

COMENTÁRIOS SOBRE OS ESTUDOS TRÓFICOS DE PEIXES MARINHOS NO PROCESSO HISTÓRICO DA CIÊNCIA PESQUEIRA E MODELAGEM ECOLÓGICA

[Comments on trophic studies of marine fish in the historical process of fisheries science and ecological modelling]

Maria de los Angeles GASALLA^{1,3} e Lucy Satiko Hashimoto SOARES²

¹ Pesquisador Científico - Instituto de Pesca - SAA

² Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. Caixa Postal 9075, CEP 01065-970, São Paulo, SP, Brasil. E-mail: Isoares@usp.br

³ Endereço/Address: Av. Bartolomeu de Gusmão, 192. Ponta da Praia, Santos, 11030-906, SP, Brasil

E-mail: mgasalla@osite.com.br

RESUMO

Revisões de áreas específicas do conhecimento, situadas no histórico das disciplinas, são mais escassas no Brasil e no caso das ciências marinhas. Este trabalho visa descrever a importância dos estudos tróficos de peixes marinhos num contexto cronológico, comentando os principais avanços nesta área do conhecimento em relação ao processo histórico da ecologia e ciência pesqueira. Através de uma análise crítica retrospectiva, o trabalho ilustra sucintamente como se deu a evolução dos estudos tróficos de peixes, desde os primeiros estudos de alimentação no século XIX, até os últimos progressos em modelos multiespecíficos baseados em aspectos tróficos. Verifica-se como a evolução metodológica nesta área pode ser observada sob o prisma do contexto histórico em que as pesquisas estão inseridas, circunstanciadas por pressões impostas pela sociedade e pelo paradigma científico vigente. É apresentada uma revisão cronológica dos diversos aspectos dos estudos tróficos de peixes marinhos, tais como alimentação, redes tróficas, seletividade, taxas e consumo alimentar e a introdução de parâmetros tróficos na avaliação de estoques pesqueiros e modelagem de ecossistemas, localizando as investigações realizadas no litoral brasileiro.

Palavras-chave: ecologia trófica, ciência pesqueira, modelagem ecológica, peixes marinhos, alimentação, ecossistemas marinhos

ABSTRACT

Overviews of specific knowledge areas placed in the history of the disciplines are rare in the scope of marine sciences. This work aims to describe the importance of trophic studies of marine fish in a chronological context, with comments on the main advances in this arena in relation to the historical process of ecology and fisheries science. Through a retrospective critical analysis, this paper briefly shows the evolution of trophic studies of fish from the pioneer feeding studies of the XIX century to modern multispecies models based on trophic aspects. It can be noted how methodological evolution in this area can be seen through a historical context where research is insert, and its scientific paradigm. A chronological overview of different aspects of trophic studies of marine fish, such as feeding, food webs, selectivity, food consumption and rates, and the introduction of trophic parameters in fisheries stock assessment and ecosystem modeling are presented here, considering also Brazilian investigations.

Key words: trophic ecology, fisheries science, ecological modelling, marine fish, feeding, marine ecosystems, food webs

Introdução

“Ideas grow out of specific cultural conditions” (McIntosh, 1985)

A ciência pesqueira da atualidade enfrenta o desafio de aliar a investigação tradicional sobre os

estoques pesqueiros a abordagens ecológicas que analisem as relações da pesca com o seu respectivo ecossistema, testando metodologias para subsidiar ao que foi denominado de “Manejo Pesqueiro baseado no Ecossistema” (“Ecosystem-based fishery management”) (PITCHER, 2000; GISLASON *et al.*, 2000).

Dessa forma, no presente momento, ciência pesqueira e modelagem ecológica encontram-se unidas, talvez como nunca antes, pelo grande anseio científico de buscar soluções e alternativas para a crise mundial da pesca (CHRISTENSEN, 1999; PAULY *et al.*, 1999).

Os estudos tróficos de peixes marinhos desempenham papel chave e de base, para tornar possível esse desafio metodológico e aliança científica anteriormente mencionados (GISLASON *et al.*, 2000). No entanto, verifica-se que, ao longo de seu desenvolvimento histórico, esses estudos foram desempenhando papéis diferentes de acordo com a expectativa científica da sua época, e a compreensão dessa evolução pode em muito contribuir para o desenvolvimento de novos caminhos científicos nessa área do conhecimento.

De modo geral, os historiadores da ciência preocupam-se em considerar análises dos padrões históricos da evolução científica de uma maneira ampla. No entanto, dentro das disciplinas, como a ciência pesqueira, é mais raro encontrar trabalhos que revisem o desenvolvimento de áreas específicas do conhecimento, situando-as num contexto maior. Sem a ambição de se tornar uma revisão exaustiva da produção científica na área, cuja abrangência não caberia num único artigo, mas sim na tentativa de elaborar e promover uma reflexão sobre o papel científico dos estudos tróficos de peixes marinhos e sua relação com a evolução do conhecimento, este trabalho pretende situá-los, de forma breve e cronológica, no processo histórico da ecologia e da ciência pesqueira.

Contexto inicial

A partir do século XIX, os estudos tróficos desempenharam um papel de importância nas ciências marinhas, incluindo estudos de alimentação das espécies, das relações interespecíficas e transferências energéticas. Os primeiros estudos sobre composição do alimento de peixes são referidos por FORBES (1878) e BROOK (1885), em espécies dulcícolas e marinhas, respectivamente. Os trabalhos de De Monaco (1888) e Chevreux (1893), *apud* ZAVALA-CAMIN (1981), também são considerados pioneiros em análises de conteúdos estomacais de peixes. A partir deste marco, o início do século XX foi caracterizado por alguns estudos quali-quantitativos sobre a alimentação de diversas espécies de peixes (e.g. BLEGVAD, 1916; JOUBIN e ROULE, 1918). A maior parte dos estudos da época baseava-se na biologia

de uma só espécie, tentando avaliar a importância do alimento encontrado nos conteúdos estomacais. A evolução dos estudos sobre biologia alimentar de peixes ocorreu em consequência da necessidade de conhecimentos sobre a dieta e hábitos alimentares, para sua aplicação na piscicultura, e de levantamentos faunísticos (ZAVALA-CAMIN, 1992).

Com relação aos estudos sobre redes tróficas, PETERSEN (1918) foi pioneiro, registrando a relação entre biomassa bentônica e produção de peixes. Nessa época, eram observadas, com inquietação, flutuações nas populações de peixes de importância comercial e, em consequência disto, foram criados órgãos de cooperação internacional como o ICES (International Council for the Exploration of the Sea). Através deste órgão publicaram-se estudos sobre a alimentação daquelas espécies (HARDY, 1924) e um dos primeiros modelos que consideravam relações interespecíficas do tipo presa-predador (VOLTERRA, 1928).

Na década seguinte houve muitos progressos teóricos, com relação tanto à biologia pesqueira e à avaliação de estoques, com os trabalhos sobre aspectos descritivos e analíticos de RUSSEL (1931) e GRAHAM (1935), como a metodologias sobre alimentação (e.g. LEGENDRE, 1934; BOUXIN e LEGENDRE, 1936) e taxas alimentares. BAKOV (1935) propôs uma metodologia para estimar a ração diária ingerida por peixes, através de experimentos *in situ*, permitindo estabelecer estimativas aproximadas da refeição total diária, sazonal e anual. De acordo com GERKING (1994), este método é ainda um ponto de referência em pesquisas sobre consumo alimentar e amplamente aplicado nas investigações atuais.

Na década de 40 surgiram os primeiros estudos sobre seletividade alimentar, levando em conta o gasto energético envolvido na captura do alimento, e que deram origem às teorias do forrageio ótimo (HESS e SWARZ, 1941). Foi também nesta década que se iniciou a importante discussão sobre os aspectos trofodinâmicos da ecologia, principalmente a partir do trabalho sobre níveis tróficos e eficiência trófica de LINDEMAN (1942), seguindo as bases do “Tratado de Ecologia Animal” de Elton (1928), *apud* FRETWELL (1977). No período pós-guerra, o desenvolvimento de novas técnicas científicas também influenciou as pesquisas ecológicas, e o conceito da relação ciência-sociedade sofreu mudanças significativas (MCINTOSH, 1987).

A década de 50, marcada por problemas ambientais sérios decorrentes da industrialização intensiva, propiciou um grande crescimento à Ecologia, como ciência independente da Biologia e

da História Natural (McINTOSH, 1985). Foi nesta década que surgiram os primeiros estudos sobre ecologia trófica de peixes, abordando mais de uma espécie e realizando comparações interespecíficas da alimentação. Em várias áreas da ecologia e oceanografia foram publicados trabalhos nos quais as espécies eram separadas em grupos ecológicos (e.g. TURPAEVA, 1957). Iniciaram-se estudos sobre a energética de ecossistemas marinhos, com esforços na construção de diagramas de fluxo no formato de Lindeman (McINTOSH, 1976).

Ainda, em meados do século, a aplicação de modelos analíticos em biologia pesqueira começa a ter repercussão no ordenamento e manejo pesqueiro, após serem observados indícios de sobrepesca. Através da cooperação entre matemáticos e biólogos pesqueiros, foi desenvolvida uma teoria sobre a dinâmica de populações de peixes explorados, culminando nos modelos apresentados nos clássicos trabalhos de BEVERTON e HOLT (1957) e RICKER (1958). Estes trabalhos, que iriam fundamentar a biologia pesqueira do século, tinham como pressuposto abordar as populações isoladamente, ou seja, tratar de cada espécie independentemente, sem levar em conta as suas interações. A administração pesqueira permaneceu por muito tempo desvinculada dos resultados de estudos ecológicos propriamente ditos. No entanto, é interessante observar que uma das contribuições mais consagradas pelos biólogos pesqueiros da chamada “idade de ouro da ecologia matemática”, o trabalho de VOLTERRA (1928), enfocava as interações entre os estoques pesqueiros e o esforço de pesca. Na verdade, os cientistas envolvidos no aconselhamento ao manejo pesqueiro eram conscientes das interações tróficas entre as espécies, mas acreditava-se que os efeitos da predação e competição eram subordinados aos efeitos diretos da pesca (SISSEWINNE e DAAN, 1991).

