

FERNANDA VIRGINIA ALBUQUERQUE DA SILVA

**RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE GRANDES PEIXES PELÁGICOS
CAPTURADOS NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO**

**RECIFE,
2016**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**Relações tróficas entre grandes peixes pelágicos capturados no arquipélago de São
Pedro e São Paulo**

Fernanda Virginia Albuquerque da Silva

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco como exigência para obtenção do título de Mestre.

Prof.(a) Dr.(a) Fabio Hissa Vieira Hazin
Orientador

Dr.(a) Andrés Felipe Navia López
Co-orientador

Prof.(a) Dr.(a) Teodoro Vaske Junior
Co-orientador

Recife,
Março/2016

Ficha catalográfica

S586r Silva, Fernanda Virginia Albuquerque da
Relações tróficas entre grandes peixes pelágicos capturados no arquipélago de São Pedro e São Paulo / Fernanda Virginia Albuquerque da Silva. – Recife, 2016.
74 f.: il.

Orientador: Fabio Hazin.

Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2016.

Inclui referências.

1. Dieta 2. Ecologia alimentar 3. Sobreposição alimentar
I. Hazin, Fabio, orientador II. Título

CDD 639

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE GRANDES PEIXES PELÁGICOS
CAPTURADOS NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO

Fernanda Virginia Albuquerque da Silva

Dissertação/tese julgada adequada para obtenção do título de mestre/doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 30/03/2016 pela seguinte Banca Examinadora.

Profº Drº Fabio Hissa Vieira Hazin (Orientador)
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profº Drº Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira (membro interno)
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco



Profº Drº Dráusio Pinheiro Vêras (membro externo)
Departamento de Pesca e Aquicultura
Unidade Acadêmica de Serra Talhada/UFRPE

Profº Dr(a). Patrícia Barros Pinheiro
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Estadual da Bahia

Dedicatória

Ao mar...

Agradecimentos

Agradeço a Deus e a toda essa energia divina que é gerada por tudo e por todos nesse imenso universo, pela força, coragem e aprendizados ao longo da minha caminhada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À SECIRM (Marinha do Brasil), no âmbito do programa Pró-Arquipélago pelo apoio logístico às expedições ao arquipélago de São Pedro São Paulo, e a todos os pesquisadores e pescadores dos Transmar I, II e III pelo apoio operacional e por abraçar a nossa pesquisa.

Ao meu orientador Fabio Hazin pela confiança, pela liberdade e oportunidade de desenvolver esse trabalho. Grata!

Ao coorientador Andrés Navia por toda ajuda e paciência nos últimos meses.

Ao professor Teodoro Vasker (Teo) pela parceria de trabalho ao longo dos últimos anos.

Ao professor e amigo Paulinho Oliveira pela amizade e ser essa pessoa querida que oferece acolhimento a todos com a sua enorme boa vontade. Te amo galego!

À minha família. Minha madrecita (Líbia) e ao meu rimão (Piu) pela aprendizagem diária, pelo amor e por sempre estarem ao meu lado apoiando todas as minhas decisões. Que apesar de todas nossas diferenças nunca desistiu de mim, e se eu cheguei até aqui foi devido a esse amor incondicional. Amo vocês!

A todos que fizeram e fazem da grande família LOP/LEP/LATEP/LEMAR, por todo aprendizado e amizade ao longo desses 8 anos de parceria.

GRATIDÃO!!

Resumo

O conteúdo estomacal de 1480 espécimes de 5 grandes peixes pelágicos (*Acanthocybium solandri*, *Coryphaena hippurus*, *Elagatis bipinnulata*, *Thunnus albacares* e *Thunnus atlanticus*) capturados no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo foram contados e pesados para descrever os hábitos alimentares e sobreposições alimentares. Foram identificados 71 itens de presas, agrupados em cinco grupos taxonômicos (Cnidaria, Crustacea, Mollusca, Teleostei e Tunicata). Os teleósteos foram a presas mais abundante nos estômagos. Os teleósteos foram o principal item alimentar na dieta do *A. solandri* e do *T. atlanticus*; representantes da família Exocoetidae foram as presas mais importante na dieta do *C. hippurus*; o crustáceo Stomatopoda foi o item de maior importância na alimentação do *E. bipinnulata* e o peixe-voador, *Cheilopogon cyanopterus*, foi a presa com maior destaque na dieta do *T. albacares*. As cinco espécies possuem alto grau de especialização e nível trófico, sendo considerados espécies especialistas e predadores de topo. Segundo as contribuições de presas nas dietas das espécies a maioria das sobreposições tróficas foram baixas e apenas duas foram consideradas altas e significativas, sendo a taxa de consumo da principal presa, exemplares da Família Exocoetidae, o fator importante para dissimilaridade das dietas. Por fim, todas as cinco espécies foram consideradas predadores de topo, com nível trófico acima de 4. Assim, este conjunto de espécies, podem ser consideradas funcionalmente frequentes e importantes na estrutura e dinâmica da cadeia alimentar do Arquipélago.

Palavras-chave: dieta; ecologia alimentar; sobreposição alimentar; nível trófico.

Abstract

The stomach contents of 1480 specimens of 5 large pelagic fish (*Acanthocybium solandri*, *Coryphaena hippurus*, *Elagatis bipinnulata*, *Thunnus albacares* e *Thunnus atlanticus*) captured surrounding the Saint Peter and Saint Paul Archipelago were counted and weighed to describe the feeding habits and dietary overlap. They identified 71 items of prey, grouped into five taxonomic groups (Cnidaria, Crustacea, Mollusca, Teleostei and Tunicata). The teleost were the most abundant prey in the stomachs. The teleost were the main food item in the diet of *A. solandri* and *T. atlanticus*; the species of Exocoetidae Family were the most important prey in the diet of *C. hippurus*; Crustacean Stomatopoda was the most important item in the feed *E. bipinnulata* and flying fish, *Cheilopogon cyanopterus*, was the prey with greater emphasis on *T. albacares* diet. The five species have high degree of specialization and trophic level, being considered experts species and top predators. According to the contributions of prey species in the diets of most trophic overlaps were low and only two were considered high and significant, the main rate of consumption of prey, specimens of Exocoetidae, the important factor for dissimilarity diets. Finally, all five species were considered top predators, with trophic level above 4. Thus, this set of species, can be considered functionally frequent and important in the structure and dynamics of the food chain of the Archipelago.

Key words: diet; feeding ecology; niche overlap; trophic level

Lista de figuras

	Página
Figura 1- Localização do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP).....	31
Figura 2- Curva de diversidade de presas (índice de Shannon-Wierner) de cinco grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo: a) <i>A. solandri</i> , b) <i>C. hippurus</i> , c) <i>E. bipinnulata</i> , d) <i>T. albacares</i> , e e) <i>T. atlanticus</i>	38
Figura 3- Diagrama modificado de Costello para as espécies grandes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.....	45
Figura 4- Representação do escalonamento não-métrico (nMDS) da dieta de cinco espécies de grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (BLF= <i>T. atlanticus</i> , DOL= <i>C. hippurus</i> , RRU= <i>E. bipinnulata</i> , WHA= <i>A. solandri</i> e YFT= <i>T. albacares</i>).....	47

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1- Valores de t-student para médias (m) e erro padrão dos últimos quatro pontos da curva de diversidade de presas (H'), com seus respectivos valores de significância e coeficiente de variação (CV). Valores de $P > 0.05$ indicam inclinação igual a zero. N= total de estômagos analisados com conteúdo.....	38
Tabela 2- Itens alimentares encontrados nos estômagos de cinco espécies grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. N%: contribuição numérica, P%: contribuição em peso, FO%: frequência de ocorrência, e IIR%: Índice de Importância Relativa.....	42
Tabela 3- Amplitude de nicho trófico calculada para cada espécie com o índice padronizado de Levins (B_i). Número entre parênteses indica o número de presas para cada espécie.....	45
Tabela 4- Sobreposição alimentar e significância dos valores do modelo para cada sobreposição avaliada (O_{jobs} : Valores observados do índice de Pianka, O_{jsim} : Valores simulados do índice de Pianka com o modelo nulo, P : probabilidade).....	46
Tabela 5- Valores de R e significância estatística (P) para as análises de similaridade (ANOSIM) entre as dietas das espécies.....	47
Tabela 6- Valores de contribuição para a dissimilaridade alimentar entre as espécies.....	48
Tabela 7- Nível trófico de cinco espécies grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.....	49

Sumário

Página

Dedicatória

Agradecimento

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1- Introdução.....	12
2- Revisão de literatura.....	13
3- Referência bibliográfica	20
4- Artigo científico	27
4.1- Artigo científico I.....	28
4.1.1- Normas da Revista Journal of Fish Biology.....	64

1- Introdução

Estudos tróficos em predadores marinhos, de forma geral, fornecem informações biológicas básicas sobre o desempenho ambiental dessas espécies que permitem compreender as várias interações que existem entre as populações, suas presas e concorrentes. No entanto, a grande maioria dos estudos sobre grandes peixes pelágicos se concentram em populações isoladas, sem considerar a associação entre as varias espécies (MENOSCAL et al., 2012).

Os hábitos alimentares dos peixes determinam a sua posição na cadeia trófica e definem o seu papel ecológico (HYSLOP, 1980; PAULY et al., 1998). Os estudos sobre a alimentação de peixes, portanto, especialmente no seu ambiente natural, são indispensáveis para a compreensão do papel exercido pelas diversas espécies no ecossistema aquático (ROSECCHI e NOUAZE, 1987). Tais estudos são fundamentais para o conhecimento das relações tróficas intra e interespecíficas e para a compreensão da estrutura e dinâmica das comunidades, diretamente dependentes das interações predador-presa (GONÇALVES, 1998; SILVA, 1999; SÁ et al., 2006). Por meio do estudo da alimentação de peixes podem ser obtidas, também, informações sobre o estado de conservação do ambiente, auxiliando na investigação dos problemas que afetam as comunidades íctias. Quando se trata de espécies exploradas comercialmente, o estudo dos seus hábitos alimentares torna-se particularmente importante, em razão das interações multiespecíficas (SILVA, 1999) e da sua conseqüente influência no equilíbrio dinâmico do ecossistema marinho, particularmente em ambientes insulares. A ecologia alimentar de espécies exploradas comercialmente, entretanto, raramente é considerada na avaliação da dinâmica populacional e na gestão pesqueira (JAWORSKI e RAGNARSSON, 2006).

Um dos ecossistemas insulares mais importantes e intensamente estudados na costa brasileira é o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP). Distante cerca de 1.100 km de Natal- RN, ponto mais próximo do continente, o ASPSP situa-se em uma posição altamente estratégica geograficamente, exercendo, por essa razão um importante papel no ciclo de vida e movimentos migratórios de várias espécies de aves, mamíferos, quelônios e peixes.

Sendo o ASPSP uma importante área de concentração de peixes pelágicos de importância econômica, faz-se necessária a realização de estudos sobre a biologia das espécies capturadas, com vistas não somente a assegurar a sua conservação, mas, sobretudo, para compreender os possíveis impactos da atividade pesqueira no ecossistema insular, aspecto em relação ao qual uma adequada compreensão das relações tróficas adquire particular relevância. Estudos sobre a ecologia trófica entre grandes peixes pelágicos são ainda escassos, apesar da grande importância dessa informação para uma melhor compreensão do ecossistema marinho pelágico. O presente trabalho, portanto, pretende contribuir para o preenchimento dessa lacuna, aportando informações sobre as relações tróficas de grandes peixes pelágicos, capturados no ASPSP, um importante ambiente insular brasileiro.

2- Revisão de literatura

2.1 O Arquipélago de São Pedro e São Paulo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP), única ilha oceânica brasileira no Oceano Atlântico Norte, é formado por um pequeno grupo de seis ilhas maiores e quatro menores, além de diversas pontas de rochas, com uma área total emersa de cerca de 17.500 m² e uma distância entre os pontos extremos de 420 m. Em função do seu posicionamento

geográfico estratégico, localizado entre os dois hemisférios e entre os continentes Africano e Americano, o ASPSP exerce uma forte influência no ciclo de vida de várias espécies migratórias, para as quais possui elevada importância como local de reprodução e alimentação (CAMPOS et al., 2005).

O ASPSP constitui, também, uma importante área de pesca da Zona Econômica Exclusiva brasileira. Embora a atividade pesqueira nas adjacências do ASPSP tenha sido iniciada desde o final da década de cinquenta, a partir de embarcações japonesas arrendadas, a ocupação regular da área por embarcações nacionais só veio a ocorrer em meados dos anos setenta, a princípio visando à captura de lagostas e, posteriormente, à pesca de atuns e afins. Hoje a atividade pesqueira nas circunvizinhanças do ASPSP é efetuada por embarcações de aproximadamente 20 m, que operam com espinhel pelágico, linha de mão, covo e corrico, conforme a espécie alvo da pescaria (VASKE JR. et al., 2010).

Embora, dezenove espécies capturadas no ASPSP tenham algum valor comercial, cerca de 85% em número das capturas são compostas por apenas quatro espécies: A cavala-impingem (*Acanthocybium solandri*), a albacora-laje (*Thunnus albacares*), o peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) e o peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*). O restante das espécies também capturadas inclui, em menores proporções, a albacorinha (*Thunnus atlanticus*), o dourado (*Coryphaena hippurus*), os agulhões (Istiophoridae), o espadarte (*Xiphias gladius*) e alguns tubarões, com destaque para o lombo-preto (*Carcharhinus falciformis*) e o martelo (*Sphyrna lewini*) (VASKE JR. et al., 2010).

2.2- Espécies estudadas

Albacora-laje (*Thunnus albacares*)

A albacora-laje, *Thunnus albacares*, é uma espécie oceânica predominantemente epipelágica, embora os adultos também possam penetrar em camadas mesopelágicas (ZAVALA-CAMIN, 1981). Podendo atingir até 210 cm de comprimento total, distribui-se ao longo dos oceanos tropicais e subtropicais (COLLETTE e NAUEN, 1983), em águas com temperaturas entre 18° e 31°C (LAEVASTU e ROSA, 1963). A albacora-laje é uma das principais espécies de atum capturadas na Zona Econômica Exclusiva brasileira, com a maioria das capturas ocorrendo no primeiro semestre (ARAGÃO, 1977; HAZIN, 1986). Estudos descritivos sobre a dieta da espécie no Atlântico tropical foram realizados entre os anos de 1969 e 2003 (DRAGOVICH, 1969; DRAGOVICH e POTTOFF, 1972; MATTHEWS et al., 1977; PELCZARSKI, 1990; VALLE et al., 1980). No Brasil, Zavala-Camin (1981, 1987) descreveu a dieta da albacora-laje e outras espécies pelágicas nas regiões sudeste e sul; Vaske Jr. e Castello (1998) apresentaram a composição da dieta da espécie no sul do Brasil durante o inverno; e Vaske Jr. et al. (2003) analisaram a sua composição alimentar no ASPSP.

Albacorinha (*Thunnus atlanticus*)

A albacorinha, *Thunnus atlanticus*, ocorre no Atlântico oeste tropical, entre 40°N e 31°S de latitude (ZAVALA-CAMIN et al., 1991), sendo mais comum em regiões costeiras (COLLETTE e NAUEN, 1983; MAGUIRE et al., 2006). No Brasil, a espécie é capturada pela pesca artesanal em todo o litoral do Nordeste, mas principalmente em Baía Formosa, Rio Grande do Norte, onde a maioria das capturas são registradas, com desembarques anuais de cerca de 30t (VIEIRA et al., 2005; NÓBREGA e LESSA, 2007). Apesar da preferência da espécie por águas costeiras, foram registradas capturas oceânicas nos últimos anos, no entorno do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (BEZERRA et al., 2011). Os estudos acerca da biologia da espécie, porém, ainda são incipientes principalmente no que

diz respeito à alimentação. Headley et al. (2009) na região das Antilhas reportaram que a albacorinha se alimenta de uma grande diversidade de peixes, crustáceos e cefalópodes.

Cavala-impingem (*Acanthocybium solandri*)

A Cavala-impingem, *Acanthocybium solandri*, é uma espécie epipelágica encontrada em todos os oceanos tropicais e subtropicais, podendo atingir até 2,1 m de comprimento (COLLETTE e NAUEN, 1983). A espécie representa atualmente cerca de 4% das capturas de espinhel na região Nordeste do Brasil (TRAVASSOS, 2002), incluindo o ASPSP, onde é a principal espécie capturada com corrico. Nos últimos anos, vários estudos sobre a alimentação e relações tróficas da cavala-impingem nos Oceanos Atlântico e Pacífico foram realizados (VASKE et al., 2003; SATOH et al., 2004; FRANKS et al., 2007; RUDERSHAUSEN et al., 2010; MENOSCAL et al., 2012), demonstrando que a espécie apresenta uma alimentação ictiófaga, ingerindo principalmente peixes das famílias Bramidae, Carangidae, Diodontidae, Exocoetidae e Scombridae. Já no Oceano Índio, Malone *et al.* (2011) relatou uma variação sazonal na sua alimentação, com a espécie se alimentando preferencialmente de peixes no primeiro semestre do ano e de cefalópodes no segundo.

