidae and Lutjanidae species, and particularly sharks and rays. Elasmobranchs are known to be large-bodied species susceptible to over-harvesting and with limited recovery potential (Hutchings and Reynolds, 2004). Their usual large ranges have obscured their potential to be very susceptible.

Hawkins et al. (2000) found that body sizes relate positively to range size, and restricted range species are significantly smaller. Four threatened Brazilian reef fishes are small and four are medium-small species. The small *E. figaro*, *G. brasiliensis*, *A. salmopuctatus* and *S. sanctipauli* are endemic to the Brazilian coast (first two) and to oceanic islands (latter two), being those from oceanic islands categorized as threatened due to its restricted range and habitat requirements.

The fairy basslet *A. salmopuctatus* has small range size (St. Paul's Rocks), specialized habitat requirement and low densities. *A. salmopuctatus* might present one of the most restricted geographic distributions recorded for a marine species, being even more restricted than other St. Paul's Rocks endemics (Luiz et al., 2007). The medium-small *Prognathodes obliquus* also follows the same attributes, having low densities and being restricted to St. Paul's Rocks (Luiz et al., 2007), which is sufficient to consider a threatened species due to its vulnerability to natural impacts (Hawkins et al., 2000). *Elacatinus figaro* and *G. brasiliensis* have greater range size, though are endemic, near-shore distributed and exploited for the ornamental trade (Gasparini et al., 2005). These two species based on their distribution range and abundance must be reevaluated along the coast, in order to check where exploitation could drive the collapse of local populations. Until now, there are several reef sites along the coast where these fishes are still abundant, or at least not apparently threatened (Moura et al., 2005).

Brazilian fisheries also have been disproportionately targeting large reef fishes following a global pattern applied to marine fishes (Dulvy et al., 2003; Olden et al., 2007). However, the present scenario for threatened reef fishes is biased towards the large ones, underestimat-

ing the status of small species. Our present knowledge of the biology and population dynamics of Brazilian small bodied cryptic species is deficient, thus robust predictions about impacts and populations' changes are still in need. In coral reefs of the Indo-Pacific some work has shown that cryptic coral dependent fish species are vulnerable to coral losses (Pratchett et al., 2008). In reefs along the Brazilian coast – which differ significantly in morphology and structure from classic coral reefs of the Caribbean and Pacific – we still lack the basic knowledge regarding the life cycle requirements of small cryptic species.

3.1.4.4 Functional group approach to Brazilian reef fish declines

Recent estimates suggest that global oceans have experienced 90% decline of large predatory fishes over the last 50 to 100 years, being even higher for species such as sharks (Myers and Worm, 2003, 2005). Top predators exert a fundamental influence on marine communities (Baum and Worm, 2009; Heithaus et al., 2008; Jackson et al., 2001; Myers et al., 2007), therefore changes on its abundance modify ecosystem structure, functioning and resilience (Duffy, 2002), particularly of diverse systems such as coral reefs (Hughes et al., 2002; McClanahan et al., 2002).

Among threatened Brazilian reef fishes, 21 (58.3%) are macrocarnivores, including eight sharks and eight *Epinephelidae* species. Moreover, eight *Carcharhinidae* and two *Sphyrniidae* species, which are top predators, are assigned as near threatened with extinction (n=10; 47.6% of Brazilian NT reef fishes). Bascompte et al. (2005) suggests that food webs are susceptible to selective fishing, such as overexploitation of top predators, leading to trophic cascades. Thus, continuous declines or the extirpation of shark species from Brazilian reef ecosystems over the last 40 years might be affecting the community structure and resilience through changes in trophic links, species abundance and even behavior modifications – risk effects – (see Heithaus et al., 2008).

The overfishing of threatened macrocarnivore bony fish in Brazilian reefs could also lead to food web and community structure alterations. *Epinephelus itajara* is an important top-level predator in reef ecosystems (Lara et al., 2009). However, its ecological importance in Brazilian reefs is already critically reduced, given its documented declines (Ferreira and Maida, 1995). The endangered dusky grouper, *Mycteroperca marginata*, is a key species in maintaining the ecological balance of hard-bottom ecosystems (Barreiros and Santos, 1998), feeding on a

variety of fishes, mollusks and crustaceans (López and Orvay, 2005; Machado et al., 2008). Along with *M. marginata*, other threatened groupers such as *E. morio*, *M. bonaci* and *M. interstitialis* are heavily targeted across the Brazilian coastline (Floeter et al., 2006).

Herbivorous reef fish exert great impact upon reef seaweed distribution, abundance and evolution (Bellwood, 2003) and are keystone on energy transfer from lower to upper trophic levels (Polunin and Klumpp, 1992). Among threatened Brazilian reef fishes, *Scarus trispinosus* is an herbivore keystone species (Ferreira and Gonçalves, 2006; Francini-Filho et al., 2008), endemic to the Brazilian coast and targeted by fisheries. This species populations have declined along the coast due to spearfishing, being considered ecologically extinct at the subtropical reefs of Arraial do Cabo (Rio de Janeiro state) (Floeter et al., 2006).

In the Abrolhos region the removal of top predators results in overfishing of large herbivores, such as scarids (Ferreira and Gonçalves, 1999) and acanthurids in some areas of the northeast coast with consequently reports of macroalgae overgrowth (Coutinho et al., 1993). This pattern of fishing at lower trophic levels (“fishing down marine food webs”) clearly indicates unsustainable exploitation of fisheries (Pauly et al., 1998). Modifications in fish community structure caused by top predators and large herbivore declines have been shown in Rio de Janeiro state – Cagarras Archipelago – (Rangel et al., 2007), and northeastern Brazil (Medeiros et al., 2007).

3.1.4.5 What can we do? Future directions.

Only nine endangered Brazilian reef fishes are recognized by federal authorities as threatened species and 11 are categorized as overexploited species. Nineteen species listed here are under some protection that ranges from capture and possession banishment to minimum size limit in some states (see Appendix C).

Even though the Brazilian list of threatened fishes (MMA, 2004; 2005), recommending species management and prohibiting catches of the threatened ones, was belatedly published in 2004, strategies planning the recovery of endangered and overexploited species have not been defined yet. Evaluation of Carangidae species, for instance, must be set as a priority in further efforts, once their populations are experiencing overexploitation and reductions in abundance and individual size along the coast. This situation highlights the importance of studies regarding jacks in Brazilian waters and their assessment against conservation status criteria.

National regulations establishing minimum size limits for catches, capture quotas and gear restriction represent a launch towards threatened species improvement, though the effective enforcement of those regulations is apparently weak. Moreover, regarding size limits, a maximum size limit is also critical to promote species recovery, once individuals of large body sizes have greater reproductive output (Palumbi, 2004; Birkeland and Dayton, 2005; Helfman, 2007). We believe that additional tools (cited below) could be applied by governments to promote species conservation.

A first approach would consist in prioritizing species among threatened or overexploited ones once resources for those species recovery actions are limited. Due to their critical role on preventing ecosystem phase shifts, reef fish species such as top predators and herbivores (Bellwood et al., 2004) might be good candidates for Brazilian conservation actions.

Another alternative would be the implementation of multi-scale fisheries management (McClanahan and Mangi, 2004), since reef fisheries, especially traditional ones, differ from place to place targeting a variety of species along the Brazilian coast. Therefore managing different groups of species and gear utilization locally would be adequate to promote threatened species recovery. However, this is only feasible where detailed fishing landings are monitored continuously, a reality far from be reached in poor developed countries or in nations with extensive coastline like Brazil.

Protecting specific habitats required by species is another approach to promote their recovery (Mumby, 2006). In addition to reefs, mangroves, estuaries, seagrass beds and soft bottoms are important habitats to reef fishes during specific life stages. Species reproduction, feeding and growing sites, as well as connectivity patterns must be identified and enclosed in protected areas.

In Brazil, merely six marine protected areas are no-take zones (1561 km²) (Guarderas et al., 2008) following a global pattern of inadequate extent and sizing (Wood et al., 2009) and many might not be promoting the full conservation of its biodiversity. This could be a consequence of inappropriate management, or no law enforcement and management implementation. Limited human and financial resources are a further difficulty for Brazilian MPAs success.

In fact, the greater financial support provided to fisheries development and expansion in contrast to the low investment on conservation issues is a worldwide conflict. Government subsidies to fisheries often

promote overfishing and overcapacity and must be reduced in order to promote stocks recovery (Worm et al., 2009). In Brazil, short-sighted subsidies policies (1960's to mid 80's) led to increase in fish catches without consideration for long-term sustainability of resources, resulting in catch declines. Moreover, the current Brazilian public policy on fisheries will not help in reducing overexploitation (Abdallah and Sumaila, 2007).

Given the status of Brazilian reef fisheries and the government goals concerning those resources, the effectiveness of marine reserves along the coast of Brazil and the parallel use of complementary fishery management tools should be considered as ways to promote the recovery of imperiled reef fishes. The management of species currently listed as threatened with extinction is urgent and the red list itself calls for reassessment. We also emphasize that researchers and managers should be aware of large bodied reef fishes, Elasmobranchs, and sex changing species, in addition to endemics' vulnerability to exploitation.

The global scenario for fishery activities has been demonstrated in the last decades to cause significant damages on species and systems (Baum et al., 2003; Baum and Worm, 2009; Jackson et al., 2001; Pauly, 1998). Function and unique genetic pools have been lost forever (Baum and Worm, 2009; Heithaus et al., 2008; Jackson, 2008; Myers and Worm, 2003; 2005; Ward and Myers, 2005). The national reality for marine stocks and services provided by marine systems is clearly following the same path. The accessibility of funds for additional research and conservation priority actions would in theory solve or at least diminish the catastrophic scenario described which include ecological, social and economical collapses (Worm et al., 2009). Such global tendencies will be only possible to reverse with intense public and scientific pressure, which will happen only with increased public perception about the natural ecosystems and their importance to human kind future in this planet.

3.1.5 Acknowledgments

We thank Nivaldo Peroni's help in our multivariate analyses.

3.1.6 References

Abdallah, P.R., Sumaila, U.R., 2007. An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies. *Mar. Policy* 31, 444-450.

- Agresti, A., 2002. Categorical data analysis, second ed. John Wiley & Sons, New York.
- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. IEEE Trans. Automat. Contr. 19, 716-723.
- Amorim, A.F., Arfelli, C.A., Bacilieri, S., 2002. Shark data from Santos longliners fishery off Southern Brazil (1971-2000). Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT 54, 1341-1348.
- Barreiros, J.P., Santos, R.S., 1998. Notes on the food habitats and predatory behavior of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Azores Arquipélago. Arquipel. Life Mar. Sci. 16, 29-35
- Bascompte, J., Melia, C.J., Sala, E., 2005. Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. P. Natl. Acad. Sci. USA 102, 5443-5447.
- Baum, J., Worm, B., 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. J. Anim. Ecol. 78, 699-714.
- Baum, J.K., Myers, R.A., Kehler, D.G., Worm, B., Harley, S.J., Dohererty, P.A., 2003. Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. Science 299, 389-392.
- Bellwood, D.R., 2003. Origins and escalation of herbivory in fishes: a functional perspective. Paleobiology 29, 71-83.
- Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C., Nystrom, M., 2004. Confronting the coral reef crisis. Nature 429, 827-833.
- Birkeland, C., Dayton, P.K., 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. Trends Ecol. Evol. 20, 356-358.
- Böhlke, J.E., Chaplin, C.C.G., 1993. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters, second ed. University of Texas Press, Austin.
- Bonfil, R., 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 341, Rome.
- Carvalho-Filho, A., 1999. Peixes: Costa Brasileira, third ed. Melro, São Paulo, SP, Brazil.
- Casey, J.M., Myers, R.A., 1998. Near extinction of a large, widely distributed fish. Science 228, 690-692.
- Castro, C.B., 2003. Coral Reef in Brazil, in: Prates, A.P.L. (Ed.), Atlas of Coral Reef Protected Areas in Brazil. MMA/SBF, Brasília, DF, Brazil, pp. 25-27.
- Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J., Pauly, D., 2005. A fuzzy logic expert system to estimate extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. Biol. Conserv. 124, 97-111.