Escolas ecológicas

No final da década de 50 surgiram as primeiras idéias sobre “engenharia ecológica”, destacando-se as de MARGALEF (1956, 1968). Neste período houve o estabelecimento de duas fortes escolas de pensamento na ecologia: a escola do enfoque “energético/cibernético” da ecologia dos irmãos Odum (ODUM e ODUM, 1955) e a do enfoque mais qualitativo e evolutivo de Hutchinson (HUTCHINSON, 1959). Para o enfoque evolutivo, o princípio organizador da natureza é a luta “darwiniana” pela existência, considerando o ambiente físico como fator

exógeno desse processo. Já para a escola de Odum, a organização cibernética dos ecossistemas é a condição necessária para sua persistência, e só as interações darwinianas não seriam suficientes para explicar essa estrutura cibernética (OKSANEN, 1988). Cabe destacar que, segundo alguns autores, como MAY (1984) e HALL e DEANGELIS (1985), os ecólogos e “modeladores” contemporâneos ainda estariam divididos entre essas duas linhas: a relacionada com as questões puramente funcionais e a defensora das questões evolutivas. Inclusive, no nosso atual sistema de ensino superior de Ecologia, essas duas escolas podem ser bem detectadas: a linha de Odum e a de Pianka.

O ano de 1960 foi chave para essas duas correntes ecológicas recentemente consolidadas. Por um lado, o IBP (Programa Biológico Internacional) assumiu, como diretriz fundamental, o incentivo à análise de ecossistemas. O conceito de sistema ecológico foi amplamente compreendido e afirmado, e foram desenvolvidos estudos tróficos com visão ecossistêmica, embasados nas idéias da ecologia energética de Odum. Por outro lado, nesse mesmo ano foi publicada por HAIRSTON *et al.* (1960), pesquisadores formados por Hutchinson, uma teoria sobre o papel fundamental da predação na regulação das comunidades, sendo confrontado pelas idéias cibernéticas de PATTEN e ODUM (1961), mas dando origem a uma outra linha de abordagem sobre cadeias tróficas. A perspectiva de populações basicamente limitadas por alimento ou habitat dava lugar a outra que incluía níveis variáveis de predação. Este momento pode ser considerado como ponto de mutação na história da ecologia (FRETWELL, 1987).

A Comissão de Pesca do Atlântico Norte Oriental (NEAFC) e o Conselho Internacional para a Exploração do Mar (ICES), assim como a Sociedade Japonesa da Pesca Científica (JSSF), impulsionaram estudos sobre inter-relações presa-predador. YASUDA (1960), ANDERSEN e KNUDSEN (1965), HOLDEN (1965), JENSEN (1966), LISHEV e UZARS (1967), GULLAND (1968), ilustraram relações entre espécies de peixe comercialmente importantes. Apesar disso, nesta época, os modelos multiespecíficos ainda permaneciam sem importância para a administração pesqueira. Dados e modelos sobre interações tróficas não haviam provado ser particularmente úteis ao manejo pesqueiro (SISSEWINNE e DAAN, 1991).

A década de 60 foi decisiva para a popularização da ecologia, pelo seu “papel de guia” perante a crise ambiental. A alta popularidade, acompanhada pelos ideais preservacionistas de John Burroughs e da

ecologia “arcadiana” de Henry David Thoreau, deu origem ao movimento político “ecologista”, colocando ambigüidade no significado do termo Ecologia (McINTOSH, 1987). Simultaneamente a esse amplo contexto, foi publicada a Teoria Geral dos Sistemas (VON BERTALANFFY, 1968). A visão organísmica dos sistemas chegava assim à Ecologia, promovendo a seguir discussões sobre holismo *versus* reducionismo na análise de ecossistemas.

Basicamente, iniciava-se uma ampla discussão sobre a importância de se estudarem as “partes” dos ecossistemas, nos moldes do ideal da fisiologia do século XIX (reducionismo), ou o “todo”, aplicando uma abordagem holística à complexidade da natureza, via macrovariáveis simplificadoras.

Paralelamente a estas discussões filosóficas, de importância para as tendências ecológicas vigentes, diversos estudos sobre a dieta e hábitos alimentares, baseados em análises de conteúdos estomacais, eram desenvolvidos (e.g. DARNELL, 1961; BRUNEL, 1965; ANGELESCU e COUSSEAU, 1969), apresentando muitos avanços nos métodos de quantificação (e.g. IVLEV, 1961; GIBSON, 1968; GLENN e WARD, 1968), e sobre a energética da alimentação (e.g. GOLLEY, 1961; GERKING, 1962; PALOHEIMO e DICKIE, 1966). Também na década de 60, surge o termo “partilha de recursos”, referindo-se aos estudos que analisam como as espécies coexistentes diferem no uso de seus recursos (ROSS, 1986). Surgem hipóteses relacionando as relações presa-predador com a diversidade. Segundo PAINE (1966), “a diversidade das espécies de um ecossistema está diretamente relacionada com a eficiência com a qual os predadores monopolizam os principais requisitos ambientais.”

Na década de 70 encontra-se o maior volume de publicações sobre dieta e hábitos alimentares de peixes marinhos já que cresce a importância prática tanto dos dados qualitativos (composição da dieta) quanto dos quantitativos (consumo, disponibilidade alimentar) da alimentação de peixes. Também foram apresentadas discussões sobre redes tróficas (QASIM, 1972; POMEROY, 1974; LANDRY, 1977), revisões de métodos (HELLAWELL e ABEL, 1971; BERG, 1979) e diversos índices alimentares (e.g. PETRAITIS, 1979) dentro das diversas análises e abordagens. Em muitos estudos, o conhecimento sobre a dieta foi aprofundado, considerando a variabilidade morfológica de peixes e a ambiental e investigando as variações ontogenéticas, temporais (sazonais e circadianas) e geográficas. Este tipo de estudos qualitativos tem permitido desenhar de forma mais detalhada a direção do fluxo de energia no complexo da trama trófica dos ecossistemas.

Paralelamente, foram sendo desenvolvidos, também, estudos quantitativos da alimentação, que visam, em última instância, estimar a ração diária e o consumo populacional. Estes estudos fornecem informações sobre a demanda de recursos alimentares e permitem estimar a quantidade de energia e de nutrientes alocados para a manutenção, crescimento e reprodução (WOOTON, 1990), estabelecendo, nesse sentido, a extensão em que esses aspectos são limitados pela disponibilidade alimentar.

Sob o ponto de vista da linha evolucionista, os padrões de utilização de recursos alimentares foram sendo muito estudados, para o entendimento da organização das comunidades (SCHOENER, 1974). Considerando-se que as características das comunidades biológicas resultam da evolução mútua das espécies juntamente com suas interações e com o ambiente (MACARTHUR, 1972), os recursos alimentares são um fator importante na dinâmica ecológica do ambiente, pois um aumento na sua disponibilidade leva a um aumento *per capita* das taxas reprodutivas do consumidor (TILMAN, 1982). A coexistência de espécies numa comunidade de recursos limitados vai depender do espectro de recursos utilizados pelas espécies, dos recursos potenciais disponíveis e da sobreposição no uso desses recursos pelas espécies (MACARTHUR, 1972; HASPENHAIDE, 1975). O mecanismo de partilha de recursos alimentares de peixes marinhos passou a ser considerado como um importante mecanismo de regulação ecológica (SCHOENER, 1974; COLWELL e FUENTES, 1975; PIELOU, 1977). Da mesma forma, o papel regulador dos peixes em alguns ecossistemas e a habilidade com que peixes predadores controlam populações de presas foram bem documentados (CLEPPER, 1979; EDWARDS e BOWMAN, 1979).

Por outro lado, surgiram questionamentos sobre a trofodinâmica clássica dos “níveis tróficos” (PETERS, 1977), sendo enfatizada a necessidade de se buscarem operacionalidade e funcionalidade na ecologia (BAHR, 1982). Muitos estudos começaram a se referir aos “grupos funcionais” (e.g. PAPADOPOL, 1970; CUMMINS, 1974; BOTKIN, 1975) e às “guildas” (ROOT, 1975). Em ecologia de peixes, foram desenvolvidos muitos estudos sobre estruturas tróficas, agrupando espécies em “grupos funcionais quanto ao modo de alimentação”, “unidades tróficas”, “posições tróficas”, “status tróficos”, “categorias ictiotróficas” (ODUM e HEALD, 1972; SMITH e TYLER, 1972; CARR e ADAMS, 1973; HOBSON e CHESS, 1976; YAÑEZ-ARANCIBIA e NUGENT, 1977; YAÑEZ-ARANCIBIA, 1978). Em comparação às outras especialidades da Ecologia,

a grande tendência à busca da “operacionalidade” e a um direcionamento prático nos estudos de ecologia de peixes pode ser relacionada aos interesses da ciência pesqueira, como a demanda socioeconômica da avaliação de estoques (PETERS, 1977; MAY *et al.*, 1979).

Devido às facilidades proporcionadas pelo uso de computadores, técnicas numéricas foram aperfeiçoadas e medidas de similaridade alimentar e técnicas multivariadas de agrupamento foram adotadas como ferramenta nos estudos tróficos. A década de 70 foi caracterizada também por muitos estudos de modelagem de cadeias tróficas (GALLOPIN, 1972; COHEN, 1978) e pela difusão da ecologia de sistemas (VAN DYNE, 1972).