Dourado (*Coryphaena hippurus*)

O dourado, *Coryphaena hippurus*, é uma espécie epipelágica, oceânica e costeira, com distribuição circumtropical nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico (BRIGGS, 1960; BEARDSLEY, 1967; ROSE e HASSLER, 1968; CARPENTER, 2002). São peixes migratórios de natação rápida, sendo capturados pela pesca comercial e esportiva, em todo o mundo (ERDMAN, 1956; ZANEVELD, 1961; BEARDSLEY, 1967; ROSE e HASSLER, 1968; SACCHI et al., 1981; OLSEN e WOOD, 1982). No sudeste do Caribe,

respondem pela maior parcela dos grandes peixes pelágicos desembarcados pela pesca comercial, tanto em termos de peso como de receita (MAHON et al., 1981).

Embora a ecologia alimentar do dourado já tenha sido bastante estudada ao redor do mundo (MASSUTÍ et al., 1998; OLSON e GALVÁN-MAGANÃ, 2002; VASKE JR. e LESSA et al., 2004; RUDERSHAUSEN et al., 2010; MALONE et al., 2011; VARGHESE et al., 2013a), no Brasil, poucos são ainda os estudos acerca da ecologia alimentar da espécie. Zavala-Camin (1981, 1987) descreveu a dieta do dourado e de outras espécies pelágicas nas regiões sudeste e sul, classificando a espécie como piscívora, se alimentando principalmente de peixes da Família Exocoetidae. Da mesma forma, na costa nordeste do Brasil, Vaske Jr e Lessa (2004) encontraram uma alimentação ictiófaga para o dourado.

Peixe-Rei (*Elagatis bipinnulata*)

O peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) é uma das espécies mais importantes da família Carangidae, sendo capturado tanto pela pesca artesanal, onde possui um alto valor comercial, como esportiva. Tem hábitos pelágicos com distribuição circunglobal e tropical nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico, sendo comum nas adjacências de ilhas, recifes e bancos oceânicos (SMITH-VANIZ, 1986). No Atlântico ocidental ocorre desde a costa nordeste dos Estados Unidos até a Bahia (VASKE et al., 2006).

Embora seja uma espécie presente em todos os oceanos do mundo, ainda existe uma grande escassez de informações sobre sua biologia e ecologia, especialmente no que diz respeito à sua interação trófica com outros peixes pelágicos. No Brasil, estudos de sua biologia foram iniciados nos aspectos da pesca (OLIVEIRA et al., 1997; VASKE et al., 2006), e biologia reprodutiva (PINHEIRO et al., 2011). No que diz respeito a ecologia alimentar, por sua vez, Vaske et al. (2006) no entorno do ASPSP demonstraram que o peixe-rei se alimenta preferencialmente de micronecton e que ocasionalmente tira vantagens de

presas abundantes que se concentram periodicamente ao redor do arquipélago, como é o caso dos peixes-voadores.

2.3 Ecologia Trófica

Os primeiros estudos relacionados à dieta de peixes datam do início do século XIX (1800), quando as espécies eram examinadas, gerando-se, como resultado, uma lista dos itens alimentares encontrados, os quais, somados às características ambientais do local de ocorrência, forneciam uma visão mais ampla da sua biologia (LACÉPÈDE, 1802; DAY, 1884; FORBES, 1883; FORBES, 1897; SMITH, 1892, entre outros). Alguns trabalhos pioneiros, como os de O'Donoghue e Boyd (1930, 1932 e 1934), já no início do século XX, trazem uma lista dos itens encontrados no conteúdo estomacal de diferentes espécies de peixes, não fazendo, porém, qualquer inferência quanto às relações ecológicas relacionadas à alimentação.

Desde então, estudo do hábito alimentar de peixes evoluiu bastante, passando a ser utilizado como indicador da disponibilidade e da acessibilidade dos organismos aos recursos alimentares (WOOTTON, 1990), já que as espécies respondem às suas exigências tróficas por meio de estratégias comportamentais que se refletem em mudanças na escolha dos alimentos. Com o passar dos anos, vários métodos de análise foram desenvolvidos para se compreender melhor o espectro alimentar dos organismos e a diferente importância dos vários itens na dieta das espécies, incluindo suas prováveis inter-relações associadas às características ambientais (LUNARDON-BRANCO et al., 2006).

Os hábitos alimentares e a dieta dos peixes determinam a posição desses animais na cadeia trófica e definem o seu papel ecológico (HYSLOP, 1980; PAULY et al., 1998). Os estudos sobre hábitos alimentares e ecologia alimentar de peixes, especialmente no seu ambiente natural, são, portanto, indispensáveis para a compreensão do papel exercido pelas

diversas espécies no ecossistema aquático, pois indicam como eles se relacionam pela partilha de recursos, indicando indiretamente o fluxo de energia dentro da comunidade (ROSECCHI e NOUAZE, 1987; HAJISAMAEA et al., 2003; FONTELES-FILHO, 2011) e, conseqüentemente, os efeitos de competição e predação sobre a sua estrutura (KREBS, 1999).

As preferências alimentares de grandes predadores são complexas. Elas são influenciadas por uma série de fatores, incluindo a disponibilidade, mobilidade e abundância de presas, fatores ambientais, estágio de desenvolvimento e sexo (MUTO et al., 2001; WETHERBEE e CORTÉS, 2004; RINEWALT et al., 2007). A partilha dos recursos tróficos no tempo e no espaço pode aumentar a tolerância à sobreposição de nicho e pode incentivar a coexistência de espécies (ROOT, 1967; SCHOENER, 1974). Tais estudos sobre a ecologia de comunidades são fundamentais para o conhecimento das relações tróficas intra e interespecíficas e para a compreensão da sua estrutura e dinâmica, diretamente dependente das interações predador-presa (GONÇALVES, 1998; SILVA, 1999; SÁ et al., 2006; VARGHESE et al., 2013b).

Vários estudos foram desenvolvidos sobre a dieta e ecologia trófica de grandes peixes pelágicos de interesse comercial em todo mundo (CHOY et al. 2013; DAMBACHER et al. 2010; JAWORKI e ROGNARSSOM, 2006; MALONE et al., 2011; POTIER et al., 2004; POTIER et al., 2007; STURDEVANT et al., 2014; YOUNG et al., 2010), inclusive no Atlântico (MÉNARD et al., 2000; PUSINERI et al. 2008; RUDERSHAUSEN et al. 2010), e mesmo no Brasil (ZAVALA-CAMIN (1981, 1987; VASKE e CASTELLO, 1998; VASKE et al., 2003; VASKE e LESSA, 2004, VASKE et al. 2006; GORNI et al 2013). Na sua grande maioria, porém, esses estudos ainda são incipientes e dedicados quase que exclusivamente à descrição da dieta.

3- Referência bibliográfica

ARAGÃO, J.A.N. Informações preliminares sobre a pesca industrial de atuns no nordeste do Brasil. SUDEPE, PDP, Documentos ocasionais, n° 25, p.16, 1977.

BEARDSLEY, G.L.Jr. Age, growth, and reproduction of the dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the Straits of Florida. **Copeia**, V.2, p.441-451, 1967.

BEZERRA, N.P.A.; TRAVASSOS, P.; HAZIN, F.H.V.; VIANA, D.L.; MACENA, B.C.L. Occurrence of blackfin tuna *Thunnus atlanticus*, Lesson 1931 (Scombridae) in Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. **Panamjas**, V.6, p.68-70, 2011.

BRIGGS, J.C. Fishes of worldwide (circumtropical) distribution. **Copeia**, V.17, p.1-180, 1960.

CAMPOS, T.F.C.; VIRGENS-NETO J.; SRIVASTAVA N.K.; PETTA R.A.; ARTMANN L.A.; MORAES J.F.S. MENDES L.; SILVEIRA S.R.M. Arquipélago de São Pedro e São Paulo - Soerguimento tectônico de rochas infracrustais no Oceano Atlântico. 2005. In: WINGE M, SCHOBENHAUS C, BERBERT-BORN M, QUEIROZ ET, CAMPOS DA, SOUZA CRG AND FERNANDES ACS. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Disponível em: <<http://www.unb.br/ig/sigep/sitio002/sitio002.pdf>>. Acesso em: 15 outubro 2012.

CARPENTER, K.E. The living marine resources of the Western Central Atlantic. Volume 3: Bony fishes part 2 (Opistognathidae to Molidae), sea turtles and marine mammals. FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes and American Society of Ichthyologists and Herpetologists Special Publication, Rome, FAO Fish. V.5, p.1375-2127, 2002.

CHOY, C.A.; PORTNER, E.; IWANE, M.; DRAZEN, J.C. Diets of five important predatory mesopelagic fishes of the central North Pacific. **Marine Ecology Progress Series**, v.492, p.169-184, 2013.

COLLETTE, B.B.; NAUEN, C.E. FAO Species catalogue. Vol. 2. Scombrids of the World. An Annotated and illustrated catalogue of tunas, mackerels, bonitos and related species know to date. FAO Fish. Synop. (125): p.137, 1983.

DAMBACHER, J.M.; YOUNG, J.W.; OLSON, R.J.; ALLAIN, V.; GALVÁN-MAGAÑA, F.; LANSDELL, M.J.; BOCANEGRA-CASTILLO, N.; ALATORRE-RAMÍREZ, V.; COOPER, S.P.; DUFFY, L.M. Analyzing pelagic food webs leading to top predators in the Pacific Ocean: a graphtheoretic approach. **Progress in Oceanography**, v.86, p.152-165, 2010.

DAY, F. **The fishes of Great Britain and Ireland**. London. 1884.

DRAGOVICH, A. Review of studies of tuna food in the Atlantic Ocean. Bureau of Commer. Fish., Trop. Atlant. Biol. Lab. U.S. Fish and Wildlife Service. Special Sci. Rep. Fish. 593(117): 21 p. 1969.

DRAGOVICH, A.; POTTOFF, T. Comparative study of food of skipjack and yellowfin tunas off the coast of West Africa. **Fish. Bull.**, v.70; p.1087-1110, 1972.

ERDMAN, D.S. Recent fish records from Puerto Rico. B. Mar. Sci. 6: 315-348. FAO. 2010. Fishery and Aquaculture Statistics - Capture Production. FAO Yearb Fish Stat Catches Land. 522p. 1956.

FONTELES-FILHO, A.A. Recursos Pesqueiros: Biologia e Dinâmica Populacional. Fortaleza: Editora Expressão gráfica, 2011. 460p.

FORBES, S.A. The food of the smaller freshwater fishes. Bull. III. **Nat. Hist. Surv.**, V.1, p.61-86, 1983.

FORBES, H.O. Habitat of *Gasterosteus pungitius*, L. Bull. Lpovl. Mus., 1:24, 1987.

FRANKS, J.S.; HOFFMAYER, E.R.; BALLARD, J.R.; GARBER, N.M.; GARBER, A.F. Diet of wahoo, *Acanthocybium solandri*, from the Northcentral Gulf of Mexico. *Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, November 59, 2007, Punta Cana, p.353-362.

GONÇALVES, J.M.S.; ERZINI, K. Feeding habits of the two-banded sea bream (*Diplodus vulgaris*) and the black sea bream (*Spondyliosoma cantharus*) (Sparidae) from the south-west coast of Portugal. **Cybium**, v.22, p.245-254, 1998.

GORNI, G.R.; GOITEIN, R.; AMORIM, A.F. Description of diet of pelagic fish in the southwestern Atlantic, Brazil. **Biota Neotropica**, v.13(1), p.61-69, 2013.

HAJISAMAEA, S.; CHOUA, L.M.; IBRAHIM, S. Feeding habits and trophic organization of the fish community in shallow waters of an impacted tropical habitat Estuarine. **Coastal and Shelf Science**, v.58, p.89-98, 2003.

HAZIN, F.H.V. Pesca de atuns e afins com embarcação de pequeno porte no nordeste brasileiro. 1986. 107p. **Monografia (Graduação)**. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

HEADLEY, M.; OXENFORD, H.A.; PETERSON, M.S.; FANNING, P. Size related variability in the summer diet of the blackfin tuna (*Thunnus atlanticus* Lesson, 1831) from Tobago, the Lesser Antilles. **Journal of Applied Ichthyology**, v.25, p.669-675, 2009.

HYSLOP, E.P. Stomach contents analysis – a review of methods and their application. **Journal of Fish Biology**, v.17, p.411-429, 1980.

JAWORSKI, A.; RAGNARSSON, S.A. Feeding habits of demersal fish in Icelandic waters: a multivariate approach. **ICES Journal of Marine Science**, v.63, p.1682-1694. 2006.

KREBS, C. J. **Ecological Methodology**. Menlo Park, CA: Addison Wesley. 1999.

LACÉPÈDE, B.G.E. **Histoire Naturelle des Poissons**, t.3. Paris. 1802.

LAEVASTU, T.; ROSA, H. Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. **FAO Fishery Report**, v.6(3), p.1835-1851. 1963.

LUNARDON-BRANCO M.J.; BRANCO, J.O.; VERANI, J.R. Relações tróficas entre macroinvertebrados e peixes, na Armação do Itapocoroy, Penha, SC. In: BRANCO, Joaquim Olinto; MARENZI, Adriano W. C. (Org.). Bases ecológicas para um desenvolvimento sustentável: estudos de caso em Penha, SC. 291. Editora da UNIVALI, Itajaí, SC. p.183-196. 2006.

MAGUIRE, J.; SISSEWINE, M.; CSIRKE, J.; GRAINGER, R.; GARCIA, S. The state of world highly migratory, straddling and other high seas fishery resources and associated species. **FAO Fish. Tech. Pap.**, v.495, p.84. 2006.

MAHON, R.; HUNTE, W.; OXENFORD, H.; STOREY, K.; HASTINGS, R.E. Seasonality in the commercial marine fisheries of Barbados. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.**, v.34, p.28-37, 1981.

MALONE, M.A.; BUCK, K.M.; MORENO, G.; SANCHO, G. Diet of three large pelagic fishes associated with drifting fish aggregating devices (DFADs) in the western equatorial Indian Ocean. **Animal Biodiversity and Conservation**, v.34(2), 287–294, 2011.

MASSUTÍ, E.; DEUDERO, S.; SÁNCHEZ, P; MORALES-NIN, B. Diet and feeding of dolphin (*Coryphaena hippurus*) in western Mediterranean waters. **Bulletin of Marine Science**, v.63(2), p.329–341, 1998.

MATTHEWS, F.D.; DAMKAER, D.M.; KNAPP, L.W.; COLLETTE, B.B. Food of western North Atlantic tunas (*Thunnus*) and lancetfishes (*Alepisaurus*). **NOAA Tech. Rep. NMFS SSRF-706**. 19 p. 1977.

MÉNARD, F.; STÉQUERT, B.; RUBIN, A.; HERRERA, M.; MARCHA, E. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-associated versus unassociated school. **Aquatic Living Resources**, v.13, p.233-240, 2000.

MENOSCAL, J.B.; PÁEZ-ROSAS, D.; WOLFF, M. Hábitos alimentarios de dos peces pelágicos *Thunnus albacares* y *Acanthocybium solandri* de la Reserva Marina de Galápagos. **Revista de Biología Marina y Oceanografía**, v.47(1), p.1-11, 2012.

MUTO, E.Y.; SOARES, L.S.H.; GOTEIN, R. Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Muller & Henle, 1841) and *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) on the

continental shelf off Ubatuba, south-eastern Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.61, p.217–238, 2001.

NÓBREGA, M.; LESSA, R. Descrição e composição das capturas da frota pesqueira artesanal da região nordeste do Brasil. **Arq. Cienc. Mar**, v.40, p.64-74, 2007.

O'DONOGHUE, C.H.; BOYD, E.M. A preliminary investigation of the food of the sea trout (*Salmo trutta*). Fishery Bd. Scotland Salmon Fish., 1930 (III):15p. 1930.

O'DONOGHUE, C.H.; BOYD, E.M. A second investigation of the food of the sea trout (*Salmo trutta*). Fishery Bd. Scotland Salmon Fish., 1932 (II):18p. 1932.

O'DONOGHUE, C.H.; BOYD, E.M. A third investigation of the food of the sea trout (*Salmo trutta*). Fishery Bd. Scotland Salmon Fish., 1934 (II):21p. 1934.

OLIVEIRA, G.M.; EVANGELISTA, J.E.V.; FERREIRA, B.P. Considerações sobre a biologia e a pesca no Arquipélago dos Penedos São Pedro e São Paulo. Boletim Técnico Científico do Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste – CEPENE/IBAMA, v.5(1), p.31-52, 1997.