- Coleman, F.C., Koenig, C.C., Huntsman, G.R., Musick, J.A., Eklund, A.M., McGovern, J.C., Chapman, R.W., Sedberry, G.R., Grimes, C.B., 2000. Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries* 25, 14-20.
- Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G., Haimovici, M., Braga, A.C., 2005. Pesca exploratória com arrasto de fundo no talude continental da região central da costa brasileira entre Salvador-BA e Cabo de São Tome-RJ, in: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira série livros REVIZEE. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 145-165.
- Coutinho, R., Villaça, R.C., Magalhães, C.A., Guimarães, M.A., Apolinário, M., Muricy, G., 1993. Influência antrópica nos ecossistemas corálinos da região de Abrolhos. *Acta Biol. Leopold.* 15, 133-144.
- Craig, M.T., Hastings, P.A., 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyol. Res.* 54, 1-17.
- Dias, T.L., Rosa, I.L., Baum, J.K., 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus erectus* Perry, 1810 (Syngnathidae). *Environ. Biol. Fish.* 65, 326.
- Dobson, A.J., 2002. An introduction to Generalized Linear Models, second ed. Chapman & Hall, London.
- Domeier, M.L., Colin, P.L., 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bull. Mar. Sci.* 60, 698-726.
- Duffy, J.E., 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos* 99, 201-219.
- Dulvy, N.K., Sadovy, I., Reynolds, J.D., 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish. Fish.* 4, 25-64.
- Feitosa, C.V., Ferreira, B.P., Araújo, A.E., 2008. A rapid new method for assessing sustainability of ornamental fish by-catch from coral reefs. *Mar. Freshwater Res.* 59, 1092-1100.
- Ferreira, B.P., Maida, M., 1995. Projeto Mero: apresentação de resultados preliminares. *Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré* 3, 204-213.
- Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., 1999. The unique Abrolhos reef formation (Brazil): need for specific management strategies. *Coral Reefs* 18, 352.

- Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., 2006. Community structure and diet of roving herbivorous reef fishes in the Abrolhos Archipelago, South-Western Atlantic. *J. Fish Biol.* 69, 1-19.
- Ferreira, C.E.L., Floeter, S.R., Gasparini, J.L., Joyeux, J.C., Ferreira, B.P., 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *J. Biogeogr.* 31, 1093-1106.
- 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 Ecol. Biogeogr.* 10, 423-433.
- Floeter, S.R., Halpern, B.S., Ferreira, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biol. Conserv.* 128, 391-402.
- Floeter, S.R., Rocha, L.A., Robertson, D.R., Joyeux, J.C., Smith-Vaniz, W.F., Wirtz, P., Edwards, A.J., Barreiros, J.P., Ferreira, C.E.L., Gasparini, J.L., Brito, A., Falcón, J.M., Bowen, B.W., Bernardi, G., 2008. Atlantic reef fish biogeography and evolution. *J. Biogeogr.* 35, 22-47.
- Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A., Musick, J.A., 2005. Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. IUCN Species Survival Commission, Shark Specialist Group, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.
- Francini-Filho, R.B., de Moura, R.L., 2008. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquat. Conserv.* 18, 1166-1179.
- Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Thompson, F.L., Reis, R.D., Kaufman, L., Kikuchi, R.K.P., Leão, Z.M.A.N., 2008a. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, Eastern Brazil). *Mar. Pollut. Bull.* 56, 1008-1014.
- Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Ferreira, C.M., Coni, E., 2008b. Live coral predation by parrotfishes (Perciformes: Scaridae) in the Abrolhos Bank, eastern Brazil, with comments on the classification of species into functional groups. *Neotrop. Ichth.* 6, 191-200.
- Froese, R., Pauly, D., 2009. Fishbase. World Wide Web electronic publication. Available from <www.fishbase.org>

- Gasparini, J.L., Floeter, S.R., Ferreira, C.E.L., Sazima, I., 2005. Marine ornamental trade in Brazil. *Biodivers. Conserv.* 14, 2883-2899.
- Gerhardinger, L.C., Freitas, M.O., Medeiros, R.P., Godoy, E.A., Marenzi, R.C., Hostim-Silva, M., 2007. Local Ecological Knowledge on the Planning and Management of Marine Protected Areas and Conservation of Fish Spawning Aggregations: The Experience of “Meros do Brasil” Project, in: MMA, Áreas Protegidas do Brasil 4, Brasília, DF, Brazil, pp. 117-139.
- Gerhardinger, L.C., Hostim-Silva, M., Medeiros, R.P., Matarezi, J., Bertoincini, A.A., Freitas, M.O., Ferreira, B.P., 2009. Fishers’ resource mapping and goliath grouper *Epinephelus itajara* (Serranidae) conservation in Brazil. *Neotrop. Ichth.* 7, 93-102.
- Guarderas, A.P., Hacker, S.D., Lubchenco, J., 2008. Current Status of Marine Protected Areas in Latin America and the Caribbean. *Conserv. Biol.* 22, 1630-1640.
- Halpern, B.S., Floeter, S.R., 2008. Functional diversity responses to changing species richness in reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 364, 147-156.
- Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Clark, V., 2000. The threatened status of restricted-range coral reef fish species. *Anim. Conserv.* 3, 81-88.
- Heithaus, M.R., Frid, A., Wirsing, A.J., Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends Ecol. Evol.* 23, 202-210.
- Helfman, G.S., 2007. *Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*, first ed. Island Press, Washington D.C..
- Hostim-Silva, M., Bertoincini, A.A., Gerhardinger, L.C., Machado, L.F., 2005. The Lord of the Rocks conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. *Coral Reefs* 24, 74.
- Hughes, T.P., Bellwood, D.R., Connolly, S.R., 2002. Biodiversity hotspots, centres of endemism, and conservation of coral reefs. *Ecol. Lett.* 5, 775-784.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J.B., Kleypas, J., Lough, J.M., Marshall, P., Nyström, M., Palumbi, S.R., Pandolfi, J.M., Rosen, B., Roughgarden, J., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301, 929-933.
- Hughes, T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Ceccarelli, D., Hoegh-Guldberg, O., McCook, L., Moltschanivskyj, N., Pratchett, M.S., Steneck, R.S., Willis, B., 2007. Phase shifts, herbivory, and the

- resilience of coral reefs to climate change. *Curr. Biol.* 17, 360-365.
- Hutchings, J.A., Reynolds, J.D., 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *Bioscience* 54, 297-309.
- IUCN, 2001. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.
- Jackson, J.B.C., 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 11458-11465.
- Jackson, J.B.C, Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629-638.
- Jennings, S., Reynolds, J.D., 2007. Body size, exploitation and conservation of marine organisms, in: Hildrew, A.G., Raffaelli, D., Edmonds-Brown, R. (Eds.), *Body size: the structure and function of aquatic ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 266-285.
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Polunin, N.V.C., 1999. Predicting the vulnerability of tropical reef fisheries to exploitation with phylogenies and life histories. *Conserv. Biol.* 13, 1466-1475.
- Klippel, S., Olavo, G., Costa, P.A.S., Martins, A.S., Peres, M.B., 2005. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos, in: *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, série livros REVIZEE*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 83-98.
- Lara, M.R., Schull, J., Jones, D.L., Allman, R., 2009. Description of the early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. *Endang Species Res* 7, 221-228.
- Last, P.R., Stevens, J.D., 1994. *Sharks and rays of Australia*. CSIRO, Hobart, Australia.
- Leão, Z.M.A.N., Dominguez, J.M., 2000. Tropical Coast of Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 41, 112-122.

- Lessa, R., Nóbrega, M.F., 2000. Guia de identificação de peixes marinhos da Região Nordeste. Programa REVIZEE, Score-NE, Recife, PE, Brazil.
- Lessa, R., Santana, F.M., Rincón, G., Gadig, O.B.F., El-Deir, A.C.A., 1999. Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Recife, PE, Brazil.
- López, G.V., Orvay, F.C., 2005. Food habits of groupers *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) and *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878) in the Mediterranean Coast of Spain. *Hidrobiológica* 15, 27-34.
- Luiz, O.L., Joyeux, J-C., Gasparini, J.L., 2007. Rediscovery of *Anthias salmopunctatus* Lubbock & Edwards, 1981, with comments on its natural history and conservation. *J. Fish Biol.* 70, 1283-1286.
- Machado, L.F., Daros, F.A.M.L., Bertoncini, A.A., Hostim-Silva, M., Barreiros, J.P., 2008. Feeding strategy and trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from Southern Brazil. *Cy-bium*, 32: 33-41.
- Martins, A.S., Olavo, G., Costa, P.A.S., 2005. Recursos demersais capturados com espinhel de fundo no talude superior da região entre Salvador (BA) e o Cabo de São Tomé (RJ), in: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, série livros REVIZEE. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 109-128.
- McClanahan, T., Polunin, N., Done, T., 2002. Ecological States and the Resilience of Coral Reefs. *Conserv. Ecol.* 6, 18-29.
- McClanahan, T.R., Mangi, S.C., 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fisheries Manag. Ecol.* 11, 51-60.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. Generalized Linear Models, second ed. Chapman & Hall, London.
- Medeiros, P.R., Gempel, R.G., Souza, A.T., Ilarri, M.I., Sampaio, C.L.S., 2007. Effects of recreational activities on the fish assemblage structure in a northeastern Brazilian reef. *PanamJAS* 2, 288-300.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2004. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes ameaçados de extinção com categorias da IUCN. Instrução Normativa nº 5, de 21 de maio de 2004.

- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2005. Alteração da Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004. Instrução Normativa n° 52, publicado no Diário Oficial da União, em 9 de novembro de 2005.
- Morris, A.V., Roberts, C.M., Hawkins, J.P., 2000. The threatened status of groupers (Epinephelinae). *Biodivers. Conserv.* 9, 919-942.
- Moura, R.L., 2002. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. In: *Proceeding of the 9th International Coral Reef Symposium*, Bali, Indonesia, vol. 2, pp. 917-920.
- Moura, R.L., Francini-Filho, R.B., Sazima, I., Flesh, C.H., Allen, G.R., Ferreira, C.E.L., 2005. Checklist of reef and shore species recorded from the Abrolhos region, in: Dutra, G.F., Allen, G.R., Werner, T., McKenna, S.A. (Eds.), *A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos bank, Bahia, Brazil*, RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Conservation International, Washington D.C.
- Mumby, P.J., 2006. Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: Algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biol. Conserv.* 128, 215-222.
- Munday, P.L., Jones, G.P., 1998. The ecological implications of small body size among coral-reef fishes. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 36, 373-411.
- Myers, R.A., Worm, B., 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423, 280-283.
- Myers, R.A., Worm, B., 2005. Extinction, survival and recovery of large predatory fishes. *Philos. T. Roy. Soc. B.* 360, 13-20.
- Myers, R.A., Baum, J., Shepherd, T.D., Powers, S.P., Peterson, C.H., 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 315, 1846-1850.
- Nelder, J.A., Wedderburn, R.W.M., 1972. Generalized Linear Models. *J. R. Statist. Soc. A.* 135, 370-384.
- Olden, J.D., Hogan, Z.S., Zanden, M.J.V., 2007. Small fish, big fish, red fish, blue fish: size-biased extinction risk of the world's freshwater and marine fishes. *Global Ecol. Biogeogr.* 16, 694-701.
- Palumbi, S.R., 2004. Why mothers matter. *Nature* 30, 621-622.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres Jr., F., 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279, 860-863.
- Pratchett, M.S., Munday, P.L., Wilson, S.K., Graham, N.A.J., Cinner, J.E., Bellwood, D.R., Jones, G.P., Polunin, N.V.C., McClanahan,