Modelos multiespecíficos, ritmo e consumo alimentar

Com relação ao conhecimento sobre o ritmo alimentar de peixes, até a década de 70, muito pouco havia sido explorado (SPIELER, 1977), sendo que, mesmo hoje em dia, estes estudos ainda se encontram em fase de desenvolvimento, se comparados aos de algumas espécies de mamíferos (BOUJARD e LEATHERLAND, 1992). Esta lacuna do conhecimento é fundamental para se estabelecer a hora de alimentação de peixes em cativeiro, considerando-se que a mesma está diretamente relacionada com a eficiência da produção. É também informação necessária para a compreensão da relação presa-predador e conseqüentemente do processo de produção de peixes. Estes estudos foram, na verdade, primeiramente impulsionados a partir do IBP, com a publicação de revisões sobre métodos de estudo de análise da alimentação e de estimativas de taxas de consumo (DAVIS e WARREN, 1968; WINDELL, 1968; WINDELL, 1978 a e b). Segundo WINDELL (1978a), embora na década de 40, RICKER (1946) tenha enfatizado a importância da taxa de digestão para o cálculo da ração diária, poucos trabalhos apresentaram estimativas dessas taxas em populações de peixes na natureza até a década de 70, sendo que a literatura sobre consumo alimentar anterior à década de 60 é incipiente. O aumento do número de estudos abordando aspectos tróficos foi decorrente principalmente da redução rápida do tamanho de grandes estoques de peixes, no Mar do Norte, como o do bacalhau, arenque e cavala, e do aumento paralelo da produção de outras espécies, no final da década de 60. Os trabalhos de DAAN (1973, 1975) com o bacalhau, e de ANDERSEN e URSIN (1977) foram pioneiros em sugerir que a mortalidade natural

seria influenciada pelo tamanho do estoque do predador. ANDERSEN e URSIN (1977) elaboraram uma abordagem multiespecífica da teoria de BEVERTON e HOLT (1957), que é um modelo uniespecífico, apresentando a primeira tentativa em descrever quantitativamente as inter-relações entre os estoques através de um modelo ecossistêmico do Mar do Norte, incluindo dados de consumo alimentar, mortalidade por pastagem e dados de produção primária. O modelo recebeu muitas críticas, pelos pressupostos considerados não testáveis na avaliação dos efeitos da pesca; no entanto, além de auxiliar na compreensão das mudanças ocorridas no Mar do Norte durante a década de 60, introduziu o conceito de “adequação” (“suitability”) da presa ao predador (SPARRE, 1984). Iniciava-se, dentro da ICES, a escola multiespecífica de avaliação de estoques, ao lado da escola, de longa tradição, sobre métodos de avaliação de estoque que tratam cada espécie separadamente.

Mais tarde, POPE (1979) e HELGASON e GISLASON (1979) propuseram simultânea e separadamente um modelo multiespecífico de avaliação de estoques, conhecido como “Análise multiespecífica da população virtual” (MSVPA), no qual a mortalidade natural é dividida entre a mortalidade causada por predação e a mortalidade constante devido a outros fatores. Esses trabalhos são considerados um marco na escola multiespecífica do hemisfério norte.

Como conseqüência de todos esses progressos na ciência ecológica e pesqueira e, principalmente, devido à necessidade de compreensão do funcionamento dos ecossistemas marinhos, diversos estudos ecológicos de peixes da década de 80 deram ênfase a abordagens multiespecíficas (e.g. BLABER e BULMAN, 1987). Foram realizadas pesquisas sobre partilha de recursos alimentares de peixes como fator importante para a coexistência das espécies (LIVINGSTON, 1982; SMITH *et al.*, 1984; BOUCHON-NAVARO, 1986; HARMELIN-VIVIEN *et al.*, 1989), e desenvolvidos índices para avaliar parâmetros, como predação, competição (CADDY e SHARP, 1986) e sobreposição alimentar (CADDY, 1985).

A partir desta época, vários modelos de interações entre espécies foram formulados também na ciência pesqueira, como, por exemplo, o modelo DYNUMES de LAEASTU *et al.* (1982), o de MAJKOWSKI (1981) e outros VPA multiespecíficos (POPE e KNIGHTS, 1982; GISLASON e HELGASON, 1985; LLEONART *et al.*, 1985), e, inclusive, o manejo pesqueiro de muitos países desenvolvidos passou a demandar a utilização de parâmetros ecológicos (como os tróficos) para avaliações e gestão (LIVINGSTON, 1986). POLOVINA

(1984) propôs, neste período, um inovador modelo trófico das transferências energéticas em um ecossistema de recifes de coral. CADDY (1985) focalizou o papel imediato e urgente dos estudos tróficos na avaliação pesqueira, como sendo o de avaliar o impacto das mudanças ecológicas e da sobrepesca, prescindindo de uma descrição energética detalhada.

Por outro lado, dados sobre consumo populacional foram também considerados importantes para a quantificação das transferências energéticas interespecíficas. A base para essas estimativas é a quantificação da ração diária, que pode ser estimada através de várias abordagens, tanto através de experimentos em laboratório ou *in situ*, quanto através da combinação das duas, que tem sido, na verdade, o método mais comumente utilizado (HÉROUX e MAGNAN, 1996). Com relação ao desenvolvimento destes estudos, cronologicamente percebe-se que foram iniciados por aqueles de BAKOV (1935). Na década de 60 foram propostas metodologias para estimativas de consumo alimentar diário baseadas na taxa de digestão (eg. DARNELL e MEREIOTO, 1962), as quais WINDELL (1978a), em sua revisão, teceu críticas, apontando a necessidade de consideração da periodicidade alimentar. No final da década de 70, ELLIOT e PERSSON (1978) fizeram uma revisão sobre os métodos utilizados e propuseram uma metodologia baseada na taxa de evacuação, que permite obter esta quantificação a partir de dados de campo. Este método pode ser usado para estudar variação no ciclo de 24 horas, assim como para a estimativa de consumo alimentar diário, e vem sendo usado com sucesso (ALLEN e WOOTON, 1984; MACPHERSON, 1985; LIVINGSTON *et al.*, 1986; SAGAR e GLOVA, 1988; GERKING, 1994; PILLAR e BARANGE, 1995; TUDELA e PALOMERA, 1995). Deve-se destacar também a proposta de DAAN (1973). Variações metodológicas têm sido apresentadas para estimativas de ração diária nestas três abordagens. Foram desenvolvidos modelos integrados que podem ser aplicados às espécies que possuem um ciclo alimentar bem definido, no qual são ajustados os dados de peso dos conteúdos estomacais obtidos em campo, e a taxa de consumo é calculada a partir dos parâmetros estimados (EGGERS, 1977; LANE *et al.*, 1979; SAINSBURY, 1986; JARRE *et al.*, 1991). Já a metodologia que se baseia no metabolismo do peixe tem sido desenvolvida desde o estabelecimento da teoria sobre bioenergética de peixes, por WINBERG (1956) e da posterior revisão por DAVIS e WARREN (1968) e MANN (1978).

O interesse crescente em dados sobre ração alimentar diária de peixes levou alguns autores a proporem equações práticas para estimar taxas de evacuação estomacal, a partir de dados de temperatura (DURBIN *et al.*, 1983; WOROBEK, 1984), e modelos para estimativa de consumo alimentar populacional, com base anual, utilizando informações sobre crescimento e conversão alimentar (PAULY, 1986; PALOMARES e PAGDILAO, 1988) ou informações sobre a forma do corpo do peixe, fundamentadas na bioenergética e consideradas juntamente com parâmetros de crescimento e mortalidade (PAULY, 1989).

De um modo geral, pode-se dizer que os estudos tróficos de peixes marinhos vêm sendo abordados em vários níveis diferentes, dependendo do objetivo de enfoque: espécie ou ecossistema. Na tabela 1 sintetizam-se esses aspectos numa escala do nível de organização biológica. Por um lado, os estudos de biologia alimentar que tratam das muitas variações existentes na alimentação natural das espécies, por exemplo, com relação ao tamanho dos indivíduos, geográfica e sazonalmente, variações circadianas, e das táticas de predação em nível de espécie. Neste nível, apesar da importância científica da contribuição fornecida pelo detalhamento, muitos estudos são realizados como pesquisas biológicas isoladas, sem o entendimento efetivo de suas implicações ecológicas (QASIM, 1972; WINEMILLER, 1990). No outro lado, situam-se os estudos multiespecíficos que visam a compreensão da organização trófica de uma comunidade num ecossistema. Em escala ainda maior, os estudos de caráter ecossistêmico tratam o ecossistema como uma unidade de análise e abordam aspectos tróficos de peixes relacionados com os demais componentes produtivos da cadeia trófica marinha, incluindo a pesca.

Progressos no Brasil

No Brasil, diversos estudos sobre a dieta e hábitos alimentares de peixes vem sendo desenvolvidos desde a década de 40, precedendo os estudos multiespecíficos mais amplos e lhes fornecendo importantes subsídios. PAIVA CARVALHO (1941), estudando a ictiofauna do litoral sul de São Paulo, aparece como pioneiro em estudos sobre dieta. Mais adiante, os trabalhos de SANTOS (1952), MONTES (1953), PAIVA CARVALHO (1953), SADOWSKI (1958), FRANCO (1959), e VANUCCI (1963) representam os primeiros sobre alimentação de peixes marinhos comerciais brasileiros, produzindo uma série de

informações básicas para compreender os ciclos alimentares na costa brasileira. Posteriormente, VAZZOLER (1975) destacou-se com seu relevante estudo em peixes demersais da costa Sul do Brasil, contemporâneo de TANJI (1974) e KAWAKAMI (1975). Uma geração seguinte de estudos tradicionais sobre composição da dieta e hábitos alimentares é ilustrada pelos trabalhos de ZAVALA-CAMIN (1981, 1987), AMARAL e MIGOTTO (1980), WAKABARA *et al.* (1982), GOITEIN (1983), JURAS e YAMAGUTI (1985), ANKENBRANDT (1985), BRAGA e BRAGA (1987) e HAIMOVICI *et al.* (1989).

