

## Modelo de equilíbrio de biomassas do ecossistema marinho da Região Sudeste-Sul do Brasil entre 100-1000 m de profundidade

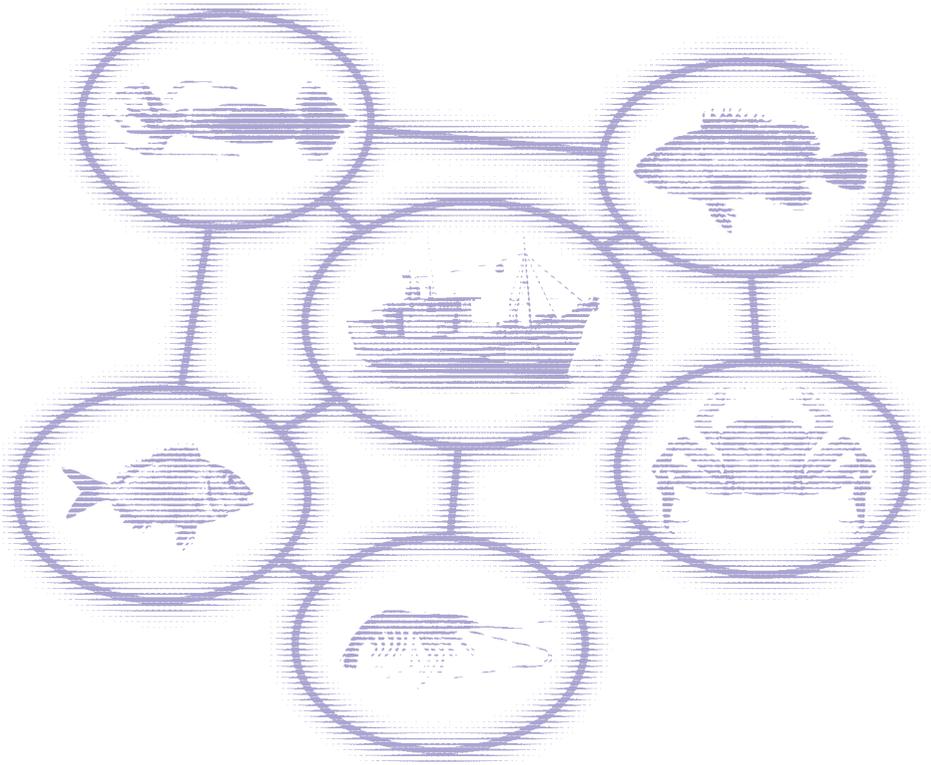
Maria de los Angeles Gasalla

Gonzalo Velasco

Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski

Manuel Haimovici

Lauro Saint-Pastous Madureira



**Comitê Executivo do Programa REVIZEE**

Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM  
 Ministério do Meio Ambiente – MMA  
 Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq  
 Ministério de Minas e Energia – MME  
 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA  
 Ministério da Ciência e Tecnologia – MCT  
 Marinha do Brasil – MB  
 Ministério da Educação – MEC  
 Secretaria Especial de Aquicultura e Pesca – SEAP  
 Ministério das Relações Exteriores – MRE

**Programa REVIZEE – Score Sul**

Coordenador: Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski – IOUSP  
 Vice Coordenador: Lauro Saint Pastous Madureira – FURG

**Série Documentos REVIZEE – Score Sul**

Responsável – Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski

**Comissão Editorial**

Jorge Pablo Castello – FURG  
 Paulo de Tarso Cunha Chaves – UFPR  
 Sílvio Jablonski – UERJ

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Modelo de equilíbrio de biomassas do ecossistema marinho da Região Sudeste-Sul do Brasil entre 100-1000 m de profundidade / Maria de los Angeles Gasalla... [et al.]. – São Paulo : Instituto Oceanográfico - USP, 2007. – (Série documentos Revizee : Score Sul / responsável Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski)

Outros autores: Gonzalo Velasco, Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski, Manuel Haimovici, Lauro Saint-Pastous Madureira  
 Bibliografia.  
 ISBN 85-98729-21-3

1. Biodiversidade marinha 2. Biomassa 3. Ecossistemas 4. Equilíbrio 5. Ecologia marinha 6. Fundo marinho – Exploração 7. Peixes marinhos 8. Zona Econômica Exclusiva (Direito do mar) – Brasil  
 I. Gasalla, Maria de los Angeles. II. Velasco, Gonzalo III. Rossi-Wongtschowski, Carmen Lúcia Del Bianco. IV. Haimovici, Manuel. V. Madureira, Lauro Saint-Pastous. VI. Série.

07-7958

CDD-551.460709162

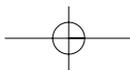
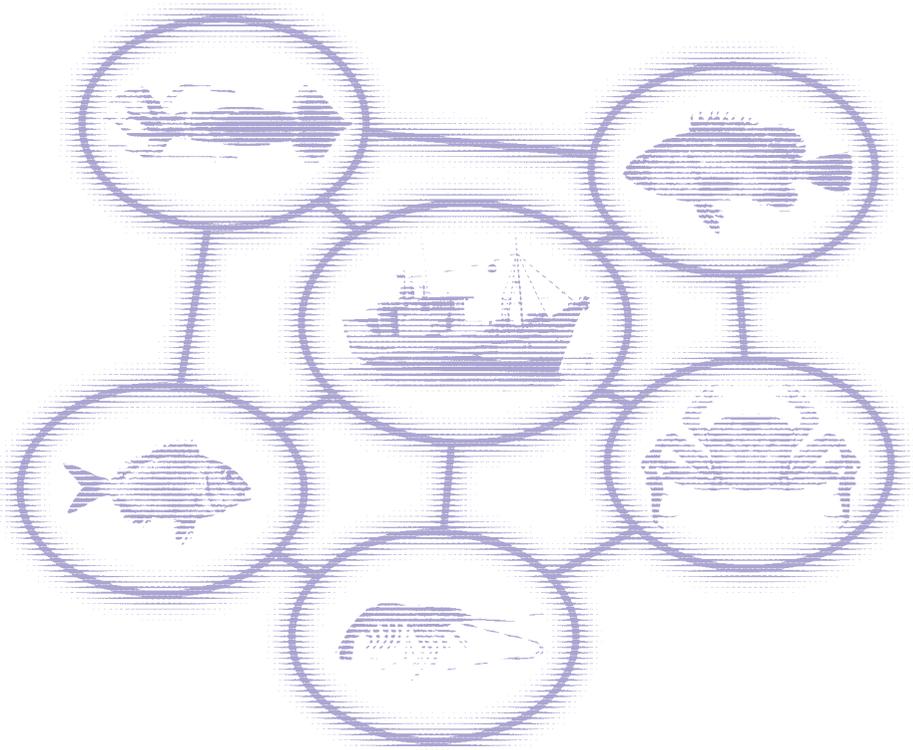
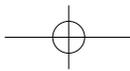
**Índices para catálogo sistemático:**

1. Biomassa : Equilíbrio : Modelo : Ecossistema marinho  
551.460709162
2. Região Sudeste-Sul : Zona Econômica Exclusiva : Direito do mar : Brasil 551.460709162

Impresso no Brasil – Printed in Brazil 2007

# SUMÁRIO

<b>Apresentação do Programa Revizee</b> .....	5
<b>Prefácio</b> .....	9
<b>Resumo, <i>Abstract</i> e Palavra-chave</b> .....	11
<b>Introdução</b> .....	13
<b>Características do Ecossistema</b> .....	17
<b>Materiais e Métodos</b> .....	23
Grupos funcionais do modelo ecotrófico .....	23
Descrição dos parâmetros adotados para cada grupo, e as adaptações realizadas para a estruturação do modelo .....	25
<b>Resultados</b> .....	33
Ajuste dos parâmetros e "balanceamento" do modelo .....	33
<b>Discussão e Considerações Finais</b> .....	41
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	45
<b>Agradecimentos</b> .....	55



# APRESENTAÇÃO DO PROGRAMA REVIZEE

**Rudolf de Noronha**  
*Diretor do Programa de  
Gerenciamento Ambiental  
Territorial – SQA/MMA*

Os ambientes costeiros e oceânicos contêm a maior parte da biodiversidade disponível no planeta. Não obstante, grande parte desses sistemas vem passando por algum tipo de pressão antrópica, levando populações de importantes recursos pesqueiros, antes numerosas, a níveis reduzidos de abundância e, em alguns casos, à ameaça de extinção. Observam-se, em consequência, ecossistemas em desequilíbrio, com a dominância de espécies de menor valor comercial, ocupando os nichos liberados pelas espécies sobreexploradas, o que representa uma séria ameaça ao desenvolvimento sustentável.

Tal situação levou a comunidade internacional a efetuar esforços e a pactuar normas para a conservação e exploração racional das regiões costeiras, mares e oceanos, plataformas continentais e grandes fundos marinhos, destacando-se a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e o Capítulo 17 da Agenda 21 (Proteção dos Oceanos, de Todos os Tipos de Mares e das Zonas Costeiras, e Proteção, Uso Racional e Desenvolvimento de seus Recursos Vivos), além da Convenção da ONU sobre Diversidade Biológica. O Brasil é parte desses instrumentos, tendo participado ativamente da elaboração de todos eles, revelando seu grande interesse e preocupação na matéria.

A Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar – CNUDM, ratificada por mais de 100 países, é um dos maiores empreendimentos da história normativa das relações internacionais, dispondo sobre todos os usos, de todos os espaços marítimos e oceânicos, que ocupam mais de 70% da superfície da Terra. O Brasil assinou a CNUDM em 1982 e a ratificou em 1988, além de ter incorporado seus conceitos sobre os espaços marítimos à Constituição Federal de 1988 (art. 20, incisos V e VI), os quais foram internalizados na legislação ordinária pela Lei Nº 8.617, de 4 de janeiro de 1993. A Convenção encontra-se em vigor desde 16 de novembro de 1994.

A Zona Econômica Exclusiva (ZEE) constitui um novo conceito de espaço marítimo introduzido pela Convenção, sendo definida como uma área que se estende desde o limite exterior do Mar Territorial, de 12 milhas de largura, até 200 milhas náuticas da costa, no caso do nosso país. O Brasil tem, na sua ZEE de cerca de 3,5 milhões de km<sup>2</sup>, direitos exclusivos de soberania para fins de exploração e aproveitamento, conservação e gestão dos recursos naturais, vivos ou não vivos, das águas sobrejacentes ao leito do mar, do leito e seu subsolo, bem como para a produção de energia a partir da água, marés, correntes e ventos.

Ao lado dos direitos concedidos, a CNUDM também demanda compromissos aos Estados-partes. No caso dos recursos vivos (englobando os estoques pesqueiros e os demais recursos vivos marinhos, incluindo os biotecnológicos), a Convenção (artigos 61 e 62) estabelece que deve ser avaliado o potencial sustentável desses recursos, tendo em conta os melhores dados científicos disponíveis, de modo que fique assegurado, por meio de me-

didadas apropriadas de conservação e gestão, que tais recursos não sejam ameaçados por um excesso de captura ou coleta. Essas medidas devem ter, também, a finalidade de restabelecer os estoques das espécies ameaçadas por sobreexploração e promover a otimização do esforço de captura, de modo que se produza o rendimento máximo sustentável dos recursos vivos marinhos, sob os pontos de vista econômico, social e ecológico.

Para atender a esses dispositivos da CNUDM e a uma forte motivação interna, a Comissão Interministerial para os Recursos do Mar – CIRM aprovou, em 1994, o Programa REVIZEE (Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva), destinado a fornecer dados técnico-científicos consistentes e atualizados, essenciais para subsidiar o ordenamento do setor pesqueiro nacional.

Iniciado em 1995, o Programa adotou como estratégia básica o envolvimento da comunidade científica nacional, especializada em pesquisa oceanográfica e pesqueira, atuando de forma multidisciplinar e integrada, por meio de Subcomitês Regionais de Pesquisa (SCOREs). Em razão dessas características, o REVIZEE pode ser visto como um dos programas mais amplos e com objetivos mais complexos já desenvolvidos no País, entre aqueles voltados para as ciências do mar, determinando um esforço sem precedentes, em termos da provisão de recursos materiais e da contribuição de pessoal especializado.

Essa estratégia está alicerçada na subdivisão da ZEE em quatro grandes regiões, de acordo com suas características oceanográficas, biológicas e tipo de substrato dominante:

1. Região Norte – da foz do rio Oiapoque à foz do rio Parnaíba;
2. Região Nordeste – da foz do rio Parnaíba até Salvador, incluindo o arquipélago de Fernando de Noronha, o atol das Rocas e o arquipélago de São Pedro e São Paulo;
3. Região Central – de Salvador ao cabo de São Tomé, incluindo as ilhas de Trindade e Martin Vaz;
4. Região Sul – do cabo de São Tomé ao Chuí.

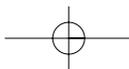
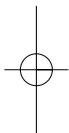
Em cada uma dessas regiões, a responsabilidade pela coordenação e execução do Programa ficou a cargo de um SCORE, formado por representantes das instituições de pesquisa locais e contando, ainda, com a participação de membros do setor pesqueiro regional.

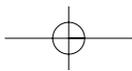
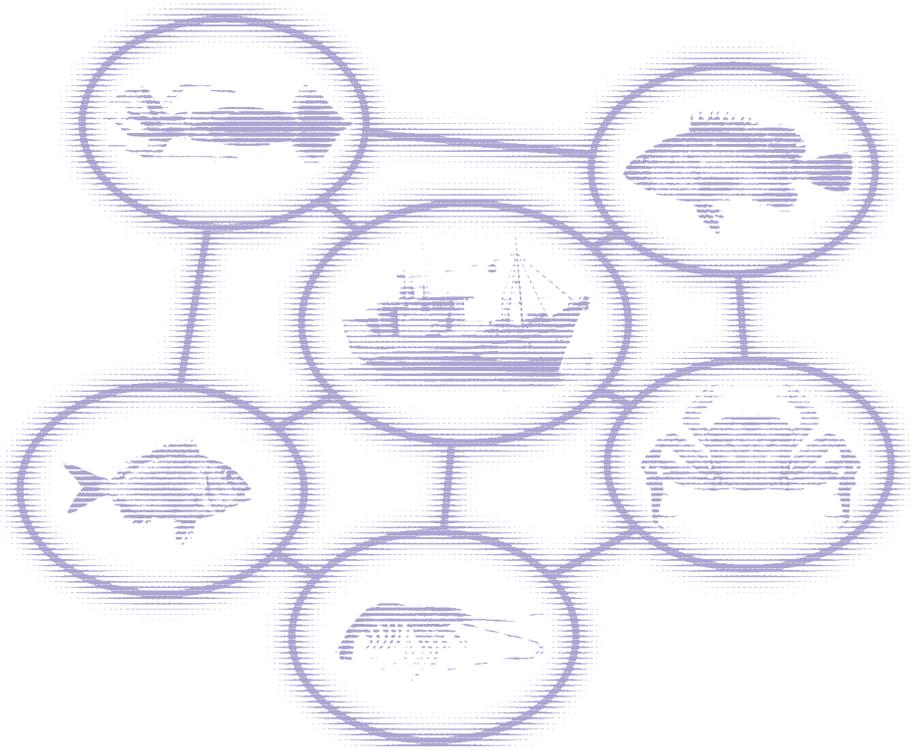
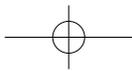
O processo de supervisão do REVIZEE está orientado para a garantia, em âmbito nacional, da unidade e coerência do Programa e para a alavancagem de meios e recursos, em conformidade com os princípios cooperativos (formação de parcerias) da CIRM, por meio da Subcomissão para o Plano Setorial para os Recursos do Mar – PSRM e do Comitê Executivo para o Programa. Coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, esse fórum é composto pelos seguintes representantes: Ministério das Relações Exteriores (MRE), Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca (SEAP), Ministério da Educação (MEC), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Marinha do Brasil (MB/MD), Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (SECIRM), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Bahia Pesca S.A. (empresa vinculada à Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária do Estado da Bahia) e Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, coordenador operacional do REVIZEE.