- T.R., 2008. Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes: ecological and economic consequences. *Oceanogr. Mar. Biol.* 46, 251-296.
- Polunin, N.V.C., Klumpp, D.W., 1992. A trophodynamic model of fish production on a windward coral-reef tract, in: John, D.M., Hawkins, S.J., Price, J.H. (Eds.), *Plant-animal interactions in the marine benthos*. Systematics Association Special Publication Vol. 46, Oxford, pp. 213-233.
- Randall, J.E., 1996. *Caribbean reef fishes*, third ed. TFH, Neptune City.
- 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. *Braz. J. Oceanogr.* 55, 7-17.
- Reynolds, J.D., 2003. Life histories and extinction risk, in: Blackburn, T.M., Gaston, K.J. (Eds.), *Macroecology: Concepts and Consequences*. Cambridge University Press, Oxford, pp. 195-217.
- Reynolds, J.D., Jennings, S., Dulvy, N.K., 2001. Life histories of fishes and population responses to exploitation, in: Reynolds, J.D., Mace, G.M., Redford, K.H., Robinson, J.G. (Eds.), *Conservation of Exploited Species*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 147-168.
- Reynolds, J.D., Dulvy, N.K., Goodwin, N.B., Hutchings, J.A., 2005. Biology of extinction in marine fishes. *P. Roy. Soc. Lond. B.* 272, 2337-2344.
- Rezende, S.M., Ferreira, B.P., Frédou, T., 2003. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. *Bol. Téc. Cient. CEPENE* 11, 257-270.
- Roberts, C.M., Hawkins, J.P., 1999. Extinction risk in the sea. *Trends Ecol. Evol.* 14, 241-246.
- Rosa, I.L., Dias, T.L., Baum, J.K., 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Perry, 1810 (Syngnathidae). *Environ. Biol. Fish.* 64, 326.
- Sadovy, Y.J., 2007. IUCN Workshop for Global Red List Assessments of Groupers Family Serranidae; subfamily Epinephelinae, Final report, University of Hong Kong.
- Sadovy, Y.J., Domeier, M.L., 2005. Are aggregation fisheries sustainable: reef fish fisheries as a case study? *Coral Reefs* 24, 254-262.
- Sadovy, Y.J., Donaldson, T.J., Graham, T.R., McGilvray, F., Muldoon, G.J., Phillips, M.J., Rimmer, M.A., Smith, A., Yeeting, B., 2003. The live reef food fish trade while stocks last, Asian Development Bank, Manila.

- Sazima, I; Gasparini, J.L., Moura, R.L., 1998. *Gramma brasiliensis*, a new basslet from the western South Atlantic (Perciformes: Grammatidae). *Aqua Jour. Ichthyol. Aq. Biol.* 3, 39-43.
- Smith, C.L., 1997. Tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. Modern applied statistics with S, fourth ed. Springer, New York.
- Ward, P., Myers, R.A., 2005. Major reductions in apex predators of the open ocean caused by early exploitation. *Ecology* 86, 835-847.
- Whiteman, E.A., Côté, I.M., 2003. Social monogamy in the cleaning goby *Elacatinus evelynae*: ecological constraints or net benefit? *Anim. Behav.* 66, 281-291.
- Whiteman, E.A., Côté, I.M., 2004. Monogamy in marine fishes. *Biol. Rev.* 79, 351-375.
- Winemiller, K.O., 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 62, 872-85.
- Wood, L.J., Fish, L., Laughren, J., Pauly, D., 2008. Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action. *Oryx* 42, 340-351.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S., Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClanahan, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R., Zeller, D., 2009. Rebuilding global fisheries. *Science* 325, 578-585.
- Zar, J.H. 2008. Bioestatistical analysis, fifth ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

3.1.7 Appendix A

$$g(\mu_i) = \sum_{j=1}^p x_{ij} \beta_j$$

where β_j are the parameters to be estimated and $g(\cdot)$ is the link function, which must be monotonic and differentiable (McCullagh and Nelder, 1989). The link function $g(\cdot)$ can be interpreted as a function (*e.g.* logarithmic) that linearizes the relationship between Y_i and x_{ij} through the parameters β_j .

For a binary response variable Y and an explanatory variable X , let $P(Y = 1|X = x) = \pi(x)$ be the probability of success and $P(Y = 0|X = x) = 1 - \pi(x)$ the probability of failure for a given event. The probability of success, depending on the value of x , is modeled as

$$\pi(x) = \frac{\exp(\alpha + \beta x)}{1 + \exp(\alpha + \beta x)}$$

where α is a constant term (intercept). To make linear the relationship between $\pi(x)$ and X we take the logarithm of the odds ($\pi(x)/[1 - \pi(x)]$) of $\pi(x)$ from the above equation, so we have the *logit* transformation

$$\text{logit}[\pi(x)] = \log \frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} = \alpha + \beta x$$

Therefore, the logistic regression model is a GLM with the response variable Y following a binomial distribution and the logit as the link function (Agresti, 2002).

Maximum likelihood estimates of β were obtained with the method of iteratively reweighted least squares (IRLS). Interpretation of the effects of explanatory variables through the parameter β is straightforward, and its sign determine whether $\pi(x)$ is increasing or decreasing as x increases. The value of β is simpler to understand if we use the odds ratio. For example, if x is a binary explanatory variable, then $x=1$ represents success and $x=0$ a failure. In this case it can be shown that the odds ratio is $\psi = (\pi(1)[1-\pi(0)]/(\pi(0)[1-\pi(1)]) = \exp(\beta)$ (see *e.g.* Dobson, 2002), so that ψ represents the chance the response variable Y has when $x=1$. If x is a categorical variable with more than

two categories, then the odds ratio is calculated using the first category as the reference level, and all other categories are compared to that level.

Since terms in GLMs usually are non-orthogonal, the order in which explanatory variables are added in the model affects the result of each variable contribution to the final model (McCullagh and Nelder, 1989). To find the order in which variables would be included in the model, we first fitted each explanatory variable alone with the same response variable (threatened or not threatened) and calculated the AIC for each model. After this, all models were classified from the lowest to the highest value of AIC, thus classifying variables from the most to the least representative. This order would possibly represent the most appropriate alternative to which variables should enter (sequentially) in the model.

To perform variable selection, we fitted a simple model, with main effects only (*i.e.* no interactions). From this initial model, a forward stepwise procedure was conducted to include first-order interactions that were significant in terms of change in AIC and deviance reduction. The significance was assessed through a likelihood ratio test between the initial model and this model plus each candidate interaction. If the addition of one interaction significantly reduced the deviance (we chose a p-value of 0.05 as the cutting point) then it was included in the model and the procedure was repeated. After no more interactions could significantly reduce the deviance, a backward stepwise procedure was performed to exclude non significant terms, preserving marginality. In this case, terms that were not significant in the likelihood ratio test were discarded. More details about the stepwise methods used can be found in Venables and Ripley (2002).

3.1.8 Appendix B

Logistic regression model estimates, standard error (Std. Error), odds ratio, z value and associated p-value. For categorical variables Type, Size and Trophic, the first level was used as the reference level for both estimatives and odds ratio calculation.

	Estimate	Std. Error	Odds ratio ($\exp[\beta]$)	z value	P(> z)
Intercept	-10.0298	2.6626	4.41E-005	-3.77	0.0002 ***
Type CONDR	4.5092	0.8434	90.85	5.35	0.0000 ***
Size MEDIUM	0.7104	1.3203	2.03	0.54	0.5905
Size LARGE	1.9739	1.4678	7.20	1.34	0.1787
Sex change	2.9803	0.7446	19.69	4.00	0.0001***
Artisanal	2.3241	0.7300	10.22	3.18	0.0015**
Ornamental	0.7587	0.5584	2.14	1.36	0.1742
Trophic HERB	-0.3910	2.1026	0.68	-0.19	0.8525
Trophic MCAR	3.7721	2.2059	43.47	1.71	0.0873
Trophic INV	3.5367	2.1874	34.36	1.62	0.1059
Mouth	8.6777	2.7208	5.87E+003	3.19	0.0014**
Monogamy	-20.2603	4251.3348	1.59E-009	-0.00	0.9962
Game	-0.8143	0.7101	0.44	-1.15	0.2515
Endemic	8.7971	2.2713	6.61E+003	3.87	0.0001***
Nest	-15.2912	1972.8794	2.29E-007	-0.01	0.9938
Size MEDIUM:Endemic	-6.4079	2.0647	1.65E-003	-3.10	0.0019**
Size LARGE:Endemic	-7.3754	2.8366	6.26E-004	-2.60	0.0093**
Type CONDR: Artisanal	-2.6640	0.9297	0.07	-2.87	0.0042**
Ornamental: Nest	19.6281	1972.8797	3.34E+008	0.01	0.9921
Trophic INV: Monogamy	22.6034	4251.3349	6.55E+009	0.01	0.9958
Sex change:Game	2.6910	1.3310	14.75	2.02	0.0432*

Significance: *** p<0.001; **p<0.01; *p<0.05.

3.1.9 Appendix C

Table. Management measures currently applied to threatened Brazilian reef fishes and its legal range throughout the Brazilian coast.

Family	Species	Status*	Management tool	Legal range
Balistidae	<i>Balistes vetula</i>	VU	Size limit (>20cm)	Espirito Santo to Rio Grande do Sul
Chaetodontidae	<i>Prognathodes obliquus</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Epinephelidae	<i>Epinephelus itajara</i>	CR	Harvesting, commercialization and possession prohibited	Brazilian territory
Epinephelidae	<i>Epinephelus morio</i>	VU	-	-
Epinephelidae	<i>Hyporthodus flavolimbatus</i>	VU	-	-
Epinephelidae	<i>Hyporthodus nigritus</i>	CR	-	-
Epinephelidae	<i>Hyporthodus niveatus</i>	VU	-	-
Epinephelidae	<i>Mycteroperca bonaci</i>	VU	Size limit (>45cm)	Espirito Santo to Rio Grande do Sul
Epinephelidae	<i>Mycteroperca interstitialis</i>	VU	-	-
Epinephelidae	<i>Mycteroperca marginata</i>	EN	Size limit (>47cm)	Espirito Santo to Rio Grande do Sul
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Grammatidae	<i>Gramma brasiliensis</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory

Family	Species	Status	Management tool	Legal range
Haemulidae	<i>Anisotremus moricandi</i>	EN	-	-
Labridae	<i>Bodianus insularis</i>	VU	-	-
Lutjanidae	<i>Lutjanus analis</i>	VU	-	-
Lutjanidae	<i>Lutjanus cyanopterus</i>	VU	-	-
Lutjanidae	<i>Lutjanus purpureus</i>	EN	Size limits (>33cm)	North of Amapá – Sergipe state
Pomacentridae	<i>Stegastes sancipauli</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Scaridae	<i>Scarus trispinosus</i>	VU	-	-
Serranidae	<i>Anthias salmopunctatus</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Sparidae	<i>Pagrus pagrus</i>	EN	-	-
Syngnathidae	<i>Hippocampus erectus</i>	VU	Capture quotas, pregnant males prohibited	Brazilian territory
Syngnathidae	<i>Hippocampus reidi</i>	VU	Capture quotas, pregnant males prohibited	Brazilian territory
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus longimanus</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
arthrinidae	<i>Negaprion brevirostris</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Gymnomyxomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Gymnuridae	<i>Gymnura altavela</i>	VU	-	-
Narcinidae	<i>Narcine bancrofti</i>	CR	-	-

Family	Species	Status	Management tool	Legal range
Odontaspidae	<i>Carcharias taurus</i>	VU	-	-
Rhincodontidae	<i>Rhincodon typus</i>	VU	Capture prohibited	Brazilian territory
Rhinobatidae	<i>Rhinobatos horkelii</i>	CR	Capture prohibited	Brazilian territory
Rhinobatidae	<i>Zapteryx brevirostris</i>	VU	-	-
Rhinopteridae	<i>Rhinoptera brasiliensis</i>	EN	-	-
Sphyrnidae	<i>Sphyrna mokarran</i>	EN	Size limits (>60cm), gear restriction	Espírito Santo to Rio Grande do Sul
Sphyrnidae	<i>Sphyrna tiburo</i>	VU	Size limits (>60cm), gear restriction	Espírito Santo to Rio Grande do Sul
Squatinae	<i>Squatina punctata</i>	EN	-	-

*= The conservation status assumed here is the highest published threat category to which a specimen was assigned, since some species are listed under different threat categories in local, national, and global Red Lists.