Na década de 90, são enfocadas pesquisas marinhas cujo objetivo foi de cunho ecossistêmico, enfatizando aspectos tróficos de peixes, como as da plataforma continental interna da região de Ubatuba, São Paulo (SOARES *et al.*, 1992; SOARES *et al.*, 1993; PIRES *et al.*, 1993; AMARAL *et al.*, 1994), a do Saco de Mamanguá, em Parati, Rio de Janeiro (GASALLA, 1995), e a do Canal de São Sebastião (SOARES *et al.*, 1995; LUCATO, 1997).

Nesta década são realizadas no Brasil, as primeiras investigações sobre a atividade alimentar diária de peixes marinhos, baseadas em coletas sistematizadas no ciclo de 24 horas diárias (SOARES, 1992; SOARES e APELBAUM, 1994; SOARES *et al.*, 1999; SOARES e VAZZOLER, 2001). Também, os aspectos quantitativos da alimentação foram implementados, sendo registradas as primeiras contribuições de estimativas da ração diária e consumo populacional baseadas em dados de campo (SOARES, 1992; FIGUEIREDO e VIEIRA, 1998; SOARES *et al.*, 1998), assim como da estimativa de ração diária baseada em modelo bioenergético (PHAN *et al.*, 1993) e da taxa de evacuação estomacal (REYNAL-KURTZ, 1993).

As taxas de consumo populacional são subsídio fundamental para a construção de modelos tróficos. Nesse sentido, progressos em tratar informações tróficas através de modelagem ecológica são encontrados em ROCHA *et al.* (1998), que sintetizaram as relações tróficas do ecossistema costeiro da região de Ubatuba. Já, numa etapa seguinte, buscando relacionar os processos tróficos com a capacidade de suporte dos ecossistemas em relação aos rendimentos pesqueiros, VASCONCELLOS e GASALLA (2001), através de um modelo da plataforma continental sul do Brasil, quantificaram preliminarmente as transferências de energia desse ecossistema e simularam cenários de aumento de capturas por pesca na base da cadeia trófica marinha. Novos “insights” foram ganhos nesta nova

abordagem, bastante promissora para buscar alternativas para a pesca e o manejo pesqueiro.

Perspectivas e considerações finais

Na atualidade, os estudos tróficos de peixes são necessários, se não uma exigência para aconselhar medidas de uso sustentado dos ecossistemas marinhos. OLASO (1992), no início dos '90, posicionou os estudos de relações tróficas de peixes como um princípio de intercâmbio de colaboração entre manejo pesqueiro e cientistas do meio ambiente marinho. Na prática, esse intercâmbio está apresentando resultados bastante proveitosos nesta década, através tanto da utilização de modelos de ecossistemas, quanto da própria avaliação pesqueira.

Os modelos de massas balanceadas (“steady-state”), como o ECOPATH (CHRISTENSEN e PAULY, 1992), apresentaram novas perspectivas de análise dos fluxos de energia e biomassa, possibilitando a integração, revisão e padronização dos dados disponíveis, e identificando as possíveis falhas nas estimativas efetuadas isoladamente para cada componente do ecossistema (CHRISTENSEN e PAULY, 1993; CHRISTENSEN, 1995). Apesar de controvérsias iniciais sobre os resultados práticos desta metodologia, atualmente há certa unanimidade quanto à importância destes modelos tróficos para o manejo pesqueiro, principalmente após o desenvolvimento de avanços metodológicos mais aprofundados, que permitem simulações (BUCKWORTH, 1996; WALTERS, 1996). Além dos *insights* ecológicos proporcionados sobre os sistemas, a principal vantagem desta metodologia é que, a curto prazo, medidas de manejo baseadas em seus resultados podem ser prontamente formuladas (PAULY, 1994; WALTERS *et al.*, 1997).

No caso de ecossistemas de grande diversidade, como os tropicais, os modelos tróficos de massas balanceadas vem auxiliar a compreensão global de seus complexos processos e representam uma reunião dos conhecimentos sobre as transferências energéticas, gerados até o momento. No Brasil, ROCHA *et al.* (1998), VASCONCELLOS e GASALLA (2001), e SILVA JR., (1998), este em trabalho realizado em um lago de várzea do Baixo Amazonas, ilustram algumas potencialidades de utilização do método.

Já com relação à avaliação de estoques pesqueiros propriamente dita, muitos progressos tem sido feitos no Hemisfério Norte, em análises multiespecíficas, como no caso da utilização do método MSVPA. Ao separar a mortalidade por predação da mortalidade natural, a MSVPA tem apresentado conclusões

Tabela 1. Síntese dos aspectos abordados nos estudos tróficos de peixes marinhos, nos diferentes níveis de organização biológica

Nível de organização:	ESPÉCIE	COMUNIDADE	ECOSSISTEMA
Tipo de estudo:	Alimentação	Relações interespecíficas	Aspectos funcionais e modelos de ecossistema
Principais aspectos abordados/ interrogações	1. COMPOSIÇÃO DA DIETA (o que o peixe come?) 2. ÍNDICES ALIMENTARES Importância dos itens alimentares (Em que proporção?) 3. CRONOLOGIA ALIMENTAR Ritmos alimentares (A que horas come?) 4. CONSUMO ALIMENTAR Taxas (Quanto come?) 5. RAÇÃO DIÁRIA. Taxas (Quanto come por dia?) 6. SELETIVIDADE ALIMENTAR (Existe seleção do alimento?) 7. COMPORTAMENTO ALIMENTAR (Como é feita a tomada do alimento?) 8. RELAÇÕES ECOLÓGICAS (Que relações ocorrem entre os indivíduos da espécie?) Ex. Canibalismo	1. SIMILARIDADE ALIMENTAR Comparação entre dietas 2. SOBREPOSIÇÃO ALIMENTAR 3. PREDACÃO Estimativa de parâmetros. Ex: Mortalidade por predação 4. ORGANIZAÇÃO TRÓFICA Food web 5. COMPETIÇÃO 6. DISPONIBILIDADE ALIMENTAR/ VULNERABILIDADE 7. INTERAÇÕES ENTRE ESTOQUES COMERCIAIS Modelos	1. TRANSFERÊNCIAS ENERGÉTICAS Taxas de eficiência 2. MODELOS TRÓFICOS Massas balanceadas Simulação 3. DIVERSIDADE E PREDACÃO Relações 4. COMPARTIMENTOS Grupos tróficos. Guildas. 5. PRODUTIVIDADE E RENDIMENTO PESQUEIRO Relações 6. PARÂMETROS DO ECOSSISTEMA (Ex: maturidade, desenvolvimento, ascendência) 7. EFEITOS DA PESCA

valiosas quanto ao recrutamento e aos padrões de exploração dos recursos, resultando, inclusive, em previsões e recomendações opostas àquelas realizadas quando as interações tróficas não são incluídas nos modelos (GISLASON e HELGASON, 1985; POPE, 1991). Nos anos 90 houve um interesse crescente no estudo da dieta e consumo alimentar de peixes no Mar do Norte (GREENSTREET, 1996; ICES, 1996), o que resultou em uma proliferação de artigos científicos na literatura sobre dieta e consumo, particularmente na ICES. Todos estes resultados reforçam a necessidade de considerar os estudos tróficos quando se pretende aconselhar a administração pesqueira.

Evidentemente, a avaliação de estoques e o tipo de manejo pesqueiro são influenciados pelos fatores sociais e políticos de cada país. Na maioria dos países em desenvolvimento, a natureza das informações possíveis é variável, assim como as coletas de dados sobre a pesca, e este é o fator que limita esse tipo de avaliação científica (MURRAY, 1995; GASALLA e TOMÁS, 1998). Naturalmente, os grandes progressos na ciência pesqueira ocorreram nos países em que existiram séries históricas apuradas de dados da pesca, assim como do ciclo de vida dos recursos. Entretanto, mesmo os progressos científicos não impediram a ocorrência de grandes colapsos de estoques pesqueiros. Apesar de muitos fracassos serem atribuídos a falhos mecanismos políticos, institucionais e de implementação do manejo pesqueiro, houve também muitos problemas científicos (HUTCHINGS e MYERS, 1994; WALTERS e MAGUIRE, 1996). A ciência pesqueira, atualmente, passa por uma profunda reavaliação e revisão de conceitos e métodos (PITCHER *et al.*, 1998), e percebe-se, cada vez mais, a necessidade de incorporar considerações sobre os ecossistemas no aconselhamento ao manejo pesqueiro (conceitos em nível de ecossistema; manejo multiespecífico; incorporação de relações presa-predador; possíveis efeitos nos níveis tróficos, como o dos descartes, da modificação dos habitats essenciais, etc.).

Como em toda ciência, as controvérsias persistem nas ciências marinhas, com abordagens, filosofias e linhas distintas, de acordo com as condições culturais, os objetivos propostos, as pressões impostas pela sociedade e o paradigma científico vigente. No entanto, os estudos tróficos das comunidades faunísticas são considerados fundamentais tanto para ecólogos clássicos como para os praticistas. Cabe acrescentar que para o cientista contemporâneo não seria frutífero assumir dicotomias ou polarizações

(como um culto ou um antagonismo ao holismo ou ao reducionismo), mas, sim, detectá-las, para discutir principalmente como integrá-las mais do que qual escolher.