OLSEN, D.A.; WOOD, R.S. The marine resource base for marine recreation fisheries development in the Caribbean. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst.**, v.35, p.152-160, 1982.

OLSON, R.J.; GALVÁN-MAGAÑA, F. Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. **Fishery Bulletin**, v.100(2), p.279–298, 2002.

PAULY, D.; TRITES, A.W.; CAPULI, E.; CHRISTENSEN, V. Diet composition and trophic levels of marine mammals. **ICES Journal of Marine Science**, v.55, p.467-481, 1998.

PELCZARSKI, W. Food of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*T. obesus*) from the open waters of the central Atlantic. **Rep. Sea Fis. Inst. Gdynia**, v.22, p.85-106, 1990.

PINHEIRO, P.B., HAZIN, F.H.V; TRAVASSOS, P.; OLIVEIRA, P.G.V.; CARVALHO, F.; RÊGO, M.G. The reproductive biology of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) caught in the São Pedro and São Paulo Archipelago. **Braz. J. Biol.**, v.71(1), p.99-106, 2011.

POTIER, M.; MARSAC, F.; LUCAS, V.; SABATIÉ, R.; HALLIER, J.P.; MÉNARD, F. Feeding Partitioning among Tuna Taken in Surface and Mid-water Layers: The Case of Yellowfin (*Thunnus albacares*) and Bigeye (*T. obesus*) in the Western Tropical Indian Ocean. **Western Indian Ocean Journal of Marine Science**, v.3(1), p.51-62, 2004.

POTIER, M.; MARSAC, F.; CHEREL, Y.; LUCAS, V.; SABATIÉ, R.; OLIVIER, M.; MÉNARD, F. Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish

and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. **Fisheries Research**, v.83, p.60-72, 2007.

PUSINERI, C.; CHANCOLLON, O.; RINGELSTEIN, J.; RIDOUX, V. Feeding niche segregation among the Northeast Atlantic community of oceanic top predators. **Marine Ecology Progress Series**, v.361, p.21–34, 2008.

RINEWALT, C.S.; EBERT, D.A.; CAILLIET, G. Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaidii* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. **Environmental Biology of Fishes**, v.80, p.147-163, 2007.

ROOT, R.B. The niche exploitation pattern of the blue-gray gnatcatcher. *Ecological Monographs*, 37: 317-350. Ross, S. T. 1986. Resource Partitioning in Fish Assemblages: A Review of Field Studies. **Copeia**, v.2, p.352-388, 1967.

ROSE C.D.; HASSLER W.W. Age and growth of the dolphin, *Coryphaena hippurus* (Linnaeus), in North Carolina Waters. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.97, p.271-276, 1968.

ROSECCHI, L.; NOUAZE, Y. Comparaison de cinq indices alimentaires utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. **Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes**, v.49, p.111-123, 1987.

RUDERSHAUSEN, P.J.; BUCKEL, J.A.; EDWARDS, J. Feeding Ecology of Blue Marlins, Dolphinfish, Yellowfin Tuna, and Wahoos from the North Atlantic Ocean and Comparisons with Other Oceans. **Transactions of the American Fisheries Society**, v.139, p.1335–1359, 2010.

SÁ, R.; BEXIGA, C.; VEIGA, P.; VIEIRA, L.; ERZINI, K. Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo Antonio Salt Marsh. *Estuarine*. **Coastal and Shelf Science**, v.70: p.19-26. 2006.

SACCHI, J.; LAGIN, A.; LANGLAIS, C. La pêche des espèces pélagiques aux Antilles Françaises. Etat actuel et perspective de développement. **Bull. Inst. Pêch Maroc.**, v.312, p.1-15, 1981.

SATOH, K.; YOKAWA, K.; SAITO, H.; MATSUNAGA, H.; OKAMOTO, H.; UOZUMI, Y. Preliminary stomach contents analysis of pelagic fish collected by Shoyo-Maru 2002 research cruise in the Atlantic Ocean. **Collective Volume of Scientific Papers ICCAT** v.56(3), p.1096-1114. 2004.

SCHOENER, T.W. Resource partitioning in ecological communities. **Science**, v.178, p.389-391. 1974.

SILVA, A. Feeding habits of John Dory, *Zeus faber*, off the Portuguese continental coast. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v.79. p.333-340. 1999.

SMITH-VANIZ, W.F. Carangidae, in: Smith, M.M & Hemstra, P.C. (eds.), *Smith's sea fishes*. Springer-Verlag, Berlin, 1986.

SMITH, F.A. *A History of Scandinavian Fishes*, V. 2. London. 1892.

STURDEVANT, M.V.; ORSI, J.A.; FERGUSON, E.A. Diets and Trophic Linkages of Epipelagic Fish Predators in Coastal Southeast Alaska during a Period of Warm and Cold Climate Years, 1997–2011. **Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science**, v.4(1), p.526-545. 2012

TRAVASSOS, P.E. Variabilidade das condições climáticas e oceanográficas e suas influências sobre a distribuição e capturabilidade das principais espécies pelágicas do Atlântico oeste tropical. CNPq, 85 p. (Relatório final de bolsa de Desenvolvimento Científico Ambiental/CNPq). 2002.

VALLE, S.; MEZENTSEVA, N.; RODRÍGUEZ, A. Contenido estomacal del atun de aleta amarilla (*Thunnus albacares*) en el Atlantico Centro Oriental. **Col. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v.9(1), p.199-208, 1980.

VARGHESE, S.P.; SOMVANSI, V.S.; JOHN, M.E.; DALVI, R.S. Diet and consumption rates of common dolphin, *Coryphaena hippurus*, in the eastern Arabian Sea. **Journal of Applied Ichthyology**, v.29, p.1022–1029. 2013a.

VARGHESE, S.P.; SOMVANSI, V.S.; GULATI, D.K. Ontogenic and seasonal variations in the feeding ecology of Indo-Pacific sailfin, *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1972) of the eastern Arabian sea. **Indian journal of Geo-Marine Sciences**, v.42, 593-605, 2013b.

VASKE JR., T.; CASTELLO, J.P. Conteúdo estomacal da albacora-laje, *Thunnus albacares*, durante o inverno e primavera no sul do Brasil. **Rev. Bras. Biol.**, v.58 (4), p.639-647, 1998.

VASKE JR., T.; VOOREN, C.M.; LESSA R.P. Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul archipelago, Brazil. **Bol. Inst. Pesca**, v.29 (1), p.173 – 181, 2003.

VASKE JR., T.; LESSA, R.P. Feeding habits of the common dolphin, *Coriphaena hippurus*, in the northeastern Brazil's exclusive economic zone. **Arquivos de Ciência do Mar**, v.37, p.131-138, 2004.

VASKE JR., T.; HAZIN F.H.V.; LESSA, R.P. Fishery and feeding habits of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces: Carangidae), in the Saint

Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v.39, p.61-65, 2006.

VASKE JR., T.; LESSA, R.P.; NÓBREGA, M.F.; AMARAL, F.M.D.; SUSAN, R.M.O.; COSTA, F.A.P. Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Histórico e recursos naturais. NAVE/LABOMAR, Fortaleza - CE, Brasil. 2010. 242p.

VIEIRA, K.R.; OLIVEIRA, J.E.L.; BARBALHO, M.; ALDATZ, J.P. Aspects of the dynamic population of blackfin tuna (*Thunnus atlanticus* - Lesson, 1831) caught in the Northeast Brazil. **Collect. Vol. Sci. Pap. ICCAT**, v.58, p.1623-1628, 2005.

WETHERBEE, B.; CORTÉS, E. Food consumption and feeding habits. In *Biology of Sharks and their Relatives* (Carrier, J. F., Musick, J. A. & Heithaus, M., eds), Boca Raton, FL: CRC Press. 2004. p.223-244.

WOOTTON, R.J. **Ecology of teleost fishes**. London, Chapman and Hall, 1990. 404p.

YOUNG, J.W.; LANSDELL, M.J.; CAMPBELL, R.A.; COOPER, S.P.; JUANES, F.; GUEST, M.A. Feeding ecology and niche segregation in oceanic top predators off eastern Australia. **Marine Biology**, v.157, p.2347-2368, 2010.

ZAVALA-CAMIN, L.A. Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins (Osteichthyes - Teleostei) e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões sudeste e sul do Brasil. 1981. 237p. **Tese (Doutorado)** - Universidade de São Paulo, São Paulo.

ZAVALA-CAMIN, L.A. Ocorrência de peixes, cefalópodes e crustáceos em estômagos de atuns e espécies afins, capturadas com espinhel no Brasil (23°S a 34°S) 1972-1985. **Bol. Inst. Pesca**, v.14, p.93-102, 1987.

ZAVALA-CAMIN, L.A.; GRASSI, R.T.B.; SECKENDORFF, R.W.; TIAGO, G.G. Ocorrência de recursos pesqueiros epipelágicos na posição 22°11' S - 39°55' W, Brasil. **Bol. Inst. Pesca**, v.18, p.13-21, 1991.

ZANEVELD, J.S. The fishery resources and the fishery industries of the Netherlands Antilles. **Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst**, v.14, p.137-171, 1961.

4- Artigo científico

4.1 - Artigo científico I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista *Journal of Fish Biology*.

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (item 4.2).

RELAÇÕES TRÓFICAS ENTRE CINCO GRANDES PEIXES PELÁGICOS CAPTURADOS NO ARQUIPÉLAGO DE SÃO PEDRO E SÃO PAULO, BRASIL

Albuquerque, F. V.¹; Navia, A. F.²; Vaske Jr., T.³; Hazin, F.¹

¹ Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos, Recife, Pernambuco, Brasil, CEP: 52171-900.

² Fundación Colombiana para la Investigación y Conservación de Tiburones y Rayas, SQUALUS, Carrera 60A # 11-39, Cali, Colombia.

³ Laboratório de Elasmobrânquios e Nécton Marinho, Universidade Estadual Paulista – UNESP/CLP, Praça Infante Dom Henrique, s/n. Bitaru, São Vicente, São Paulo, Brasil, CEP: 1330-900.

RESUMO

O conteúdo estomacal de 1480 espécimes de 5 grandes peixes pelágicos (*Acanthocybium solandri*, *Coryphaena hippurus*, *Elagatis bipinnulata*, *Thunnus albacares* e *Thunnus atlanticus*) capturados no entorno do arquipélago de São Pedro e São Paulo foram contados e pesados para descrever os hábitos alimentares e sobreposições alimentares. Foram identificados 71 itens de presas, agrupados em cinco grupos taxonômicos (cnidaria, crustacea, mollusca, teleostei e tunicata). Os teleósteos foi a presa mais abundante nos estômagos. Os teleósteos foi o principal item alimentar na dieta do *A. solandri* e do *T. atlanticus*; a família Exocoetidae foi a presa mais importante na dieta do *C. hippurus*; o crustáceo Stomatopoda foi o item de maior importância na alimentação do *E. bipinnulata* e o peixe-voador, *Cheilopogon cyanopterus*, foi a presa com maior destaque na dieta do *T. albacares*. As cinco espécies alto grau de especialização e nível trófico, sendo considerados espécies especialistas e predadores de topo. Segundo as contribuições de presas nas dietas das espécies a maioria das sobreposições tróficas foram baixas e apenas duas foram consideradas altas e significativas, sendo a taxa de consumo da principal presa, Exocoetidae, o fator importante para dissimilaridade das dietas. Por fim, todas as cinco espécies foram consideradas predadores de topo, com nível trófico acima de 4. Assim, este conjunto de

espécies podem ser consideradas funcionalmente frequentes e importantes na estrutura e dinâmica da cadeia alimentar do arquipélago.

Palavras-chave: dieta; sobreposição alimentar; nível trófico.

INTRODUÇÃO

Os estudos sobre hábitos alimentares e ecologia alimentar de peixes são indispensáveis para a compreensão do papel exercido pelas diversas espécies no ecossistema aquático, pois indicam como elas se relacionam na partilha de recursos, evidenciando indiretamente como funciona o fluxo de energia dentro da comunidade e permitindo, assim, compreender os efeitos da competição e predação sobre a estrutura das redes tróficas (Gerkin 1994; Pimm 2002; Hajisamanea *et al.*, 2003; Montoya *et al.*, 2006; Ramírez-Luna *et al.*, 2008; Navia *et al.*, 2010; Braga *et al.*, 2012.)

O conhecimento sobre a alimentação dos predadores em redes tróficas marinhas tais como os grandes peixes pelágicos, é um componente essencial para a modelagem de relações tróficas e suas implicações para a compreensão da dinâmica do ecossistema oceânico (Heithaus *et al.*, 2008, 2012; Baum & Worm, 2009; Gorni *et al.*, 2013). As preferências alimentares de grandes predadores são complexas e podem ser influenciadas por uma série de fatores diferentes, incluindo a disponibilidade, mobilidade e abundância de presas, fatores ambientais, estágio de desenvolvimento e sexo (Muto *et al.*, 2001; Wetherbee & Cortés, 2004; Rinewalt *et al.*, 2007).

Outros eixos do nicho, como tempo e espaço, também são importantes porque as espécies podem reduzir a sobreposição trófica por meio dos mesmos, aumentando assim a possibilidade de coexistência de espécies (Ross, 1986; Platell & Potter, 2001; Navia *et al.*, 2007; Correa & Winemiller, 2014). Tais estudos são fundamentais para avaliar

como as relações tróficas interespecíficas predador–presa influenciam na estrutura e na dinâmica das comunidades (Silva, 1999; Sá *et al.*, 2006; Navia *et al.*, 2012, Varghese *et al.*, 2013 a, b).

Muitos estudos têm sido desenvolvidos no que diz respeito à dieta e ecologia trófica de grandes peixes pelágicos, (Potier *et al.*, 2004, 2007; Jaworki & Rognarsom, 2006; Dambacher *et al.*, 2010; Young *et al.*, 2010; Malone *et al.*, 2011; Sturdevant *et al.*, 2012; Choy *et al.*, 2013), porém, em menor proporção no Atlântico (Ménard *et al.*, 2000; Pusineri *et al.*, 2008; Rudershausen *et al.*, 2010) e menos ainda no Brasil, onde esses estudos, além de ainda incipientes, na maioria dos casos restringem-se à descrição da dieta (Zavala-Camin, 1981, 1987; Vaske Jr. & Rincón-Filho, 1998; Vaske Jr. *et al.*, 2003, 2006; Vaske Jr. & Lessa, 2004; Gorni *et al.*, 2013).

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) é uma importante área de concentração e pesca de peixes pelágicos de relevância econômica no nordeste do Brasil, com destaque para 13 espécies, sendo 12 de grande porte, como atuns e afins e tubarões, e uma de pequeno tamanho, o peixe-voador (Vaske Jr. *et al.*, 2008). Alguns estudos de alimentação já foram realizados para espécies isoladas no local, incluindo a albacora-laje (*Thunnus albacares*) e cavala-impingem (*Acanthocybium solandri*) (Vaske *et al.*, 2003); peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) (Vaske Jr. *et al.*, 2006); e peixe-prego (*Ruvettus pretiosus*) (Viana *et al.*, 2012). O objetivo deste trabalho, entretanto, diferentemente desses que o antecederam, foi avaliar, de forma comparativa, os hábitos alimentares de cinco espécies de grandes peixes pelágicos presentes no ASPSP, sob o ponto de vista da sobreposição alimentar, e identificar possíveis mecanismos de repartição de alimentos.

MATERIAL E METODOS

Área de estudo

O Arquipélago de São Pedro e São Paulo (ASPSP) consiste em um conjunto de ilhas rochosas situadas no hemisfério Norte ($00^{\circ}55'02''\text{N}$; $29^{\circ}22'42''\text{W}$) (Fig. 1), a cerca de 1.100km da cidade de Natal (RN) e 522 km do Arquipélago Fernando de Noronha (PE) (Vaske Jr. *et al.*, 2010). Os espécimes examinados foram capturados por embarcações que operaram no entorno do arquipélago no período de dezembro de 2012 a dezembro de 2014. Em razão das expedições ao arquipélago terem sido esporádicas, não foi possível proceder a uma análise temporal da dieta das espécies. De modo semelhante, os espécimes examinados, em razão de terem sido obtidos por meio de operações de pesca, apresentam uma seletividade decorrente do aparelho de captura com uma predominância de indivíduos maiores (adultos) e um número muito reduzido de jovens, aspecto que impediu a análise de alterações ontogênicas na dieta.

Todos os espécimes capturados foram identificados ao nível de espécie, sexados, e mensurados, quanto ao comprimento furcal (CF), em mm. Os estômagos foram coletados durante a evisceração dos exemplares a bordo, tendo sido imediatamente etiquetados e congelados. Em laboratório, os estômagos foram descongelados e abertos para análise do seu conteúdo, identificando-se os itens alimentares ao menor táxon possível. Iscas, parasitas, sedimentos e material digerido não foram considerados como itens alimentares.

calculado o coeficiente médio de variação (CV) dos pontos finais como $CV = \text{desvio padrão} / \text{media} \times 100$ (Bizarro *et al.*, 2007).