CAPÍTULO 3:
DO TRADITIONAL FISHERMEN RECOGNIZE THREAT
STATUS?
SHIFTING BASELINES IN PORTO SEGURO REEF FISHERIES

DO TRADITIONAL FISHERMEN RECOGNIZE THREAT STATUS? SHIFTING BASELINES IN PORTO SEGURO REEF FISHERIES

Bender, M.G., Floeter, S.R. and Hanazaki, N.

4.1.1 Introduction

The shifting baseline syndrome is a phenomenon affecting peoples' ability to recognize environmental modifications. In 1995, Daniel Pauly described this phenomenon concerned with generations of fisheries scientists, which baseline perceptions of fish stocks size and abundance were the ones from the starting point of their careers, regardless past and historical data. As one generation was replacing another, scientists were failing to appreciate the true status of fisheries and marine biodiversity as a whole (Pauly, 1995; Sáenz-Arroyo et al., 2005b). However, shifts in environmental baselines are general, and apply to all sectors of society (Sáenz-Arroyo et al., 2005a; 2005b).

Old grey literature, naturalists' observations, historical data and fishers' anecdotes are important evidence of the shifting baseline syndrome, and essential to adjust our current environmental perceptions (Sáenz-Arroyo et al., 2006). Fishermen, for instance, accumulate knowledge on species behavioral and biological aspects, and also on fisheries composition and abundance throughout the years (Johannes et al., 2000; Diegues, 2003). The Local Ecological Knowledge (LEK) of fishers is dynamically transmitted from one generation to another, being liable to transformations. Environmental changes such as reductions in fish stocks size along the years could be imperceptible, resulting in biased perspectives of present generations.

Thus, in addition to its influence on fisheries scientists' stock evaluations – organism size, abundance and composition in the past – the shifting baseline syndrome has possibly reached the knowledge of traditional fishermen communities. The LEK is well recognized as source of far-reaching valuable insights into ecological processes, being used by ecologists and incorporated with data from conventional research (Stave et al. 2007; Brook and McLachlan, 2008). This knowledge also contributes to our understanding of biological phenomena and to the practice of protecting species and ecosystems (Shackeroff and Campbell, 2007).

Given the global decline of coral reef ecosystems, and the growing pressures to its biodiversity (Jackson et al., 2001; Hughes et al.,

2003; Bellwood et al., 2004; Hughes et al., 2007; Jackson, 2008) as well as the value of indigenous knowledge to enhance our understanding of marine ecosystems (Pauly 1995; Pitcher, 2001), our intentions were to: (i) investigate the perceptions of fishermen communities surrounding a Marine Protected Area (MPA) regarding the conservation status of reef fishes threatened with extinction and (ii) identify baseline changes in fishers' LEK.

4.1.2 Material and methods

The Recife de Fora Marine Park – a municipal marine protected area – is located 9.25 kilometers off the shore from Porto Seguro, Bahia state, Brazil. The coral reef 1750 ha area was once an important fishing site for Cabrália, Belmonte, Coroa Vermelha, Arraial d'Ajuda and Trancoso communities. We interviewed 53 fishers selected randomly from four generations in Porto Seguro communities: < 31 years (n=11), 31-40 years (n=10), 41-50 years (n=12) and > 50 years (n=20). Fishers were previously informed on the subject of research interests and on the questionnaire content. Interviews were conducted in December 2008, after previous consent, at Tarifa market, a trade site where traditional fishers from Porto Seguro land their catches daily. Once the richness of common names for Brazilian reef fishes is high (Freire and Carvalho-Filho, 2009) we used photographs for species identifications during the interviews.

Selected species were those currently categorized as threatened with extinction (Critically endangered, Endangered and Vulnerable) by different red lists – IUCN Red List (IUCN, 2009), MMA national list (MMA, 2004; 2005) and state lists (Bergallo et al., 2000; Marques et al., 2002; Mikich and Bérnils, 2004; Passamani and Mendes, 2007) – and existent in the area. Genera belonging to the Epinephelidae family follows Craig & Hastings (2007). From a list of seventeen threatened reef fish, eight were selected based on information quality provided by fishermen, who were approached randomly, in three trial interviews: *Balistes vetula*, *Epinephelus itajara*, *Epinephelus morio*, *Hyporthodus (Epinephelus) nigrilus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu*, *Mycteroperca bonaci* and *Ocyurus chrysurus*. The rock hind, *Epinephelus adscensionis*, was included based on its abundance in the region which would provide comparisons to other reef fish included in our study.

We asked fishers about the largest individual of each species they had ever caught (usually answered in kilograms) and the year in which

that catch was made. We also questioned them about species most common in catches in the present and in the past.

We tested data for normality using Kolmogorov-Smirnov, and applied one-way ANOVA, Kruskal-Wallis (for non-parametric data) and regressions ($p < 0.05$) to test the relation of largest fish (of each species) ever caught and fishers' age; as well as the largest fish in relation to the year when it was caught.

4.1.3 Results

Fisherman older than 50 years old recognized a greater number of species as overharvested in Porto Seguro fisheries ($x = 3.36 \pm 3.88$), when compared to younger fishers (< 50 years; $x = 1.86 \pm 0.81$). Moreover, fisherman older than 60 years ($n = 6$; this age category was added to 51-60 years category) recognized even more species as exploited ($x = 5.66 \pm 4.72$) and informants less than 31 years old identified only 1.6 species (± 0.81). Even though there were differences in numbers of species recognized as exploited, those were not significant.

The black grouper, *Mycteroperca bonaci* (31.8%; $n = 44$), the red grouper, *Epinephelus morio* (20.4%; $n = 44$), and the yellowtail snapper, *Ocyurus chrysurus* (31.8%; $n = 44$), were the species mostly cited as overexploited in the region. However, *O. chrysurus* was also recognized as an abundant reef fish nowadays, when compared to other species from our study and pointed as the main catch of 37.2% ($n = 44$) of fishers interviewed. The groupers *E. itajara* and *E. adscensionis* were referred to as once abundant by 15% and 5% of older fisherman (> 50 yrs) interviewed ($n = 20$). During interviews, three elder informants (> 50 years) mentioned sharks as common in old days catches.

When questioned on the causes of declines, 35.8% ($n = 53$) of fishermen considered that fishing had led to depletions. Technology, spearfishing, lobster fishing and compressor divers who also fish were also pointed as responsible for fisheries declines in Porto Seguro. Only three fishermen were not able to identify changes in reef fisheries, and those informants were less than 30 years old (20, 23 and 28 years). Many fishers compared the current status of reef fisheries to old times: "back than two days were sufficient for 200 kg of fish, nowadays we need eight days to reach 200 kg landings" (J.O.B., 50 yrs old).

This pattern of shifting perspectives was also evident across fishers of different ages and the largest individual of species they had landed (Figure 1 *a, b, c, d, e, f, g* and *h*), which were tested through regressions once ANOVA and Kruskal-Wallis tests were not signifi-

cant. Older fisherman caught greater individuals of *Mycterperca bonaci*, *Epinephelus itajara*, *Epinephelus morio*, *Epinephelus adscencionis*, *Hyporthodus nigritus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu* and *Ocyurus chrysurus*. Only for the queen triggerfish, *Balistes vetula*, this pattern was not significant, which could be explained by the smaller variation of this species sizes in relation to other species.

Moreover, a regression of the year in which fishers landed the largest fish of each species against fish size (Figure 2 a, b, c, d, e and f) reveals that the bigger fish are in decline. Those regressions were significant for *Mycterperca bonaci*, *Epinephelus itajara*, *Epinephelus morio*, *Hyporthodus nigritus*, *Lutjanus analis*, *Lutjanus jocu* and *Ocyurus chrysurus*. For the grouper *H. nigritus*, only three young fishers (<31 yrs) had caught individuals of the species and other three did not identify the species.

Shifts in fishers' perceptions were also noticed in resource users' ability to identify reef fish species. Younger fishermen (<31 yrs) did not recognize 2.3 species (± 1.52), fishers from 31 to 40 years old were not able to identify 2.25 fishes (± 1.89) and for older fishermen (>40 yrs) the mean was 2.0 (± 1.3). Though, differences were not significant. Unknown species were mostly *Hyporthodus nigritus* and *Epinephelus adscencionis*, not recognized by 11.3% and 15.1% (n=53) of interviewees, respectively.

Thirteen (25%; n=52) informants recognized *Epinephelus itajara* as a reef fish threatened with extinction – explicitly using the word *extinction* – in our interview, and nine (17.3%; n=52) mentioned the goliath grouper *E. itajara* capture banishment in Brazilian waters. This knowledge regarding *E. itajara* was evenly spread through fishers' age categories. Nevertheless, the rock hind *E. adscencionis* was identified as imperiled and rare exclusively by users older than 41 years (n=5; 11.5%).

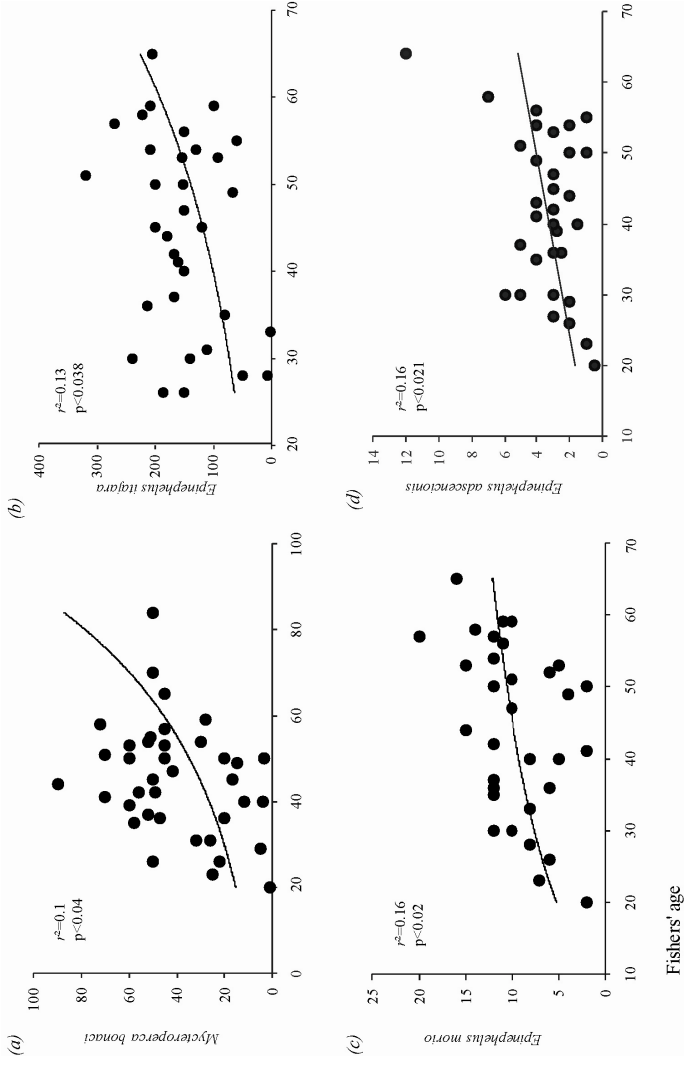


Figure 1. Greater species caught and fishers' age regression: (a) *Mycteroperca bonaci*, exponential regression $r^2=0.1$; $p<0.04$; (b) *Epinephelus itajara*, exponential regression $r^2=0.13$; $p<0.038$; (c) *Epinephelus morio*, logarithmic regression $r^2=0.16$; $p<0.02$; (d) *Epinephelus adscensionis*, linear regression $r^2=0.16$; $p<0.021$.