Nesse sentido, passar a incorporar o conhecimento ecológico fornecido pelos estudos tróficos na avaliação da pesca e seu efeito no ecossistema marinho parece ser um desafio para este milênio, sendo que, em relação a isso, a literatura e as comissões mundiais sobre a sustentabilidade do meio ambiente são unânimes, ao menos teoricamente (UNCED, 1992; FAO, 1995a.; FAO, 1995b.; UNEP, 1995; MANGEL, 1996; ICES, 1999; RESTREPO, 1999).

Agradecimentos

À Dra. Gisela Shimizu, do Instituto de Biociências da USP, e ao Dr. Daniel Pauly, do Fisheries Centre, Universidade da Columbia Britânica, pela contribuição, respectivamente, sobre a História da Ecologia e Ciência Pesqueira, inspiração e comentários sobre a versão preliminar. Aos revisores anônimos e a diversos colegas que leram os manuscritos com interesse, sugeriram e encorajaram a publicação final do texto.

Referências bibliográficas

- ALLEN, J.R.M. e WOOTON, R. J. 1984 Temporal patterns in diet and rate of food consumption of the three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus* L.) in Lyn Frongoch, an upland Welsh Lake. *Freshwat. Biol.*, 14 (4): 335-346.
- AMARAL, A.C.Z. e MIGOTTO, A. 1980 Importance of Polychaeta annelids on the feeding of demersal and epibenthic macrofauna from the Ubatuba region, Brazil. *Bolm Inst. oceanogr.*, S. Paulo, 29 (2): 31-35.
- _____; NONATO, E. F.; PETTI, M. A. V. 1994 Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some Brazilian fishes. In: DAUVIN, J. C.; LAUBIER, L.; REISH, D. J. eds. Actes de la 4ème Conférence Internationale des Polychètes. *Mém. Mus. Natn. Hist. Nat.*, 162: 331-337.
- ANDERSEN, K. P. e KNUDSEN, H. 1965 The yield on a fishing stock as compared with the value of the quantity of fish consumed by this stock. ICES C.M. *Near Northern Seas Comm.*, 75.
- _____; e URSIN, E. 1977 A multispecies extension to the Beverton and Holt theory of fishing with accounts of phosphorous circulation and primary production. *Meddr Danm. Fisk.-og Havunders.*, 7:319-435.

- ANGELESCU, V. e COUSSEAU, M. B. 1969 Alimentación de la merluza en la región del talud continental argentino, época invernal (Merluccidae, *Merluccius hubbsi*). *Boln Ins. Biol. Mar.*, Mar del Plata, 10.
- ANKENBRANDT, L. 1985 Food habits of bait-caught skipjack tuna, *Katsuwonus pelamis* from the southwestern Atlantic Ocean. *Fish. Bull.*, 83 (3): 379-393.
- BAHR, L. M. Jr. 1982 Functional taxonomy: an inmodest proposal. *Ecol. Model.*, 15: 211-233.
- BAKOV, A. D. 1935 How to estimate the daily food consumption of fish under natural conditions. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 65:288-289.
- BERG, J. 1979 Discussion of methods of investigation the foods of fishes, with reference to a preliminary study of the prey of *Gobiussculus flavences* (Gobiidae). *Mar.Biol.*, 50: 263-273.
- BEVERTON, R. J. e HOLT, S. 1957 On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest.* (ser.2 Sea Fish), 19: 1-533.
- BLABER, S. J. M. e BULMAN, C. M. 1987 Diets of fishes of the upper continental slope of eastern Tasmania: content, calorific values, dietary overlap and trophic relationships. *Mar. Biol.*, 95:345-356.
- BLEGVAD, H. 1916 Quantitative investigations of bottom invertebrates in the Limfjord with special reference for the plaice food. *Rep. Dan. Biol. Sta.*, 34: 33-52.
- BOTKIN, D.B. 1975 Functional groups of organisms in model ecosystems. In: LEVIN, S. A., ed. *Ecosystem Analysis and Prediction*. PROCEEDINGS OF SIAM-SIMS CONFERENCE ON ECOSYSTEMS, Alta, Utah, 1974. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, PA, 337p.
- BOUCHON-NAVARO, Y. 1986 Partitioning of food and space resources by chaetontid fishes on coral reefs. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 103: 21-40.
- BOUJARD, T. e LEATHERLAND, J. F. 1992 Circadian rhythms and feeding time in fishes. *Env. Biol. Fishes.*, 35:109-131.
- BOUXIN, J. e LEGENDRE, R. 1936 La faune pélagic de l'Atlantique recueillie dans des stomacs de germons au large du Golfe de Casconge. Deuxième partie: *Cephalopodes*. *Annales Institute Oceanographique* (Monaco), 16:1-99.
- BRAGA, F. M. DE S. e BRAGA, A. M. DE S. 1987 Estudo do hábito alimentar de *Prionotus punctatus* (Bloch, 1787) (Teleostei, Triglidae) na região da ilha Anchieta, estado de São Paulo, Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 47 (1/2): 31-36.
- BRUNEL, P. 1965 Food as factor or indicator of vertical migration of cod in western Gulf of St. Lawrence. *Spec. Publs. Int. Comm. NW. Atlant. Fish.*, 6(c-2): 439-448.
- BUCKWORTH, R. 1996 A road test of Ecopath. Mass-balance models of North-eastern Pacific Ecosystems. *Fisheries Centre Research Reports*, 4(1):81-82.
- CADDY, J.F. 1985 Species interactions and stock assessment. Some ideas and approaches. *Simp. Int. Afl. O. Afr.*, Inst. Inv. Pesq. Barcelona, 2:703-734.
- _____ e SHARP, G. D. 1986 An ecological framework for marine fishery investigations. *FAO Fish tech. Pap.*, 283: 1-152.
- CARR, W. E. S. e ADAMS, C. A. 1973 Food habits of juvenile marine fishes occupying seagrass beds in the estuarine zone near Crystal River, Florida. *Trans. Amer. Fish. Soc.*, 102(3):511-540.
- CHEVREUX, E. 1893 Quatrième campagne de l'Hirondelle 1888. Sur les crustacés amphipodes recueillis dans l'estomac des germons. *Bull. Soc. Zool.*, 18: 70-74.
- CHRISTENSEN, V. 1995 A model of trophic interaction in the North Sea in 1981, the year of the stomach. *Dana*, 11(1):1-28.
- _____ 1999 Ecosystem modelling and the challenge of ecosystem-based management. In: PAULY, D.; CHRISTENSEN, V.; COELHO, L. PROCEEDINGS OF THE EXPO'98 CONFERENCE ON OCEAN FOOD WEBS AND ECONOMIC PRODUCTIVITY. *ACP-EU Fisheries Research Report*, 5: 1-87.
- _____ e PAULY, D. 1992 ECOPATH II - a software for balancing steady-state models and calculating network characteristics. *Ecol. Modelling*, 61: 169-185.
- _____ e _____ 1993 Trophic models of aquatic ecosystems. ICLARM CONFERENCE PROCEEDINGS, 26: 1-390.
- CLEPPER, H. 1979 Predator-prey systems in fisheries management. *Sport fishing inst.*, Washington, D. C. (USA): 387-406.
- COHEN, J. E. 1978 *Food webs and niche space*. New Jersey. Princeton U. Press. 189p.
- COLWELL, R. K. e FUENTES, E. R. 1975 Experimental studies of the niche. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 6:281-310.