A presente edição integra uma série que traduz, de forma sistematizada, os resultados do Programa REVIZEE para as suas diversas áreas temáticas e regiões, obedecendo às seguintes grandes linhas: caracterização ambiental (climatologia, circulação e massas d'água, produtividade, geologia e biodiversidade); estoques pesqueiros (abundância, sazonalidade, biologia e dinâmica); avaliação de estoques e análise das pescarias comerciais; relatórios regionais, com a síntese do conhecimento sobre os recursos vivos; e, finalmente, o Sumário Executivo Nacional, com a avaliação integrada do potencial sustentável de recursos vivos na Zona Econômica Exclusiva.



A série, contudo, não esgota o conjunto de contribuições do Programa para o conhecimento dos recursos vivos da ZEE e das suas condições de ocorrência. Com base no esforço de pesquisa realizado, foram, e ainda vêm sendo produzidos, um número significativo de teses, trabalhos científicos, relatórios, apresentações em congressos e contribuições em reuniões técnicas voltadas para a gestão da atividade pesqueira no país, comprovando a relevância do Programa na produção e difusão de conhecimento essencial para a ocupação ordenada e o aproveitamento sustentável dos recursos vivos da ZEE brasileira.





## PREFÁCIO

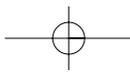
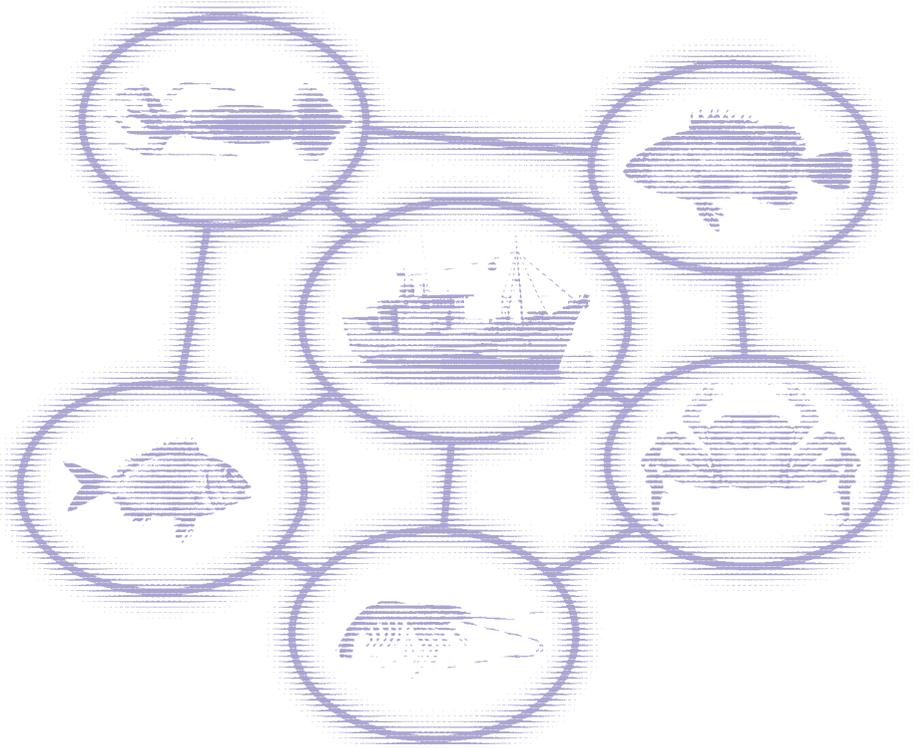
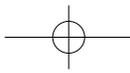
Desde 2004, a coordenação do Programa REVIZEE Score Sul vinha se empenhando para que um modelo do ecossistema marinho, que representasse e sintetizasse os conhecimentos adquiridos sobre a área coberta pelas pesquisas do Programa, fosse elaborado. Em 2006, com essa finalidade, foi formada uma equipe composta por pesquisadores de diversas especialidades que haviam atuado no Programa e, em particular, de dois especialistas em modelagem ecológica que, juntos, puderam contribuir com seus respectivos conhecimentos e experiências para a elaboração do referido modelo. O trabalho geral foi coordenado a partir do Laboratório de Ecossistemas Pesqueiros (LabPesq), no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.

Foi, assim, realizada uma primeira modelagem do ecossistema correspondente à área entre as isóbatas de 100 e 1000 m, entre Cabo Frio (RJ – 22°52'S) e Chuí (RS – 33°41'S), utilizando não só as informações obtidas pelas diversas áreas do Programa REVIZEE, mas também dados constantes na literatura correlata, cujos resultados são aqui apresentados.

A modelagem de um ecossistema vai muito além da simples compilação de parâmetros e estimativas produzidas de modo independente por diferentes trabalhos de pesquisa: ela implica em recalcular e interpretar informações sobre biologia populacional, interações tróficas, ecologia de comunidades, variáveis ambientais e funcionamento do ecossistema, de modo que elas se tornem compatíveis e forneçam uma representação adequada e coerente dos processos que ocorrem na natureza. Ao compatibilizar informações de diferentes fontes e componentes do ecossistema, incluindo a pesca, pode-se obter uma imagem inédita do mesmo. Contudo, a modelagem só se torna possível após serem realizados numerosos estudos, trabalhos de campo, embarques, triagem de amostras e diversas contribuições ao conhecimento sobre o ecossistema em análise.

Nesse sentido, o presente trabalho só foi possível graças à contribuição de inúmeros pesquisadores, alunos e estagiários participantes do Programa REVIZEE. A todos eles nosso profundo reconhecimento.

*Os autores*



# RESUMO, *ABSTRACT* E PALAVRAS-CHAVE

## RESUMO

Este trabalho apresenta o primeiro modelo trófico do ecossistema da plataforma continental, talude e região oceânica adjacente do Sudeste/Sul do Brasil, entre o Cabo Frio (22°52'S) e o Chuí (33°41'S), correspondente à área entre os 100 e os 1000 metros de profundidade, durante o período 1996-2002. O modelo se baseia em informações inéditas sobre a Zona Econômica Exclusiva, coletadas por cruzeiros oceanográficos do Programa REVIZEE, e disponibilizadas através desta série de documentos técnicos e informações inéditas, não publicadas. Informações adicionais foram compiladas da literatura especializada em biodiversidade de áreas marinhas profundas. O sistema é o mais produtivo da ZEE brasileira e atualmente sustenta pescarias importantes, tais como aquelas destinadas aos bonitos, atuns e afins, tubarões, peixe-sapo, caranguejos e camarões de profundidade, e peixes demersais. Foi utilizado o software Ecopath com Ecosim para descrever as interações tróficas, biomassas, taxas de produção e consumo e exportações dos grupos funcionais do ecossistema através de uma abordagem de equilíbrio de biomassas. Os resultados obtidos pelos métodos hidroacústico e de área varrida para estimativa de abundância e as relações presa-predador dos recursos orientaram a definição de trinta grupos funcionais selecionados para a modelagem. Treze deles representam peixes demersais, dos quais quatro deles são recursos pesqueiros explorados, sete representam peixes pelágicos, dos quais três são explorados comercialmente, e quatro são grupos de peixes forrageiros, além de três grupos de peixes bento-pelágicos. O modelo também inclui um grupo de cefalópodes e três de invertebrados bentônicos, dos quais dois são recursos pesqueiros explorados; um grupo de produtores primários e um de secundários, além de um grupo de detrito. Os resultados mostram um sistema produtivo porém imaturo, com importância significativa do bentos e de comedores bentônicos, com reciclagem de matéria orgânica originada no pelagial. O peixe-lanterna e os mesopelágicos, como os mictofídeos, mais abundantes na borda da plataforma, apresentaram valores de biomassa maiores do que os da anchoíta, ambos representando o cerne da via de energia pelágica, alimentando tubarões pelágicos e demersais, merluzas, atuns e afins, e o calamar-argentino, entre outros organismos. Os níveis tróficos mais altos foram representados por abundantes tubarões pelágicos e pelo peixe-sapo, este último apresentando baixos valores de biomassa para o total da área modelada. Tanto os camarões-de-profundidade como os caranguejos-de-profundidade e o peixe-sapo demonstraram baixa produtividade apesar de que sustentam pescarias recentes importantes. Através da combinação e avaliação cruzada dos parâmetros populacionais, o presente modelo descritivo do ecossistema da plataforma Sul/Sudeste do Brasil, talude e zona oceânica adjacente poderá servir de base para futuras simulações dinâmicas, permitindo aconselhamento a medidas de manejo pesqueiro com enfoque ecossistêmico.

## **ABSTRACT**

A first ecosystem model of the South Brazilian shelf, slope and oceanic area between Cape Frio (22°52'S) and Chuí (33°41'S), corresponding to isobaths from 100 to 1000 m is presented for the period 1996-2002. The model was based on unprecedented information on the Brazilian Economic Exclusive Zone collected by oceanographic surveys of the National Research Program REVIZEE and available through this series of technical

documents and still unpublished information. Additional information was compiled from literature focused on continental shelves and deep-sea biodiversity. The system is the most productive area of Brazil EEZ and presently hosts important fisheries, such as the ones targeting bonitos, tunas, sharks, monkfish, red crabs, deep-shrimps and abundant demersal fishes. The Ecopath with Ecosim software was used to describe trophic interactions, biomass, consumption and production rates and exports of system's functional groups through a food-web mass-balance approach. Results from swept-area and hydroacoustic methods for abundance estimate and predator-prey relationships of resources oriented the definition of thirty functional groups selected for modeling purposes. Thirteen of them represent demersal fish, from which four are exploited fishery resources, seven represent pelagic fish, from which three are commercially exploited, and four are forage fish, and three benthic-pelagic fish groups. The model also included one cephalopods plus three invertebrates groups, from which two are exploited fishery resources, one primary and one secondary producers, and one detritus group. Results showed a productive but immature system with a significant importance of benthic fauna and benthic feeders groups with pelagic-source organic matter recycling. Lantern-fish and mesopelagics such as myctophids, which are more abundant in the shelf-break area, showed biomass values higher than the shelf anchovies, both representing the core of the pelagic pathway, feeding pelagic and demersal sharks, hakes, tuna-like fishes, and the Argentine-shortfin-squid, among other organisms. Highest trophic levels were represented by abundant pelagic sharks and monkfish, the last showing low biomass values for the modelled area as a whole. Both deep shrimps and crabs and the monkfish showed low productivity although these stocks sustain important recent fisheries. Through the combination and cross-evaluation of populations parameters, the present descriptive model of the South Brazilian shelf, slope and oceanic ecosystem might be the basis for future fishery dynamic simulations, allowing the counseling for ecosystem-based fishery management.

# INTRODUÇÃO

**M**odelos são representações simplificadas de um sistema ou processo e, em geral, abrangem os componentes mais característicos ou essenciais dos mesmos (Odum, 1988; Jørgensen, 1994; Pauly & Christensen, 2002). Na atualidade, os modelos de equilíbrio de biomassa, ou de “massas balanceadas”, são amplamente utilizados para avaliar o grau de conhecimento adquirido sobre um dado ecossistema aquático, ou como base para explorar hipóteses ou simulações dinâmicas dos efeitos de alterações específicas em algum dos seus componentes (Christensen & Pauly, 1993; Jørgensen, 1994; Christensen *et al.*, 2004). Tais modelos são baseados em informações, medições e parâmetros desses componentes, dentre eles, biomassa, mortalidade, interações tróficas, taxas de consumo, produção e perda de biomassa, que, ao serem cruzados, propiciam a compreensão ou a formulação do conhecimento a respeito do funcionamento do ecossistema. Permitem, também, avaliar a coerência das informações disponíveis e verificar possíveis falhas ou inconsistências e, dessa forma, os modelos também auxiliam na orientação e planejamento de pesquisas futuras (Odum, 1988; Jørgensen, 1994).

Os trabalhos desenvolvidos no âmbito do Programa REVIZEE, na região Sudeste-Sul do Brasil, cujos objetivos centrais foram proceder ao levantamento dos recursos vivos da Zona Econômica Exclusiva (ZEE), suas distribuições e abundâncias em relação à dinâmica das condicionantes ambientais e determinar seus potenciais sustentáveis de exploração, resultaram em uma série de novas informações que vieram contribuir para o conhecimento do ecossistema marinho que abrange a plataforma continental externa, o talude e a área oceânica adjacente (entre 100 e 1 000 m de profundidade).

Visando utilizar essas informações, que vêm sendo disponibilizadas em esta série de documentos técnicos, o presente trabalho procurou descrever e analisar a dinâmica do fluxo energético do ecossistema de profundidade na região entre Cabo Frio (RJ – 22°52' S) e Chuí (RS – 33°41' S), durante o período 1996-2002. Este modelo descritivo poderá servir também para, no futuro, propiciar a investigação de possíveis respostas do ecossistema à atuação das frotas pesqueiras e às mudanças na abundância das espécies nele presentes, bem como avaliar as variações nas relações tróficas decorrentes.

No momento, o modelo permite uma visão global, holística desse ecossistema, a formulação de hipóteses a respeito da estrutura e funcionamento do mesmo, a identificação de eventuais lacunas no conhecimento e a consistência dos parâmetros das populações marinhas na área de estudo, tais como, biomassa, taxas de mortalidade, produção, consumo, interações tróficas e com a pesca. Podemos considerá-lo como uma primeira tentativa de, com base em resultados inéditos gerados pelo Programa REVIZEE, apresentar uma visão integrada das relações entre a abundância, produção, consumo e extração de recursos no ambiente da plataforma externa e talude da região Sudeste-Sul do Brasil.

## A base do modelo

Para a modelagem, foi utilizada a rotina ECOPATH do programa *Ecosim with Ecosim* (Christensen & Pauly, 1992; Walters *et al.*, 1997; Christensen *et al.*, 2004), versão 5.1.0.180. A base do modelo é o equilíbrio dinâmico ou balanço de biomassa de cada elemento no ecossistema, ou seja, a biomassa de um determinado componente ao final de um período é igual ao valor da biomassa no começo desse período mais a produção de nova biomassa menos o que foi consumido.