Hábitos Alimentares das espécies

Para descrever a contribuição de cada presa na dieta das espécies foram empregados os índices numéricos discutidos e revisados por Hyslop (1980) e Cortés (1997), a saber: índices simples (frequência de ocorrência, porcentagem em número e porcentagem em peso) e composto (índice de importância relativa).

O índice de frequência de ocorrência de uma presa (%FO), definido como a razão entre o número de estômagos em que a presa ocorre (n) pelo número total de estômagos com presença de itens alimentares (N), foi calculado segundo a fórmula:

$$\%FO = \frac{n}{N} \times 100$$

O índice de porcentagem em número (%N), definido como a razão do número total de uma presa (Nn) pelo número total de presas (Np), foi calculado como segue:

$$\%N = \frac{Nn}{Np} \times 100$$

O índice de porcentagem em peso (%P), que relaciona o peso de uma presa (Pp) com o peso total de todas as presas (Pt), foi calculado pela fórmula:

$$\%P = \frac{Pp}{Pt} \times 100$$

A importância de cada item alimentar na dieta foi determinada com base no Índice de Importância Relativa (IIR) (Pinkas *et al.*, 1971), a partir da combinação de outros índices como número (%N), peso (%P) e frequência (%FO), segundo a fórmula:

$$IIR = (\%N + \%P) \times \%FO$$

Além disso, o valor padronizado do IIR, de modo que a importância das categorias pudesse ser comparada inter- e intra-especificamente (Cortés, 1997), foi obtido pela fórmula:

$$\% IIR = \frac{100 \times IIRi}{\sum IIRi},$$

Onde, $IIRi$ é o valor do IIR para cada categoria de presa i .

Estratégia alimentar das espécies

O método gráfico, proposto por Costello (1990) e modificado por Amundsen *et al.* (1996), foi usado para inferir os níveis de especialização ou generalização alimentar, nos níveis individual e populacional. Essa análise relaciona a frequência de ocorrência de uma presa com a abundância específica da mesma, definida como o peso total da presa i dividido pelo total do conteúdo estomacal dos predadores que continham a presa i em seus estômagos (Amundsen *et al.*, 1996).

Ecologia trófica

Com o objetivo de se avaliar o nível relativo de especialização na dieta das espécies, a amplitude de nicho trófico (amplitude da dieta) foi estimada por meio do índice padronizado de Levins (Krebs, 1999), utilizando-se o %N das presas, convertido para a proporção aplicada na fórmula:

$$B = \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i^2}$$

Este índice varia de 0, quando uma espécie consumiu somente um tipo de presa, a 1, quando uma espécie consumiu de forma similar vários tipos de presas, onde B = amplitude do nicho trófico; P_i = proporção do item alimentar i ; n = número total de presas consumidas por determinado predador. Para uniformizar a medida do nicho trófico, foi

aplicada a fórmula de Hurlbert (1978), onde: Ba = amplitude do nicho (padronizada); n = número total de recursos consumidos; e B = amplitude de nicho, como segue:

$$Ba = \frac{(B - 1)}{(N - 1)}$$

Padrões de sobreposição alimentar entre os predadores foram gerados de acordo com o Índice de Pianka (1973) de acordo com a seguinte fórmula:

$$O_{jk} = \frac{\sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\left(\sqrt{\sum_i^n P_{ij}^2 \sum_i^n P_{ik}^2} \right)}$$

Onde, O_{jk} = medida de sobreposição alimentar de Pianka entre a espécie j e a espécie k ; P_{ij} = proporção da presa i no total de presas utilizadas pelo predador j ; P_{ik} = proporção da presa i no total de presas utilizadas pelo predador k ; e n = número total de presas.

Esse índice varia entre 0, quando não há sobreposição alimentar, e 1, quando há forte sobreposição alimentar. Para calcular o índice foi utilizado %N das presas, convertidos para proporção, aplicado no programa EcoSim 7.71 (Gotelli & Entsminger, 2007). Os testes de significância do índice de Pianka foram gerados comparando-se os valores de sobreposição observados com uma distribuição de valores de sobreposição esperados com base em um modelo nulo gerado a partir de 1.000 repetições usando o algoritmo de RA3 no programa EcoSim 7.72 de (Gotelli & Entsminger, 2005). Os valores observados foram considerados estatisticamente diferentes dos valores da distribuição nula quando foram maiores ou menores do que 95% dos índices simulados. Um valor observado significativamente menor do que o índice simulado sugere diferenças na dieta ou particionamento de recursos alimentares, enquanto que um valor observado significativamente maior do que o índice simulado sugere que as dietas são semelhantes ou que existe uma forte concorrência pelos recursos (Gotelli & Graves, 1996).

Guildas tróficas

Para identificar a formação de grupos tróficos foi utilizada a análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) (Clarke, 1993). Para testar a significância dos padrões observados no nMDS foi utilizada a análise de similaridade ANOSIM, que identifica a similaridade estatística R entre os grupos, onde os valores próximos de 0 indicam não haver diferenças, enquanto que perto de -1 ou 1 indicam diferenças na dieta. Os valores de P gerados na estatística R foram considerados significativos quando $P < 0,05$. Para verificar a contribuição de categoria de presa na similaridade ou dissimilaridade foi feita uma análise de porcentagem de similaridade (SIMPER). As análises foram realizadas com o software Primer 6 (Clarke & Gorley, 2006).

Para as análises multivariadas, os estômagos foram agrupados aleatoriamente em grupos de 4 a 8, dependendo de cada uma das variáveis estudadas (neste caso espécies), e um valor médio de abundância (%P) foi calculado para cada uma das categorias de alimentos utilizados. Este procedimento foi realizado a fim de reduzir o número de categorias de barragens com valores zero, aumentando, assim, a eficácia da análise multivariada (White *et al.*, 2004; Marshall *et al.*, 2008; Sommerville *et al.*, 2011). Os valores médios de P% calculados para cada categoria de presa foram transformados em uma raiz quadrada e utilizados para calcular a matriz de similaridade pelo coeficiente de Bray-Curtis (Platell & Potter, 2001).

Nível trófico das espécies

O nível trófico padronizado de cada espécie foi calculado usando o índice trófico (TL), proposto por Cortés (1999):

$$TL_i = 1 + \left(\sum_{j=1}^n P_j \times TL_j \right),$$

Onde P_j é a proporção de cada categoria de presa na dieta baseada sobre no valor do IIR% e TL_j é o nível trófico de cada categoria de presa j (see Cortés, 1999; Navia, 2013).

RESULTADOS

Foram analisados 1.480 estômagos pertencentes a cinco espécies pelágicas: cavala-impingem (*Acanthocybium solandri*) (WAH), dourado (*Coryphaena hippurus*) (DOL), peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*) (RRU), albacora-laje (*Thunnus albacares*) (YFT) e albacorinha (*Thunnus atlanticus*) (BLF). Dos estômagos analisados, 46,6% (n= 689) apresentaram algum conteúdo.

O número de estômagos analisados foi suficiente para descrever as dietas das espécies estudadas, com a curva de diversidade de presas atingindo a assíntota (Fig. 2) conforme os testes de significância (Tabela I).

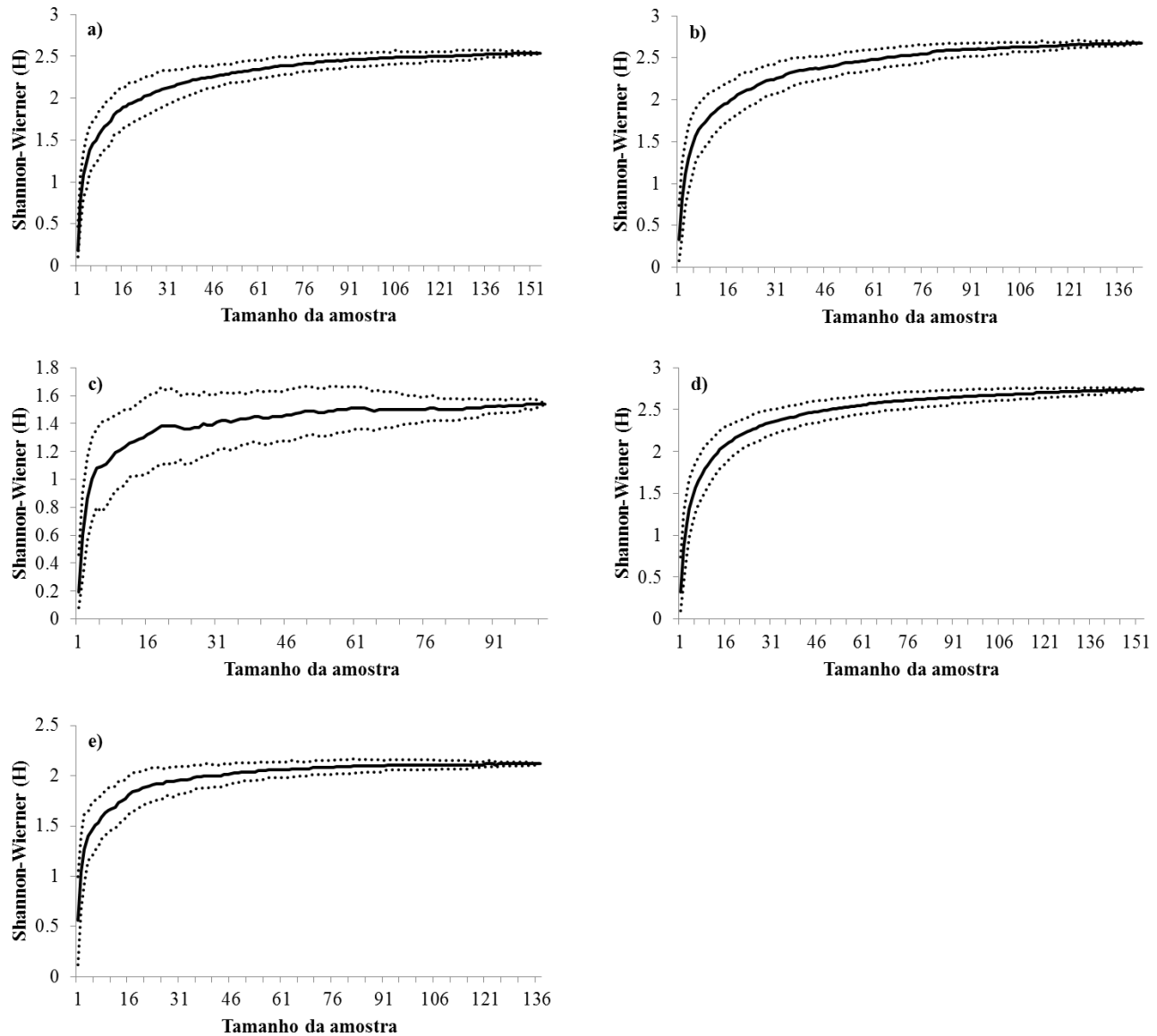


FIG. 2. Curva de diversidade de presas (índice de Shannon-Wierner) de cinco grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo: a) *A. solandri*, b) *C. hippurus*, c) *E. bipinnulata*, d) *T. albacares*, e e) *T. atlanticus*.

TABELA I. Valores de t-student para médias (m) e erro padrão (EP) dos últimos quatro pontos de cada curva cumulativa de diversidade trófica (H'), com seus respectivos valores de significância e coeficiente de variação (CV). Valores de $P > 0.05$ indicam inclinação igual a zero. N = total de estômagos analisados com conteúdo.

Espécies	N	m	P	EP	P	CV	Itens	H'
<i>Acanthocybium solandri</i>	154	1.73	>0.05	4.24	<0.05	0.00	37	2.54
<i>Coryphaena hippurus</i>	143	0.37	>0.05	4.24	<0.05	0.00	36	2.68

<i>Elagatis bipinnulata</i>	102	0.47	>0.05	7.50	<0.05	0.00	18	1.54
<i>Thunnus albacares</i>	153	0.37	>0.05	4.24	>0.05	0.00	31	2.74
<i>Thunnus atlanticus</i>	137	1.73	>0.05	1.73	>0.05	0.00	42	2.12

Hábitos alimentares

Foram analisados 390 estômagos de *A. solandri*, dos quais 39% (154) apresentaram algum conteúdo, identificando-se 37 presas diferentes agrupadas em quatro grupos taxonômicos. Os teleósteos foram o grupo mais representativo em todos os índices, seguido da lula pelágica, *Hyaloteuthis pelagica* e por peixes da família Exocoetidae (Tabela II).

Para *C. hippurus*, a maioria dos estômagos analisados apresentou alimento (62%), tendo sido encontradas 36 categorias de presas, das quais a Família Exocoetidae foi a mais importante, a partir das contribuições percentuais dos níveis tróficos considerados (N%=16.4%, P%=40.93 FO%=32.9, IIR%=47.4%). Os teleósteos e o peixe-voador, *Cheilopogon cyanopterus*, também tiveram uma significativa importância na alimentação da espécie. Mollusca e Crustacea também foram representativos, mas com uma menor participação (Tabela II).

Dos 218 estômagos de *E. bipinnulata* analisados, 47% (102) apresentaram ao menos um item alimentar, com 18 categorias de presas. Os crustáceos Stomatopoda foram os mais representativos, com presença notável de teleósteos e do pterópode *Cavolinia* sp. (Tabela II).

Dos 271 estômagos de *T. albacares* analisados, 56% apresentaram conteúdo, com o Teleostei tendo sido o grupo taxonômico com maior representatividade. Os resultados dos índices tróficos empregados indicaram que as presas da família Exocoetidae foram as mais importantes na dieta da espécie, com destaque para o peixe-voador *C. cyanopterus*.

Por fim, para *T. atlanticus*, dos 371 estômagos analisados, 137 (37%) apresentaram alimento, com 42 categorias de presas sendo sido identificadas, incluindo os grupos taxonômicos: Teleostei, Mollusca, Crustacea e Tunicata. Com base nos índices alimentares empregados, Teleostei foi o principal grupo de presas, com destaque para a família Myctophidae.

Estratégia alimentar

De acordo com o diagrama de Amundsen *et al.* (1996) (Fig. 3), a estratégia alimentar das espécies foi caracterizada por uma alta especialização individual, ou seja, os predadores se especializaram em diferentes tipos de presas, caracterizadas por uma alta abundância específica e baixa frequência de ocorrência.

Ecologia trófica

Todas as espécies apresentaram valores de amplitude de nicho trófico baixo ($Bi < 0.5$), o que sugere uma alimentação com alto grau de especialização (Tabela III). Segundo as contribuições de presas nas dietas das espécies a maioria das sobreposições tróficas foram baixas (< 0.6) e muitas delas significativas. Por exemplo, *A. solandri* e *C. hippurus* ($O_{jobs} = 0.577$, $P = 0.026$), *A. solandri* e *T. atlanticus* ($O_{jobs} = 0.503$, $P = 0.042$), *C. hippurus* e *T. atlanticus* ($O_{jobs} = 0.494$, $P = 0.034$) (Tabela IV). Apenas duas sobreposições foram consideradas altas e significativas, *A. solandri* e *T. albacares* ($O_{jobs} = 0.693$, $P = 0.004$) e *C. hippurus* e *T. albacares* ($O_{jobs} = 0.758$, $P = 0.003$) (Tabela IV).

TABELA II. Itens alimentares encontrados nos estômagos de cinco espécies grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. N%: contribuição numérica, P%: contribuição em peso, FO%: frequência de ocorrência, e IIR%: Índice de Importância Relativa.