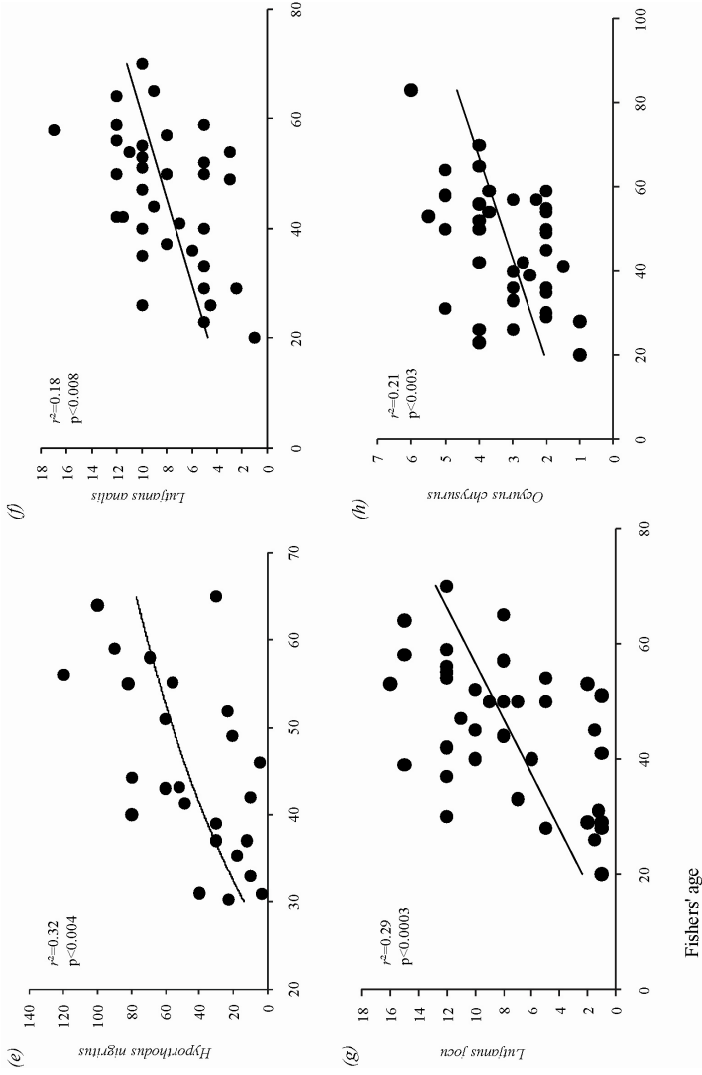


Figure 1. Greater species caught and fishers' age regression: (e) *Hyporhamphus nigritus*, logarithmic regression $r^2=0.32$; $p<0.004$; (f) *Lutjanus analis*, linear regression $r^2=0.18$; $p<0.008$; (g) *Lutjanus juncu*, linear regression $r^2=0.29$; $p<0.0003$; (h) *Ocyurus chrysurus*, linear regression $r^2=0.21$; $p<0.003$.

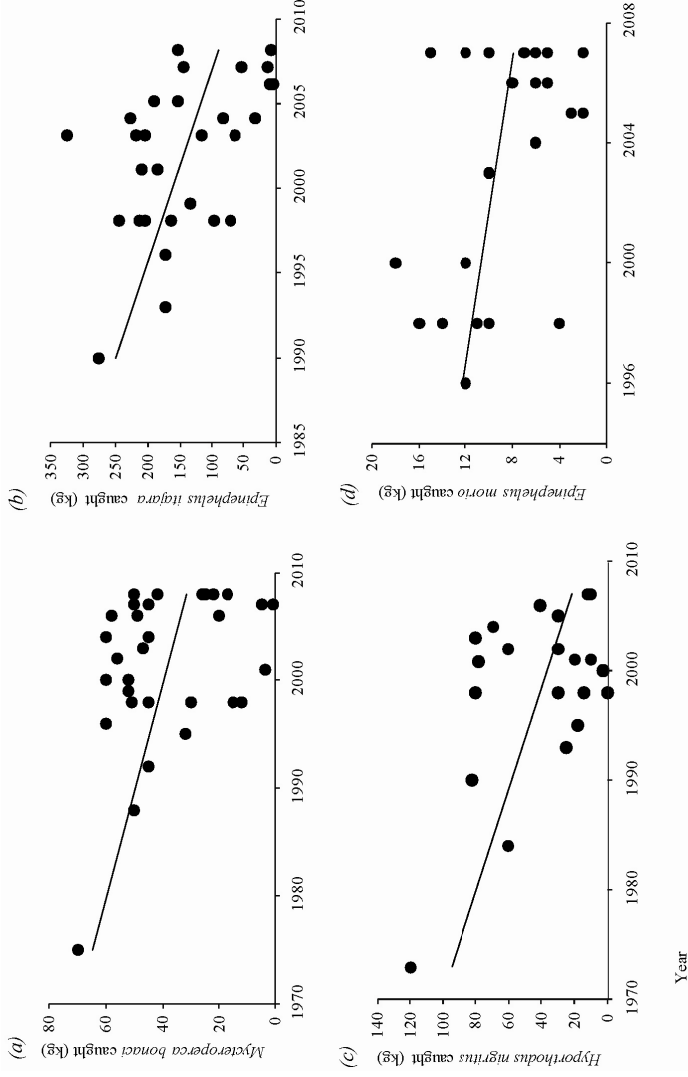


Figure 2. Greater species and year caught regression: (a) *Mycteroperca bonaci*, linear regression $r^2=0.14$; $p<0.03$; (b) *Epinephelus itajara*, linear regression $r^2=0.28$; $p<0.003$; (c) *Hyporhamphus nigritus*, linear regression $r^2=0.33$; $p<0.005$; (d) *Epinephelus morio*, linear regression $r^2=0.2$; $p<0.02$.

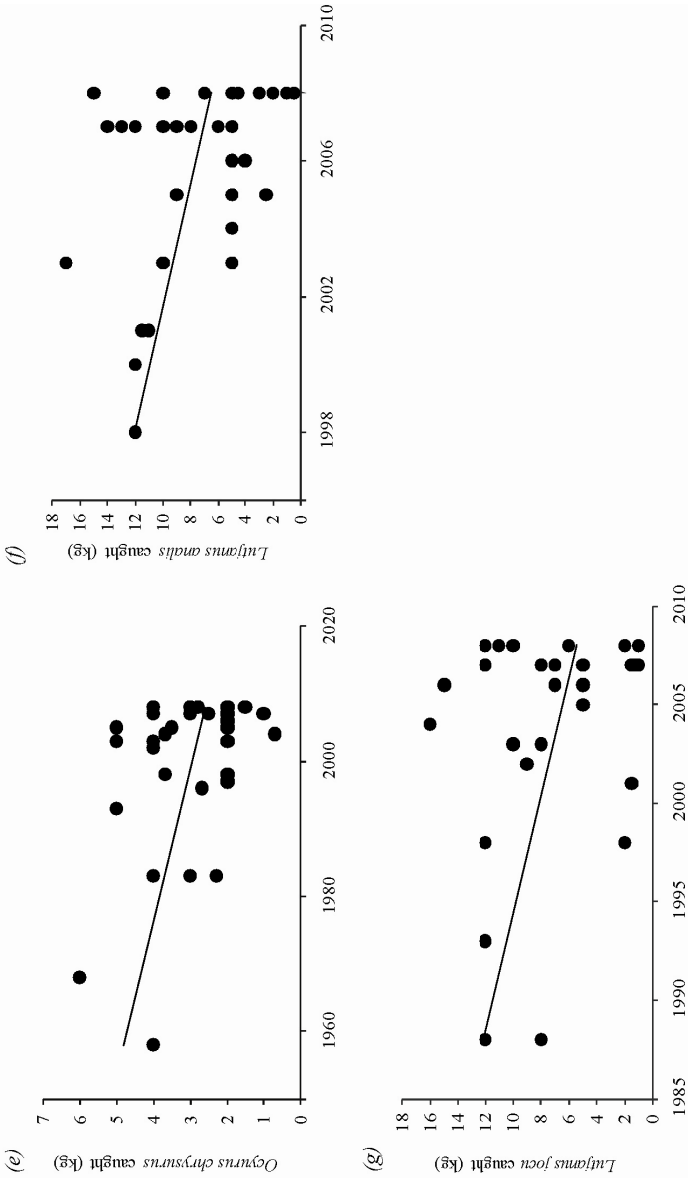


Figure 2. Greater species and year caught regression: (e) *Ocyurus chrysurus*, linear regression $r^2=0.16$; $p<0.01$; (f) *Lutjanus analis*, linear regression $r^2=0.12$; $p<0.04$; (g) *Lutjanus jocus*, linear regression $r^2=0.15$; $p<0.02$.

4.1.4 Discussion

The shifting baseline syndrome poses a challenge to our knowledge of ecosystems functioning, species ranges of distribution and population numbers in the past (Jackson et al., 2001; Myers and Worm, 2003; Sáenz-Arroyo et al., 2005a; 2005b). This phenomenon has also spread through society, even reaching traditional fishermen which are in contact with nature on a daily basis (Sáenz-Arroyo et al., 2005a; 2005b; Machado, 2009). Our results also reveal that Porto Seguro fishers' perception of species status has been rapidly shifting.

These changes in fishermen baselines are especially troubling given the importance of their knowledge in guiding the adjustments of our environmental baselines, along with other sources of historical data – photographs, old reports, fisheries memories – (Sáenz-Arroyo et al., 2005a). Moreover, knowledge holders which have long ties to ecosystems can help filling in the gaps in our understanding of marine ecosystems (Pauly 1995; Pitcher and Pauly 1998).

Apparently, the knowledge transmission from older and experienced fishermen to following fishers' generations has been limited. Therefore, former reef fish species abundance and fisheries composition might have been poorly incorporated into the local knowledge (LEK) causing shifts in environmental baselines. The changes in our informants' perspectives regarding largest fish caught, overexploited species in the region and also the causes of fisheries declines are alarming. Even though differences in fishers' environmental perceptions were also reflected in the number of species identified as overexploited, such individual perceptions resulted in inconsistencies inside age categories and no significant differences between those numbers. Moreover, the compromised ability of younger fishers in identifying reef fish species is even more disturbing. This knowledge and baseline modifications regarding marine ecosystems can have serious effects on peoples' tolerance to biodiversity and biomass loss (Ainsworth et al., 2008). Fishers' awareness of species threat status was clearly different from one generation to other, especially for *Hyporthodus nigrinus* and *Epinephelus adscensionis*, identified as formerly more abundant exclusively by older fishers. The black grouper, *H. nigrinus*, was also pointed by fishers' as a rare species associated with deep waters, and its depletion in northeast seamounts has shown its vulnerability to overexploitation (Perez, 2007). In fact, the spatial expansion of fishing masks the exhaustion of localized stocks, expanding species' depletion (Berkes et al., 2006). There is a special concern with the snapper species, *Lutjanus analis* and *Ocyurus*

chrysurus, which were recognized as overexploited by many fishers, especially older ones, though its importance to local fisheries and current abundance compared to other species, masks its threatened status. However, most fishermen were able to perceive reductions in abundance of *Mycteroperca bonaci* and *Epinephelus morio*, which were common in catches and now are regarded as rare. The goliath grouper threatened status is well known by fishers' from Porto Seguro.

Local Ecological Knowledge (LEK), along with other sources of data, should be incorporated to scientific knowledge and data (Pauly, 1995; Mackinson and Nøttestad, 1998; Sáenz-Arroyo et al., 2005a; 2005b; Ainsworth et al. 2008), providing proper management and conservation strategies for vulnerable species (Pauly, 1995; Baum and Myers, 2004). Local fishermen knowledge is especially important where scientific data is not available for fisheries, frequently in the developing world (Johannes, 1998; Sáenz-Arroyo et al., 2005a; Helfman, 2007) which could be the case of Porto Seguro fisheries.

In addition to experienced resource users' environmental perceptions, marine reserves have been recommended as tools to provide a window on pre-exploitation times, preserving marine biodiversity (Roberts and Hawkins, 2000; Machado, 2009). Therefore, the knowledge of fishermen from local communities surrounding the *Recife de Fora* marine park could be incorporated to the protected area species management, providing rich insights on the past status of that coral reef ecosystem – including reef fish species currently facing extinction risk. However, we must be aware of the shifting baseline syndrome affecting peoples' perceptions, thus accessing older fishermen knowledge is fundamental in any efforts to protect biodiversity and assess species status.

Acknowledgements

We thank Coral Vivo Research Network for financial support to our field trip; especially to Sandro 'Parrudo', a Coral Vivo local guide and Dilmar Lima, for all support provided in Porto Seguro. We would also like to thank the field team: Victória Lacerda and Mônica Ulysséa.