As equações básicas utilizadas no ECOPATH são:

$$\text{Consumo} = \text{produção} + \text{respiração} + \text{alimento não assimilado}$$

(Equação 1)

Isso expressa que a energia consumida por uma população deve ser igual aos gastos em produção de nova biomassa (crescimento, reprodução), o que é gasto em metabolismo e o que não é assimilado biologicamente e, então, excretado.

No caso de uma população de um recurso pesqueiro qualquer, temos:

$$\text{Produção} = \text{pesca} + \text{predação} + \text{saldo da emigração/imigração} + \text{acúmulo de biomassa} + \text{outras causas de mortalidade}$$

(Equação 2)

A Equação 2 pode ser escrita como:

$$P_i = Y_i + B_i * M2_i + E_i + BA_i + P_i * (1 - EE)$$

(Equação 3)

Onde:

$P_i$  é a taxa total de produção da espécie ou grupo  $i$ ,

$Y_i$  é a taxa de pesca total,

$B_i$  é a biomassa,

$M2_i$  é a taxa de mortalidade total por predação,

$E_i$  é o saldo de (emigração-imigração),

$BA_i$  é a taxa de acúmulo de biomassa, que pode ser igual, menor ou maior que zero,

$P_i * (1 - EE)$  equivale às outras causas de mortalidade do grupo  $i$  que não aquelas explicadas pela predação e a pesca ( $= MO_i * Bi$ ), sendo  $MO_i$ , a mortalidade natural por outras causas, e

$EE$  a eficiência ecotrófica, que representa a porção da produção de uma população, espécie ou grupo do sistema que é aproveitado dentro do ecossistema.

A Equação 3 pode ser reescrita como:

$$\sum_{j=1}^n B_i * (P/B) * EE_i - \sum B_j * (Q/B)_j * DC_{ji} - Y_i - E_i - BA_i = 0$$

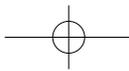
(Equação 4)

Onde:  $P/B$  é a razão produção/biomassa,  $Q/B$  é a razão consumo/biomassa e  $DC_{ji}$  é a proporção da presa  $i$  na dieta do predador  $j$ .

Numa situação de equilíbrio, ou seja, quando a biomassa da espécie se mantém relativamente constante ao longo do tempo, a razão  $P/B$  é aproximadamente igual à taxa instantânea de mortalidade total  $Z$  (Allen, 1971; Christensen & Pauly, 1992; Christensen *et al.*, 2004).

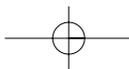
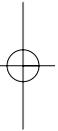
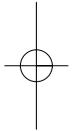
Todos esses parâmetros descritos acima ( $B$ ,  $P/B$ ,  $Q/B$  ou  $P/Q$ ), mais a dieta expressa em porcentagem por peso, devem ser inseridos para cada espécie ou grupo de espécies incluídas no momento de construir o modelo ecotrófico no programa Ecopath.

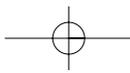
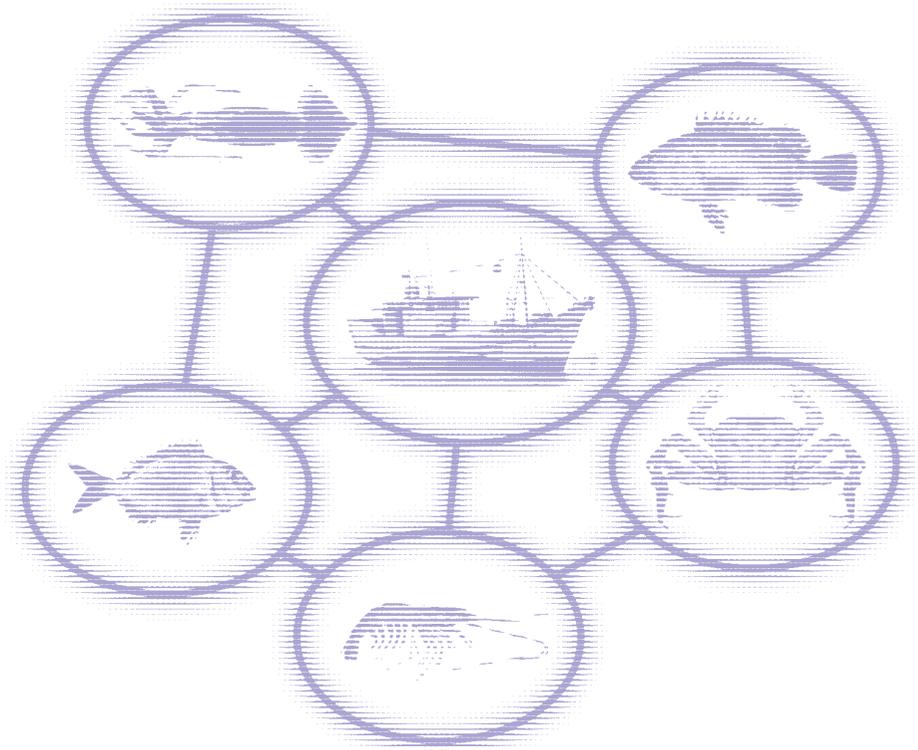
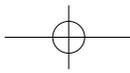
Em geral, trabalha-se com as principais espécies do ecossistema, ou seja, as mais abundantes, que geralmente são aquelas sob exploração comercial e/ou das quais se têm mais informações científicas sobre sua abundância, parâmetros populacionais de crescimento, mortalidade, dieta, etc. Essas espécies normalmente são elos fundamentais na trama trófica, tanto como presas, quanto como predadores.



Espécies que também são elos importantes da trama trófica, mas para as quais não se têm informações, são agrupadas seguindo-se o princípio da similaridade ecológica (isto é, admitindo-se que apresentam hábitos alimentares ou características biológicas similares), sendo tratadas como um único componente. Dados da bibliografia também podem ser utilizados, assumindo-se que espécies similares, do mesmo ou de outros ecossistemas, terão características e parâmetros populacionais semelhantes (Christensen & Pauly, 1992; Gasalla, 2004a; Velasco, 2004).

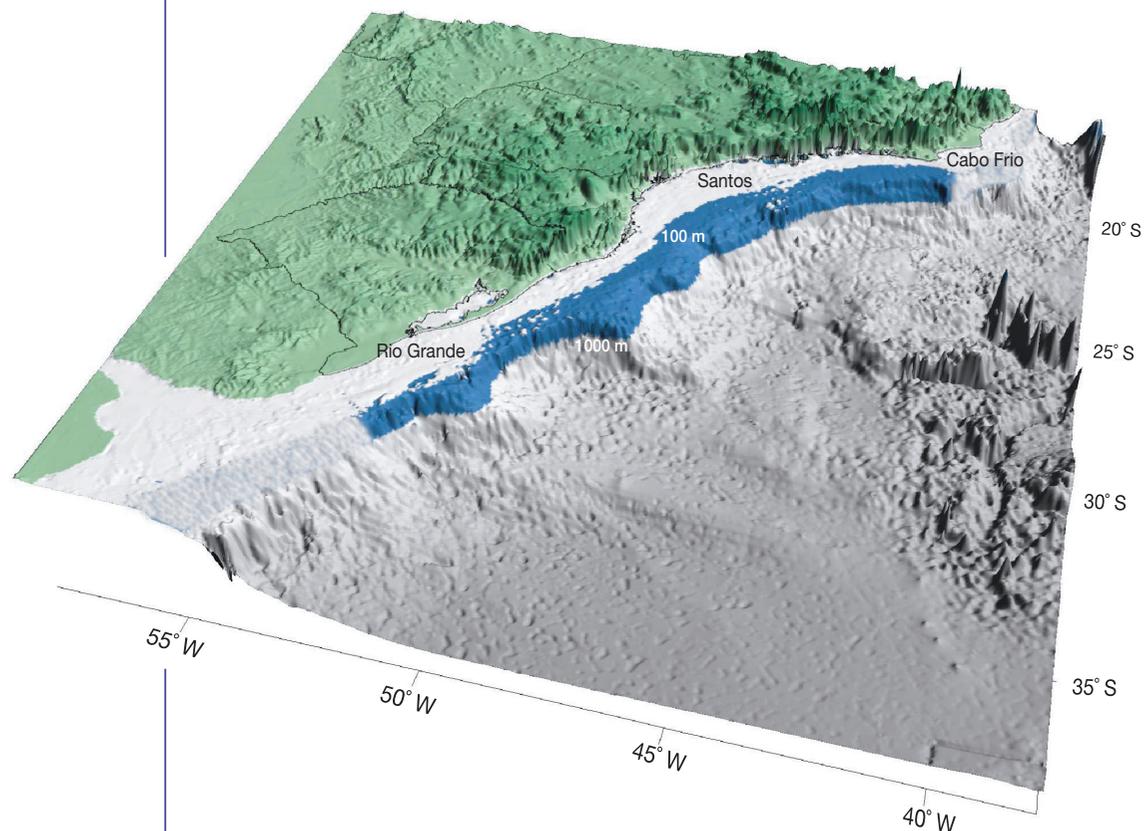
Quando não existem alguns parâmetros-chave disponíveis para uma dada população, mas se conhecem, por exemplo, estimativas dos parâmetros de crescimento e da relação peso-comprimento, podem ser utilizadas equações empíricas para estimar a mortalidade natural ( $M$ ) e a taxa de consumo/biomassa ( $Q/B$ ), tais como as de Pauly (1980) e Palomares & Pauly (1998), entre outras.





## CARACTERÍSTICAS DO ECOSISTEMA

**A** área representada pelo modelo abrange parte da Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil, entre o Cabo Frio, RJ (22°15'S) e o Chuí, RS (34°40'S), entre as profundidades de 100 e 1000 m. A região tem cerca de 2 000 km de extensão e área estimada de 168.330 km<sup>2</sup> (Ferreira & Madureira, com. pess.<sup>1</sup>) (Figura 1).



**Figura 1** - Mapa do relevo oceânico da área plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente do Sudeste-Sul do Brasil. Em azul a área relativa ao modelo ecotrófico (100 – 1000 m de profundidade).

Segundo Zembruski (1979), nessa região, a margem continental brasileira é composta por oito províncias fisiográficas: plataforma continental, quebra da plataforma, talude continental, cone do Rio Grande, leque submarino de São Tomé, elevação ou sopé continental, platô de São Paulo e platô do Rio Grande.

A largura da plataforma continental é variável; o valor máximo é de 250 km no embaiamento de São Paulo (que vai da Ilha de São Sebastião até o Cabo de Santa Marta Grande) e no cone do Rio Grande; o valor mínimo é de 50 km ao largo de Cabo de São Tomé (RJ). A quebra da plataforma situa-se, em média, em torno dos 200 m de profundidade, mas no Cabo de São Tomé está em 100 m e na área ao largo de São Paulo nos 400 m.

<sup>1</sup> Christian S. Ferreira e Lauro S. P. Madureira, Lab. de Hidroacústica, Depto. de Oceanografia, FURG.

No talude, entre 100 e 1000 m de profundidade, destacam-se cones e platôs de diversas dimensões na altura de Rio Grande, ao largo de Torres, de Florianópolis, de Paranaguá, ao norte de Paranaguá, de Cabo Frio e de São Tomé. Irregularidades no talude, indicando a presença de *canyons* e cicatrizes de deslizamento, são encontradas ao sul do cone do Rio Grande, no platô de Rio Grande, na face norte do cone de Rio Grande e ao norte de Paranaguá (Figueiredo & Tessler, 2004).

De Rio Grande ao norte de Santos, sobre a plataforma, predominam sedimentos arenosos, enquanto na área de Cabo Frio predominam cascalho e areia cascalhosa. Bolsões de areia lamosa e lama arenosa ocorrem na plataforma média na porção sul da área do estudo e nas proximidades da baía da Ilha Grande. A parte norte é a que apresenta maior variabilidade granulométrica dos sedimentos. Aí, a extensa faixa de areia que recobre toda a plataforma é pontilhada por províncias isoladas de sedimentos de diversas granulometrias. Na porção central, a lama predomina em toda a extensão da plataforma interna e média, com exceção da área ao largo de Paranaguá, onde existe uma ampla faixa de areia lamosa, e em frente à Lagoa dos Patos, onde predomina lama arenosa. O talude, de modo geral, apresenta-se com predomínio de lama, ocorrendo lama arenosa em áreas próximas da quebra da plataforma, como na porção central (Figueiredo & Madureira, 2004).

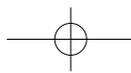
Com relação à composição dos sedimentos, ao sul da desembocadura da Lagoa dos Patos, a plataforma contém sedimentos com baixo teor de carbonato de cálcio, estando recoberta por sedimentos litoclásticos e pontilhada por pequenas províncias com percentual variável de carbonato. A plataforma ao sul da Ilha de São Sebastião é caracterizada por sedimentos litoclásticos passando a biolitoclásticos nas partes mais profundas. Sedimentos bioclásticos estão distribuídos em faixas maiores e contínuas ao norte da ilha de São Sebastião, recobrando a plataforma interna e estendendo-se em direção à plataforma média e externa. Ao norte de Cabo Frio, os sedimentos bioclásticos aparecem como extensas províncias isoladas (Figueiredo & Madureira, 2004).

Quanto às características hidrológicas, estrutura termohalina e circulação, a região em questão apresenta fenômenos que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais: variações sazonais na composição das massas de água, passagens de frentes, ressurgência costeira e formação de vórtices. Tais fenômenos condicionam mudanças na composição da flora e da fauna presentes ao longo e ao largo da mesma. Ao longo do talude de toda a região Sudeste-Sul, flui a Corrente do Brasil (CB), porção oeste do giro subtropical, originada da bifurcação da Corrente Sul Equatorial (em aproximadamente 8° S), que segue em direção sul até aproximadamente 42° S, onde, ao encontrar águas costeiras e da corrente das Malvinas, que fluem para o norte, se desvia para leste. A CB transporta águas com elevada temperatura e salinidade ( $T > 20^{\circ} \text{C}$ ;  $S > 36,00$ ) (Garcia, 1997; Castro *et al.*, 2006).

Especificamente na Região Sul, convergem massas de água com origens e características contrastantes: com origem subantártica (ASA) ocorre um ramo costeiro de águas provindas das Malvinas, rico em nitrato, nitrito e fosfato, que, provindo de grandes profundidades da quebra da plataforma, alcança a zona eufótica sobre a plataforma.

Essa região, na faixa mais costeira, recebe, ainda, uma importante contribuição da descarga de água doce do Rio da Prata e das Lagoas dos Patos e Mirim ( $T > 20^{\circ} \text{C}$ ;  $S < 35,00$ ) (Garcia, 1997; Piola *et al.*, 2000). Em decorrência do encontro entre a Corrente do Brasil e águas das Malvinas, aproximadamente na latitude de 42° S, forma-se a Convergência Subtropical, que se desloca para o norte, no inverno, e para o sul, no verão. Desse encontro forma-se a Água Central do Atlântico Sul – ACAS, que nas camadas mais profundas realiza um giro anti-horário, volta-se para norte e pode penetrar na plataforma ao norte de Rio Grande, em Santa Marta, em algumas ocasiões. Ressurgências na quebra da plataforma ocorrem o ano todo, com maior intensidade no inverno e primavera quando há formação de vórtices ciclônicos frontais entre o ramo costeiro da Corrente de Malvinas e a Corrente do Brasil (Garcia, 1997).