	<i>Acanthocybium solandri</i>				<i>Coryphaena hippurus</i>				<i>Elagatis bipinnulata</i>				<i>Thunnus albacares</i>				<i>Thunnus atlanticus</i>				
	N%	P%	FO%	IIR%	N%	P%	FO%	IIR%	N%	P%	FO%	IIR%	N%	P%	FO%	IIR%	N%	P%	FO%	IIR%	
Teleostei																					
Acanthuridae	-	-	-	-	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alepisauridae																					
<i>Alepisaurus ferox</i>	0.3	0.1	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Astronesthidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.7	0.0	
Balistidae	-	-	-	-	0.3	0.1	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.7	0.0	
<i>Balistes capriscus</i>	0.9	0.9	1.9	0.1	0.8	0.3	2.1	0.1	-	-	-	-	0.3	0.3	1.3	0.0	0.2	0.2	2.9	0.0	
<i>Balistes</i> sp.	0.6	0.1	1.3	0.0	0.3	0.2	0.7	0.0	-	-	-	-	0.2	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	
Bramidae																					
<i>Brama caribbea</i>	2.4	0.3	3.9	0.2	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Brama</i> sp.	2.1	0.2	1.9	0.1	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	0.2	0.0	0.7	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0	
Carangidae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.4	0.7	0.0	
<i>Caranx crisos</i>	-	-	-	-	0.3	3.8	0.7	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Caranx</i> sp.	0.3	0.5	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Seriola</i> sp.	0.3	2.7	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	3.0	0.7	0.1	-	-	-	-	
Chiasmodontidae	-	-	-	-	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dactylopteridae	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Dactylopterus volitans</i>	0.9	0.1	1.9	0.0	1.0	0.8	2.8	0.1	0.6	1.1	0.0	0.0	1.9	1.2	3.9	0.3	0.1	0.1	1.5	0.0	
Diodontidae																					
<i>Diodon hystrix</i>	6.6	4.3	2.6	0.6									3.4	1.4	1.3	0.2	0.2	0.5	1.5	0.0	
<i>Diodon</i> sp.	1.5	2.4	2.6	0.2	1.0	0.8	2.1	0.1	0.1	0.3	0.0	0.0	-	-	-	-	0.4	0.3	4.4	0.0	
Echaneide																					
<i>Remora remora</i>	0.3	0.5	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Remora</i> sp.	0.3	1.6	0.6	0.0																	
Exocoetidae	9.3	13.4	18.2	9.2	16.4	40.9	32.9	47.4	0.7	45.7	0.0	7.4	11.1	16.2	24.2	16.7	0.5	4.1	1.5	0.1	
<i>Cheilopogon cyanopterus</i>	0.3	1.3	0.6	0.0	7.9	31.5	13.3	13.2	-	-	-	-	10.9	70.5	29.4	60.7	0.8	9.7	3.6	0.6	

<i>Enoploteuthis anapsis</i>	-	-	-	-	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	3.1	1.6	8.8	0.6
<i>Enoploteuthis antillarum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.1	0.7	0.0
<i>Enoploteuthis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.4	3.6	0.1
Histoteuthidae																				
<i>Histoteuthis corona</i>	2.1	0.0	1.9	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Histoteuthis marchrohista</i>	1.2	0.0	1.9	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Histoteuthis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.7	0.0	0.2	0.0	1.5	0.0
Lepidoteuthidae																				
<i>Lepidoteuthis</i> sp.	0.3	0.0	0.6	0.0	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocythoidae																				
<i>Ocythoe tuberculata</i>	0.3	0.0	0.6	0.0	0.3	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-	0.2	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-
Ommastrephidae																				
<i>Hyaloteuthis pelagica</i>	21.9	0.1	23.4	11.5	3.3	0.0	4.9	0.4	0.1	0.0	0.0	0.0	12.8	0.1	15.0	4.9	1.9	0.4	8.8	0.3
<i>Ommastrephes bartramii</i>	0.3	0.0	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.8	2.3	2.9	0.1
<i>Ornithoteuthis antillarum</i>	5.7	0.1	4.5	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	2.7	0.0	2.0	0.1	0.6	0.9	4.4	0.1
<i>Sthenoteuthis pteropus</i>	0.6	0.0	1.3	0.0	2.0	0.1	0.7	0.0	-	-	-	-	0.9	0.1	1.3	0.0	0.5	1.0	4.4	0.1
Octopodidae																				
<i>Octopus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	0.0	1.3	0.0	0.1	0.1	0.7	0.0
Pholidoteuthidae																				
<i>Pholidoteuthis adami</i>	0.3	0.0	0.6	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Thysonoteuthidae																				
																	0.1	0.1	0.7	0.0
Gastropoda																				
Cavoliniidae																				
<i>Cavolinia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	23.9	0.8	0.3	25.9	0.2	0.0	0.7	0.0	-	-	-	-
Carinariidae	0.3	0.0	0.6	0.0	-	-	-	-	5.8	0.8	0.1	1.8	1.7	0.0	5.2	0.2	0.2	0.0	1.5	0.0
Crustacea																				
Brachyura (Megalopa)	1.2	0.0	1.9	0.1	-	-	-	-	1.6	0.1	0.0	0.2	6.6	0.0	8.5	1.4	24.6	1.0	32.8	12.7
Euphausiacea	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	0.8	0.0	1.5	0.0
Lycaeidae																				
<i>Brachyscelus</i>	-	-	-	-	0.3	0.0	0.7	0.0	0.9	0.0	0.1	0.2	2.2	0.0	2.0	0.1	0.1	0.0	0.7	0.0

<i>crusculum</i>																					
Sergestidae	-	-	-	-	5.1	0.1	7.7	1.0	0.5	0.3	0.0	0.1	9.4	0.2	7.2	1.7	12.1	5.3	29.9	7.9	
Stomatopoda	-	-	-	-	0.8	0.0	2.1	0.0	49.1	2.6	0.2	34.2	7.6	0.0	6.5	1.3	0.2	0.0	0.7	0.0	
Cnidaria																					
Abylidae																					
<i>Abylopsis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1.2	0.0	0.0	0.0	-	-	-	-	-	-	-	-	
Tunicata																					
Doliolidae	0.6	0.0	0.6	0.0	-	-	-	-	0.5	0.1	0.0	0.0	7.3	0.1	5.9	1.1	0.5	0.0	4.4	0.0	
Tunicados	-	-	-	-	-	-	-	-	11.6	1.5	0.0	1.8	-	-	-	-	0.2	0.0	0.7	0.0	

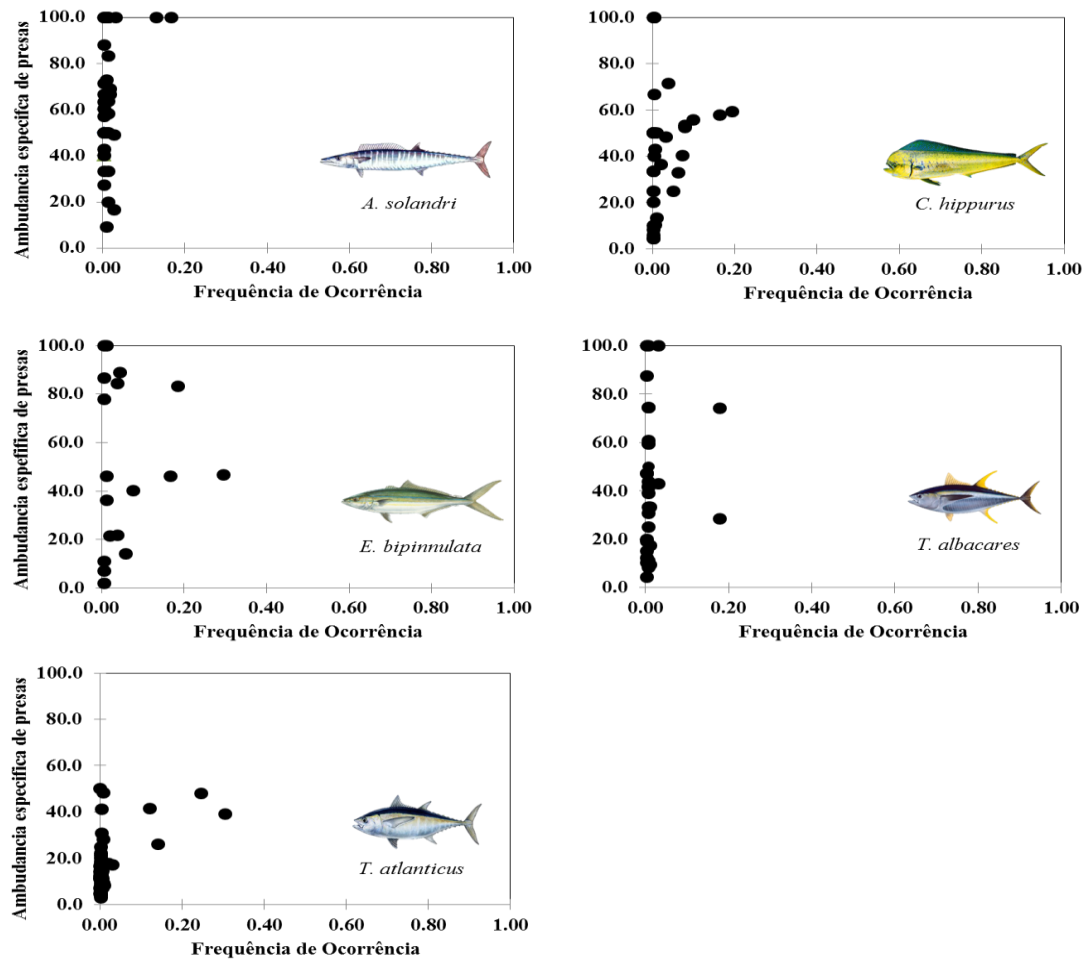


FIG. 3. Diagrama modificado de Costello para as espécies grandes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

TABELA III. Amplitude de nicho trófico calculada para cada espécie com o índice padronizado de Levins (B_i). Número entre parênteses indica o número de presas para cada espécie.

Espécie	Sigla	B_i
<i>Acanthocybium solandri</i>	WAH	0.02 (37)
<i>Coryphaena hippurus</i>	DOL	0.08 (36)
<i>Elagatis bipinnulata</i>	RRU	0.16 (18)
<i>Thunnus albacares</i>	YFT	0.05 (31)
<i>Thunnus atlanticus</i>	BLF	0.03 (42)

TABELA IV. Sobreposição alimentar e significância dos valores do modelo para cada sobreposição avaliada (O_{jobs} : Valores observados do índice de Pianka, O_{jsim} : Valores simulados do índice de Pianka com o modelo nulo, P : probabilidade).

Evaluated overlap	Values of null model and probability			
	O_{jobs}	O_{jsim}	$O_{jobs} > O_{jsim}$	P

<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Coryphaena hippurus</i>	0.577	0.146	974	0.026
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Elagatis bipinnulata</i>	0.034	0.097	447	0.583
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.693	0.196	996	0.004
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.503	0.137	958	0.042
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Elagatis bipinnulata</i>	0.052	0.090	593	0.403
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.758	0.181	997	0.003
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.494	0.136	966	0.034
<i>Elagatis bipinnulata</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.235	0.170	740	0.260
<i>Elagatis bipinnulata</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.058	0.114	545	0.455
<i>Thunnus albacares</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.465	0.191	939	0.061

Guildas tróficas

Os resultados de nMDS (Fig. 4) mostram que no geral as dietas das espécies diferem entre si ($R= 0.268$, $P= 0.01$), com diferenças significativas em 8 das 10 comparações em pares (Tabela V). Análises do SIMPER indicaram que as dissimilaridades entre as dietas das espécies variaram de 55% (*C. hippurus* vs. *T. albacares*) a 83% (*T. albacares* vs. *T. atlanticus*) (Tabela V). As diferenças nas taxas de consumo de Exocoetidae e teleósteos foram a principal causa de dissimilaridade alimentar entre as espécies, com *Thunnus atlanticus* tendo apresentado a maior quantidade de presas (5 a 7), contribuindo com a dissimilaridade alimentar com suas espécies simpátricas (Tabela VI).

Nível trófico de das espécies

De acordo com os níveis tróficos dos grupos de presas, o nível trófico das espécies estudadas foram acima de 4, caracterizando-as como predadores de topo (Tabela VII).

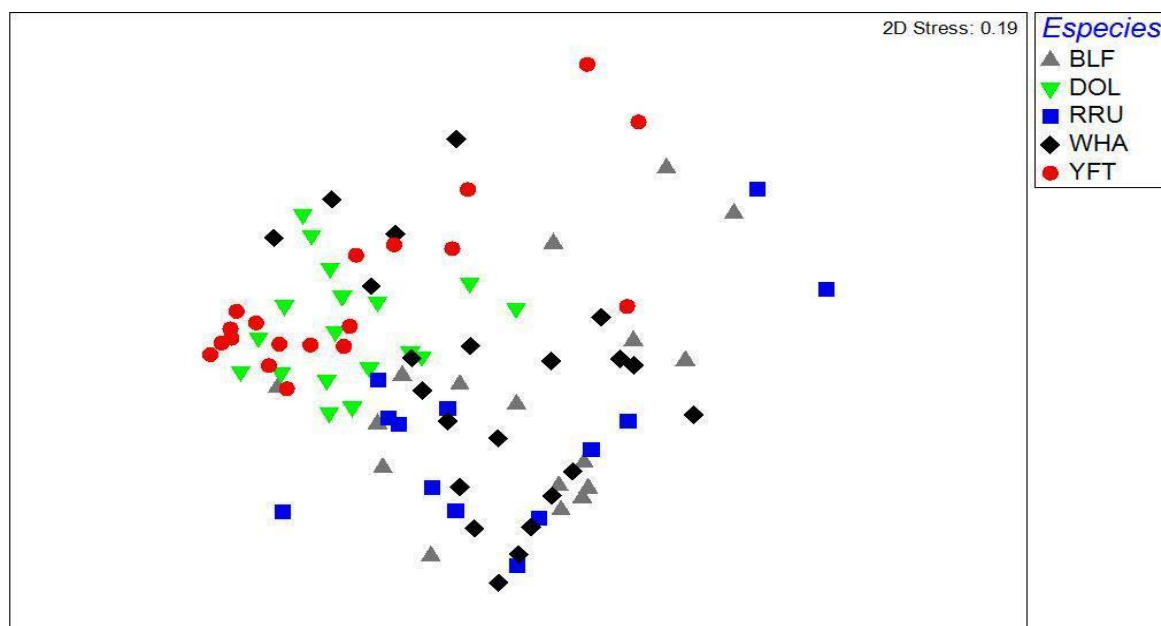


FIG. 4. Representação do escalonamento não-métrico (nMDS) da dieta de cinco espécies de grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. (BLF= *T. atlanticus*, DOL= *C. hippurus*, RRU= *E. bipinnulata*, WHA= *A. solandri* e YFT= *T. albacares*).

TABELA V. Valores de R e significância estatística (P) para as análises de similaridade (ANOSIM) entre as dietas das espécies.

Categoria	R	P
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Coryphaena hippurus</i>	0.292	0.001
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Elagatis bipinnulata</i>	0.080	0.100
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.354	0.001
<i>Acanthocybium solandri</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.143	0.006
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Elagatis bipinnulata</i>	0.464	0.001
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.005	0.320
<i>Coryphaena hippurus</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.446	0.001
<i>Elagatis bipinnulata</i> vs. <i>Thunnus albacares</i>	0.406	0.001
<i>Elagatis bipinnulata</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.121	0.020
<i>Thunnus albacares</i> vs. <i>Thunnus atlanticus</i>	0.435	0.001

TABELA VI. Valores de contribuição para a dissimilaridade alimentar entre as espécies.

Categoria	Itens	% contribuição	% acumulado
BLF vs DOL	Exocoetidae	46.21	46.21
	Teleósteo	18.78	64.99
	Myctophidae	5.66	70.65
	Gempylidae	5.57	76.23
	Hemirhamphidae	5.13	81.36

BLF vs RRU	Teleósteo	33.43	33.43
	Exocoetidae	27.76	61.18
	Myctophidae	5.74	66.93
	Sergestidae	5.36	72.28
	Gempylidae	5.2	77.49
	Hemirhamphidae	5.14	82.63
BLF vs WHA	Teleósteo	29.04	29.04
	Exocoetidae	20.76	49.80
	Scombridae	10.14	59.94
	Myctophidae	6.64	66.58
	Sergestidae	5.91	72.49
	Gempylidae	5.76	78.25
	Hemihamphidae	5.53	83.79
BLF vs YFT	Exocoetidae	45.93	45.93
	Teleósteo	20.00	65.93
	Myctophidae	5.88	71.81
	Sergestidae	5.33	77.14
	Gempylidae	4.97	82.12
DOL vs RRU	Exocoetidae	48.27	48.27
	Teleósteo	33.86	82.13
DOL vs WHA	Exocoetidae	46.55	46.55
	Teleósteo	26.29	72.85
	Scombridae	11.09	83.94
DOL vs YFT	Exocoetidae	68.21	68.21
	Teleósteo	11.60	79.82
	Carangidae	5.43	85.25
RRU vs WHA	Teleósteo	40.97	40.97
	Exocoetidae	27.59	68.57
	Scombridae	9.89	78.46
	Stomatopoda	5.07	83.53
RRU vs YFT	Exocoetidae	48.30	48.30
	Teleósteo	35.09	83.39
WHA vs YFT	Exocoetidae	48.77	48.77
	Teleósteo	26.86	75.64
	Scombridae	10.55	86.19

TABELA VII. Nível trófico de cinco espécies grandes peixes pelágicos do Arquipélago de São Pedro e São Paulo.