- CUMMINS, K.W. 1974 Structure and function of stream ecosystems. *BioScience*, 23:631-641.
- DAAN, N.A. 1973 A quantitative analysis of the food intake of North Sea cod, *Gadus morhua*. *Neth. J. Sea Res.*, 6(4): 479-517.
- _____. 1975 Consumption and production in North Sea cod, *Gadus morhua*: an assessment of the ecological status of the stock. *Neth. J. Sea Res.*, 9: 24-55.
- DARNELL, R. M. 1961 Trophic spectrum of an estuarine community based on studies of Lake Pontchartrain, LA. *Ecology*, 42(3):553-568.
- _____. e MEREIOTTO, R.R. 1962 Determination of feeding chronology in fishes. *Fish. Bull.*, 80(3):575-588.
- DAVIS, G. E. e WARREN, C. E. 1968 Estimation of food consumption rates. In: RICKER, W. E. ed. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. International Biological Programmes Handbook n°3 Oxford. Blackwell Scientific Publ., p. 204-225.
- DE MONACO, A. (Prince) 1888 Sur l'alimentation des naufragés en pleine mer. *CR. Hebd. Séances Acad. Sci.*, Paris., 107:980-982.
- DURBIN, E. G.; DURBIN, A. G.; LANGHTON, R. W. e BOWMAN, R. E. 1983 Stomach contents of silver hake, *Merluccius bilinearis* and Atlantic cod, *Gadus morhua*, and estimation of their daily ration. *Fishery Bull. natn. mar. Fish. Serv.*, U. S., 81(3): 437-454.
- EDWARDS, R. L. e BOWMAN, R. G. 1979 Food consumed by continent at shelf fishes. In: CLEPPER, H., ed. *Predator-prey systems in fisheries management*. Washington, D. C. Sport. fishing inst. p.387-406.
- EGGERS, D. M. 1977 Factors in determining data obtained by diel sampling of fish stomachs. *J. Fish. Res. Bd Can.*, 34:290-294.
- ELLIOT, J. M. e PERSSON, L. 1978 The estimation of daily rates of food consumption for fish. *J. Anim. Ecol.*, 47:977-991.
- ELTON, C. 1928 *Animal Ecology*. London. Sidgwick & Jackson.
- FAO (Food and Agriculture Organization) 1995a Precautionary approach to fisheries. Part 1. Guidelines on the precautionary approach to capture fisheries and species introductions. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 350/1. 52p.
- FAO (Food and Agriculture Organization) 1995b Code of Conduct for responsible fisheries. FAO, Roma, report, 14p.
- FIGUEIREDO, G. M. e VIEIRA, J. P. 1998 Cronologia e dieta alimentar da corvina, *Micropogonias furnieri*, no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, 20: 55-72.
- FORBES, S. A. 1878 The food of Illinois fishes. *State Lab. Nat. Hist.* p.71-89.
- FRANCO, G. T. 1959 Nota preliminar sobre a alimentação de alguns peixes comerciais brasileiros. *Anais Acad. Brasileira de Ciências*, 31(4):589-593.
- FRETWELL, S. D. 1977 The regulation of plant communities by the food chains exploiting them. *Perspect. Biol. Med.*, 20: 169-185.
- _____. 1987 Food chain dynamics. The central theory of ecology? *Oikos*, 50(3):291-301.
- GALLOPIN, G. C. 1972 Structural properties of food webs. In: Patten, B. C., ed. *Systems Analysis and Simulations in Ecology II.*, New York, Ac. Press. p.241-282.
- GASALLA, M. A. 1995 *Organização trófica da ictiofauna do Saco de Mamanguá, Parati, Estado do Rio de Janeiro*. São Paulo, SP. 145 p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- _____. e TOMÁS, A.R.G. 1998 Evaluation of the Status of Fisheries Data Collection and Stock Assessment Problems in São Paulo, Southeastern Brazil. In: FUNK, F.; QUINN, J.; HEIFETZ, J.; IANELLI, J.N.; POWERS, J.F.; SCHWEIGERT, P.; SULLIVAN, P.; ZHANG, C. (eds.) *Fishery Stock Assessment Models*. Alaska Sea Grant College Program AK-SG-98-01, University of Alaska Fairbanks. 1037p.
- GERKING, S. D. 1962 Production and food utilization in a population of bluegill sunfish. *Ecol. Monogr.*, 32 (1): 31-78.
- _____. 1994 *Feeding ecology of fish*. Academic Press, San Diego. 415 p.
- GIBSON, R. N. 1968 The food and feeding relationships of littoral fish in the Banyuls area. *Vie Milieu*, 19 (2A): 447-456.
- GISLASON, H. e HELGASON, T. 1985 Species interaction in assessment of fish stocks with special application to the North Sea. *Dana*, 5:1-44.

- GISLASON, H.; SINCLAIR, M.; SAINSBURY, K.; O'BOYLE, R. 2000 Symposium overview: incorporating ecosystem objectives within fisheries management. *ICES J. Mar. Sci.*, 57:468-475.
- GLENN, C. L. e WARD, F. J. 1968 "Wet" weight as a method for measuring stomach contents of walleyes, *Stizostedion vitreum vitreum*. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 25(7):1505-1507.
- GOITEIN, R. 1983 *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879): estudos sobre alimentação nas regiões de Ubatuba (23°26'S), Santos (24°00'S) e Cananéia (25°01'S). *Naturalia*, 8: 197-209.
- GOLLEY, F. B. 1961 Energy values of ecological materials. *Ecology*, 42 (3): 581-584.
- GRAHAM, M. 1935 Modern theory of exploiting a fishery, an application to North Sea trawling. *J. Cons. Exp. Mer*, 10: 264-74.
- GREENSTREET, S.P.R. 1996 Estimation of the daily consumption of food by fish in the North Sea in each quarter of the year. *Scottish Fisheries Research Report*, 55: 1-16.
- GULLAND, J. 1968 The concept of the maximum sustainable yield and fisheries management. *FAO Fish. Biol. Tech. Pap.*, 70.
- HAIMOVICI, M.; TEIXEIRA, R. L.; ARRUDA, M. de C. 1989 Alimentação da castanha *Umbrina canosai* (Pisces: Sciaenidae) no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 49 (2): 511-522.
- HAIRSTON, N. G.; SMITH, F. E.; SLOBODKIN, L. B. 1960 Community structure, population control and competition. *Am. Naturalist*, 94:421-425.
- HALL, C. A. S. e DEANGELIS, D. L. 1985 Models in ecology: paradigms found or paradigms lost? *ESA Bulletin*, 66: 339-346.
- HARDY, A.C. 1924 The herring in relation to its animate environment. I- The food and feeding habits of the herring with special reference to the east coast of England. *Fish. Invest. London. Ser. 2*, 7 (3): 1-53.
- HARMELIN-VIVIEN, M.L.; KAIM-MALKA, R. A.; LEDOYER, M.; JACOB-ABRAHAM, S.S. 1989 Food partitioning among scorpaenid fishes in Mediterranean seagrass beds. *J. Fish. Biol.*, 34:715-734.
- HASPENHEIDE, H. A. 1975 Prey characteristics and predator niche width. In: CODY, M. L. e DIAMOND, J. M., eds. *Ecology and Evolution of communities*. Cambridge, Mass. Belknap Press. p.158-180.
- HELGASON, T. e GISLASON, H. 1979 VPA analysis with species interaction due to predation. *ICES CM 1979/G:52*. 10p.
- HELLAWELL e ABEL, R. 1971 A rapid volumetric method for the analysis of the food of fishes. *J. Fish Biol.*, 3: 29-27.
- HÉROUX, D. e MAGNAN, P. 1996 In situ determination of food daily ration in fish: review and field evaluation. *Env. Biol. Fish.*, 46:61-74.
- HESS, A. D. e SWARZ, A. 1941 The forage-ratio and its use in determining the food grade of streams. *TRANS. FIFTH NORTH AMERICAN WILDLIFE CONFERENCE*: 162-164.
- HOBSON, E. S. e CHESS, J. R. 1976 Trophic interactions among fishes and zooplankters near shore at Santa Carolina Island, California. *Fishery Bull.*, Washington, 74: 567-598.
- HOLDEN, M. 1965 The food intake of spurdog *Squalus acanthias*. *ICES C.M. Near Nort. Seas Comm.*, 89.
- HUTCHINGS, J. A. e MYERS, R. A. 1994 What can be learned from the collapse of a renewable resource? Atlantic cod, *Gadus morhua*, of Newfoundland and Labrador. *Can. J. Fish. Aq. Sci.*, 51:2126-2146.
- HUTCHINSON, G. E. 1959 Homage to Santa Rosalia, or why are there so many kinds of animals? *Am. Naturalist*, 93: 145-149.
- ICES (INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLOITATION OF THE SEA) 1996 *Report of the multispecies assessment working group*. 123p.
- _____. (INTERNATIONAL COUNCIL FOR THE EXPLOITATION OF THE SEA) 1999 *Abstracts...* "ICES/SCOR SYMPOSIUM OF ECOSYSTEM EFFECTS OF FISHERIES". Montpellier, France, 15-19, March 1999. 95p.
- IVLEV, V. S. 1961 *Experimental ecology of the feeding of fishes*. New Haven, Yale University Press. 302p.
- JARRE, A.; PALOMARES, M. L.; SORIANO, M.; SAMBILAY Jr., V. C.; PAULY, D. 1991 Some new analytical and comparative methods for estimating the food consumption of fishes. *ICES Mar. Sci. Symp.*, 193:99-108.
- JENSEN, A. 1966 The effect on the fishery of predaceous fish. *ICES C.M. 1966/D:17*.