4.1.5 References:

- Ainsworth, C.H., Pitcher, T.J. and Rotinsulu, C., 2008. Evidence of fishery depletions and shifting cognitive baselines in Eastern Indonesia. *Biological Conservation* 141, 848-859.
- Bellwood, D.R. et al., 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429, 827-833.
- Bergallo, H.G. et al., 2000. A fauna ameaçada de extinção no estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: EduerJ.
- Berkes, F. et al., 2006. Globalization, roving bandits and marine resources. *Science* 311, 1557-1558.
- Brook, R.K. and McLachlan, S.M., 2008. Trends and prospects for local knowledge in ecological and conservation research and monitoring. *Biodiversity Conservation* 17, 3501-3512.
- Craig, M.T. and Hastings, P.A., 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyological Research* 54, 1-17.
- Diegues, A.C. 2003. A interdisciplinaridade nos estudos do mar: o papel das ciências sociais. In: XV Semana da Oceanografia, Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo.
- Freire, K.M.F. and Carvalho-Filho, A., 2009. Richness of common names of Brazilian reef fishes. *Pan-american Journal of Aquatic Sciences* 4, 96-145.
- Helfman, G.S., 2007. *Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*, first ed. Island Press, Washington D.C..
- Hughes, T.P., et al., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301, 929-933.
- Hughes, T.P., et al., 2007. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology* 17, 360-365.
- International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2009. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2 Available from: <www.iucnredlist.org>
- Jackson, J.B.C., 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *P Natl Acad Sci USA* 105, 11458-11465.
- Jackson, J.B.C, et al., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629-638.

- Johannes, R.E.; Freeman, M.M.M. and Hamilton, R.J., 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish and Fisheries* 1, 257-271.
- Johannes, R.E. 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore fisheries. *Trends in Ecology and Evolution* 13, 243-246.
- Machado, G.R., 2009. A Eficiência do Conhecimento Empírico como Indicador de Sobrepesca e de Mudanças na Referência Ambiental. Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Mackinson, S. and Nottestad, L. 1998. Combining local and scientific knowledge. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* 8, 481-490.
- Marques, A.A.B., et al., (Orgs.), 2002. Lista de referência da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Decreto n° 41.672, 10 junho de 2002. Porto Alegre, RS: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA.
- Mikich, S.B., and Bérnils, R.S., 2004. Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná. Curitiba: Instituto Ambiental do Paraná.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2004. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes ameaçados de extinção com categorias da IUCN. Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004.
- MMA (Ministério do Meio Ambiente), 2005. Alteração da Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004. Instrução Normativa n° 52, publicado no Diário Oficial da União, em 9 de novembro de 2005.
- Myers, R.A. and Worm, B., 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423, 280-283.
- Pauly, D., 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome in fisheries. *Trends in Ecology and Evolution* 10, 420.
- Passamani, M., and Mendes, S.R., 2007. Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo, Vitória: Instituto de pesquisas da Mata Atlântica (Ipema).
- Perez, J.A.A., 2007. Áreas de exclusão da pesca demersal em áreas profundas da costa brasileira. In: Prates, A.P., Blanc, D. (Eds.) Áreas aquáticas protegidas como instrumento da gestão pesqueira. Série Áreas Protegidas do Brasil. Brasília: MMA. 201-216pp.
- Pitcher, T.J., 2001 Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. *Ecological Applications* 11, 601-607.

- Roberts, C.M. and Hawkins, J.P., 2000. Fully-Protected Marine Reserves: a guide: Washington, DC, USA and Environmental Department, University of York York, UK.
- Sáenz-Arroyo, A., et al., 2005a. Using fisher's anecdotes, naturalist's observations, and grey literature to reassess marine species at risk: The case of the gulf grouper in the Gulf of California, Mexico. *Fish and Fisheries* 6, 121-133.
- Sáenz-Arroyo, A., et al., 2005b. Rapidly shifting environmental baselines among fishers of the Gulf of California. *Proceedings of the Royal Society of London Biological Sciences* 272, 1957-1962.
- Sáenz-Arroyo, A., et al., 2006. The value of evidence about past abundance: marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travelers. *Fish Fish.* 7, 128-146.
- Shackeroff, J.M. and Campbell, L.M., 2007. Traditional Ecological Knowledge in Conservation Research: Problems and Prospects for their Constructive Engagement. *Conservation and Society* 5, 343-360.
- Stave, J., et al., 2007. Traditional ecological knowledge of a riverine forest in Turkana, Kenya: implications for research and management. *Biodiversity Conservation* 16, 1471-1489.

5. CONCLUSÃO

A recuperação de populações de peixes recifais brasileiros ameaçadas de extinção depende de diversos aspectos, como a elaboração de planos de manejo, revisão de listas vermelhas, e a capacidade de usuários do recurso – como pescadores artesanais – de identificar o *status* de conservação destas espécies.

Nossas análises mostraram que espécies de tamanho corpóreo grande, macrocarnívoros, Elasmobrânquios, espécies endêmicas e espécies com reversão sexual são mais vulneráveis entre peixes recifais brasileiros. Além disso, as famílias Epinephelidae e Lutjanidae, importantes recursos pesqueiros, estão entre as mais ameaçadas no país. Estas informações são importantes para guiar esforços conservacionistas, os quais muitas vezes enfrentam limitação de recursos, impedindo a recuperação de grande parte das espécies. Dessa forma, priorizar grupos mais suscetíveis a impactos, bem como espécies chave para o funcionamento do ecossistema, é fundamental.

Além de priorizar espécies, o manejo da pesca em diversas escalas (nacional, regional e local) e a proteção de habitats necessários para peixes recifais em determinadas fases de vida são alternativas para a recuperação de espécies ameaçadas. É perturbador que entre os peixes recifais brasileiros ameaçados, apenas nove espécies sejam reconhecidas por autoridades federais como sob risco de extinção, destacando a necessidade da revisão da lista vermelha nacional. Entretanto, primeiramente é preciso que as espécies listadas em inventários em vigor tenham planos de manejo e recuperação elaborados, para que em avaliações futuras os táxons estejam sob menor risco de extinção.

Dentro deste contexto, o conhecimento ecológico local (CEL) de pescadores artesanais que interagem com recursos ao longo dos anos é importante fonte de saberes que podem ser incorporados em avaliações do *status* de conservação de espécies, e também na criação de AMPs, ordenamento, planos de ação, etc. Entretanto, a percepção do ambiente marinho e de peixes recifais ameaçados por pescadores mais jovens é distinta daquela de pescadores mais velhos. A síndrome de deslocamento de referencial (*Shifting baseline syndrome*) foi identificada no conhecimento de pescadores artesanais do entorno do Parque Municipal Marinho do Recife de Fora, Porto Seguro. Dessa forma, acessar o conhecimento de pescadores mais velhos é essencial para ajustar as percepções tanto da comunidade que interage com os recursos, quanto de cientistas. Este CEL de pescadores experientes pode ser importante fonte de in-

formações do *status* de conservação tanto de peixes recifais quanto do ecossistema do Recife de Fora como um todo. Entretanto, é importante que as percepções de pescadores de diversos pontos ao longo da costa sejam retratadas, considerando particularidades de cada local, e possibilitando uma visão ampla das referências ambientais destes usuários.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdallah, P.R., Sumaila, U.R., 2007. An historical account of Brazilian public policy on fisheries subsidies. *Mar. Policy* 31, 444-450.
- Agresti, A., 2002. *Categorical data analysis*, second ed. John Wiley & Sons, New York.
- Ainsworth, C.H., Pitcher, T.J., Rotinsulu, C., 2008. Evidence of fishery depletions and shifting cognitive baselines in Eastern Indonesia. *Biol. Conserv.* 141, 848-859.
- Akaike, H., 1974. A new look at the statistical model identification. *IEEE Trans. Automat. Contr.* 19, 716-723.
- Amorim, A.F., Arfelli, C.A., Bacilieri, S., 2002. Shark data from Santos longliners fishery off Southern Brazil (1971-2000). *Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT* 54, 1341-1348.
- Barreiros, J.P., Santos, R.S., 1998. Notes on the food habitats and predatory behavior of the dusky grouper, *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) (Pisces: Serranidae) in the Azores Arquipélago. *Arquipel. Life Mar. Sci.* 16, 29-35.
- Bascompte, J., Melia, C.J., Sala, E., 2005. Interaction strength combinations and the overfishing of a marine food web. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 102, 5443-5447.
- Baum, J., Worm, B., 2009. Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *J. Anim. Ecol.* 78, 699-714.
- Baum, J.K., Myers, R.A., Kehler, D.G., Worm, B., Harley, S.J., Doherty, P.A., 2003. Collapse and conservation of shark populations in the Northwest Atlantic. *Science* 299, 389-392.
- Bellwood, D.R., 2003. Origins and escalation of herbivory in fishes: a functional perspective. *Paleobiology* 29, 71-83.
- Bellwood, D.R., Hughes, T.P., Folke, C., Nyström, M., 2004. Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429, 827-833.
- Bergallo, H.G, Rocha, C.F.D, Alves, M.A.S., Sluys, M.V., 2000. A fauna ameaçada de extinção no estado do Rio de Janeiro. *EduerJ, Rio de Janeiro*.
- Berkes, F., Hughes, T.P., Steneck, R.S., Wilson, J.A., Bellwood, D.R., Crona, B., Folke, C., Gunderson, L.H., Leslie, H.M., Norberg, J., Nyström, M., Olsson, P., Österblom, H., Scheffer, M., and Worm, B., 2006. Globalization, roving bandits and marine resources. *Science* 311, 1557-1558.
- Birkeland, C., Dayton, P.K., 2005. The importance in fishery management of leaving the big ones. *Trends Ecol. Evol.* 20, 356-358.

- Böhlke, J.E., Chaplin, C.C.G., 1993. Fishes of the Bahamas and adjacent tropical waters, second ed. University of Texas Press, Austin.
- Bonfil, R., 1994. Overview of world elasmobranch fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 341, Rome.
- Brook, R.K., McLachlan, S.M., 2008. Trends and prospects for local knowledge in ecological and conservation research and monitoring. *Biodivers. Conserv.* 17, 3501-3512.
- Carvalho-Filho, A., 1999. Peixes: Costa Brasileira, third ed. Melro, São Paulo, SP, Brazil.
- Casey, J.M., Myers, R.A., 1998. Near extinction of a large, widely distributed fish. *Science* 228, 690-692.
- Castro, C.B., 2003. Coral Reef in Brazil, in: Prates, A.P.L. (Ed.), Atlas of Coral Reef Protected Areas in Brazil. MMA/SBF, Brasília, DF, Brazil, pp. 25-27.
- Cheung, W.W.L., Pitcher, T.J., Pauly, D., 2005. A fuzzy logic expert system to estimate extinction vulnerabilities of marine fishes to fishing. *Biol. Conserv.* 124, 97-111.
- Coleman, F.C., Koenig, C.C., Huntsman, G.R., Musick, J.A., Eklund, A.M., McGovern, J.C., Chapman, R.W., Sedberry, G.R., Grimes, C.B., 2000. Long-lived reef fishes: the grouper-snapper complex. *Fisheries* 25, 14-20.
- Cordell, J.C., 2000. Remaking the waters: the significance of sea tenure-based protected areas. In: Third Conference on Property Rights, economics and environment. International Center for research on Environmental issues, Aix-en-Provence, France.
- Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G., Haimovici, M., Braga, A.C., 2005. Pesca exploratória com arrasto de fundo no talude continental da região central da costa brasileira entre Salvador-BA e Cabo de São Tome-RJ, in: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira série livros RevizEe. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 145-165.
- Coutinho, R., Villaça, R.C., Magalhães, C.A., Guimarães, M.A., Apolinário, M., Muricy, G., 1993. Influência antrópica nos ecossistemas coralinos da região de Abrolhos. *Acta Biol. Leopold.* 15, 133-144.