Espécies	Sigla	TL
<i>Acanthocybium solandri</i>	WAH	4.676
<i>Coryphaena hippurus</i>	DOL	4.553
<i>Elagatis bipinnulata</i>	RRU	4.527
<i>Thunnus albacares</i>	YFT	4.543
<i>Thunnus atlanticus</i>	BLF	4.397

DISCUSSÃO

A dieta preferencialmente ictiófaga do *A. solandri* coincide com os resultados reportados por vários autores para diversas regiões do Oceano Atlântico e Pacífico, que indicam como as suas principais presas espécies das Famílias Bramidae, Carangidae, Diodontidae, Exocoetidae e Scombridae (Vaske *et al.*, 2003; Satoh *et al.*, 2004; Franks *et al.*, 2007; Rudershausen *et al.*, 2010; Menoscal *et al.*, 2012). Malone *et al.* (2011), por sua vez, reportaram uma variação sazonal na dieta da espécie, que se mostrou basicamente piscívora no primeiro semestre, mudando para uma predominância de cefalópodes no segundo semestre. O consumo percentual de cefalópodes foi superior ao encontrado por Vaske *et al.* (2003) na mesma região, o que sugere a possibilidade de uma variação temporal na alimentação do *A. solandri*, também no ASPSP. Uma outra diferença em relação ao trabalho realizado pelos autores citados, é que o espectro trófico identificado para a espécie foi mais amplo, sendo possível que essas diferenças estejam associadas à disponibilidade de alimento em cada época e região, bem como à arte de pesca e esforço.

Estudos têm constatado que *C. hippurus* alimenta-se principalmente de peixes da família Exocoetidae (Olson & Galván-Maganã, 2002; Vaske Jr. & Lessa, 2004; Rudershausen *et al.*, 2010; Varghese *et al.*, 2013a), embora os cefalópodes também representem uma importante fonte de recurso alimentar para a espécie (Malone *et al.*, 2011), que, por essa razão, tem sido considerada um predador oportunista. Apesar da ampla diversidade de taxa encontrada na dieta do dourado no presente estudo, de forma semelhante aos trabalhos citados, os representantes da família Exocoetidae também foram as principais presas consumidas, demonstrando uma maior especialização alimentar da espécie no ASPSP. Este consumo significativo de peixes poderia estar influenciado pelo comportamento de muitos jovens de variadas espécies viverem bem

próximos à superfície do oceano, onde também se encontram as maiores concentrações de peixes voadores, que se tornam, assim, presas preferenciais.

O estudo da dieta do *E. bipinnulata* realizados por Vaske Jr *et al.* (2006) no entorno do ASPSP, demonstraram que a espécie se alimentou preferencialmente de eufasiacéos, seguidos dos peixes-voadores *Cheilopogon cyanopterus* e *Exocoetus volitans*. Estudos em outras regiões descreveram a alimentação do peixe-rei como ictiófaga, sendo complementada por zooplâncton (Yukinobo, 1998; García-Ramirez & Posada, 2014). Esses resultados coincidem com os obtidos no presente estudo, que também encontrou uma participação expressiva de jovens de crustáceos Stomatopoda, principal item da dieta, seguidos dos peixes não identificados e *Cavolinia* sp.

A dieta do *T. albacares* já foi amplamente discutida em várias regiões, indicando que a espécie se alimenta principalmente de crustáceos, cefalópodes e peixes. No presente estudo, os peixes, com destaque para as espécies da família Exocoetidae, foram as presas mais importantes na dieta da espécie, de forma similar aos resultados reportados por outros autores (Vaske Jr. *et al.*, 2003; Rohit *et al.*, 2010; Rudershausen *et al.*, 2010). Alguns estudos, no entanto, indicam que, em algumas ocasiões, os itens mais importantes podem mudar, conforme o local, especialmente onde os cefalópodes e crustáceos são o principal recurso alimentar para a espécie (Potier *et al.*, 2007; Malone *et al.*, 2011; Menoscal *et al.*, 2012; Gorni *et al.*, 2013). Tal como ocorreu com *C. hyppurus*, o presente estudo evidenciou uma redução significativa no consumo de crustáceos e cefalópodes pela espécie. A diversidade observada no consumo de alimentos por *T. albacares* é um indicativo de uma natureza alimentar não seletiva, sendo provável que a diferença na composição percentual dos alimentos esteja associada a uma estratégia de captura bem mais ampla no sentido vertical da coluna

d'água, como observado para os atuns em geral (Roger & Grandperrin, 1976; Matthews *et al.*, 1977; Vaske Jr. *Et al.*, 2012).

Como outras espécies pelágicas o *T. atlanticus* se alimentou principalmente de peixes e crustáceos, de forma similar ao encontrado por Headley *et al.* (2009), no Caribe, que registrou um consumo de peixes, crustáceos e cefalópodes para a espécie. No entanto, Headley *et al.* (2009) relataram como principais presas pequenas espécies pelágicas, como anchovas, e jovens de grandes peixes pelágicos, presas que não foram representativas neste estudo. Esta diferença pode, mais uma vez, estar relacionada à maior disponibilidade de peixes no ASPSP, ou ainda a uma mudança ontogênica na dieta da espécie (Headley *et al.*, 2009), que parece se alimentar mais de pequenos crustáceos quando mais jovens, passando a consumir uma maior proporção de peixes quando adultos. Os mesmos autores sugerem que a espécie se alimenta principalmente durante o dia, de espécies epipelágicas e de águas profundas. Peixes Myctophidae habitam a zona mesopelágica inferior e realizam migrações verticais noturnas à zona epipelágica (Legand *et al.*, 1972; Roger & Grandperrin, 1976). O elevado consumo desse grupo zoológico neste estudo sugere que a espécie apresenta atividade alimentar noturna ou que faz grandes incursões verticais durante o dia, comportamentos já descritos para esta e outras espécies de atum, por outros autores (Bard *et al.*, 1998, e Taquet *et al.*, 2000).

Diferentes estudos classificam os grandes peixes pelágicos como predadores oportunistas ou generalistas, resultado da sua capacidade em utilizar outros recursos quando o item preferencial estiver em pequeno suprimento (Knosppel, 1970). Isto pareceria vantajoso, sobretudo em ambientes complexos e diversificados como o ASPSP. No entanto, o valor calculado para a amplitude trófica das espécies estudadas as classificou como predadores especialistas, com amplo espectro alimentar, embora

utilizem principalmente um pequeno número de espécies de presas. Como a magnitude da predação sobre este amplo espectro trófico, porém, pode variar no tempo e no espaço, eles podem ser considerados como “especialistas plásticos” (Lowry *et al.*, 1991, Porras-Peters *et al.*, 2008, Páez-Rosas & Aurióles-Gamboa, 2010; Menoscal *et al.*, 2012).

O alto grau de especialização na dieta das espécies estudadas resultou em uma baixa sobreposição alimentar entre as mesmas. Apesar do alto grau de especialização os pares *A. solandri* e *T. albacares*, e *C. hyppurus* e *T. albacares*, apresentaram valores significativos de superposição, o que demonstra que essas espécies possuem uma distribuição na coluna d'água e/ou atividade alimentar em horários semelhantes. No entanto, a taxa de consumo da principal presa Exocoetidae, foi um dos fatores que contribuiu para a dissimilaridade entre as espécies. A alta diversidade de presas consumidas, o aparente forrageamento em diferentes habitats, bem como a natureza localizada da dieta parece ser uma característica de espécies pelágicas migratórias tropicais (Abitia-Cardenas *et al.*, 1997; Oxenford & Hunte, 1999; Sierra *et al.*, 2001), com o amplo espectro trófico das espécies constituindo uma provável adaptação para lidar com a baixa biomassa de espécies forrageiras no oceano tropical (Oxenford e Hunte, 1999; Sierra *et al.*, 2001).

Informações detalhadas acerca da dieta de peixes pelágicos são um componente importante para compreensão da dinâmica trófica em ambientes isolados, como no caso do ASPSP. Os dados observados nesse estudo indicam que as espécies estudadas se localizam em níveis tróficos superiores a 4, desempenhando, portanto, um papel importante como predadores de topo no ASPSP. As mesmas espécies, no entanto, também podem ser predadas por espécies maiores, como tubarões martelos (*Sphyrna* spp.), lombo-preto (*Carcharhinus falciformes*), galha-branca-oceânico (*Carcharhinus*

longimanus) entre outras espécies de tubarões presente na ilha. Assim, este conjunto de espécies podem ser consideradas funcionalmente frequentes e importantes na estrutura e dinâmica da cadeia alimentar do arquipélago. O nível de importância e frequência de cada uma destas espécies deve ser alvo de estudo para se identificar e melhor caracterizar as espécies-chave deste importante e único ecossistema oceânico.

REFERÊNCIAS

- Abitia-Cardenas, L. A., Galván-Magaña, F. & Rodriguez-Romero, J. (1997). Food habits and energy values of prey of striped marlin, *Tetrapturus audax*, off the coast of Mexico. *Fishery Bulletin* **95**(2), 360-368.
- Amundsen, P. A., Gabler, H. M. & Staldvik, F. L. (1996). A new approach to graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data - modification of the Costello (1990) method. *Journal of Fish Biology* **48**, 607-614.
- Bard, F. X., Bach, P. & Jossee, E. (1998). Habitat, ecophysiology des thons: Quoi de neuf depuis 15 ans?. *ICCAT Tuna Symposium, Collective Volume of Scientific Papers* **50**, 319–341.
- Braga, R. R., Bornatowski, H. & Vitule, J. R. S. (2012). Feeding ecology of fishes: an overview of worldwide publications. *Reviews in Fish Biology and Fisheries* **22**, 915–929.
- Baum, J. K. & Worm B. (2009). Cascading top-down effects of changing oceanic predator abundances. *Journal of Animal Ecology* **78**, 699-714.
- Bizzarro, J. J., Robinson, H. J., Rinewalt, C. S. & David A. E. (2007). Comparative feeding ecology of four sympatric skate species off central California, USA. *Journal Environmental Biology of Fishes* **8**, 197–220. doi: 10.1007/s10641-007-9241-6.

- Clarke, K. R., (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* **18**, 117–143.
- Clarke, K. R. & Gorley, R. N. (2006). *PRIMER v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E, Plymouth.
- Choy, C. A., Portner, E., Iwane, M. & Drazen, J. C. (2013). Diets of five important predatory mesopelagic fishes of the central North Pacific. *Marine Ecology Progress Series* **492**, 169–184.
- Cortés, E. (1997). A critical review of methods of studying fish feeding base an analysis of stomach contents: application to elasmobranch fishes. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **54**, 726–738.
- Cortés, E. (1999). Standardized diet compositions and trophic levels of sharks. *ICES Journal of Marine Science* **56**, 707–717.
- Correa, S. B. & Winemiller K.O. (2014). Niche partitioning among frugivorous fishes in response to fluctuating resources in the Amazonian floodplain forest. *Ecology* **95**, 210–224.
- Costello, M. J. (1990). Predator feeding strategy and prey importance: a new graphical analysis. *Journal of Fish Biology* **36**, 261–263.
- Dambacher, J. M., Young, J. W., Olson, R. J., Allain, V., Galván-Magaña, F., Lansdell, M. J., Bocanegra-Castillo, N., Alatorre-Ramírez, V., Cooper, S. P. & Duffy, L. M. (2010). Analyzing pelagic food webs leading to top predators in the Pacific Ocean: a graphtheoretic approach. *Progress in Oceanography* **86**, 152–165.
- Ferry, L. A. & Cailliet, G. M. (1996). Sample size and data: are we characterizing and comparing diet properly? In *Feeding Ecology and Nutrition in Fish* (Makinlay, D. & Shearer, K., eds), pp. 71–80. San Francisco, CA: American Fisheries Society.

- Franks, J.S., Hoffmayer, E. R., Ballard, J. R. Garber, N. M. & Garber, A. F. (2007). Diet of wahoo, *Acanthocybium solandri*, from the Northcentral Gulf of Mexico. *Proceedings of the 60th Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, November 59, 2007, Punta Cana, 353-362.
- García, C. B. & Posada, C. (2014). First approach to the trophic ecology and diet of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces: Carangidae), in the Central Colombian Caribbean. *Acta Biológica Colombiana* **19(2)**, 309-314.
- Gerking, S. D. (1994). Feeding ecology of fish. San Diego, California: Academic Press.
- Gorni, G. R., Goitein, R. & Amorim, A. F. (2013). Description of diet of pelagic fish in the southwestern Atlantic, Brazil. *Biota Neotropica* **13(1)**, 61-69.
- Gotelli, N. J. & Graves, G. R. (1996). *Null Models in Ecology*. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Headley, M., Oxenford, H. A., Peterson, M. S. & Fanning, P. (2009). Size related variability in the summer diet of the blackfin tuna (*Thunnus atlanticus* Lesson, 1831) from Tobago, the Lesser Antilles. *Journal of Applied Ichthyology* **25**, 669–675. doi: 10.1111/j.1439-0426.2009.01327.x
- Hajisamaea, S., Choua, L. M. & Ibrahim, S. (2003). Feeding habits and trophic organization of the fish community in shallow waters of an impacted tropical habitat Estuarine. *Coastal and Shelf Science* **58**, 89-98.
- Heithaus, M. R., Frid, A. Wirsing, A. J. & Worm, B. (2008). Predicting ecological consequences of marine top predator declines. *Trends Ecology and Evolution* **23**, 202-210.

- Heithaus, M. R., Wirsing, A. J. & Dill, L. M. (2012). The ecological importance of intact top-predator populations: a synthesis of 15 years of research in a seagrass ecosystem. *Marine and Freshwater Research* **63**, 1039-1050.
- Hurlbert, S. H. (1978). The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. *Ecology* **59**, 67-77.
- Hyslop, E. J. (1980). Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* **17**, 411-429.
- Jaworski, A. & Ragnarsson, S. A. (2006). Feeding habits of demersal fish in Icelandic waters: a multivariate approach. *ICES Journal of Marine Science* **63**, 1682-1694.
- Knöppel, H. A. (1970). Food of central Amazonian fishes: contribution to the nutrient-ecology of Amazonian rain forest streams. *Amazoniana* **2**, 257-352.
- Krebs, C. J. (1999). *Ecological Methodology*. Menlo Park, CA: Addison Wesley.
- Legand, M., Bourret, P., Fourmanoir, P., Grandperrin, R., Guérédrat, J. A., Michel, A., Rancurel, P., Repelin, R. & Roger, C. (1972). Relations trophiques et distributions verticales en milieu pélagique dans L'océan Pacifique Intertropical. *Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Océanogr* **10(4)**, 303-393.
- Lowry, M.S., Stewart, B.S., Heath, C. B., Yochem, P. K. & Francis, J. M. (1991). Seasonal and annual variability in the diet of California sea lions (*Zalophus californianus*) at San Nicolas Island California, 1981-1986. *Fishery Bulletin* **89**, 331-336.
- Malone, M. A., Buck, K. M., Moreno, G. & Sancho, G. (2011). Diet of three large pelagic fishes associated with drifting fish aggregating devices (DFADs) in the western equatorial Indian Ocean. *Animal Biodiversity and Conservation* **34(2)**, 287-294.

- Marshall, A. D., Kyne, P. M. & Bennett, M. B. (2008). Comparing the diet of two sympatric urolophid elasmobranchs (*Trygonoptera testacea* Müller & Henle and *Urolophus kapalensis* Yearsley & Last): evidence of ontogenetic shifts and possible resource partitioning. *Journal of Fish Biology* **72**, 883–898. doi: 10.1111/j.1095-8649.2007.01762.x
- Matthews, F. D., Damkaer, D. M., Knapp, L. W. & Collette, B. B. (1977). Food of western North Atlantic tunas (*Thunnus*) and lancetfishes (*Alepisaurus*). *NOAA Technical Reports NMFS SSRF-706*, 1-19.
- Ménard, F., Stéquert, B., Rubin, A., Herrera, M. & Marcha, E. (2000). Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean: FAD-associated versus unassociated school. *Aquatic Living Resources* **13**, 233-240.
- Menoscal, J. B., Páez-Rosas, D. & Wolff, M. (2012). Hábitos alimentarios de dos peces pelágicos *Thunnus albacares* y *Acanthocybium solandri* de la Reserva Marina de Galápagos. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* **47(1)**, 1-11.
- Montoya, J. M., Pimm, S. L. & Sole, R. V. (2006). Ecological networks and their fragility. *Nature* **442**, 259–264.
- Muto, E. Y., Soares, L. S. H. & Gotein, R. (2001). Food resource utilization of the skates *Rioraja agassizii* (Muller & Henle, 1841) and *Psammobatis extenta* (Garman, 1913) on the continental shelf off Ubatuba, south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Biologia* **61**, 217–238.
- Navia, A. F., Cortés, E., Jordán, F., Cruz-Escalona, V. H & Mejía-Falla, P. A. (2012). Changes to marine trophic networks caused by fishing. In *Diversity of Ecosystems* (Mahamane, A., eds), pp. 417-452. Intech, Croatia. ISBN: 978-953-51-0572-5.