- JOUBIN, L. e ROULE, L. 1918 Observations sur la nourriture des thons de l'Atlantique (*Gemo alalonga* Gmelin). *Bull. Ins. Oceanogr. Monaco.*, 348.
- JURAS, A.A. e YAMAGUTI, N. 1985 Food and feeding habits of king weakfish, *Macrodon ancylodon* (Bloch & Schneider, 1801) caught in Southern coast of Brazil (Lat. 29° to 32°S). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 33 (2): 149-157.
- KAWAKAMI, E. 1975 *Alimentação dos pleuronectiformes: análise comparativa e bionomia*. São Paulo, SP. 150 p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- LANDRY, M. R. 1977 A review of important concepts in the trophic organization of pelagic ecosystems. *Helgo. Wiss. Meeresunters.*, 30:8-17.
- LANE, E. D.; KINGSLEY, M. C. S.; THORNTON, D. E. 1979 Daily feeding and food conversion efficiency of the diamond turbot: an analysis based on field data. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 108:530-535.
- LAVAESTU, T., FAVORITE, F.; LARKINS, H. A. 1982 Resource assessment and evaluation of the dynamics of the fisheries resources in the Northeastern Pacific with numerical ecosystem models. *Can. Spec. Publ. Fish Aquat. Sci.*, 59: 70-81.
- LEGENDRE, R. 1934 La faune pelagique de l'Atlantique au large du Golfe de Gascogne, recueillie dans des estomacs de germons. Premier partie. Poissons. *Annales Institut Oceanographique* (Monaco), 14:249-411.
- LINDEMAN, R. L. 1942 The trophic-dynamic aspects of ecology. *Ecology*, 23(4):399-418.
- LISHEV, M. e UZARS, D. 1967 Some data on the relations between the stocks of cod, sprat and herring in the eastern Baltic. *ICES C.M. /H:17*.
- LIVINGSTON, P. A. 1986 Incorporating fish food habits data into fish population assessment models. In: SIMENSTAD e CAILLET, G. M., eds. *Contemporary studies on fish feeding*. p.225-234.
- _____; DWYER, D. A.; WENCKER, D. L.; YANG, M. S.; LANG, G. M. 1986 Trophic relationships of key species in the Eastern Bering Sea. *Int. North. Pacif. Fish. Com. Bull.*, 47:49-65.
- LIVINGSTON, R. 1982 Trophic organization of fishes in a coastal seagrass system. *Mar. Ecol (P.S.Z.I)*, 7:1-12.
- LLEONART, J., SALAT, J.; MACPHERSON, E. 1985 Un MSVPA (Multispecies Virtual Population Analysis) empírico. Aplicación a la merluza del Cabo, considerando el canibalismo y la depredación de la rosada. *Simp. Int. Afr. O Afr.*, Inst. Inv. Pesq., Barcelona, 2: 1041-1052.
- LUCATO, S.H.B. 1997 *Trofodinâmica dos peixes Pleuronectiformes do Canal de São Sebastião, São Paulo, Brasil*. São Paulo, SP. 110p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- MACARTHUR, R. H. 1972 *Geographical ecology*. New York, HARPER e ROW. 269p.
- MACPHERSON, E. 1985 Daily ration and feeding periodicity of some fishes off the coast of Namibia. *Mar. Ecol. Progr. Ser.*, 26:253-260.
- MAJKOWSKI, J. 1981 Application of a multispecies approach for assessing the population abundance and the age structure of fish stocks. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 38:424-431.
- MANGEL, M. et al. 1996 Principles for the conservation of wild living resources. *Ecological Applications*, 6(2): 338-262.
- MANN, K. J. 1978 Estimating the food consumption in nature. In: GERKING, S. D., ed. *Ecology of freshwater fish production*. New York, John Wiley. p.250-273.
- MARGALEF, R. 1956 Información y diversidad específica en las comunidades de organismos. *Inv. Pesq.*, 3: 99-106.
- _____. 1968 *Perspectives in the ecological theory*. University of Chicago Press. 110p.
- MAY, R.M. 1984 An overview: real and apparent patterns in community structure. In: STRONG, J. R. et al., eds. *Ecological communities: conceptual issues and the evidence*. New Jersey, Princeton University Press. p.3-16.
- _____; BEDINGTON, J. R.; CLARK, C.W.; HOLT, S. J.; LAWS, R. M. 1979 Management of multispecies fisheries. *Science*, 205: 267-277.
- MCINTOSH, R. P. 1976 Ecology since 1900. In: TAYLOR, B. J. e WHITE, T. J., eds. *Issues and ideas in America*. Norman, Univ. Oklahoma Press. p.353-372.
- _____. 1985 *The background of ecology. Concept and theory*. Cambridge University Press. 383p.
- _____. 1987 Pluralism in ecology. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 18: 321-341.

- MONTES, M. de L.A.H. 1953 Nota sobre a alimentação de alevinos da sardinha legítima ou verdadeira. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 4 (1/2): 161-180.
- MURRAY, P.A. 1995 Collection of fish lengths for stock assessment in developing countries. *NAGA, The ICLARM Quarterly*, 18 (1):46-49.
- ODUM, H.T. e ODUM, E.P. 1955 Trophic structure and productivity of a winward coral reef community on Enewetok. Atoll. *Ecol. Monogr.*, 25:291-320.
- ODUM, W. E. e HEALD, E.J. 1972 Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science*, 22(3): 671-738.
- OKSANEN, L. 1988 Ecosystem organization: mutualism and cybernetics or plain darwinian struggle for existence? *Am. Naturalist*, 131(3):424-444.
- OLASO, I. 1992 Las interacciones tróficas en la regulación pesquera y en el ecosistema marino. *Informe del Instituto Español de Oceanografía*. 5p.
- PAINE, R.T. 1966 Food web complexity and species diversity. *Am. Naturalist*, 100(910):65-75.
- PAIVA CARVALHO, J. 1941 Nota preliminar sobre a fauna ictiológica do litoral sul do Estado de São Paulo. *Bolm Ind. Anim., n.s.*, 4(3):27-81.
- _____. 1953 Alimentação de *Xenomelaniris brasiliensis* (Quoy & Gaimard) (Pisces- Mugiloidae -Atherinidae). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 38 (2): 128-146.
- PALOHEIMO, J. E. e DICKIE, L. M. 1966 Food and growth of fishes. III. Relations among food, body size, and growth efficiency. *J. Fish. Res. Board.*, 23:1209-1248.
- PALOMARES, M. L. D. e PAGDILAO, C. R. 1988 Estimating the food consumption per unit biomass of a population of *Ephinephelus fuscoguttatus* (Pisces:Serranidae). Contributions to tropical fisheries biology. *FAO Fish. rept.*, 389:432-442.
- PAPADOPOULOS, M. 1970 Ecological characteristics of the main species of minnows (Pisces: Cyprinidae) from the Danube delta. *Vestn. Cesk. Spol. Zool.*, 34:240-251.
- PATTEN, B.C. e ODUM, E.P. 1961 The cybernetic nature of ecosystems. *Am. Naturalist*, 118: 886-895.
- PAULY, D. 1986 A simple method for estimating the food consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. *Fish. Bull. natn. mar. Fish. Serv., U.S.*, 84(4):827-840.
- PAULY, D. 1989 Food consumption by tropical and temperate fish populations: some generalizations: *J. Fish Biol.*, 35 (supplement A): 11-20.
- _____. 1994 *On the sex of fish and the gender of scientists. Collected essays in fisheries science.* Chapman & Hall, London. 250p.
- _____; CHRISTENSEN, V.; COELHO, L. 1999 Proceedings of the EXPO'98 Conference on Ocean Food Webs and Economic Productivity. *ACP-EU Fisheries Research Report*, 5: 1-87.
- PETERS, R. H. 1977 The unpredictable problems of trophodynamics. *Environ. Biol. Fish.*, 2:97-101.
- PETERSEN, C.G.J. 1918 The sea bottom and its production of fish food. *Rep. Dan. Biol. Stn.*, 25:1-62.
- PETRAITIS, P. S. 1979 Likelihood measures of niche breadth and overlap. *Ecology*, 60(4):703-710.
- PHAN, V.N.; GOMES, V.; MORAIS, D.M.; PASSOS, M.J. DE A.C. 1993 Estudos bioenergéticos de animais marinhos costeiros. I. *Paralichthys brasiliensis* (Perciformes, Sciaenidae). *Publção esp. Inst. oceanogr.*, São Paulo, 10: 199-215.
- PIELOU, E.C. 1977 *Mathematical ecology*. New York, John Wiley. 385p.
- PILLAR, S. C. e BARANGE, M. 1995 Diel feeding periodicity, daily ration and vertical migration of juvenile Cape hake off the west coast of South Africa. *J. Fish Biol.*, 47(5):753-768.
- PIRES, A. M. S.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; AIDAR, E.; MESQUITA, H. S. L.; SOARES, L. S. H.; KATSURAGAWA, M. ; MATSUURA, Y. 1993 Estrutura e função do ecossistema da plataforma continental do Atlântico Sul Brasileiro: síntese dos resultados. *Publção. esp. Inst. oceanogr.*, S Paulo, 10:217-231.
- PITCHER, T.J. 2000 Ecosystems goals can reinvigorate fisheries management, help dispute resolution and encourage public support. *Fish and Fisheries*, 1: 99-103.
- _____; HART, P.; PAULY, D. 1998 *Reinventing Fisheries Management*. Chapman & Hall, London. 435 p.
- POLOVINA, J. J. 1984 Model of a coral reef ecosystem. I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs*, 3(1):1-11.
- POMEROY, L. R. 1974 The ocean's food webs, a changing paradigm. *BioScience*, 24(9).