- Craig, M.T., Hastings, P.A., 2007. A molecular phylogeny of the groupers of the subfamily Epinephelinae (Serranidae) with a revised classification of the Epinephelini. *Ichthyol. Res.* 54, 1-17.
- Dias, T.L., Rosa, I.L., Baum, J.K., 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus erectus* Perry, 1810 (Syngnathidae). *Environ. Biol. Fish.* 65, 326.
- Diegues, A.C., 2003. A interdisciplinaridade nos estudos do mar: o papel das ciências sociais. In: XV Semana da Oceanografia, Instituto Oceanográfico da USP, São Paulo.
- Dobson, A.J., 2002. An introduction to Generalized Linear Models, second ed. Chapman & Hall, London.
- Domeier, M.L., Colin, P.L., 1997. Tropical reef fish spawning aggregations: defined and reviewed. *Bull. Mar. Sci.* 60, 698-726.
- Duffy, J.E., 2002. Biodiversity and ecosystem function: the consumer connection. *Oikos* 99, 201-219.
- Dulvy, N.K., Sadovy, I., Reynolds, J.D., 2003. Extinction vulnerability in marine populations. *Fish Fish.* 4, 25-64.
- Espírito Santo, 2005. Lista das espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Diário oficial: Poder executivo. Decreto 1499-R, 13 de junho de 2005. Vitória, ES. Brasil.
- Feitosa, C.V., Ferreira, B.P., Araújo, A.E., 2008. A rapid new method for assessing sustainability of ornamental fish by-catch from coral reefs. *Mar. Freshwater Res.* 59, 1092-1100.
- Ferreira, B.P., Maida, M., 1995. Projeto Mero: apresentação de resultados preliminares. *Bol. Técn. Cient. CEPENE, Tamandaré* 3, 204-213.
- Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., 1999. The unique Abrolhos reef formation (Brazil): need for specific management strategies. *Coral Reefs* 18, 352.
- Ferreira, C.E.L., Gonçalves, J.E.A., 2006. Community structure and diet of roving herbivorous reef fishes in the Abrolhos Archipelago, South-Western Atlantic. *J. Fish Biol.* 69, 1-19.
- Ferreira, C.E.L., Floeter, S.R., Gasparini, J.L., Joyeux, J.C., Ferreira, B.P., 2004. Trophic structure patterns of Brazilian reef fishes: a latitudinal comparison. *J. Biogeogr.* 31, 1093-1106.
- 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 Ecol. Biogeogr.* 10, 423-433.

- Floeter, S.R., Halpern, B.S., Ferreira, C.E.L. 2006. Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biol. Conserv.* 128, 391-402.
- Floeter, S.R., Rocha, L.A., Robertson, D.R., Joyeux, J.C., Smith-Vaniz, W.F., Wirtz, P., Edwards, A.J., Barreiros, J.P., Ferreira, C.E.L., Gasparini, J.L., Brito, A., Falcón, J.M., Bowen, B.W., Bernardi, G., 2008. Atlantic reef fish biogeography and evolution. *J. Biogeogr.* 35, 22-47.
- Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A., Musick, J.A., 2005. *Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes*. IUCN Species Survival Commission, Shark Specialist Group, IUCN Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.
- Francini-Filho, R.B., de Moura, R.L., 2008. Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. *Aquat. Conserv.* 18, 1166-1179.
- Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Thompson, F.L., Reis, R.D., Kaufman, L., Kikuchi, R.K.P., Leão, Z.M.A.N., 2008a. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, Eastern Brazil). *Mar. Pollut. Bull.* 56, 1008-1014.
- Francini-Filho, R.B., Moura, R.L., Ferreira, C.M., Coni, E., 2008b. Live coral predation by parrotfishes (Perciformes: Scaridae) in the Abrolhos Bank, eastern Brazil, with comments on the classification of species into functional groups. *Neotrop. Ichth.* 6, 191-200.
- Freire, K.M.F., Carvalho-Filho, A., 2009. Richness of common names of Brazilian reef fishes. *PanamJAS*, 4: 96-145.
- Froese, R., Pauly, D., 2009. Fishbase. World Wide Web electronic publication. Disponível em: <www.fishbase.org>
- Gasparini, J.L., Floeter, S.R., Ferreira, C.E.L., Sazima, I., 2005. Marine ornamental trade in Brazil. *Biodivers. Conserv.* 14, 2883-2899.
- Gerhardinger, L.C., Freitas, M.O., Medeiros, R.P., Godoy, E.A., Marenzi, R.C., Hostim-Silva, M., 2007. Local Ecological Knowledge on the Planning and Management of Marine Protected Areas and Conservation of Fish Spawning Aggregations: The Experience of "Meros do Brasil" Project, in: MMA, *Áreas Protegidas do Brasil* 4, Brasília, DF, Brazil, pp. 117-139.
- Gerhardinger, L.C., Hostim-Silva, M., Medeiros, R.P., Matarezi, J., Bertocini, A.A., Freitas, M.O., Ferreira, B.P., 2009. Fishers' re-

- source mapping and goliath grouper *Epinephelus itajara* (Serranidae) conservation in Brazil. *Neotrop. Ichth.* 7, 93-102.
- Guarderas, A.P., Hacker, S.D., Lubchenco, J., 2008. Current Status of Marine Protected Areas in Latin America and the Caribbean. *Conserv. Biol.* 22, 1630-1640.
- Halpern, B.S., Floeter, S.R., 2008. Functional diversity responses to changing species richness in reef fish communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 364, 147-156.
- Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Clark, V., 2000. The threatened status of restricted-range coral reef fish species. *Anim. Conserv.* 3, 81-88.
- Heithaus, M.R., Frid, A., Wirsing, A.J., Worm, B., 2008. Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends Ecol. Evol.* 23, 202-210.
- Helfman, G.S., 2007. *Fish Conservation: a guide to understanding and restoring global aquatic biodiversity and fishery resources*, first ed. Island Press, Washington D.C..
- Hostim-Silva, M., Bertoni, A.A., Gerhardinger, L.C., Machado, L.F., 2005. The Lord of the Rocks conservation program in Brazil: the need for a new perception of marine fishes. *Coral Reefs* 24, 74.
- Hughes, T.P., Bellwood, D.R., Connolly, S.R., 2002. Biodiversity hotspots, centres of endemism, and conservation of coral reefs. *Ecol. Lett.* 5, 775-784.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J.B., Kleypas, J., Lough, J.M., Marshall, P., Nyström, M., Palumbi, S.R., Pandolfi, J.M., Rosen, B., Roughgarden, J., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301, 929-933.
- Hughes, T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Ceccarelli, D., Hoegh-Guldberg, O., McCook, L., Moltschanowskyj, N., Pratchett, M.S., Steneck, R.S., Willis, B., 2007. Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Curr. Biol.* 17, 360-365.
- Hutchings, J.A., Reynolds, J.D., 2004. Marine fish population collapses: consequences for recovery and extinction risk. *Bioscience* 54, 297-309.
- International Union for the Conservation of Nature (IUCN), 2009. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2009.2 Disponível em: <www.iucnredlist.org>

- Jackson, J.B.C., 2008. Ecological extinction and evolution in the brave new ocean. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 11458-11465.
- Jackson, J.B.C, Kirby, M.X., Berger, W.H., Bjorndal, K.A., Botsford, L.W., Bourque, B.J., Bradbury, R.H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J.A., Hughes, T.P., Kidwell, S., Lange, C.B., Lenihan, H.S., Pandolfi, J.M., Peterson, C.H., Steneck, R.S., Tegner, M.J., Warner, R.R., 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293, 629-638.
- Jennings, S., Reynolds, J.D., 2007. Body size, exploitation and conservation of marine organisms, in: Hildrew, A.G., Raffaelli, D., Edmonds-Brown, R. (Eds.), *Body size: the structure and function of aquatic ecosystems*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 266-285.
- Jennings, S., Reynolds, J.D., Polunin, N.V.C., 1999. Predicting the vulnerability of tropical reef fisheries to exploitation with phylogenies and life histories. *Conserv. Biol.* 13, 1466-1475.
- Johannes, R.E., 1998. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 13, 243-246.
- Johannes, R.E., Freeman, M.M.M., Hamilton, R.J., 2000. Ignore fishers' knowledge and miss the boat. *Fish Fish.* 1, 257-271.
- Klippel, S., Olavo, G., Costa, P.A.S., Martins, A.S., Peres, M.B., 2005. Avaliação dos estoques de lutjanídeos da costa central do Brasil: análise de coortes e modelo preditivo de Thompson e Bell para comprimentos, in: *Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva brasileira, série livros REVIZEE*. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 83-98.
- Lamoreux, J., Akçakaya, H.R., Bennun, L., Collar, N.J., Boitani, L., Brackett, D., Bräutigam, A., Brooks, T.M., da Fonseca, G.A.B., Mittermeier, R.A., Rylands, A.B., Gardenfors, U., Hilton-Taylor, C., Mace, G., Stein, B.A., Stuart S., 2003. Value of the IUCN Red List. *Trends Ecol. Evol.* 18, 214-215.
- Lara, M.R., Schull, J., Jones, D.L., Allman, R., 2009. Description of the early life history stages of goliath grouper *Epinephelus itajara* (Pisces: Epinephelidae) from Ten Thousand Islands, Florida. *Endang Species Res* 7, 221-228.
- Last, P.R., Stevens, J.D., 1994. *Sharks and rays of Australia*. CSIRO, Hobart, Australia.
- Leão, Z.M.A.N., Dominguez, J.M., 2000. Tropical Coast of Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 41, 112-122.

- Lessa, R., Nóbrega, M.F., 2000. Guia de identificação de peixes marinhos da Região Nordeste. Programa REVIZEE, Score-NE, Recife, PE, Brazil.
- Lessa, R., Santana, F.M., Rincón, G., Gadig, O.B.F., El-Deir, A.C.A., 1999. Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil, Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Recife, PE, Brazil.
- López, G.V., Orvay, F.C., 2005. Food habits of groupers *Epinephelus marginatus* (Lowe, 1834) and *Epinephelus costae* (Steindachner, 1878) in the Mediterranean Coast of Spain. *Hidrobiológica* 15, 27-34.
- Luiz, O.L., Joyeux, J-C., Gasparini, J.L., 2007. Rediscovery of *Anthias salmopunctatus* Lubbock & Edwards, 1981, with comments on its natural history and conservation. *J. Fish Biol.* 70, 1283-1286.
- Machado, A.B.M., Drummond, G.M., Paglia, A.P., (Eds.), 2008. Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, Volume II, Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA); Belo Horizonte, MG: Fundação Biodiversitas.
- Machado, L.F., Daros, F.A.M.L., Bertoncini, A.A., Hostim-Silva, M., Barreiros, J.P., 2008. Feeding strategy and trophic ontogeny in *Epinephelus marginatus* (Serranidae) from Southern Brazil. *Cy-bium*, 32: 33-41.
- Machado, G.R., 2009. A Eficiência do Conhecimento Empírico como Indicador de Sobrepesca e de Mudanças na Referência Ambiental. Dissertação de Mestrado, Departamento de Biologia Marinha, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ.
- Mackinson, S., Nottestad, L., 1998. Combining local and scientific knowledge. *Rev.Fish Biol. Fisher.* 8, 481-490.
- Marques, A.A.B., Fontana, C.S., Vélez, E., Bencke, G.A., Schneider, M., dos Reis, R.E., (Orgs.), 2002. Lista de referência da fauna ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. Decreto nº 41.672, 10 junho de 2002. Porto Alegre, RS: FZB/MCT-PUCRS/PANGEA.
- Martins, A.S., Olavo, G., Costa, P.A.S., 2005. Recursos demersais capturados com espinhel de fundo no talude superior da região entre Salvador (BA) e o Cabo de São Tomé (RJ), in: Costa, P.A.S., Martins, A.S., Olavo, G. (Eds.), Pesca e potenciais de exploração de recursos vivos na região central da Zona Econômica Exclusiva