- Navia, A. F., Cortés, E. & Mejía-Falla, P. A. (2010). Topological analysis of the ecological importance of elasmobranch fishes: the Gulf of Tortugas food web, Colombian pacific ocean, as a case study. *Ecological Modelling* **221**, 2918-2926.
- Navia, A. F. (2013). Función ecológica de tiburones y rayas en un ecosistema costero tropical del Pacífico colombiano. Tesis de Doctorado en Ciencias Marinas. Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas. México, 198 pp.
- Navia, A. F., Mejía-Falla, P. A. & Giraldo, A. (2007). Feeding ecology of elasmobranch fishes in coastal waters of the Colombian Eastern Tropical Pacific. *BMC Ecology* **7**, 1-10. doi: 10.1186/1472-6785-7-8.
- Olson, R. J. & Galván-Magaña, F. (2002). Food habits and consumption rates of common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Pacific Ocean. *Fishery Bulletin* **100(2)**, 279–298.
- Oxenford, H. A. & Hunte, W. (1999). Feeding habits of the dolphinfish (*Coryphaena hippurus*) in the eastern Caribbean. *Scientia Marina* **63(3-4)**, 303-315.
- Páez-Rosas, D. & Aurióles-Gamboa, D. (2010). Alimentary niche partitioning in the Galapagos sea lion, *Zalophus wollebaeki*. *Marine Biology* **157**, 2769-2781.
- Pianka, E. R. (1973). The structure of lizard communities. *Annual Review of Ecology and Systematics* **4**, 53–74.
- Pimm, S. L. (2002). Food Webs. The University of Chicago Press, London. 219 pp.
- Pinkas, L., Oliphant, M. S. & Inverson, L. K. (1971). Food habits of albacore, bluefin tuna and bonito in California waters. *California Fish and Game* **152**, 5–10.
- Platell, M. & Potter, I. C. (2001). Partitioning of food resources amongst 18 abundant benthic carnivorous fish species in marine waters on the lower west coast of Australia. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **261**, 31–54.

- Potier, M., Marsac, F., Lucas, V., Sabatié, R., Hallier, J. P. & Ménard, F. (2004). Feeding Partitioning among Tuna Taken in Surface and Mid-water Layers: The Case of Yellowfin (*Thunnus albacares*) and Bigeye (*T. obesus*) in the Western Tropical Indian Ocean. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* **3(1)**, 51-62.
- Potier, M., Marsac, F., Cherel, Y., Lucas, V., Sabatié, R., Olivier, M. & Ménard, F. (2007). Forage fauna in the diet of three large pelagic fishes (lancetfish, swordfish and yellowfin tuna) in the western equatorial Indian Ocean. *Fisheries Research* **83**, 60-72.
- Pusineri, C., Chancollon, O., Ringelstein, J. & Ridoux, V. (2008). Feeding niche segregation among the Northeast Atlantic community of oceanic top predators. *Marine Ecology Progress Series* **361**, 21–34.
- Ramírez-Luna, A.V., Navia, A. F. & Rubio, E. A. (2008). Food habits and feeding ecology of an estuarine fish assemblage of northern Pacific Coast of Ecuador. *Pan-American Journal of Aquatic Science* **3(3)**, 361-372.
- Rinewalt, C. S., Ebert, D. A. & Cailliet, G. (2007). Food habits of the sandpaper skate, *Bathyraja kincaiddi* (Garman, 1908) off central California: seasonal variation in diet linked to oceanographic conditions. *Environmental Biology of Fishes* **80**, 147–163. doi:10.1016/j.fishres.2006.08.020
- Rohit, P., Syda-Rao, G. & Rammohan, K. (2010). Feeding strategies and diet composition of yellowfin tuna *Thunnus albacares* (Bonnaterre, 1788) caught along Andhra Pradesh, east coast of India. *Indian Journal of Fisheries* **57(4)**, 13-19.
- Roger, C. & Grandperrin, R. (1976). Pelagic food webs in the tropical Pacific. *Limnology and Oceanography* **21(5)**, 731-735.

- Ross, S. T. (1986). Resource Partitioning in Fish Assemblages: A Review of Field Studies. *Copeia* **2**, 352-388.
- Rudershausen, P. J., Buckel, J. A. & Edwards, J. (2010). Feeding Ecology of Blue Marlin, Dolphin, Yellowfin Tuna, and Wahoos from the North Atlantic Ocean and Comparisons with Other Oceans. *Transactions of the American Fisheries Society* **139**, 1335–1359. doi: 10.1577/T09-105.1
- Sá, R., Bexiga, C., Veiga, P., Vieira, L. & Erzini, K. (2006). Feeding ecology and trophic relationships of fish species in the lower Guadiana River Estuary and Castro Marim e Vila Real de Santo António Salt Marsh. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **70**, 19-26.
- Sommerville, A. E., Platell, M. E, White, W. T., Jones, A. A. & Potter, I. C. (2011). Partitioning of food resources by four abundant, co-occurring elasmobranch species: relationships between diet and both body size and season. *Marine and Freshwater Research* **62**, 54–65.
- Satoh, K., Yokawa, K., Saito, H., Matsunaga, H., Okamoto, H. & Uozumi, Y. (2004) Preliminary stomach contents analysis of pelagic fish collected by Shoyo-Maru 2002 research cruise in the Atlantic Ocean. *Collective Volume of Scientific Papers ICCAT* **56(3)**, 1096-1114.
- Sierra, L. M., Claro, R. & Popova, O. A. (2001). Trophic biology of the marine fishes of Cuba. In *Ecology of the Marine Fishes of Cuba*. (Claro, R., Lindeman, K. C. & Parenti, L. R., eds), pp. 115–148. Washington, DC: Smithsonian Institution Press.
- Silva, A. (1999). Feeding habits of John Dory, *Zeus faber*, off the Portuguese continental coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* **79**, 333-340.

- Sturdevant, M. V., Orsi, J. A. & Fergusson, E. A. (2012). Diets and Trophic Linkages of Epipelagic Fish Predators in Coastal Southeast Alaska during a Period of Warm and Cold Climate Years, 1997–2011, *Marine and Coastal Fisheries: Dynamics, Management, and Ecosystem Science* **4(1)**, 526-545. doi: 10.1080/19425120.2012.694838.
- Taquet, M., Reynal, L., Lauransa, M. & Lagina, A. (2000). Blackfin tuna (*Thunnus atlanticus*) fishing around FADs in Martinique (French West Indies). *Aquatic Living Resources* **13**, 259–262.
- Young, J. W., Lansdell, M. J., Campbell, R. A., Cooper, S. P., Juanes, F. & Guest, M. A. (2010). Feeding ecology and niche segregation in oceanic top predators off eastern Australia. *Marine Biology* **157**, 2347–2368. doi:10.1007/s00227-010-1500-y.
- Yukinobo, I. (1998). Maturity and feeding habits of rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* in the western Pacific Ocean. *Journal of the School of Marine Science and Technology, Tokai University* **46**, 33-40.
- Varghese, S. P., Somvanshi, V. S., John, M. E. & Dalvi, R. S. (2013a). Diet and consumption rates of common dolphinfish, *Coryphaena hippurus*, in the eastern Arabian Sea. *Journal of Applied Ichthyology* **29**, 1022–1029.
- Varghese, S. P., Somvanshi, V. S., & Gulati, D. K. (2013b). Ontogenic and seasonal variations in the feeding ecology of Indo-Pacific sailfish, *Istiophorus platypterus* (Shaw, 1972) of the eastern Arabian sea. *Indian journal of Geo-Marine Sciences* **42**, 593-605.
- Vaske Jr., T. & Rincón-Filho, G. (1998). Conteúdo estomacal dos tubarões azul (*Prionace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceânicas do sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **58**, 443-450.

- Vaske Jr., T., Vooren, C. M. & Lessa, R. P. (2003). Feeding strategy of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), and wahoo (*Acanthocybium solandri*) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Boletim do Instituto de Pesca* **29(1)**, 173 – 181.
- Vaske Jr., T. & Lessa, R. P. (2004). Feeding habits of the common dolphinfish (*Coryphaena hippurus*), in the Northeastern Brazilian Exclusive Economic Zone. *Arquivos de Ciências do Mar* **37**, 131-138.
- Vaske Jr., T., Hazin F. H. V. & Lessa, R. P. (2006). Fishery and feeding habits of the rainbow runner, *Elagatis bipinnulata* (Quoy & Gaimard, 1825) (Pisces: Carangidae), in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Arquivos de Ciências do Mar* **39**, 61 – 65.
- Vaske Jr., T., Lessa, R. P., Ribeiro A. B. C., Nóbrega, M. F., Pereira, A. A. & Andrade, C. D. P. (2008). A pesca comercial de peixes pelágicos no arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. *Tropical Oceanography Online* **36**, 47-54.
- Vaske Jr., T., Lessa, R. P., Nóbrega, M. F., Amaral, F. M. D., Silveira, S. R. M. & Costa, F. A. P. (eds.) (2010). Arquipélago de São Pedro e São Paulo: Histórico e Recursos Naturais. ISBN: 978-85-7563-515-5. Nave/Labomar. Fortaleza. 242 p.
- Vaske Jr., T., Travassos, P. E., Hazin F. H. V., Tolotti, M. T. & Barbosa, T. M. (2012). Forage fauna in the diet of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the western tropical Atlantic Ocean. *Brazilian Journal of Oceanography* **60(1)**, 89-97.
- Viana, D. L., Tolotti, M. T., Porto, M., Araújo, R. J. V., Vaske Jr., T. & Hazin, F. H. V. (2012). Diet of the oilfish, *Ruvettus pretiosus* (Perciformes: Gempylidae) in the Saint Peter and Saint Paul Archipelago, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* **60(2)**, 181-188.

- Wetherbee, B. & Cortés, E. (2004). Food consumption and feeding habits. In *Biology of Sharks and their Relatives* (Carrier, J. F., Musick, J. A. & Heithaus, M., eds), pp. 223–244. Boca Raton, FL: CRC Press.
- White, W. T., Platell, M. E. & Potter, I. C. (2004). Comparisons between the diets of four abundant species of elasmobranchs in a subtropical embayment: Implications for resource partitioning. *Marine Biology* **144**, 439–448.
- Zavala-Camin, L. A. (1981). Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins (Osteichthyes-Teleostei) e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões sudeste e sul do Brasil. Tese de Doutorado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Brasil, 237p.
- Zavala-Camin, L. A. (1987). Ocorrência de peixes, cefalópodes e crustáceos em estômagos de atuns e espécies afins, capturados com espinhel no Brasil (23°S-34°S) 1972-1985. *Boletim do Instituto de Pesca* **14**, 93-102.

Eletrônica

- Colwell, R. K. (2005). *EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from Samples*. Available a <http://purl.oclc.org/estimates/>
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G. L. (2007). *EcoSim: Null models software for ecology. Version 7.7*. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. Jericho, VT 05465. Available a <http://garyentsminger.com/ecosim.htm/>
- Gotelli, N. J. & Entsminger, G. L. (2005). *EcoSim. Null Models Software for Ecology*. Available at [http](http://)

4. 2- Normas da Revista [Journal of Fish Biology]

Author Guidelines

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

1. Journal of Fish Biology

The *Journal* welcomes research manuscripts containing new biological insight into any aspect of fish biology. The *Journal* invites papers that report results and ideas of value to fish biology that will serve a wide international readership. Hence the novelty of the content of manuscripts should have relevance beyond a particular species or place in which the work was carried out. Please note that the *Journal* is no longer considering short technical notes describing molecular markers (e.g. microsatellites) for publication. While the *Journal* will continue to consider papers describing new markers, these must be accompanied by additional details work focusin on their usage addressing relevent biological questions e.g.population structuring, parentage, and genetic mapping

The Fisheries Society of the British Isles (FSBI) considers that scientists should avoid research threatening the conservation status of any species of fish, which is already regarded as threatened according to the IUCN Red List of Threatened Species and the associated Red List Categories and Criteria version 3.1 (<http://www.iucnredlist.org/technical-documents/categories-and-criteria>) or which is listed as such in a Red Data Book appropriate to the geographic area concerned. In accordance with this view, papers based on such research will not be accepted, unless the work had clear conservation objectives.

Authors are encouraged to place all species distribution records in a publicly accessible database such as the national Global Biodiversity Information Facility (GBIF) nodes (www.gbif.org) or data centres endorsed by GBIF, including BioFresh (www.freshwaterbiodiversity.eu/).

2. Submission of manuscripts.

We will consider: Regular papers (original research), Review papers, which will either be invited or agreed with an Associate Editor (see 17), Brief Communications (see 18), Letters (see 19), and Comments and Replies (see 20). Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on submissions and authorship in *Journal of Fish Biology* 79, 1-2 (2011) (available [here](#)) Manuscripts are submitted online at <http://jfb.edmgr.com>, where a user ID and password are assigned on the first visit. Full instructions and support are available on this site. Authors are expected to suggest potential referees, selected internationally, for their manuscripts in the 'Suggest Reviewers' section.

3. Preparation of manuscripts.

Authors should consult a recent issue of Journal of Fish Biology for details of style and presentation. **If their manuscript does not follow the format of the Journal, it will be returned to them unreviewed.** Manuscripts must be **double-spaced throughout**, all pages must be numbered and **line numbering set to continuous**, including tables, figure legends and reference lists. **Use a font size ≥ 12 . Do not save files in PDF (portable document format) format.**

The first page must contain the following information: the title of the paper, name(s) (initials ONLY for forenames) and FULL academic address(es) of ALL author(s); if the address of any author has changed, it should be added as a footnote. Telephone number and email address for the corresponding author (**one only**) should be provided as a footnote. A concise running headline of not more than 45 characters inclusive of spaces should also be given on this page. For regular papers arrange sections in the following sequence: Title page (as a separate page), Abstract and Key Words (as a separate page), Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion (**a combined Results and Discussion is not acceptable and Conclusions as a heading is only acceptable in Review Papers**), Acknowledgements (for individuals use initials only for forenames and no titles), References, Tables (with captions; see 6 below), Figure captions, Figures and Appendices. Within sections, subdivisions should not normally exceed two grades; decimal number classification of headings and subheadings should not be used (see recent past issues). Footnotes should not be used except in Tables. Spelling must be U.K. English, e.g. Concise Oxford English Dictionary (as distinct from American English) throughout, except in quotations and references. All Latin words (but excluding scientific words other than genus and species) should be in italics. **Do not write text in the first person.**

Do not duplicate information in tables and figures, or *vice versa* or in text and figures. Do not repeat table headings and figure legends in the text. Punctuation should be consistent and only a single space inserted between words and after punctuation. Do not indicate positions of tables and figures in the text. Two blank lines should be left after headings and between paragraphs. Text should be typed without end of line hyphenation, except for compound words. Lower case 'l' for '1' or 'O' for '0' should not be used.

4. Abstract.

This must be concise and summarize **only** the significant findings of the paper (*i.e.* not the background or methods). It should be followed by a list of **≤ 6 key words or key phrases that are not included in the title, with a maximum of 100 characters (including punctuation and spacing).**

5. Illustrations.

Photographs should be selected only to illustrate something that cannot adequately be displayed in any other manner. Magnification should be given in actual terms and all stains used should be described in full. Colour figures can be included; the first two will

be produced free of charge, additional figures will be produced online free of charge, print production will be at the author's expense. Authors must complete a Colour Work Agreement Form for any colour figures requiring payment. This will be indicated on acceptance. The form can be downloaded as a PDF from the home page at <http://jfb.edmgr.com>, or by clicking [here](#) Please note that the Colour Work Agreement Form must be returned by post to the address provided on acceptance. Number figures consecutively using Arabic numerals [Fig. 1, 2, *etc.*: subdivide by (a), (b), *etc.*], in order of their mention in the text. A fully descriptive caption must be provided for every figure and the complete list of captions typed together on a separate page. Captions must not be included on the figures. All relevant information, *e.g.* keys to the symbols and formulae, should be included in the caption. The minimum reduction for the figures may be indicated. Artwork should be received in digital format. Line artwork (vector graphics) should be saved as Encapsulated PostScript (EPS) and bitmap files (half-tones or photographic images) as Tagged Image Format (TIFF). Native file formats should not be submitted. More detailed information on the submission of electronic artwork can be found at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

6. Tables.

Number consecutively in Roman numerals (Table I, II, *etc.*), **in the order of their mention in the text**. Captions for tables should be **typed directly above each table**, not on a separate page. Footnotes to tables should be indicated by superscripts and typed at the bottom of the tables. Tables and figures must 'stand alone' and so all abbreviations must be defined in the figure captions and as footnotes in the tables. Tables, figures and figure captions should be saved in separate files from the main text of the manuscript. Tables should not be embedded in the text file in picture format.

7. Units and symbols.

Use metric units. Physical measurements should be in accordance with the Système International d'Unités (SI), *e.g.* mm, mm³, s, g, µg, m s⁻¹, g l⁻¹. Use joules not calories. Authors will find the following two publications helpful: *British Standard 1991: Part I: 1967 Recommendations for Letter Symbols, Signs and Abbreviations and Units, Symbols and Abbreviations. A Guide for Biological and Medical Editors and Authors* (Baron, D.N., ed.) published by the Royal Society of Medicine, London.