A disponibilidade de nutrientes determina altas taxas de produtividade primária, com aumento da concentração de organismos fitoplanctônicos e, em consequência,



elevação da biomassa de organismos zooplânctônicos (Odebrecht & Castello, 2001; Gaeta & Brandini, 2006).

No embaçamento que forma a plataforma da Região Sudeste, e que vai de Cabo Frio ao Cabo de Santa Marta Grande, ocorrem três massas de água com características distintas:

- Água Tropical (AT), que flui na porção superior da Corrente do Brasil em direção sul e que se caracteriza por elevados valores de temperatura e salinidade, baixa concentração de nutrientes e alta concentração de oxigênio dissolvido;
- Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que flui em direção sul na porção inferior da Corrente do Brasil e apresenta valores de temperatura baixos, salinidade média, é rica em nutrientes e pobre em oxigênio dissolvido;
- Água Costeira (AC), que apresenta baixa salinidade e alta quantidade de material em suspensão devido à influência da descarga de águas continentais (Castro *et al.*, 2006). Sua influência atinge os 28° S e sua importância sobre a área deste estudo se destaca pelo fato de estar, possivelmente, associada a altos valores de produção (Madureira, dados não publicados<sup>2</sup>).

Especialmente nos meses de verão, devido à prevalência de ventos nordeste, ocorrem ressurgências da ACAS na plataforma sudeste, principalmente na região de Cabo Frio, estendendo-se até a Ilha de São Sebastião, as quais podem chegar a aflorar na superfície. Esse afloramento traz nutrientes à região eufótica, promove aumento da produção primária fitoplânctônica, a qual passa a sustentar uma maior biomassa de zooplâncton herbívoro, que, por sua vez, é alimento para larvas de peixes e larvas de organismos bentônicos que ali se reproduzem no verão (Gaeta & Brandini, 2006; Katsuragawa *et al.*, 2006).

Outra característica do talude da Região Sudeste é a formação de meandros e vórtices pela Corrente do Brasil, ao longo do ano. Essas formações são causadas pela mudança de direção dessa Corrente na região próxima a Cabo Frio. Os vórtices promovem a ascensão de águas profundas frias e ricas em nutrientes e, segundo alguns autores, permitem que a ACAS penetre e permaneça na borda da plataforma durante o ano todo. Esses fenômenos influenciam diretamente no aumento da produção primária no talude e borda da plataforma (Campos, 1995).

Na plataforma externa da Região Sudeste, as densidades de picoplâncton, formado por cianobactérias e algas eucariontes, variam entre  $1,5 \times 10^2$  e  $5,0 \times 10^5$  células/litro. Na Região Sul, em águas oceânicas, o picoplâncton autotrófico de superfície chega a valores máximos de 108 células/litro (Mesquita & Fernandes, 1995; Odebrecht & Castello, 2001). Máximos subsuperficiais de clorofila a, na plataforma intermediária, na externa e no talude são encontrados quando da presença de ressurgências e vórtices, sendo que acúmulos de larvas de peixes pelágicos e mesopelágicos como a anchoíta (*Engraulis anchoita*) e o peixe-lanterna (*Maurolicus stehmanni*) estão aí presentes (Gaeta & Brandini, 2006).

Quanto ao zooplâncton, os valores do picoplâncton encontrados na área oceânica da Região Sudeste, estão entre  $5,1 \times 10^5$  e  $3,6 \times 10^6$  cel/litro; para o nanoplâncton, as densidades variam entre 0,5 e  $3,2 \times 10^3$  cel/litro. O mesozooplâncton é dominado pelos copépodos, mas cladóceros, quetognatos, taliáceos e apendiculárias são também abundantes na região sul (Dias, 1996; Montú *et al.*, 1997; Lopes *et al.*, 2006). Segundo Lopes *et al.* (*op. cit.*), acredita-se que a produção secundária do zooplâncton nas águas mesotróficas e eutróficas da região sudeste-sul seja tão alta quanto em outros ecossistemas considerados produtivos. Para os copépodos, valores de produção de 2,08 até 44,76 mg carbono/m<sup>3</sup>/dia, foram encontrados por De la Rocha (1998) e Lopes *et al.* (*op. cit.*).

A composição, abundância e freqüência do ictioplâncton da região apresentam grandes variações espaciais e temporais. Larvas das famílias Engraulidae e Clupeidae, especialmente de *Sardinella brasiliensis*, predominam na região da plataforma interna, enquanto larvas de *Engraulis anchoita* concentram-se na plataforma externa. Outros grupos impor-

<sup>2</sup> Dr. Lauro Saint Pastours Madureira (Depto. de Oceanografia, FURG) destaca a observação e detecção massiva de cardumes de peixes em cruzeiros costeiros sob domínio da AC e da ASA da Plataforma, em 2005.



tantes de larvas são: Carangidae, Paralichthyidae e Scombridae. Nas regiões nerítica e oceânica predominam larvas de Myctophidae e Sternoptychidae (Katsuragawa *et al.*, 2006).

Itagaki (1999) identificou uma associação de larvas na isóbata de 100 m, a qual denominou oceânica, e na qual predominaram larvas de peixes mesopelágicos como *Maurolicus stehmanni*, *Pollichthys maui*, *Diaphus dumerelli*, Paralepididae e Nomeidae, associadas à AT, e enfatizando o papel fundamental da CB na distribuição e abundância do ictioplâncton da costa sudeste. Outra assembléia, associada aos locais da plataforma externa sob influência da ACAS, é formada por *Engraulis anchoita*, *Auxis* spp. e *Saurida brasiliensis* (Katsuragawa *et al.*, 1999). O papel da ACAS, além de aportar nutrientes, é importante no transporte de ovos e larvas, o que pode ser exemplificado com a ocorrência de *Maurolicus stehmanni*, que utiliza o movimento de ressurgência para ampliar a área de distribuição de seus ovos e larvas (Ribeiro, 1996), as quais, após a eclosão, seriam transportadas do talude para a plataforma (Weiss *et al.*, 1988).

No Sul, a influência dos processos físicos sobre o ictioplâncton foi demonstrada por Lima & Castello (1995), que relataram a estabilidade da coluna de água, o transporte e retenção larval, bem como o enriquecimento ambiental na seleção do hábitat da anchoíta. Esses autores sugerem que o enriquecimento causado por vórtices e meandros na quebra da plataforma sul, associado ao transporte de Ekman, seria um mecanismo de retenção e acumulação de ovos e larvas, propiciando a manutenção da anchoíta em águas da plataforma. A frente determinada pela presença da Água Subtropical de Plataforma, caracterizada por acentuado gradiente termohalino, condiciona maior estabilidade dos ovos e larvas das famílias Engraulididae, Synodontidae, Bregmacerotidae, Clupeidae e até de grupos mesopelágicos como Myctophidae. Por outro lado, a presença de vórtices na plataforma externa e talude força águas de origem tropical para a plataforma interna, reduz a diversidade e a abundância de larvas neríticas e permite a ocorrência de grupos mesopelágicos (Myctophidae e Scombridae) em áreas mais costeiras (Franco *et al.*, 2005).

Quanto ao bentos, as pesquisas anteriores ao Programa REVIZEE se restringiam à plataforma interna (Lana *et al.*, 1996). Amaral *et al.* (2004) mostraram que entre os 100 e os 500 m de profundidade, nos sedimentos não consolidados, predominam moluscos bivalves, poliquetas, crustáceos, ofiuróides, briozoários e braquiópodos, sendo que o talude revela uma riqueza e diversidade de espécies muito maior do que se previa anteriormente.

A complexidade da cadeia alimentar, que inclui uma grande quantidade de elos, apresenta um número elevado de níveis até que a energia resultante da produção primária chegue ao topo da cadeia. Assim, as águas da região, ainda que ricas em diversidade, não permitem a ocorrência de grande biomassa de peixes como ocorre em outras áreas mais ao sul (Brandini, 2006).

Madureira *et al.* (2005) mostram que os grupos nectônicos dominantes em biomassa no pelagial são *Engraulis anchoita*, *Trichiurus lepturus*, *Illex argentinus*, *Maurolicus stehmanni* e outros peixes mesopelágicos planctívoros. O peixe-lanterna (*M. stehmanni*) apresentou distribuição fortemente associada ao talude, no limite entre a ACAS e a Água Tropical (AT), penetrando sobre a plataforma média e externa nos locais de menor profundidade. Os denominados "mesopelágicos planctívoros" ocupam preferencialmente os limites mais externos da área prospectada, em áreas com predomínio de AT, mas frequentemente contornando os limites da AT e da ACAS. Esse grupo também foi registrado sobre a plataforma média, associado às intrusões da AT. O peixe-espada (*T. lepturus*) predominantemente ocupa águas com temperatura inferiores a 20° C, e o calamar-argentino (*I. argentinus*) foi mais frequentemente localizado em águas frias (entre 5 e 14° C). As espécies mais oceânicas, como o peixe-lanterna e o grupo de mesopelágicos planctívoros tiveram uma ampla distribuição latitudinal, enquanto que a anchoíta (*E. anchoita*) e o peixe-espada apresentaram uma distribuição descontínua (Madureira *et al.*, 2005).

Quanto aos grandes peixes pelágicos, são mais abundantes na área do estudo o tubarão-azul (*Prionace glauca*), o tubarão-noturno (*Carcharhinus signatus*), o tubarão-martelo (*Sphyrna zygaena*), o dourado (*Coryphaena hippurus*) e a albacora-laje (*Thunnus albacares*). A albacora-branca (*Thunnus alalunga*) também é importante, assim como o

anequim (*Isurus oxyrinchus*) e a raia-violeta (*Pteroplatytrygon violacea* antes *Dasyatis violacea*), no inverno e o agulhão-vela, (*Istiophorus albicans*), no verão (Vooren *et al.*, 1999). Estes autores encontraram maior frequência numérica nas capturas de Istiophoridae durante a primavera/verão, enquanto para as albacoras essa relação se deu no inverno, quando é maior a influência da Corrente das Malvinas na área Sul, e as lulas, principal alimento das albacoras e espadartes, são mais abundantes.

Kotas *et al.* (2005) mostram que *Sphyrna lewini* se distribui até os 560 m de profundidade, sobre a plataforma continental, o talude e a região oceânica adjacente, ocorrendo maiores concentrações no talude. As maiores capturas acontecem durante o verão, associadas com a corrente do Brasil, em temperaturas acima de 21° C. Por sua vez, sua congênera, *S. zygaena*, habita águas mais temperadas (em torno de 15° C), ocorrendo principalmente no inverno e primavera, associada à penetração da Água Subantártica (ASA) na superfície, a qual se posiciona sobre a Água Central Atlântico Sul (ACAS).

Com relação à fauna demersal, prospecções com arrasto-de-fundo, realizadas entre 100 e 600 m de profundidade, revelaram 173 espécies de teleosteos, 40 de elasmobrânquios, 22 de cefalópodes, além de 35 de crustáceos (Haimovici *et al.*, 2006). As espécies mais abundantes foram o peixe-galo-de-profundidade (*Zenopsis conchifera*), o barbudo (*Polymixia lowei*), o calamar-argentino (*Illex argentinus*), merluza (*Merluccius hubbsi*), peixe-espada (*Trichiurus lepturus*), abrótea-de-profundidade (*Urophycis mystacea*), *Antigonia capros*, peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), *Caelorinchus marinii* e o sarrão (*Helicolenus lahillei*). Na plataforma externa, as densidades foram maiores ao sul do Cabo de Santa Marta e ao longo de todo o talude.

O batata (*Lopholatilus villarii*), a abrótea-de-profundidade, o cherne-poveiro (*Polyprion americanus*), os tubarões do gênero *Squalus*, o cherne-verdadeiro (*Epinephelus niveatus*) e os tubarões do gênero *Carcharhinus* foram as espécies mais capturadas pelos espinhéis-de-fundo entre 100 e 500 m de profundidade. Nesse caso, as áreas mais piscosas foram localizadas ao sul de Tramandaí (Haimovici *et al.*, 2004). Na região sul, o gradiente de profundidade é marcante sendo que *Polymixia lowei*, *Polyprion americanus*, *Helicolenus lahillei*, *Urophycis mystacea* e o congro-rosa *Genypterus brasiliensis* estiveram associados ao talude superior, enquanto que *Epinephelus niveatus*, o pargo-rosa *Pagrus pagrus*, a cabrinha *Prionotus punctatus* e o namorado *Pseudoperca numida* estiveram associados à região da quebra de plataforma. Na região sudeste, *Polyprion americanus*, *Urophycis mystacea*, *Helicolenus lahillei* e *Merluccius hubbsi* ocorreram em maiores profundidades. Na quebra da plataforma *Epinephelus niveatus*, os cações-gato *Mustelus* spp. e *Caulolatilus chrysops* foram mais abundantes nas menores latitudes, enquanto os cações *Squalus* spp., *Heptranchias perlo* e as moréias *Gymnothorax* spp., nas maiores. *Lopholatilus villarii* foi a espécie que apresentou a mais ampla distribuição batimétrica e latitudinal (Ávila-da-Silva & Haimovici, 2004).

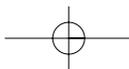
Operações de pesca na plataforma externa e talude são efetuadas com redes de arrasto-de-fundo, sobre os estoques de peixe-sapo (*Lophius gastrophysus*), abrótea-de-profundidade (*Urophycis mystacea*), merluza (*Merluccius hubbsi*), chernes (*Epinephelus niveatus* e *Polyprion americanus*), namorados (*Pseudoperca* spp.), batata (*Lopholatilus villarii*), galo-de-profundidade (*Zenopsis conchifera*), camarão-listrado (*Aristeus antillensis*), camarão-carabineiro (*Aristaeopsis edwardsiana*), moruno (*Aristaeomorpha foliacea*) e caranguejos-de-profundidade (*Chaceon ramosae* e *C. noctialis*). Essas pescarias são recentes, tendo começado em 1998 (Pérez *et al.*, 2003; Pérez *et al.*, 2005).

Com relação aos grandes peixes pelágicos, destacam-se, nas pescarias com espinhel de superfície, o bonito-listrado (*Katsuwonus pelamis*), a albacora-bandolim (*Thunnus obesus*), a albacora-laje (*T. albacares*), a albacora-branca (*T. alalunga*), os agulhões (*Istiophorus albicans*, *Tetrapturus albidus* e *Makaira nigricans*), o cação-anequim (*Isurus oxyrinchus*), o tubarão-azul (*Prionace glauca*), o espadarte (*Xiphias gladius*), e o dourado (*Coryphaena hippurus*). A pesca de emalhe-de-superfície é dirigida aos tubarões martelo (*Sphyrna lewini* e *S. zygaena*), mas ocorrem capturas dos tubarões galha-preta (*Carcharhinus brevipinna* e *C. limbatus*), do galha-branca (*Carcharhinus longimanus*), do cabeça-chata (*C. obscurus*), do machote (*C. signatus*), e outros citados por Kotas *et al.* (2005).