- brasileira, série livros REVIZEE. Museu Nacional, Rio de Janeiro, RJ, Brazil, pp. 109-128.
- McClanahan, T.R., Mangi, S.C., 2004. Gear-based management of a tropical artisanal fishery based on species selectivity and capture size. *Fisheries Manag. Ecol.* 11, 51-60.
- McClanahan, T., Polunin, N., Done, T., 2002. Ecological States and the Resilience of Coral Reefs. *Conserv. Ecol.* 6, 18-29.
- McCullagh, P., Nelder, J.A., 1989. *Generalized Linear Models*, second ed. Chapman & Hall, London.
- Medeiros, P.R., Gempel, R.G., Souza, A.T., Ilarri, M.I., Sampaio, C.L.S., 2007. Effects of recreational activities on the fish assemblage structure in a northeastern Brazilian reef. *PanamJAS* 2, 288-300.
- Mikich, S.B., Bérnils, R.S., 2004. Livro vermelho da fauna ameaçada no estado do Paraná. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2008. Espécies brasileiras ameaçadas de extinção. Disponível em: <www.mma.gov.br>.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2004. Lista Nacional das Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes ameaçados de extinção com categorias da IUCN. Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004.
- Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2005. Alteração da Instrução Normativa n° 5, de 21 de maio de 2004. Instrução Normativa n° 52, publicado no Diário Oficial da União, em 9 de novembro de 2005.
- Morris, A.V., Roberts, C.M., Hawkins, J.P., 2000. The threatened status of groupers (Epinephelinae). *Biodivers. Conserv.* 9, 919-942.
- Moura, R.L., 2002. Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean. In: *Proceeding of the 9th International Coral Reef Symposium*, Bali, Indonesia, vol. 2, pp. 917-920.
- Moura, R.L., Francini-Filho, R.B., Sazima, I., Flesh, C.H., Allen, G.R., Ferreira, C.E.L., 2005. Checklist of reef and shore species recorded from the Abrolhos region, in: Dutra, G.F., Allen, G.R., Werner, T., McKenna, S.A. (Eds.), *A rapid marine biodiversity assessment of the Abrolhos bank, Bahia, Brazil*, RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Conservation International, Washington D.C.
- Mumby, P.J., 2006. Connectivity of reef fish between mangroves and coral reefs: Algorithms for the design of marine reserves at seascape scales. *Biol. Conserv.* 128, 215 -222.

- Munday, P.L., Jones, G.P., 1998. The ecological implications of small body size among coral-reef fishes. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 36, 373-411.
- Musick, J.A., 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries* 24, 6-14.
- Myers, R.A., Worm, B., 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature* 423, 280-283.
- Myers, R.A., Worm, B., 2005. Extinction, survival and recovery of large predatory fishes. *Philos. T. Roy. Soc. B.* 360, 13-20.
- Myers, R.A., Baum, J., Shepherd, T.D., Powers, S.P., Peterson, C.H., 2007. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science* 315, 1846-1850.
- Nelder, J.A., Wedderburn, R.W.M., 1972. Generalized Linear Models. *J. R. Statist. Soc. A.* 135, 370-384.
- Olden, J.D., Hogan, Z.S., Zanden, M.J.V., 2007. Small fish, big fish, red fish, blue fish: size-biased extinction risk of the world's freshwater and marine fishes. *Global Ecol. Biogeogr.* 16, 694-701.
- Palumbi, S.R., 2004. Why mothers matter. *Nature* 30, 621-622.
- Passamani, M., Mendes, S.R., 2007. Espécies da fauna ameaçadas de extinção no estado do Espírito Santo. Instituto de pesquisas da Mata Atlântica (Ipema), Vitória.
- Pauly, D., 1995. Anecdotes and the shifting baseline syndrome in fisheries. *Trends Ecol. Evol.* 10, 420.
- Pauly, D., Christensen, V., Dalsgaard, J., Froese, R., Torres Jr., F., 1998. Fishing down marine food webs. *Science* 279, 860-863.
- Perez, J.A.A., 2007. Áreas de exclusão da pesca demersal em áreas profundas da costa brasileira, in: Prates, A.P., Blanc, D. (Eds.) Áreas aquáticas protegidas como instrumento da gestão pesqueira. Série Áreas Protegidas do Brasil, Brasília, MMA, 201-216pp.
- Pitcher, T.J., 2001 Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. *Ecol. Appli.* 11, 601-607.
- Pratchett, M.S., Munday, P.L., Wilson, S.K., Graham, N.A.J., Cinner, J.E., Bellwood, D.R., Jones, G.P., Polunin, N.V.C., McClanahan, T.R., 2008. Effects of climate-induced coral bleaching on coral-reef fishes: ecological and economic consequences. *Oceanogr. Mar. Biol.* 46, 251-296.
- Polunin, N.V.C., Klumpp, D.W., 1992. A trophodynamic model of fish production on a windward coral-reef tract, in: John, D.M, Hawkins, S.J., Price, J.H. (Eds.), Plant-animal interactions in the ma-

- rine benthos. Systematics Association Special Publication Vol. 46, Oxford, pp. 213-233.
- Randall, J.E., 1996. Caribbean reef fishes, third ed. TFH, Neptune City.
- 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. *Braz. J. Oceanogr.* 55, 7-17.
- Reynolds, J.D., 2003. Life histories and extinction risk, in: Blackburn, T.M., Gaston, K.J. (Eds.), *Macroecology: Concepts and Consequences*. Cambridge University Press, Oxford, pp. 195-217.
- Reynolds, J.D., Jennings, S., Dulvy, N.K., 2001. Life histories of fishes and population responses to exploitation, in: Reynolds, J.D., Mace, G.M., Redford, K.H., Robinson, J.G. (Eds.), *Conservation of Exploited Species*. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 147-168.
- Reynolds, J.D., Dulvy, N.K., Goodwin, N.B., Hutchings, J.A., 2005. Biology of extinction in marine fishes. *P. Roy. Soc. Lond. B.* 272, 2337-2344.
- Rezende, S.M., Ferreira, B.P., Frédou, T., 2003. A pesca de lutjanídeos no nordeste do Brasil: histórico das pescarias, características das espécies e relevância para o manejo. *Bol. Téc. Cient. CEPENE* 11, 257-270.
- Roberts, C.M., Hawkins, J.P., 1999. Extinction risk in the sea. *Trends Ecol. Evol.* 14, 241-246.
- Roberts, C.M., Hawkins, J.P., 2000. Fully-Protected Marine Reserves: a guide: Washington, DC, USA and Environmental Department, University of York York, United Kingdom.
- Rosa, I.L., Dias, T.L., Baum, J.K., 2002. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Perry, 1810 (Syngnathidae). *Environ. Biol. Fish.* 64, 326.
- Sadovy, Y.J., 2007. IUCN Workshop for Global Red List Assessments of Groupers Family Serranidae; subfamily Epinephelinae, Final report, University of Hong Kong.
- Sadovy, Y.J., Domeier, M.L., 2005. Are aggregation fisheries sustainable: reef fish fisheries as a case study? *Coral Reefs* 24, 254-262.
- Sadovy, Y.J., Donaldson, T.J., Graham, T.R., McGilvray, F., Muldoon, G.J., Phillips, M.J., Rimmer, M.A., Smith, A., Yeeting, B., 2003. The live reef food fish trade while stocks last, Asian Development Bank, Manila.
- Sáenz-Arroyo, A., Roberts, C.M., Torre, J., Carino-Olvera, M., Enríquez-Andrade, R.R., 2005a. Rapidly shifting environmental base-

- lines among fishers of the Gulf of California. Proc. Royal Soc. B. 272, 1957-1962.
- Sáenz-Arroyo, A., Roberts, C.M., Torre, J., Carino-Olvera, M., 2005b. Using fisher's anecdotes, naturalist's observations, and grey literature to reassess marine species at risk: The case of the gulf grouper in the Gulf of California, Mexico. Fish Fish. 6, 121-133.
- Sáenz-Arroyo, A., Roberts, C.M., Torre, J., Carino-Olvera, M., Hawkins, J.P., 2006. The value of evidence about past abundance: marine fauna of the Gulf of California through the eyes of 16th to 19th century travelers. Fish Fish. 7, 128-146.
- Sazima, I; Gasparini, J.L., Moura, R.L., 1998. *Gramma brasiliensis*, a new basslet from the western South Atlantic (Perciformes: Grammatidae). Aqua Jour. Ichthyol. Aq. Biol. 3, 39-43.
- Shackeroff, J.M., Campbell, L.M., 2007. Traditional Ecological Knowledge in Conservation Research: Problems and Prospects for their Constructive Engagement. Conserv. Soc. 5, 343-360.
- Smith, C.L., 1997. Tropical marine fishes of the Caribbean, the Gulf of Mexico, Florida, the Bahamas, and Bermuda. Alfred A. Knopf, Inc., New York.
- Stave, J., Oba, G., Nordal, I., Stenseth, N.C., 2007. Traditional ecological knowledge of a riverine forest in Turkana, Kenya: implications for research and management. Biodivers. Conserv. 16, 1471-1489.
- Venables, W.N., Ripley, B.D., 2002. Modern applied statistics with S, fourth ed. Springer, New York.
- Ward, P., Myers, R.A., 2005. Major reductions in apex predators of the open ocean caused by early exploitation. Ecology 86, 835-847.
- Whiteman, E.A., Côté, I.M., 2003. Social monogamy in the cleaning goby *Elacatinus evelynae*: ecological constraints or net benefit? Anim. Behav. 66, 281-291.
- Whiteman, E.A., Côté, I.M., 2004. Monogamy in marine fishes. Biol. Rev. 79, 351-375.
- Winemiller, K.O., 2005. Life history strategies, population regulation, and implications for fisheries management. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 62, 872-85.
- Wood, L.J., Fish, L., Laughren, J., Pauly, D., 2008. Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action. Oryx 42, 340-351.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J.K., Branch, T.A., Collie, J.S., Costello, C., Fogarty, M.J., Fulton, E.A., Hutchings, J.A., Jennings, S.,

Jensen, O.P., Lotze, H.K., Mace, P.M., McClanahan, T.R., Minto, C., Palumbi, S.R., Parma, A.M., Ricard, D., Rosenberg, A.A., Watson, R., Zeller, D., 2009. Rebuilding global fisheries. *Science* 325, 578-585.

Zar, J.H. 2008. *Biostatistical analysis*, fifth ed. Pearson Prentice Hall, New Jersey.

7. ANEXO I

Termo de Anuência Prévia utilizado nas entrevistas em Porto Seguro.



Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Ecologia
Laboratório de Ecologia Humana e Etnobotânica

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu _____, concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário (a) do Projeto de Pesquisa “Pontos de referência dinâmicos: mudanças temporais no conhecimento ecológico tradicional de pescadores do litoral brasileiro”. Fui esclarecido pela acadêmica responsável que o objetivo do trabalho é investigar o conhecimento de pescadores artesanais sobre peixes ameaçados de extinção da região onde pesco através de entrevistas.

Fui informado pelo (a) entrevistador (a) de que o trabalho é importante para conhecermos o estado de conservação das espécies ameaçadas e que os resultados podem ajudar em estratégias de manejo da pesca destas espécies. Também fui esclarecido que estes resultados serão transmitidos à comunidade de que faço parte através de palestras informativas e material didático.

Estou ciente de que este é um projeto de pesquisa que não tem fins lucrativos, de que minha identidade será mantida em sigilo e que posso retirar este consentimento a qualquer momento.

Assinatura

Pesquisadora principal: Mariana Bender Gomes
Orientador(a): Natalia Hanazaki.
UFSC/CCB/ECZ/Laboratório de Ecologia Humana e Etnobotânica
contato: (48) 3721-9460

9. ANEXO II

Formulário de entrevista utilizado para coleta de dados em Porto Seguro.

1. Data/local _____ 2. Idade _____

3. Você conhece algum destes peixes?

() não () sim: qual o nome? _____

qual o tamanho médio de ocorrência, hoje em dia? _____

qual o maior que você já pescou? Pode marcar no chão o tamanho dele? _____

quando? _____ Onde ele foi pescado? _____

Como ele foi pescado? _____

Quando foi seu melhor dia de pescaria deste peixe? (maior número de peixes pegos) _____

Nº	Sim/Não	Nome	Tamanho hoje	Maior pescado	Quando?	Onde?	Como?	Obs.

Quais desses peixes você mais pesca atualmente? _____

E há 10 anos? _____

Como você compara a situação da pesca hoje e há dez anos atrás? _____