In mathematical expressions, single letters (italics) should be used for variables, qualifying them with subscripts (not italics) if required, e.g. length L, fork length L_F, standard length L_S, index I, gonado-somatic index I_G, hepato-somatic index I_H, etc. **The 24 hour clock should be used for time of day, e.g. 1435 hours, not 2.35 p.m. Calendar dates should be as, e.g. 15 June 1998. In the text, one-digit numbers should be spelt out unless they are used with units of measure (in which case they should not be hyphenated), e.g. five boxes, 5 cm. Numerals should be used for all numbers of two or more digits, e.g. 34 boxes. Use mass(es) rather than weight(s).**

Means and error (S.D., S.E., 95% C.L., etc.), should be to the same number of decimal places. Salinity is dimensionless with no units; do not use psu, ‰ or similar.

8. *Statistics.*

Present statistics as follows: name of test, test statistic with associated degrees of freedom (d.f.; note that an *F*-distribution has TWO d.f. values) and probability level (*P*). If data conform to all the assumptions of the statistical method used, precise *P*-values can be given, otherwise *P*-values should be >0.05, 0.05, 0.01 and 0.001. The *P*-values given by statistical packages assume that all the assumptions of the statistical method are fully met. Although ANOVA and regression are robust, the real *P*-values are likely to be different from the values printed by the package, because of violations of the assumptions. Provide confidence intervals (95% C.I.) for parameters estimated by ANOVA and regression analysis. Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on reporting statistical results in *Journal of Fish Biology* **78**, 697-699 (2011)(available [here](#)).

9. *Species nomenclature.*

On first mention of a species name in the main text, the common name of the species, if one is available, followed by the scientific species name (Latin binomial name, in italics) with the describing authority and date of authorship must be given. The common name should not be separated from the scientific name by a comma nor should the species name be in parentheses. The describing authority and date of authorship should not be separated by a comma. For example: the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum 1792); NOT, the rainbow trout, [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)]. First use of species names in the title and Abstract should include common and scientific names as above, but do not require the describing authority and date of authorship.

Use standard sources for species common names, including: Wheeler, A. (1992). A list of the common and scientific names of fishes of the British Isles. *Journal of Fish Biology* **41** (Supplement A) (for British fishes); Wheeler, A.C., Merrett, N.R. & Quigley, D.T.G. (2004). Additional records and notes for Wheeler's (1992) *List of the Common and Scientific Names of Fishes of the British Isles*. *Journal of Fish Biology* **65**, Supplement B (for British fishes); Nelson, J.S., Crossman, E.J., Espinosa-Pérez, H., Findley, L.T., Gilbert, C.R., Lea, R.N. & Williams, J.D. (2004). *Common and scientific names of fishes from the United States, Canada, and Mexico*. Committee on Names of Fishes. 6th edn. Bethesda, MD, U.S.A.: American Fisheries Society (for North American fishes; except those covered above for British fishes); Froese, R. & Pauly, D. (Eds) (2010). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org; *FAO Guides for Fisheries Purposes*.

When first using scientific species names the describing authority name appears in parentheses only if the binomial combination of the name has changed since the original

description. *Oncorhynchus clarkii* (Richardson 1836) for example, includes the authority name in parentheses because Richardson initially described the species in the genus *Salmo*, under the name *Salmo clarkia*, whereas the name *Salmo marmoratus* Cuvier 1829 is currently recognized exactly as originally named by Cuvier. When the describing authority is Linnaeus, this should be abbreviated to L., e.g. *Cyprinus carpio* L. 1758. The citation for the original description of a species should not be included in the References unless additional specific details (*i.e.* more than just the species name) supplied by that publication are discussed in the manuscript. Use the online *Catalog of Fishes* as the standard authority for species nomenclature and date of description: Eschmeyer, W. N. (Ed.) *Catalog of Fishes* electronic version (5 January 2011). <http://research.calacademy.org/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp> After initial use of the species' common and scientific names, subsequent reference to the species should use the scientific name (without describing author or date) NOT the common name. The genus name should be abbreviated to a single letter (*e.g.* *C. carpio* and *O. mykiss*), except at the start of a sentence or where confusion may arise from multiple genera with the same first letter.

When listing synonyms for a species, the following style is required [based in part on Mincarone & Fernholm *Journal of Fish Biology* (2010) **77**, 779–801]:

Eptatretus cirrhatus (Forster 1801)
Homea banksii Fleming 1822: 375 (original description; type locality: South Seas; holotype: unknown)
Bdellostoma heptatrema Müller 1836: 79 (original description; type locality: South seas; holotype: unknown)
Bdellostoma forsteri Müller 1836: 80 (original description; type locality: Queen Charlotte Sound, New Zealand; holotype: unknown). Conel, 1931: 76 *Bdellostoma forsteri* var. *heptatrema*. Müller, 1838: 174 (new combination)
Bdellostoma cirrhatum. Günther, 1870: 511 (in part). Hutton, 1872: 87 (in part). Putnam, 1874: 160 (in part). Günther, 1880: 27

(Note that species names that are modifications of an existing binomial, rather than an original description, are separated from the author name by a full stop, *Bdellostoma cirrhatum*. Günther, 1870: 511 (in part).

The plural 'fish' should be used for the same species, 'fishes' for more than one species. Any specimens used for taxonomic analyses should, wherever possible, be deposited in appropriate scientific collections (*e.g.* museums and university collections, or private collections when there is good evidence that these are adequately maintained), with identifying catalogue numbers, so that they are accessible to the scientific community for subsequent examination and taxonomic revision. **Namebearing type specimens of taxa that are described in the *Journal of Fish Biology* as new to science must be deposited in recognized national or international institutions that can meet Recommendations 72F.1-5 of the International Code of Zoological Nomenclature (ICZN, 1999; available [here](#)) for institutional responsibility.** The chosen institute for deposition of name-bearing type specimens should be able to meet these responsibilities into the foreseeable future. A paratype series may be distributed among more than one recognized national or international institution at the discretion of the authors. This is

encouraged for paratype series that include numerous specimens, where the paratype series can be split into two or more representative samples, comprising several specimens that are deposited at different institutions. For examples of recognized national or international institutions see earlier taxonomic publications in the *Journal of Fish Biology*, or check institutions listed in Eschmeyer's *Catalog of Fishes Online* (available [here](#)), and see Poss & Collette, *Copeia* **1995**, 48- 70, for U.S. and Canadian institutions. Institutional abbreviations used in manuscripts should follow standard code designations as given in Eschmeyer's *Catalog of Fishes Online* (see link above). Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on correct nomenclature in *Journal of Fish Biology* **78**, 1283-1290 (2011) (available [here](#))

10. Genetic nomenclature.

The *Journal* uses the zebrafish system (see http://zfin.org/zf_info/nomen.html) for genes and proteins of fish origin. Genes should be in italic lower case text and proteins in non-italic lower case text with the first letter capitalized. If the genes and proteins are of human origin, use the human nomenclature, with genes in upper case italic text and proteins in upper case non-italic text. Contributors to the *Journal of Fish Biology* should read the Editorial on correct nomenclature in *Journal of Fish Biology* **78**, 1283-1290 (2011) (available [here](#))

11. Sequence data.

Manuscripts containing novel amino acid sequences (*e.g.* primer sequences) will only be accepted if they carry an International Nucleotide Sequence Databases (INSD) accession number from the European Biology Laboratory (EMBL), GenBank Data Libraries (GenBank) or DNA Data Bank of Japan (DDBJ). The *Journal of Fish Biology* strongly recommends that when authors deposit data in genetic data banks they include specimen catalogue numbers (for specimens preserved in collections), a note identifying sequences that are derived from type specimens (see 9) and collection locality data. The data base accession number must be given in the Materials and Methods section of the manuscript. For taxonomic papers that refer to sequences derived from specimens preserved in collections (see 9), authors should include a table that clearly links each sequence accession number with the specimen from which it was derived. Sequences from type specimens should also be clearly identified in this Table (*e.g.* given in bold text). A nomenclature for genetic sequences for type and some non-type specimens has been proposed by Chakrabarty *et al.* (2013) [Chakrabarty, P., Warren, M., Page, L., Baldwin, C. (2013). GenSeq: An updated nomenclature for genetic sequences and a formal ranking of sequences from type and non-type sources. *Zookeys* **346**, 29–41, doi: 10.3897/zookeys.346.5753] and may be used (but is not obligatory): sequences from holotypes are identified as genseq-1, paratypes genseq-2, those from topotypes are genseq-3, and the genetic marker(s) used are incorporated into the nomenclature (*e.g.* genseq-2 ND2). Lengthy nucleotide sequences will only be published in the text if, in the judgement of the Editor-in-Chief, these results are of

general interest and importance. **Where sequences are already published, reference to the original source will suffice.**

12. RAPD.

Data derived by RAPDs (randomly amplified polymorphic DNAs) technology are frequently not satisfactory and conclusions derived from them unreliable. Papers submitted to the *Journal* should not include data generated by this technique.

13. Acknowledgement of copyright.

Authors should obtain permission from the copyright owner (usually this is the publisher) to use any figure, table or extended quotation from material that has previously been published. Acknowledgements, however, should cite the author: 'Reproduced with permission from Einstein (1975)'.

14. References.

The list of references should be arranged alphabetically according to the surname of the first author and set out as follows:

Boisvert, C. A. (2005). The pelvic fin and girdle of *Panderichthys* and the origin of tetrapod locomotion. *Nature* **438**, 1145–1147.

Nagahama, Y., Yoshikuni, M., Yamashita, M., Tokumoto, T. & Katsu, Y. (1995). Regulation of oocyte growth and maturation in fish. In *Current Topics in Developmental Biology*, Vol. 30 (Pederson, R. A. & Schatten, G., eds), pp. 103–145. San Diego, CA: Academic Press.

Zar, J. H. (1999). *Biostatistical Analysis*, 4th edn. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

It is important to include the article's Digital Object Identifier (DOI) (see section 24) in the reference as volume and page information is not always available for articles published online. Please note the following example:

Song, J., Mathieu, A., Soper, R. F. & Popper, A. N. (2006). Structure of the inner ear of bluefin tuna *Thunnus thynnus*. *Journal of Fish Biology* **68, 1767–1781.doi:10.1111/j.1095-8649.2006.01057.x**

The order in the list should be:

- i). Single authors. Where more than one reference is given for a single author the publications should be listed chronologically.
- (ii). Two authors. These should be arranged first alphabetically, then chronologically. For text citations, use the names of both authors and the year. Do not use *et al.* for two-author references.
- (iii). Three or more authors. These should be arranged chronologically. For all text citations, use the surname of the first author only, followed by *et al.* and the date.

If more than one reference by the same author(s) published in the same year is cited, use *a, b, etc.* after the year in both text and list, *e.g.* (1963*a*). Text citations can be given in either of two ways: (a) with date in parentheses, 'as demonstrated by Jones (1956)';

(b) with names and date in parentheses, ‘according to recent findings (Jones, 1956)’. **Where more than one reference is cited in the text these should be in chronological order**, e.g. Smith, 1975; Arnold, 1981; Jones, 1988. **Journal titles must be given in full**. Provide names and initials of **all** authors, the full title of the paper, the volume number and the page numbers.. **Authors should check that all citations in the text are in the list of references and vice versa**, and that their dates match. Journal titles, book titles and any other material within the reference list which will be italicized in print should be italicized or underlined in the manuscript.

References must be available in the public domain, e.g. ‘do not include grey’ literature.

List electronic references separately, under the heading Electronic References, and set out as follows:

ICES (2001). Report of the Northern Pelagic and Blue Whiting Fisheries Working Group. ICES CM 2001/ACFM:17. Available at <http://www.ices.dk/reports/acfm/2001/wgnpbw/wgnpbw01.pdf> (last accessed 6 April 2010).

All articles on Wiley Online Library (<http://wileyonlinelibrary.com>) include full details on how to cite the article.

15. Supporting Information.

As a service to authors and readers, the *Journal of Fish Biology* will host supporting information online. Supporting Information files are hosted by the Publisher in the format supplied by the author and are not copy-edited by the Publisher. **It is the responsibility of the author to supply Supporting Information in an appropriate file format and to ensure that it is accurate and correct. Authors should therefore prepare Supporting Information with the same rigour as their main paper, including adherence to journal style (e.g. formatting of references).** Supporting Information can be provided as separate files or as one combined file. Authors are discouraged from supplying very large files or files in non-standard file formats, both of which may reduce their use to the readership. Files should be prepared without line numbers or wide line spacing, and with all track-change edits accepted. Supporting Information files containing videos and animations are accepted.

16. Ethics.

Contributors to the *Journal of Fish Biology* must read the Editorials on ethics in *Journal of Fish Biology* **68**, 1-2 (2006) (available [here](#)) and *Journal of Fish Biology* **78**, 393-394 (2011) (available [here](#)). They will be required to complete a questionnaire on submission of their paper, available for downloading [here](#).

17. Reviews.

Reviews should be concise, critical and creative. They should seek to stimulate topical

debate and new research initiatives. Prospective authors are asked to submit a synopsis (two pages maximum) of their paper to an Associate Editor. The Editor-in-Chief can be consulted to advise on the appropriate Associate Editor to be approached. The synopsis should outline why the review is topical, its main points and objectives, and how it will stimulate debate and research. When the proposal has been accepted by an Associate Editor, he or she will invite the author to submit a manuscript, following the Instructions for Authors, within an agreed time limit.

18. *Brief Communications*

A Brief Communication may be concerned with any subject within the scope of the *Journal of Fish Biology* but should be **confined to a single point or issue of progress**, such as an unusual occurrence, an interesting observation, or a topical and timely finding. The manuscript must, however, have some relevance beyond the species or locality under consideration. To qualify for inclusion as a Brief Communication a paper **must be short (five printed pages maximum; c. 2500 words)**. An abstract of not more than three sentences is required. **No subheadings or subdivisions should be included**. In other respects submitted manuscripts should comply with the instructions given above.

19. *Letters*

These must be very short (one and a half printed pages maximum; c. 750 words) and deal with single significant finding or point for discussion that needs rapid publication. Include title page, key words (note no Abstract), main text and references (maximum four) (no tables or figures).

20. *Occasional Comments*

Comments concerning recent published papers in the *Journal* may be considered by the Editor-in-Chief. The comments will be sent to the original authors to provide an opportunity for reply. Publication of the Comment and Reply will end the debate.

21. *Acceptance of papers*

Papers will normally be critically reviewed by two or more independent experts in the relevant discipline and evaluated for publication by the Editors, but the Editors may return to authors without review any manuscripts deemed to be of inadequate quality or inappropriate for the *Journal of Fish Biology*. The final decision to accept a paper will be made by the Editor-in-Chief.

22. *Copyright and Online Open*

Authors submitting a manuscript do so on the understanding that, if it is accepted for publication, the licence to publish the article, including the right to reproduce the article

in all forms and media, shall be assigned exclusively to the FSBI. If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper. **Authors are themselves responsible for obtaining permission to reproduce copyright material from other sources.**

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution License	OAA
Creative Commons Attribution Non-Commercial License	OAA
Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License	OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://authorservices.wiley.com/bauthor/faqs_copyright.asp and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright--License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying with Wellcome Trust and Research Councils UK requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

24. Proofs and offprints.

Proofs are downloaded as a PDF file from a designated web site. Full details will be sent to the corresponding author by email. Therefore, a working email address must be provided. Proofs should be returned to the Managing Editor within 3 days of receipt. Free access to the final PDF offprint of the article will be available *via* author services only. Authors must therefore sign up for author services to access the article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers. In addition to this electronic offprint, paper offprints may be ordered online. Full instructions for ordering paper offprints will be sent with the proofs. Any queries regarding offprints should be emailed to: offprint@cosprinters.com. Paper offprints are normally dispatched within 3 weeks of publication of the issue in which the paper appears. Please contact the

publishers if offprints do not arrive; however, please note that offprints are sent by surface mail, so overseas orders may take up to 6 weeks to arrive.

25. Early View.

Journal of Fish Biology is covered by Wiley-Blackwell's Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication in a printed issue. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled print issue. Early View articles are complete and final, and no changes can be made after online publication. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Early View articles lack a volume, an issue and page numbers, and cannot be cited in the traditional way. Instead they have a DOI, which allows the article to be cited and tracked before it is allocated to an issue. After print publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

26. Author material archive policy.

Please note that unless specifically requested, Wiley-Blackwell will dispose of all hard copy or electronic material 2 months after publication. If the return of any submitted material is required, the Managing Editor or Production Editor must be informed as soon as possible.

27. Queries.

Contact the Managing Editor at journaloffishbiology@btconnect.com.