- POPE, J. G. 1979 A modified cohort analysis in which constant natural mortality is replaced by estimates of predation levels. *ICES CM 1979/H*: 16.
- _____. 1991 The ICES Multispecies Working Group Evolution, insights, and future problems. *ICES mar. Sci. Symp.*, 193: 22-33.
- _____. e KNIGHTS, B. J. 1982 Simple models of predation in multiage multispecies fisheries for considering the estimation of fishing mortality and its effects. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 64-69.
- QASIM, S. Z. 1972 The dynamics of food and feeding habits of some marine fishes. *Indian J. Fish.*, 19(1/12): 11-28.
- RESTREPO, V. R. 1999 Proceedings of the Fifth National NMFS Stock Assessment Workshop. Feb. 24-26. 1998. NOAA Technical Memorandum NMFS-F/SPO-40. 161p.
- REYNA-KURTZ, M. J. 1993 *Estudo experimental da evacuação gástrica de Paralichthys brasiliensis (Teleostei: Sciaenidae) do ecossistema costeiro de Ubatuba, São Paulo*. São Paulo. 135 p. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- RICKER, W. F. 1946 Production and utilization of fish populations. *Ecol. Monogr.*, 16:373-391.
- _____. 1958 Maximum sustained yields from fluctuating environments and mixed stocks. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 15:991-1006.
- ROCHA, G. R. A.; GASALLA, M.A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B.; SOARES, L.S.H.; PIRES-VANIN, A.M.; MUTO, E.Y.; CERGOL, M.C.; AIDAR, E.; MESQUITA, H.; GIANESSELLA-GALVÃO, S.; VEGA-PEREZ, L.A.; JARRE-TEICHMANN, A. 1998 Quantitative Model of Trophic Interactions in the Ubatuba Shelf System (Southeastern Brazil). *NAGA, The ICLARM Quarterly*, 21(4): 25-32.
- ROOT, R. B. 1975 Some consequences of ecosystems texture. In: LEVIN, S. A., ed. *Ecosystem: analysis and prediction*. Proceedings of a SIAM-SIMS Conference on Ecosystems, Alta, Utah, July 1-5, 1974. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia. p.88-97.
- ROSS, S. T. 1986 Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia*, 2:352-388.
- RUSSEL, E.S. 1931 Some theoretical considerations on the "overfishing" problem. *J. Cons. Int. Expl. Mer.*, 6:1-20.
- SADOWSKY, V. 1958 Contribuição para o conhecimento da alimentação de jamantas jovens (*Manta ehrenbergii* Mueller & Henle). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo., 9 (1/2):37-38.
- SAGAR, P.M. e GLOVA, G.J. 1988 Diel feeding periodicity, daily ration and prey selection of a riverine population of juvenile chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum). *J. Fish Biol.*, 33:643-653.
- SAINSBURY, K. J. 1986 Estimation of food consumption from field observations of fish feeding cycles. *J. Fish Biol.*, 29 (1): 23-36.
- SANTOS, E. 1952 *Nossos peixes marinhos: vida e costumes dos peixes do Brasil*. Brigueit, Rio de Janeiro. 265p.
- SCHOENER, T.W. 1974 Resource partitioning in ecological communities. *Science*, 185:27-39.
- SILVA Jr, U.L. 1998 *Análise da produção pesqueira em um lago de várzea do Baixo Amazonas através de um modelo de balanço de massas*. Manaus, AM. 71p. Dissertação de Mestrado. INPA/Universidade do Amazonas.
- SISSEWINE, M. P. e DAAN, N. 1991 An overview of multispecies models relevant to management of living resources. *ICES mar. Sci. Symp.*, 193:6-11.
- SMITH, C. L. e TYLER, J. C. 1972 Space resource partitioning in a coral reef fish community. In: COLLETTE, B. B. e EARLE, S. A., eds. Results of the Tektite Program: Ecology of Coral Reef Fishes. Bulletin of Los Angeles County Museum Natural History. *Science*, 14:125-170.
- SMITH, H. M.; HOFF, J. G.; O'NEIL, S. P.; WEINSTEIN, M. P. 1984 Community and trophic organization of nekton utilizing shallow marsh habitats, York River, Virginia. *Fishery Bull. Natn. Mar. Fish. Serv. U.S.*, 82 (3): 455-467.
- SOARES, L.S. H. 1992 *Alimentação de espécies de peixes demersais ao longo do ciclo diário no litoral de Ubatuba, São Paulo: alimento, atividade alimentar e consumo*. São Paulo. 165 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- _____.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B.; ALVARES, L. M. C.; MUTO, E. Y.; GASALLA, M. A. 1992 Grupos tróficos de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. I-Chondrichthyes. *Bolm. Inst. oceanogr.*, S Paulo, 40(1): 79-85.
- _____.; GASALLA, M. A.; RIOS, M. A.T.; ARRASA, M. V.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. 1993 Grupos

- tróficos de onze espécies dominantes de peixes demersais da plataforma continental interna de Ubatuba, Brasil. *Publicação. esp. Inst. oceanogr.*, S Paulo, 10: 189-198.
- SOARES, L.S.H. e APELBAUM, R. 1994 Atividade alimentar diária da cabrinha, *Prionotus punctatus* (Teleostei, Triglidae) do litoral de Ubatuba, Brasil. *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 42(1/2):85-98.
- _____; JARRE-TEICHMANN, A.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C.L.D.B. 1998 Fields estimates of food consumption of the searobin *Prionotus punctatus* (Bloch, 1797) on the continental shelf off Ubatuba, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, 46(1):45-62.
- _____; VAZZOLER, A.E.A. DE M.; CORREA, A. R. 1999 Diel feeding chronology of the skate *Raja agassizii* (Müller & Henle, 1841) (Pisces, Elasmobranchii) on the continental shelf off Ubatuba, southeastern Brazil. *Revta. bras. Zool.*, 16 (1): 201-212.
- _____ e VAZZOLER, A.E.A. de M. 2001 Diel changes in food and feeding activity of Sciaenid fishes from the Southwestern Atlantic, Brazil. *Revta. Brasil. Biol.*, 61 (2): 197-216.
- SPARRE, P. 1984 A computer program for estimation of food suitability coefficients from stomach content data and multispecies VPA. *ICES CM 1984/G*: 25.
- SPIELER, R. E. 1977 Diel and seasonal changes in response to stimuli: a plague and a promise for a mariculture. *Proc. World Maricult. Soc.*, 8: 865-873.
- TANJI, S. 1974 Estudo do conteúdo estomacal da pescada-foguete, *Macrodon ancylodon* (Bloch, 1801) Jordan, Evermann & Clark, 1830 e da corvina, *Micropogon furnieri* (Desmarest, 1822) Jordan, 1884. *B. Inst. Pesca*, Santos, 3(2):21-36.
- TILMAN, D. 1982 *Resource competition and community structure*. New Jersey. Princeton University Press. 296p.
- TUDELA, S. e PALOMERA, I. 1995 Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the northwest Mediterranean Sea during the spawning period. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 129:55-61.
- TURPAEVA, E.P. 1957 Food interrelationships of dominant species in marine benthic biocoenoses. *Tr. Inst. Okeanol.*, Akad. Nauk.SSSR, 20:137-148.
- UNCED (UNITED NATIONS CONFERENCE ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT) 1992 *Agenda 21*. Oceans Chapter (xvii).
- UNEP (UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME) 1995 *Conference for the protection of the marine environment from land-based activities*.
- VAN DYNE, G. M. 1972 *Ecosystems, systems ecology, and systems ecologists*. p.39-65.
- VANNUCCI, M. 1963 Plâncton e ciclos alimentares. *Contrções Inst. oceanogr. Univ. S. Paulo* (ser. Ocean. Fis) (5): 55-69.
- VASCONCELLOS, M. C. e GASALLA, M. A. 2001 Fisheries Catches and the Carrying Capacity of Marine Ecosystems in Southern Brazil. *Fisheries Research*, 50 (3): 279-295.
- VAZZOLER, G. 1975 Distribuição da fauna de peixes demersais e ecologia dos Sciaenidae da plataforma continental brasileira, entre as latitudes 29°21'S (Torres) e 33°41' S (Chuí). *Bolm Inst. oceanogr.*, S Paulo, 24: 85-169.
- VOLTERRA, V. 1928 Variations and fluctuations of the number of individuals in animal species living together. *J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer*, 3: 1-51.
- VON BERTALANFFY, L. 1968 *General systems theory*. New York, Braziller.
- WAKABARA, Y.; KAWAKAMI DE RESENDE, E.; TARARAN, A.S. 1982 Amphipods as one of main food components of three Pleuronectiformes from the continental shelf of south Brazil and North Uruguay. *Mar. Biol.*, 68: 67-70.
- WALTERS, C. 1996 Suggested improvements for Ecopath modeling. Mass-balance models of North-eastern Pacific Ecosystems. *Fisheries Centre Research Reports*, 4(1):81-82.
- _____ e MAGUIRE, J.J. 1996 Lessons for stock assessment from the northern cod collapse. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 6:125-137.
- _____; CHRISTENSEN, V.; PAULY, D. 1997 Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance models of marine ecosystems. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 7(2): 139-172.
- WINBERG, G. G. 1956 *Rate of metabolism and food requirements of fishes*. Belorussian State University, Minsk. 251 pp. (Traduzido do Russo pelo Fisheries Research Board of Canada).
- WINDELL, J. T. 1968 Food analysis and rate of digestion. In: RICKER, W. E., ed. *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. IBP Handbook 3 Oxford. Blackwell Scientific Publ. p:197-203.

- WINDELL, J.T. 1978a Estimating food consumption rates of fish population. In: BAGENAL, T., ed. *Methods for the assessment of fish production in freshwaters*. 3rd edition. International Biological Programmes. Handbook n° 3, Oxford, Blackwell. p. 227-254.
- _____ 1978 b Digestion and daily ration of fishes. In: GERKING, S. D., ed. *Ecology of freshwater fish production*. New York, John Wiley. p.159-183.
- WINEMILLER, K. 1990 Spatial and temporal variations in tropical fish trophic networks. *Ecological Monographs*, 60(3): 331-367.
- WOOTON, R. J. 1990 *Ecology of teleost fishes*. London, Chapman & Hall. 404 p.
- WOROBEC, M. N. 1984 Field estimates of daily ration of winter flounder, *Pseudopleuronectes americanus* (Walbaum), in a southern New England salt pond. *J. expl. mar. Biol. Ecol.*, 77:183-196.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. 1978 Patrones ecológicos y variación cíclica de la estructura trófica de las comunidades nectónicas en lagunas costeras del pacifico de México. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol.*, Univ. Nal. Autón. México, 5(10):287-306.
- YAÑEZ-ARANCIBIA, A. e NUGENT, R. S. 1977 El papel ecológico de los peces en estuarios y lagunas costeras. *An. Centro Cienc. Del Mar y Limnol.*, Univ. Nal. Autón. México, 4(1): 107-114.
- YASUDA, F. 1960 The types of food habits of fishes assured by stomach contents examination. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 26(7):653-662.
- ZAVALA-CAMIN, L.A. 1981 *Hábitos alimentares e distribuição dos atuns e afins e suas relações ecológicas com outras espécies pelágicas das regiões Sudeste e Sul do Brasil*. São Paulo, SP. 273 p. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências.
- _____ 1987 Ocorrência de peixes, cefalópodes e crustáceos em estômagos de atuns e espécies afins capturados com espinhel no Brasil (23°- 34° S) entre 1972-1985. *B. Inst. Pesca*, São Paulo, 14(único): 93-102.
- _____ 1992 Alimentação de peixes. In: AGOSTINHO, A. A. e BENEDITO-CECILIO, E., eds. *Situação atual e perspectivas da ictiologia no Brasil*. Maringá. Editora da Universidade Estadual de Maringá. 121p.