A pesca com espinhel-de-superfície ocorre ao longo de toda a Região Sudeste-Sul e tem como enfoque a captura dos atuns e afins, e dos tubarões supra-citados. A área de pesca delimitada pelas latitudes de 27° S e 34° S e longitudes 52° W e 36° W, situa-se na região da Convergência Subtropical. Nessa zona de mistura, são encontradas ressurgências de borda da plataforma que dão suporte a importantes estoques de peixes pelágicos dos quais se alimentam os atuns (Castello & Habiaga, 1988).

Os desembarques pesqueiros anuais registrados para a Região Sudeste-Sul são da ordem de 240.000 toneladas, valor que representa quase a metade das capturas anuais brasileiras (498.500 toneladas (IBAMA, 2002, 2003, 2004; Valentini & Pezzuto, 2006)) .



# MATERIAIS E MÉTODOS

## Grupos funcionais do modelo ecotrófico

Os grupos funcionais, ou compartimentos do ecossistema, considerados para a elaboração do modelo, foram selecionados com base em diversas publicações da Série Documentos REVIZEE e na estrutura de modelos anteriormente construídos (Vasconcellos & Gasalla, 2001; Gasalla, 2004a; Velasco, 2004; Velasco & Castello, 2005). Para a definição dos grupos foi dada ênfase à importância, em termos de biomassa, das espécies de peixes, seguindo as estimativas inéditas que constam em Madureira *et al.* (2005) e Haimovici *et al.* (2006). Também foram incluídas espécies que foram importantes na composição dos conteúdos estomacais das espécies mais abundantes, mesmo não tendo alta representatividade nas amostragens.

Assim, como elementos do modelo, foram consideradas as espécies de maior importância na área do estudo, de forma individual, ou em grupos compostos de espécies que representam importantes recursos pesqueiros, sendo estas, espécies que compartilham funções ecológicas, habitats e apresentam características demográficas similares. A maioria dos grupos foi estudada no Programa REVIZEE (Amaral *et al.*, 2004; Cergole *et al.*, 2005; Madureira *et al.*, 2005; Haimovici *et al.*, 2006), mas outros foram definidos com base em estudos em andamento ou informações que constam da literatura disponível. No caso específico da biomassa de alguns grupos demersais, como os levantamentos cobriram a área de 100 a 600 m de profundidade e o presente modelo representa a área até os 1000 m, foi estimada uma proporção adicional de biomassa para essa área complementar, segundo o conhecimento dos especialistas que trabalharam nos levantamentos.

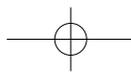
A Tabela 1 apresenta os 30 grupos funcionais considerados no presente modelo. Para a construção da matriz de dieta que relaciona os grupos do modelo entre si, foram utilizadas as referências bibliográficas que constam da Tabela 2.

**Tabela 1** – Composição dos grupos funcionais considerados no modelo ecotrófico do ecossistema da plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente (100-1000 m) do Sudeste-Sul do Brasil.

Nome do grupo trófico	Espécies principais	Espécies secundárias
1 Peixe-sapo	<i>Lophius gastrophysus</i>	
2 Cações pelágicos	<i>Sphyrna</i> spp. <i>Prionace glauca</i> <i>Carcharias taurus</i> <i>Isurus oxyrinchus</i>	
3 Grandes peixes demersais	<i>Lopholatilus villarii</i> <i>Polyprion americanus</i> <i>Pseudoperca numida</i>	
4 Merluza	<i>Merluccius hubbsi</i>	
5 Peixe-galo	<i>Zenopsis conchifera</i>	
6 Atuns e afins	<i>Thunnus obesus</i> <i>Thunnus albacares</i> <i>Thunnus alalunga</i> <i>Thunnus thynnus</i> <i>Xiphias gladius</i> <i>Istiophorus albicans</i> <i>Makaira nigricans</i>	

Tabela 1 – Continuação.

Nome do grupo trófico	Espécies principais	Espécies secundárias
7 Calamar-argentino	<i>Illex argentinus</i>	
8 Cações demersais	<i>Mustelus schmitti</i> <i>Squalus</i> spp. <i>Squatina</i> spp.	<i>Carcharhinus signatus</i>
9 Sarrão	<i>Helicolenus lahillei</i>	
10 Raias	<i>Atlantoraja platana</i> <i>Atlantoraja cyclophora</i>	<i>Sympterygia bonapartii</i>
11 Peixe-espada	<i>Trichiurus lepturus</i>	
12 Bonito-listrado	<i>Katsuwonus pelamis</i>	
13 Abrótea-de-profundidade	<i>Urophycis mystacea</i>	
14 Outros peixes demersais	<i>Beryx splendens</i> <i>Thyrstlops lepidopoides</i> <i>Mullus argentinae</i> <i>Synagrops</i> spp. <i>Genypterus brasiliensis</i> <i>Bassanago albescens</i> <i>Malacocephalus occidentalis</i> <i>Bembrops heterurus</i> <i>Caelorinchus marini</i> <i>Paralichthys</i> spp.	
15 Linguados	<i>Antigonia capros</i>	
16 <i>Antigonia capros</i>	<i>Polymixia lowei</i>	
17 <i>Polymixia lowei</i> (barbudo)	<i>Prionotus punctatus</i>	
18 Cabrinha	<i>Umbrina canosai</i>	Outros sciaenidae
19 Sciaenidae	<i>Maurolicus stehmanni</i>	
20 Peixe-lanterna	<i>Lobianchia dofleini</i> <i>Lobianchia gemellarii</i> <i>Diaphus brachycephalus</i> <i>Diaphus garmani</i> <i>Diaphus mollis</i> <i>Diaphus holti</i> <i>Diaphus taaning</i> <i>Diaphus perspicillatus</i> <i>Diaphus metopoclampus</i> <i>Diaphus dumerilii</i> <i>Diaphus bertelseni</i> <i>Diaphus problematicus</i> <i>Myctophum affine</i> <i>Myctophum selenops</i> <i>Ceratoscopelus warmingii</i>	<i>Notoscopelus resplendes</i> <i>Vinciguerra</i> spp. <i>Pollichthys</i> sp. <i>Higophum</i> spp. <i>Argyropelecus</i> sp. <i>Lepidophanes</i> sp. <i>Scopelopsis</i> sp. <i>Lampichthys</i> sp. <i>Gymnoscopelus</i> sp. <i>Xenodermichthys</i> sp. <i>Cubiceps</i> spp. <i>Bolinichthys</i> sp. <i>Diplophos</i> spp. <i>Symbolophorus</i> sp. <i>Gonastomatidae</i> <i>Manducus</i> sp. <i>Argentina</i> sp. <i>Trachipterus</i> sp.
22 <i>Ariomma bondi</i>	<i>Ariomma bondi</i>	
23 Outros peixes forrageiros	<i>Trachurus lathami</i> <i>Bregmaceros atlanticus</i> <i>Bregmaceros cantori</i> <i>Engraulis anchoita</i> <i>Chaceon notialis</i> <i>C. ramosae</i>	<i>Scomber japonicus</i>
24 Anchoíta	<i>Aristaopsis edwardsiana</i> <i>Aristaomorpha foliacea</i> <i>Aristeus antillensis</i>	
25 Caranguejos <i>Chaceon</i> spp.	Outros invertebrados bentônicos	
26 Camarões-de-profundidade	Zooplâncton	
27 Bentos	Fitoplâncton	
28 Zooplâncton	Detrito	
29 Fitoplâncton		
30 Detrito		



**Tabela 2** – Estudos consultados para a construção da matriz de dietas.

Grupo funcional	Fonte
<i>Antigonia capros</i>	Browman <i>et al.</i> , 2000; Martins, 2000
<i>Trichiurus lepturus</i>	Muto <i>et al.</i> , 2005; Martins <i>et al.</i> 2005
<i>Zenopsis conchifera</i>	Muto <i>et al.</i> 2005
<i>Illex argentinus</i>	Santos & Haimovici, 1997; Martins, 2000
<i>Merluccius hubbsi</i>	Martins, 2000; Muto, 2004
<i>Polymixia lowei</i>	Muto <i>et al.</i> , 2005; Nascimento, 2006
<i>Lophius gastrophysus</i>	Muto <i>et al.</i> , 2005
<i>Ariomma bondi</i>	Martins, 2000
Sciaenidae	Martins, 2000
<i>Urophycis mystacea</i>	Martins, 2000
<i>Prionotus punctatus</i>	Martins, 2000; Tubino, 1999; Soares, 1992
Linguados	Ignácio & Haimovici, 2005
Raias	Soares <i>et al.</i> , 1993; Capítoli <i>et al.</i> , 1995; Cousseau & Perrota, 1998; Skjæraasen & Bergstad, 2000; Paesch, 2000; Morato <i>et al.</i> , 2003
Cações demersais	Vaske & Rincon 1998
<i>Helicolenus lahillei</i>	Muto <i>et al.</i> , 2005
<i>Engraulis anchoita</i>	Schwingel, 1998; Martins, 2000
<i>Maurolicus stehmanni</i>	Browman <i>et al.</i> , 2000
Mesopelágicos planctívoros	Froese & Pauly, 2006
<i>Myctophidae</i>	Browman <i>et al.</i> , 2000
Atuns e afins	Vaske & Castello, 1998; Browman <i>et al.</i> , 2000; Hassani <i>et al.</i> , 1997; Allain, 2001; Okey & Pugliese, 2001
<i>Katsuwonus pelamis</i>	Vilela, 1990
Grandes demersais	Martins, 2000
Outros peixes demersais	Muto <i>et al.</i> , 2005
Cações pelágicos	Cousseau & Perrota, 1998; Vaske & Rincon, 1998; Avsar, 2001.
Outros peixes forrageiros	Carvalho, 2000; Froese & Pauly, 2006; Chavez-Solano, 1976; Mendo, 1984
Caranguejos <i>Chaceon spp</i>	Domingos <i>et al.</i> , 2003;
	Cartes, J. (com. pess.); Hastie, L. (com. pess.)
Camarões-de-profundidade	Gasalla, 2004a; Velasco, 2004 (outras espécies)

## Descrição dos parâmetros adotados para cada grupo, e as adaptações realizadas para a estruturação do modelo

### 1. *Lophius gastrophysus* (Peixe-sapo)

A biomassa considerada no modelo foi calculada segundo as estimativas realizadas por Perez *et al.* (2005), expandidas para a área do modelo. Ao total de 13 379 toneladas, estimadas para a área entre 100 e 600 m de profundidade, foram adicionados 10% para representar a área total, até os 1000 m. O valor do parâmetro P/B foi obtido como sendo o Z que consta em Perez *et al.* (2005).

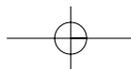
A razão Q/B foi estimada através da equação empírica de Palomares & Pauly (1998), a partir dos parâmetros populacionais de Perez *et al.* (2005) e da relação peso-comprimento (Haimovici & Velasco, 2000).

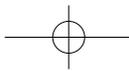
### 2. Cações pelágicos

Neste grupo, foram avaliados diversos parâmetros para o cálculo de P/B e Q/B e adotadas as estimativas de Velasco (2004), com base em Froese & Pauly (2003). O valor de biomassa total para o grupo foi estimado pelo próprio modelo.

### 3. Grandes peixes demersais

Os valores de biomassa do grupo foram aproximados, com base nos valores citados em Ávila-da-Silva (2002) e Haimovici (dados não publicados). Considerou-se que na área e





no período do estudo, os estoques de cherne, namorado e batata, juntos, estariam na ordem das 9 000 toneladas. Para definir o valor de P/B, foi considerado o valor máximo de Z obtido em Ávila-da-Silva & Haimovici (2005). Para o cálculo de Q/B, a partir dos parâmetros de Ávila-da-Silva & Haimovici (*op. cit.*), foi utilizada a equação empírica de Palomares & Pauly (2006), e o valor foi ajustado para uma eficiência bruta compatível.

#### 4. *Merluccius hubbsi* (Merluza)

O valor de biomassa de entrada (0,185 ton/km<sup>2</sup>) foi obtido considerando-se as estimativas que constam em Haimovici et al. (2006), para a área do levantamento. Assim, ao valor estimado de 20 715,5 toneladas, para a área até 600 m, foram adicionados 50% do mesmo, como correção para a área até 1000 m de profundidade. O P/B foi estimado com base em Vaz-dos-Santos & Rossi-Wongtschowski (2005), e o Q/B utilizando-se a equação de Palomares & Pauly (1998) e os parâmetros de crescimento de Vaz-dos-Santos & Rossi-Wongtschowski (2005).

#### 5. *Zenopsis conchifera* (Peixe-galo-de-profundidade)

Foram considerados os valores de biomassa que constam em Haimovici et al. (2006) e adequados à área do modelo. Ao valor de 32 938 toneladas estimadas para a área até 600 m, foi acrescentado um valor de 10% do original, necessário para estimar a biomassa da área até 1000 m. O valor de M obtido por Duarte-Pereira et al. (2005) foi considerado como sendo equivalente a Z e, portanto, ao P/B do grupo. Para o cálculo de Q/B da espécie, foi utilizado um valor de eficiência bruta (P/Q) de 20%.

#### 6. Atuns e afins

O valor de P/B para o grupo dos atuns e afins foi estimado a partir da média ponderada dos valores de Z encontrados em Arfelli (1996), Vasconcellos (2002), Cox et al. (2002) e Froese & Pauly (2006). A ponderação foi realizada com base na importância de cada espécie nos desembarques pesqueiros da Região Sudeste-Sul (IBAMA, 2002, 2003, 2004). O valor de Q/B foi estimado considerando uma eficiência bruta de 0,05 para o grupo, sendo o resultado compatível com valores encontrados em outros modelos para as espécies componentes do grupo (Cox et al. 2002; Vasconcellos, 2002).

Foi utilizada uma eficiência ecotrófica de 0,07, considerando que apenas parte da biomassa do grupo permanece na área do estudo, devido à migração que estas espécies apresentam.

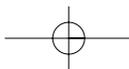
#### 7. *Illex argentinus* (Calamar argentino)

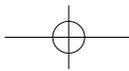
Inicialmente foi adotada a estimativa de biomassa apresentada em Haimovici et al. (2006), por se tratar de valores superiores aos obtidos pela prospecção hidroacústica (Madureira et al., 2005). Porém, como esse valor representa apenas a área até 600 m e sabe-se que concentrações da espécie ocorrem em maiores profundidades, ao valor de 26 471 toneladas, foram adicionados 75% do mesmo, para representar a área total do modelo. No entanto, de acordo com as restrições do método de área varrida para o caso da avaliação dos calamares, considera-se que o valor obtido de 0,275 toneladas/km<sup>2</sup> pode estar subestimado.

Com relação ao P/B, foi utilizado um valor de Z entre 3 e 3,5, com base em Basson et al. (1996), que estimaram valores de mortalidade natural semanal de 0,06, para o estoque da região das ilhas Malvinas. Quanto ao Q/B, foi considerada a eficiência bruta (P/Q) de 10% compatível com cefalópodes oceânicos (Christensen et al., 2004).

#### 8. Cações demersais

Inicialmente, os valores de biomassa apresentados por Haimovici et al. (2006) para *Mustelus schmitti*, *Squalus* spp. e *Squatina* spp. foram somados e divididos pela área do modelo, obtendo-se o valor de 0,101 toneladas/km<sup>2</sup>. Considerando que na área do





estudo ocorrem ainda outros cações como *Galeorhinus galeus* e *Carcharhinus* spp., esse valor inicial foi considerado subestimado.

O valor de P/B foi calculado como a média dos valores de Z encontrados em Froese & Pauly (2006), Mackinson (2001) e Velasco (2004). O valor de Q/B foi obtido através da equação de Palomares & Pauly (1998) para *Carcharhinus signatus*, usando parâmetros de crescimento de Lessa (com. pess.<sup>3</sup>).

### 9. *Helicolenus lahillei* (Sarrão)

A biomassa desta espécie foi calculada, inicialmente, com base nas estimativas realizadas pelo método da área varrida apresentados por Haimovici *et al.* (2006), e que corresponderam a 0,041 toneladas/km<sup>2</sup>, quando padronizados para a área do modelo. Para esse cálculo, considerou-se que mais 25% da biomassa que ocorre até os 600 m estaria presente na região entre 600 e 1000 m de profundidade, valor que foi adicionado ao original de 5 546,5 toneladas.

O valor de P/B inicial foi estimado através do uso da fórmula empírica de Pauly (1980) para mortalidade natural (0,083) e um F aproximado. Considerando que a pesca atua, mesmo que indiretamente, sobre o estoque, o valor de entrada de Z = 0,1 foi considerado uma aproximação razoável. A razão Q/B foi estimada através da equação de Palomares & Pauly (1998), segundo dados de Bernardes *et al.* (2005).

### 10. Raias

Utilizando as estimativas de biomassa encontradas por Haimovici *et al.* (2006) para *Atlantoraja platana* (6 783,5 t) e *A. cyclophora* (9 097,5 t), foram encontrados, para este grupo, valores de 0,094 toneladas/km<sup>2</sup>. Porém, ao considerar a presença de outras espécies de raias na área do estudo (*Myliobatis* spp. e *A. castelnaui*, por exemplo), considerou-se que o valor inicial estaria subestimado. Utilizando o valor de F = 0,13, encontrado em Casarini (2006), e os valores de desembarque reportados pelo IBAMA (2004), a biomassa estimada atingiria algo em torno de 0,12 toneladas/km<sup>2</sup>, sendo esse o valor considerado para entrada no modelo, porém com a ressalva de constituir provável subestimativa.

O valor inicial de P/B de 0,15 foi adotado com base em Casarini (2006) e a Q/B foi obtida considerando-se uma eficiência bruta de 20% para o grupo.

### 11. *Trichiurus lepturus* (Peixe-espada)

A biomassa do peixe-espada foi calculada com base nas estimativas realizadas através de prospecção hidroacústica (Madureira *et al.* 2005), resultando em 189 243,8 toneladas, valor que foi compatibilizado para a área do modelo. O valor de P/B adotado foi a média de valores de Z encontrados por Magro (2006), resultantes do uso de diversos métodos. A razão Q/B foi estimada a partir da equação de Palomares & Pauly (1998), segundo parâmetros de Haimovici & Velasco (2000) e Magro (2005).

### 12. *Katsuwonus pelamis* (Bonito-listrado)

As estimativas de biomassa para a espécie apresentam níveis elevados de incerteza para o estoque do Atlântico Sudoeste como um todo (Andrade, com. pess.<sup>4</sup>). Para fins de modelagem, e considerando que o estoque é pescado somente nessa região, foi assumido que na área do modelo estariam presentes 50 % da biomassa total do estoque no Oceano Atlântico Sudoeste (Andrade, 2006).

O valor de P/B utilizado foi obtido de Vasconcellos (2002) (1,35), sendo que Vilela & Castello (1993) apresentam valores um pouco inferiores (1,25), mas relativos ao período 1980-86. A razão Q/B foi obtida de Cox *et al.* (2002).

3 Dra. Rosângela Lessa, Lab. de Biologia Pesqueira, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE.

4 Dr. Humber A. Andrade, Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), Itajaí, SC.



### 13. *Urophycis mystacea* (Abrótea)

Para esta espécie, o cálculo da biomassa foi feito com base nas informações constantes em Haimovici *et al.* (2006). Ao valor original de 10 522 toneladas, estimadas até os 600 m de profundidade, foi acrescentado 25%, na tentativa de corrigir os valores para a área total.

Para a razão P/B foi adotado um valor de Z compatível com Haimovici *et al.* (2006). A estimativa de Q/B foi realizada usando a fórmula de Palomares & Pauly (1998), e os parâmetros de Haimovici *et al.* (2005).

### 14. Outros peixes demersais

Para o cálculo da biomassa deste grupo, foram somadas as estimativas de biomassa de cada espécie componente (ver Tabela 1), estimadas por Haimovici *et al.* (2006), tendo-se obtido o valor de 0,24 toneladas/km<sup>2</sup>. Foram adotados os valores de P/B e Q/B de Gasalla (2004a).

### 15. *Paralichthys* spp. (Linguados)

Assim como para as demais espécies demersais, o cálculo da biomassa foi feito com base em Haimovici *et al.* (2006). As estimativas de biomassa para *Paralichthys isosceles* estariam próximas às 8300 toneladas.

O valor adotado para P/B foi aquele de  $M + F$ , usando valores de Haimovici & Araújo (2005) obtidos para *P. patagonicus*.

A estimativa de Q/B foi realizada empiricamente, segundo Palomares & Pauly (1998).

### 16. *Antigonia capros*

Para esta espécie foi adotada também a estimativa de biomassa apresentada por Haimovici *et al.* (2006), de 44 235 toneladas.

Foi considerado um valor de M segundo Froese & Pauly (2006), para P/B, e fixada uma eficiência bruta de 20% para cálculo de Q/B.

### 17. *Polymixia lowei* (Barbudo)

Para a compatibilização do cálculo de biomassa, foram utilizadas as estimativas de biomassa por área varrida que constam em Haimovici *et al.* (2006). Ao valor original de 19 944 toneladas, para a área até 600 m, foram adicionados 25% desse valor, corrigindo-se a estimativa até os 1000 m de profundidade. Foi adotado um valor de M, segundo Froese & Pauly (2006), para espécie congênera, e o Q/B foi estimado usando a fórmula de Palomares & Pauly (1998) e parâmetros de Haimovici & Velasco (2000) e Froese & Pauly (2006).

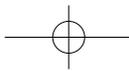
### 18. *Prionotus punctatus* (Cabrinha)

Foram utilizadas as estimativas de biomassa por área varrida de Haimovici *et al.* (2006) para cálculo compatível com a área do modelo. O valor de Z estimado em Andrade *et al.* (2005) foi considerado como P/B para o grupo, e o Q/B calculado fixando-se a eficiência bruta da espécie conforme considerações ecofisiológicas compatíveis.

### 19. Sciaenidae

Este grupo está representado essencialmente por *Umbrina canosai*. Foram utilizadas as estimativas de biomassa por área varrida obtidas por Haimovici *et al.* (2006) para a espécie. Para a área do modelo, esse valor atinge 0,063 toneladas/km<sup>2</sup>. Considerando que possa haver outras espécies de Sciaenidae na área (possivelmente oriundos da plataforma interna), foi considerada inicialmente uma biomassa de 0,07 toneladas/km<sup>2</sup>.

O valor de P/B seguiu estimativa de Z obtida de Haimovici *et al.* (2005). A razão Q/B foi estimada usando a fórmula empírica de Palomares & Pauly (1998).



## 20. *Maurolicus stehmanni* (Peixe-lanterna)

A biomassa desta espécie foi calculada com base nas estimativas realizadas através da prospecção hidroacústica que constam em Madureira *et al.* (2005). A biomassa da espécie na área do estudo atingiria 666 804 toneladas.

Para estimativa de P/B e Q/B, foram adotados respectivamente valores de M e Q/B, segundo Froese & Pauly (2006), para espécie congênere, mas utilizando na equação empírica a temperatura do ambiente onde vive o recurso, segundo consta em Velasco (2004).

## 21. Mesopelágicos planctófagos

Foram utilizadas as estimativas de biomassa realizadas através de prospecção hidroacústica e que constam em Madureira *et al.* (2005). Em média, um total de 549 747 toneladas destes peixes estariam disponíveis na área de estudo, sendo que 61% da biomassa deste grupo é composto por espécies da Família Myctophidae (Madureira, dados não publicados).

O valor de P/B seguiu a estimativa de M realizada para *Diaphus* spp. através da equação de Pauly (1980), utilizando-se os parâmetros que constam em Gartner (1991). O valor de Q/B foi obtido com base em Froese & Pauly (2006).

## 22. *Ariomma bondi*

Foram considerados os valores de biomassa que constam em Haimovici *et al.* (2006), atingindo 10 716,5 toneladas e adequados à área do modelo. Foi estimado um valor de M, segundo Pauly (1980), e de Q/B, usando a fórmula de Palomares & Pauly (1998) e parâmetros de Madureira & Rossi-Wongtschowski (2005) e Froese & Pauly (2006).

## 23. Outros peixes forrageiros

Para este grupo foi calculada a média entre os valores de M para as espécies componentes do grupo (ver Tabela 1), segundo Froese & Pauly (2006) e fórmula empírica de Pauly (1980).

Para estimar o valor de Q/B usou-se a média entre valores de Froese & Pauly (2006), Okey *et al.* (2004), e estimativas realizadas usando Palomares & Pauly (1998). A estimativa da biomassa do grupo foi realizada pelo modelo.

## 24. *Engraulis anchoita* (Anchoíta)

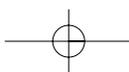
Os valores médios das estimativas de biomassa obtidos pela prospecção hidroacústica do Programa REVIZEE (Madureira *et al.*, 2005) foram divididos pela área total do modelo e resultaram em um valor em torno de 0,95 toneladas/km<sup>2</sup>. Porém, é provável que esses valores estejam bastante subestimados. Estimativas posteriores, de outros projetos, indicam a existência de concentrações de biomassa mais elevadas em áreas localizadas na Região Sul, podendo chegar a 1 000 000 de toneladas (Madureira & Castello, com. pess.<sup>5</sup>). Com base nessas observações, foi considerada a existência de uma biomassa de 500 000 toneladas de anchoíta para a área representada pelo modelo.

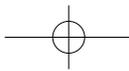
O valor de P/B segue estimativa de Z de Castello (2005). Para Q/B foi utilizada a fórmula de Palomares & Pauly (1998) e os parâmetros de Castello (2005) e Madureira & Rossi-Wongtschowski (2005).

## 25. Caranguejos *Chaceon* spp.

Neste compartimento foram incluídos *Chaceon notialis* (caranguejo-vermelho) e *C. ramosae* (caranguejo-real), também de interesse pesqueiro, reportados em Pezzuto *et al.* (2005) e em Athiê & Rossi-Wongtschowski (2004).

<sup>5</sup> Dr. Lauro S. P. Madureira e Dr. Jorge P. Castello, Depto. de Oceanografia, FURG, Rio Grande, RS.





Os valores de biomassa e desembarque pesqueiros seguiram Pezzuto *et al.* (op. cit.). Para estimativa de P/B foi considerado um valor de M da literatura (em torno de 0,15) (Defeo *et al.*, 1992) e assumido um F de 0,45, segundo Pezzuto *et al.* (op. cit.). Rocha *et al.* (2003) estimaram um P/B de 0,6 para Brachyura. Nesse sentido, o valor adotado pareceu razoável também do ponto de vista bioecológico.

Para a estimativa da razão Q/B, foi considerado que o grupo tem uma eficiência bruta (P/Q) de 9%.

Embora Domingos *et al.* (2003) considerem este grupo como de predadores piscívoros, foi considerado, neste modelo, que os peixes encontrados na dieta dos caranguejos-de-profundidade eram peixes mortos ou provenientes dos descartes da pesca (Cartes, com. pess.<sup>6</sup>; Hastie, com. pess.<sup>7</sup>).

## 26. Camarões-de-profundidade

Neste compartimento foram incluídos os grupos de interesse pesqueiro, reportados por Pezzuto *et al.* (2005), como sendo os camarões da família Aristeidae: *Aristaeopsis edwardsiana* (camarão "carabineiro"), *Aristaomorpha foliacea* (camarão "moruno"), e *Aristeus antillensis* (camarão "listrado").

Para estimativa do P/B, foram utilizados valores de M da literatura (em torno de 0,65) (Papaconstantinou & Kapiris, 2001) e um F de 0,3.

Para estimativa da Q/B, foi considerado que o grupo deva ter uma eficiência bruta (P/Q) de 9%.

## 27. Bentos

Os diversos grupos faunísticos bentônicos da área de estudo foram agrupados em um único compartimento, com base na literatura (i.e. Amaral *et al.*, 2005, principalmente, além de Pérez & Wahrlich, 2005). A metodologia utilizada para coletar organismos bentônicos não permite uma adequada estimativa e comparação da biomassa bentônica, consequência da utilização de diferentes amostradores (dragas, pegadores e *box-corer*), privilegiando mais o levantamento faunístico propriamente dito. Para a composição do modelo, foram utilizadas as tabelas apresentadas por Amaral *et al.* (2005) para o cálculo de biomassa por área coberta pelos diferentes amostradores. Através desse cálculo, foi obtido um valor médio de biomassa bentônica de 41 g/m<sup>2</sup> para a área entre 100 e 500 m de profundidade. Por considerar que esse valor estaria subestimado, foi assumido arbitrariamente um aumento de 10% desse valor, para a área toda.

Foi considerado um valor de P/B equivalente a 2,5/ano, com base nas estimativas encontradas em Vasconcellos (2002) e em Gasalla (2004a), e uma eficiência bruta (P/Q) de 12%, para o cálculo de Q/B.

## 28. Zooplâncton

Embora estimativas de produção secundária para a área do estudo ainda não estejam disponíveis, Muxagata (1999) e Lopes *et al.* (2006) apresentam estimativas de biomassa zooplânctônica para algumas zonas, com grande amplitude de variação. Por essa razão, optou-se por seguir Lopes (com. pess.<sup>8</sup> dados obtidos por Matsuura, Projetos FINEP, TS, Salps) para se obter uma proporção entre o volume médio zooplânctônico encontrado na área de plataforma interna (até 100 m) e aquele na área entre 100 e 1000 m. O valor assumido para a modelagem foi calculado com base nessa proporção em relação à estimativa realizada por Gasalla (2004a) (área até 100 m), baseada na mesma fonte de dados de Matsuura (op.cit.).

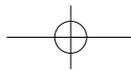
Foram adotados os valores de P/B de Gasalla (2004a) e uma eficiência bruta (P/Q) de 30% para o cálculo de Q/B.

<sup>6</sup> Dr. Joan Cartes, Institut de Ciències del Mar, Barcelona, Espanha.

<sup>7</sup> Dr. Lee Hastie, Univ. De Aberdeen, Escócia, Reino Unido.

<sup>8</sup> Dr. Rubens M. Lopez, Lab. De Zooplâncton, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo.





## 29. Fitoplâncton

Os dados de produção primária e biomassa fitoplanctônica foram obtidos de Odebrecht & Garcia (1997), Gaeta (1999), Gaeta & Brandini (2006). Gaeta & Brandini (2006) sugerem que a produção primária média na área do estudo estaria em torno de 0,5 gC/m<sup>2</sup>/dia. Embora os valores de produção decresçam com o aumento da profundidade, a existência de vórtices frontais, com eventos de alta produtividade (2,4 gC/m<sup>2</sup>/dia), explicariam os valores médios bastante elevados para a área.

Assim, foi calculado um valor médio, segundo as estimativas de Gaeta (1999) para aqueles estratos entre 100 e 2400 m de profundidade, que atinge uma produção de 182,5 gC/m<sup>2</sup>/ano.

Foram estimados também valores médios de biomassa fitoplanctônica, com base nos dados de Gaeta & Brandini (2006) para Clorofila a integrada na camada eufótica, para as diferentes massas d'água e profundidades. Segundo Gaeta (com. pess.<sup>9</sup>) seria razoável adotar para a área do modelo uma ponderação das massas d'água, em importância de 70% de Água de Plataforma (AP), e 30% de Água Tropical (AT). Com esses valores, foi obtida uma biomassa média de 39,9 mg/cl-a/m<sup>2</sup>.

Para converter biomassa de clorofila em carbono, foi usado um fator de conversão de 1:25, e de biomassa de carbono para peso úmido, de 1:10 (Browder, 1993; Lalli & Parsons, 1993).

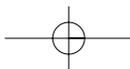
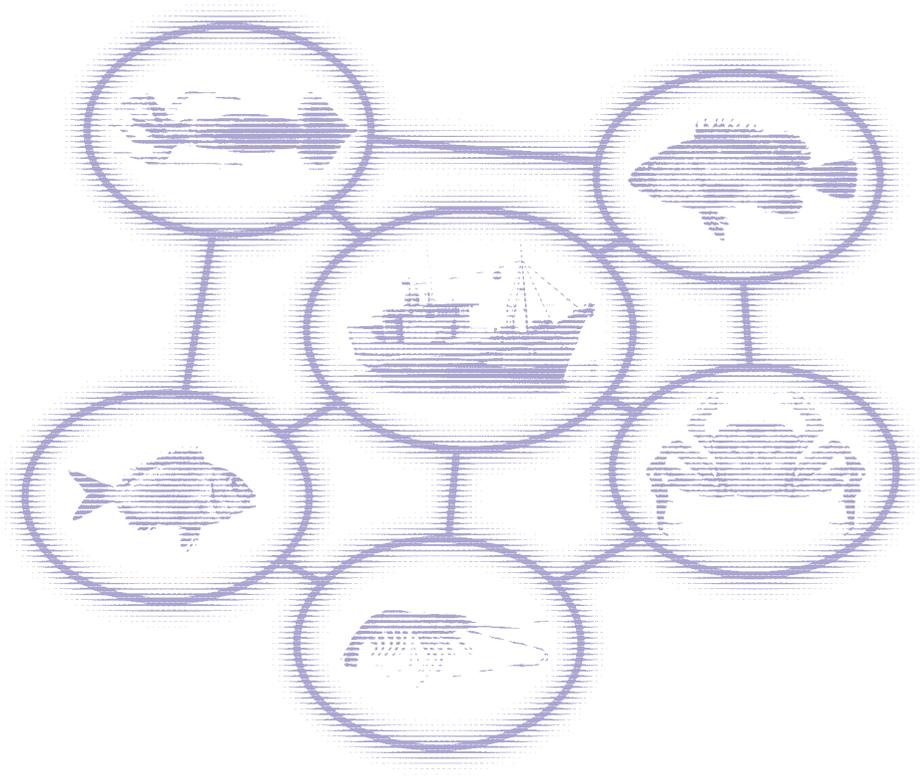
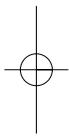
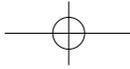
## 30. Detrito

Na área do estudo, as fontes de matéria orgânica são fitoplâncton e outros fitodetrítos pelágicos, carcaças e fezes dos animais, além de materiais oriundos do transporte que ocorre no sentido plataforma-talude.

No presente modelo, o grupo detrito inclui, também, os descartes realizados pela pesca.

<sup>9</sup> Dr. Salvador Airon Gaeta, Lab. de Produção Primária, Instituto Oceanográfico da USP São Paulo.





# RESULTADOS

## Ajuste dos parâmetros e “balanceamento” do modelo

A estratégia utilizada para equilibrar o modelo foi, na medida do possível, a de não alterar as estimativas independentes de biomassa, P/Bs e Q/Bs. Isso significa que o balanceamento consistiu primariamente em ajustes na matriz de dieta para conseguir que o sistema pudesse suportar as estimativas de biomassa e fluxos entre os grupos (elos de predação) estabelecidos. Esse procedimento foi realizado de forma a evitar alterar os elos fundamentais que caracterizam as relações entre os grupos, como é praxe no processo de equilibrar os modelos (Christensen *et al.*, 2004).

No entanto, algumas exceções ocorreram com relação aos valores de biomassa iniciais dos grupos anchoíta, bonito, sarrão, dos grupos “mesopelágicos planctívoros” e “outros demersais”, que foram ajustados dentro da faixa de variação das estimativas disponíveis (detalhadas na seção anterior).

No caso da anchoíta, foi necessário adotar os valores superiores da faixa de estimativas disponíveis, para que a mesma pudesse suportar a predação descrita pelo modelo. No caso da biomassa dos mesopelágicos planctívoros, a modelagem sugere que, pelo fato de o grupo ser composto por diversas espécies, poderia ter havido uma sub-estimativa inicial desse parâmetro. No entanto, um aumento da biomassa dos “outros demersais” (de 0,24 a 0,34 t/km<sup>2</sup>) foi necessário para que o grupo suportasse a grande predação. Da mesma forma, a biomassa do sarrão foi aumentada de 0,04 para 0,08 t/km<sup>2</sup>, considerando que as estimativas com rede de arrasto-de-fundo devem subestimar sua abundância, sendo que o grupo mostrou-se importante na pesca com pargueiras, armadilhas e espinhel de fundo (Haimovici *et al.*, 2004; Bernardes *et al.*, 2005). No caso do calamar *Illex argentinus*, também foi necessário um pequeno ajuste no valor de entrada inicial (de 0,275 para 0,30 t/km<sup>2</sup>).

Com relação aos valores de P/B, o modelo se ajustou melhor ao se adotarem os valores superiores da faixa de Z disponíveis para os grupos Sciaenidae (*Umbrina canosai*) (0,8) e a abrótea-de-profundidade (*Urophycis mystacea*) (0,9). O P/B do sarrão (*Helicolenus lathillei*), baseado em valores de Z, revelou-se também subestimado.

Quanto aos valores de desembarque iniciais (segundo dados do IBAMA, 2002, 2003, 2004), foram reduzidos para o grupo Sciaenidae (em 90%), considerando que o desembarque de *Umbrina canosai*, que foi efetivamente capturada, na área do modelo, é apenas uma fração do total. Da mesma forma, os valores iniciais para *Prionotus punctatus* foram reduzidos para 0,004 t/km<sup>2</sup>, já que com os valores reportados pela estatística pesqueira, e que representam a pesca na área costeira, o modelo calculava um valor de  $F = 0,1$ , que não seria realista para representar a área modelada.

Inicialmente, o presente modelo do ecossistema da plataforma continental externa, talude, e região oceânica adjacente (100-1000 m) do Sudeste/Sul do Brasil mostrou-se desbalanceado para os grupos “peixe-galo”, “raias”, “merluza”, “Sciaenidae”, “anchoíta”, “calamar” e “sarrão”. Foi detectada a relação triangular entre merluza, calamar e anchoíta (Tabela 4) como sendo um ponto de estrangulamento do processo de balanceamento.

A parametrização do modelo e os valores finais para cada grupo funcional constam da Tabela 3, estando grifados aqueles calculados iterativamente pelo programa de modelagem.

Os ajustes necessários na matriz de dieta que foram implementados podem ser observados na Tabela 4, onde constam os valores finais considerados na construção do modelo.

**Tabela 3** – Parâmetros finais do modelo ecotrófico do ecossistema da plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente (100 – 1000 m) do Sudeste-Sul do Brasil. Os valores sublinhados foram estimados iterativamente pelo modelo.

Nome do grupo	Nível trófico	Biomassa (t/Km <sup>2</sup> )	P/B (/ano)	Q/B (/ano)	Eficiência ecotrófica	Prod./ Cons.	Desembarques (t)
1 <i>Lophius Gastrophisus</i>	4,66	0,087	0,30	2,30	0,566	0,130	0,0137
2 Cações pelágicos	4,35	0,255	0,30	4,00	0,900	0,075	0,0275
3 Grandes peixes demersais	4,15	0,056	0,24	3,00	0,685	0,080	0,0092
4 <i>Merluccius hubbsi</i>	4,11	0,250	0,95	2,96	0,976	0,321	0,0069
5 <i>Zenopsis conchifera</i>	4,11	0,215	0,30	1,50	0,853	0,200	–
6 Atuns e afins	3,96	0,513	0,50	9,00	0,700	0,056	0,0408
7 <i>Ilex argentinus</i>	3,95	0,340	3,50	20,00	0,990	0,175	0,0155
8 Cações demersais	3,94	0,180	0,30	1,89	0,995	0,159	0,0275
9 <i>Helicolenus lahillei</i>	3,84	0,080	0,30	2,75	0,965	0,109	0,0000
10 Raias	3,65	0,200	0,15	0,75	0,439	0,200	0,0130
11 <i>Trichiurus lepturus</i>	3,65	1,124	0,72	2,46	0,466	0,293	0,0064
12 <i>Katsuwonus pelamis</i>	3,54	0,500	1,35	20,00	0,446	0,068	0,1450
13 <i>Urophycis mystacea</i>	3,54	0,078	0,95	4,35	0,996	0,218	0,0200
14 Outros peixes demersais	3,51	0,340	1,00	4,00	0,992	0,250	–
15 <i>Paralichthys</i> spp.	3,49	0,049	1,10	5,30	0,213	0,208	0,0111
16 <i>Antigonia caprus</i>	3,41	0,263	0,61	3,05	0,429	0,200	–
17 <i>Polimixia lowei</i>	3,38	0,148	0,82	5,09	0,845	0,161	–
18 <i>Prionotus punctatos</i>	3,16	0,059	0,38	2,00	0,665	0,191	0,0040
19 Scianidade	3,15	0,070	0,80	4,67	0,976	0,171	0,0044
20 <i>Mauroliticus stehmanni</i>	3,05	3,961	1,30	20,10	0,471	0,065	–
21 Mesopelágicos planctófagos	3,00	3,600	1,00	12,66	0,716	0,079	–
22 <i>Ariomma bondi</i>	3,00	0,060	0,84	4,09	0,219	0,206	–
23 Outros peixes forrageiros	3,00	1,992	1,20	10,97	0,950	0,109	–
24 <i>Engraulis anchoita</i>	2,95	2,970	1,29	11,70	0,971	0,110	–
25 Carangueijo <i>Chaceon</i> spp.	2,23	0,150	0,50	5,55	0,841	0,090	0,0113
26 Camarões-de-profundidade	2,23	1,243	0,90	10,00	0,950	0,090	0,0070
27 Bentos	2,11	45,000	2,50	20,83	0,884	0,120	–
28 Zooplâncton	2,05	3,800	104,00	248,00	0,571	0,419	–
29 Fitoplâncton	1,00	9,970	182,96	–	0,495	–	–
30 Detrito	1,00	–	–	–	0,558	–	–

Na Figura 2 temos uma representação dos diferentes grupos organizados por nível trófico. Estes são representados por caixas de tamanho proporcional ao logaritmo da biomassa e as flechas mostram o fluxo de biomassa (relações de predação). Nota-se que estas inter-relações se dão de forma intrincada, através de uma complexa trama, revelando as interdependências entre os diversos organismos componentes desse ecossistema.

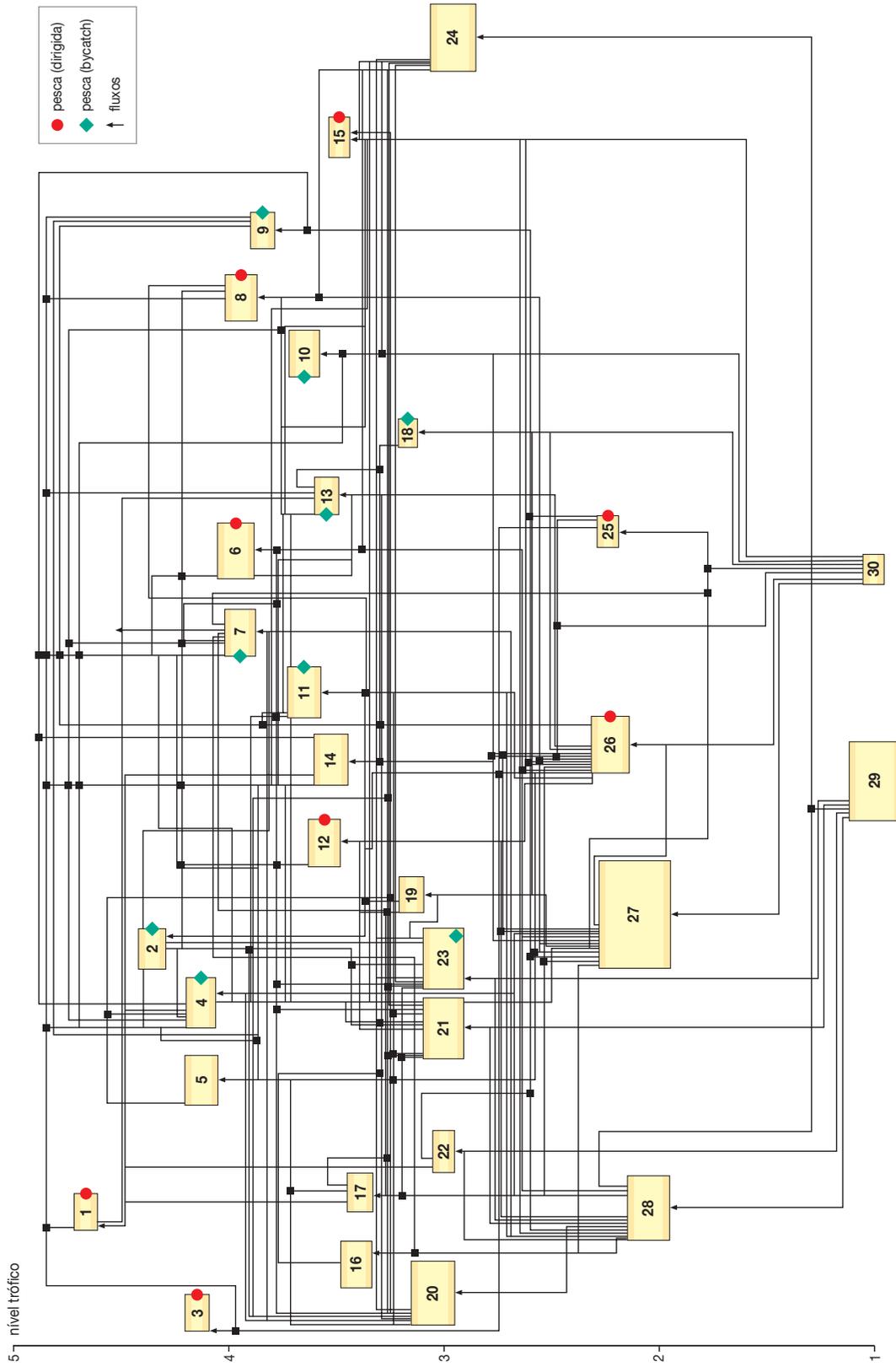
Em relação ao fitoplâncton (grupo #29), uma das bases da trama trófica, o que se verifica é uma biomassa importante dentro dos padrões da costa brasileira, porém relativamente pequena (9,97 t\*km<sup>-2</sup>), com valor sete vezes menor ao apresentado por um ecossistema altamente produtivo como o de ressurgência de Benguela, na costa Atlântica Oeste, no Sul da África (Shannon *et al.*, 2003).

Chama a atenção o alto valor de biomassa encontrado para os organismos bentônicos (grupo #27) de 45 t\*km<sup>-2</sup>, a qual sustenta, direta ou indiretamente, praticamente todos os níveis superiores da trama trófica. Isso, de certa forma, seria esperado para um sistema de plataforma onde o material produzido no ambiente pelagial, que não é aproveitado na coluna d'água, é direcionado para o fundo, passando pelos componentes bentônicos. Por outro lado, a quantidade de organismos nectônicos com hábitos majoritariamente bentófagos confirma a importância e abundância do bentos no ecossistema. Observa-se que os organismos deste compartimento são fonte de alimento para 17 grupos tróficos.

O modelo mostra que os camarões (#26) e caranguejos-de-profundidade (#25) não apresentam grandes biomassas (1,2 e 1,15 t\*km<sup>-2</sup>, respectivamente). Particularmente, os caranguejos *Chaceon* spp. apresentam baixos valores de produtividade (representada,

**Tabela 4 –** Matriz de dietas utilizada para a modelagem das interações tróficas entre os componentes do ecossistema da plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente (100 - 1000 m) do Sudeste-Sul do Brasil.

Presas/Predador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
1 <i>Lophylus gastrophysus</i>	-	-	0,0058	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2 Cações pelágicos	-	0,0405	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 Grandes peixes demersais	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
4 <i>Merluccius hubbsi</i>	0,1651	0,0069	0,1775	0,03	0,0752	-	0,0081	0,049	0,0499	0,0578	0,0019	-	-	-	0,0471	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
5 <i>Zenopsis conchifera</i>	-	-	-	-	-	0,006	-	-	-	-	0,0043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
6 Atuns e afins	-	0,1091	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
7 <i>Illex argentinus</i>	0,2091	0,0297	0,1168	0,097	0,003	0,017	0,0894	0,0458	0,1999	0,0444	-	-	0,0751	0,0407	-	0,1688	0,0333	-	-	-	-	-	-	0,0049	-	-	-	-	
8 Cações demersais	-	0,014	0,0117	-	-	-	0,0213	-	-	-	0,0005	-	-	0,0081	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9 <i>Helicolenus lalandi</i>	-	-	0,0236	-	0,0251	-	-	-	-	-	0,0011	-	-	0,1011	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
10 Raias	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0085	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
11 <i>Trichiurus lepturus</i>	-	-	-	0,0679	-	0,033	-	-	-	-	-	0,0001	-	-	0,0331	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
12 <i>Katsuwonus pelamis</i>	-	0,0708	-	-	-	0,018	-	-	-	-	-	-	-	0,0051	0,0292	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
13 <i>Urophycis mystacea</i>	0,055	-	0,0592	0,0101	-	-	0,032	-	-	-	-	-	0,1248	0,0183	0,0787	-	-	0,002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
14 Outros peixes demersais	0,2201	0,035	0,1044	0,0405	0,0501	-	-	0,1811	0,05	0,2222	-	-	-	0,0507	-	-	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
15 <i>Paralichthys</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
16 <i>Antigonia capros</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0051	0,0158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17 <i>Polyxenia lowei</i>	0,1873	-	-	-	0,1804	-	-	-	0,0313	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18 <i>Pirionotus punctatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0051	0,0158	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19 Sciaenidae	-	0,005	-	0,012	0,015	-	-	0,032	0,03	-	0,0053	-	-	-	-	-	-	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 <i>Maurulicus stehmanni</i>	-	0,04	-	0,005	0,2405	0,055	0,1918	0,0053	0,0066	-	0,0533	0,05	0,025	0,0509	0,0058	-	0,032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21 Mesopelágicos planctófagos	-	0,0607	-	0,0202	0,0701	0,11	0,1716	-	0,019	-	0,0529	0,05	0,0012	0,1011	0,0158	-	0,0256	0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
22 <i>Ariomma bondi</i>	0,0441	-	-	-	-	-	-	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23 Outros peixes forrageiros	-	0,0809	-	0,0506	0,1002	0,11	0,1316	0,0117	0,0417	-	0,074	0,04	0,0012	-	-	-	0,0922	-	0,0278	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24 <i>Engraulis anchoita</i>	-	0,0303	-	0,1944	-	0,033	0,1998	0,1898	-	0,0378	0,2132	0,12	-	-	0,0032	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25 Caranguejos <i>Chaceon</i> spp.	0,0094	0,001	0,1276	-	0,0701	0,0001	-	0,01	-	-	-	-	0,0203	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-	
26 Camarões-de-profundidade	-	-	0,0825	-	0,0701	0,011	-	0,2848	0,0671	0,4778	0,0317	0,01	0,7638	0,0809	0,0629	-	0,096	0,4501	0,0794	-	-	-	-	-	0,005	-	-	-	
27 Bentos	-	-	0,1635	0,0588	0,0701	-	-	0,063	0,3047	0,1033	-	-	0,0088	0,3641	0,3148	0,2697	0,4008	0,3001	0,8333	-	0,0306	-	-	-	0,1945	0,201	0,1	0,05	
28 Zooplâncton	-	-	-	0,0192	-	0,055	0,1114	-	0,1099	-	0,4264	0,23	-	-	-	0,5056	0,064	0,1	-	1	0,9184	0,95	0,95	0,9	-	-	-	0,05	
29 Fitoplâncton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,051	0,05	0,05	0,1	-	-	-	0,95	
30 Detrito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,8006	0,794	0,9	-	
Importação	0,022	0,4846	0,0214	0,2917	0,0323	2,5493	0,6611	0,0287	0,0154	-	0,0556	4,999	-	0,0715	0,0818	0,0448	0,1929	0,0153	0,0195	-	-	-	-	-	-	-	-	-	



**Figura 2** - Diagrama do fluxo energético no ecossistema da plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente (100 – 1000 m) do Sudeste-Sul do Brasil.

1 - *Lophius gastrophysus*; 2 - Cações pelágicos; 3 - Grandes peixes demersais; 4 - *Merluccius hubbsi*; 5 - *Zenopsis conchifera*; 6 - *Atuns* e afins; 7 - *Illex argentinus*; 8 - Cações demersais; 9 - *Helicolenus latillei*; 10 - Raias; 11 - *Trichiurus lepturus*; 12 - *Katsuwonus pelamis*; 13 - *Urophycis mystacea*; 14 - Outros peixes demersais; 15 - *Paralichthys* spp.; 16 - *Anfigonia capros*; 17 - *Polimixia lowei*; 18 - *Prionotus punctatus*; 19 - Sciaenidae; 20 - *Maurollicus steinmanni*; 21 - Mesopelágicos planctívoros; 22 - *Ariomma bondi*; 23 - Outros peixes forrageiros; 24 - *Engraulis anchoita*; 25 - Caranguejos *Chaceon* spp.; 26 - Camarões-de-profundidade; 27 - Bentos; 28 - Zooplâncton; 29 - Fitoplâncton; 30 - Detrito

indiretamente, pelas razões P/B e P/Q, esta última indicadora da proporção de material consumido que é transformado em biomassa própria) o que pode significar uma maior propensão à sobrepesca.

No ecossistema analisado, a anchoíta *Engraulis anchoita* (grupo #24) apresenta uma biomassa de  $2,97 \text{ t*km}^{-2}$ . Esta espécie é presa fundamental de vários grupos importantes, dentre eles, espécies que já são alvo de pescarias como os cações pelágicos, a merluza, os atuns e afins, os cações demersais, o peixe-espada, o bonito-listrado, e o linguado, por exemplo.

Já em maiores profundidades, estariam disponíveis para os predadores os pequenos peixes pelágicos do grupo de peixes forrageiros (#23), os mesopelágicos planctófagos (#21) e o peixe-lanterna *Maurolicus stehmannii* (#20), cujas biomassas totalizam  $9 \text{ t*km}^{-2}$ . Esses organismos são a base da alimentação para importantes espécies comerciais, dentre elas os cações pelágicos, a merluza, o galo-de-profundidade, os atuns e afins, o calamar-argentino e o sarrão. O peixe-lanterna, por exemplo, tem sua biomassa utilizada por 13 outros grupos.

O grupo Sciaenidae (#19), composto basicamente pela castanha *Umbrina canosai*, não se mostra particularmente importante a partir da plataforma externa; no entanto, ele é um elo entre a produção bentônica e predadores, como o cações pelágicos, a merluza, o galo-de-profundidade, o calamar-argentino, os cações demersais, o sarrão, o peixe-espada e a cabrinha.

Para o grupo dos outros peixes demersais (#14), que inclui aproximadamente 20 espécies encontradas nos cruzeiros de arrasto-de-fundo (Haimovici *et al.*, 2006) e apresenta uma biomassa alta, o conhecimento da sua distribuição, abundância e importância trófica no plano específico, ainda é insuficiente para avaliar sua importância nesse ecossistema.

Um pouco mais acima na escala de níveis tróficos, a abrótea-de-profundidade, *Urophycis mystacea* (#13) apresentou um valor de biomassa baixo, mas tendo importância na dieta do peixe-sapo, dos grandes peixes demersais, da merluza, dos cações demersais e dos linguados, assim como para a pesca.

Os grupos dos grandes peixes pelágicos migradores (#12 e 6) apresentaram altos valores de biomassa e baixos valores de eficiência ecotrófica, mas são grupos mais difíceis de se representar pela sua dinâmica, migrações eventualmente transoceânicas, sazonalidade e desconhecimento da sua real disponibilidade na área do estudo.

O peixe-espada (*Trichiurus lepturus*) (#11), com sua biomassa relativamente elevada ( $1,124 \text{ t*km}^{-2}$ ), tem papel relevante na dieta da merluza, dos atuns e afins, dos peixes demersais, dos linguados e da própria espécie (apresenta canibalismo). Essa espécie realiza migrações verticais diárias e tem ampla distribuição batimétrica, desde a costa até os 1000 m de profundidade. Também é explorada comercialmente e há indícios de que o estoque já esteja sobrepescado, devido à grande incidência da pesca sobre os juvenis, até recentemente descartados (Magro, 2005, 2006).

O sarrão *Helicolenus lahillei* (#9), por sua vez, estoque que se supunha ter algum potencial pesqueiro, mostra uma biomassa baixa ( $0,08 \text{ t*km}^{-2}$ ) e uma eficiência ecotrófica alta ( $EE = 0,965$ ), o que indicaria pouca margem para exploração (ver seção Discussão).

O calamar-argentino *Illex argentinus* (#7) tem uma biomassa importante neste ecossistema ( $0,34 \text{ t*km}^{-2}$ ), servindo de alimento para a maioria dos consumidores secundários, tanto demersais quanto pelágicos.

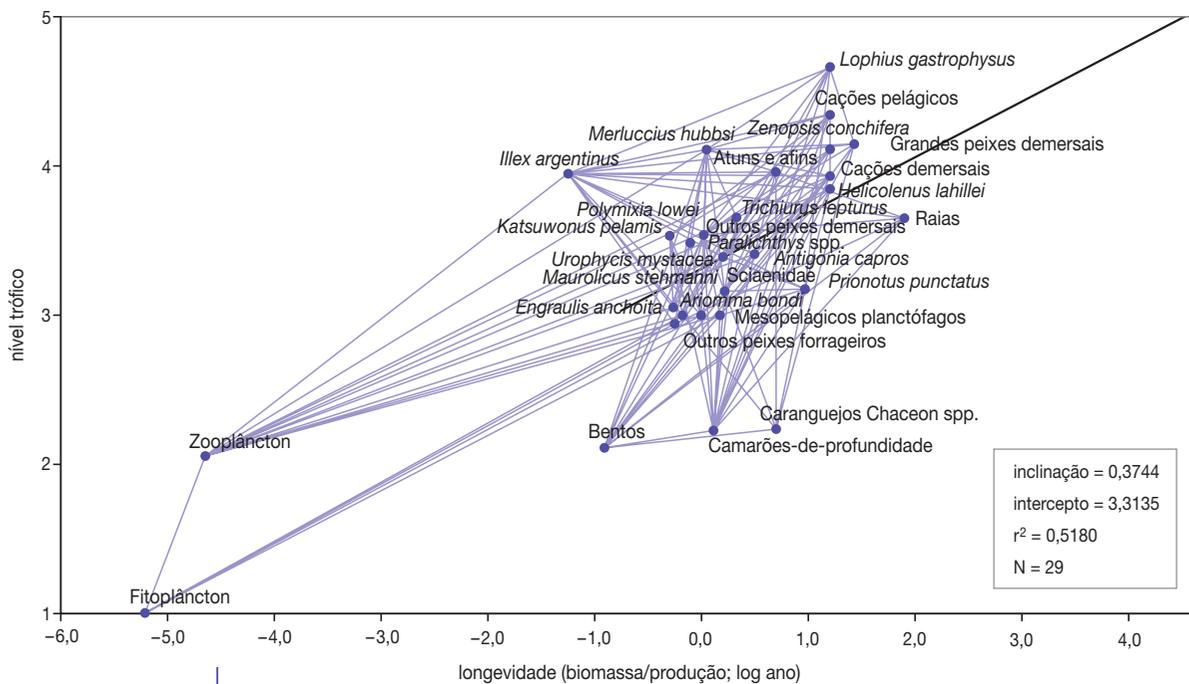
A merluza *Merluccius hubbsi* (#4) apresenta uma biomassa significativa, sendo compartilhada por vários predadores como o peixe-sapo, os grandes cações pelágicos e os demersais, outros grandes peixes demersais, o peixe-espada, os linguados, o calamar e ainda apresenta canibalismo. Também é uma espécie importante na pesca da região.

O grupo dos grandes peixes demersais (#3), como os chernes, batata e namorados, apresentou uma biomassa baixa, e é composto por espécies consideradas sobreexploradas, como evidenciado por Ávila-da-Silva (2002), Haimovici *et al.*, (2004), Haimovici & Peres (2005), Ávila-da-Silva & Haimovici (2005) e Valentini & Pezzuto (2006).

Os predadores com maior nível trófico, segundo a representação do modelo, são os cações pelágicos (#2) e o peixe-sapo (#1), ambos os grupos com nível trófico maior que 4,3.

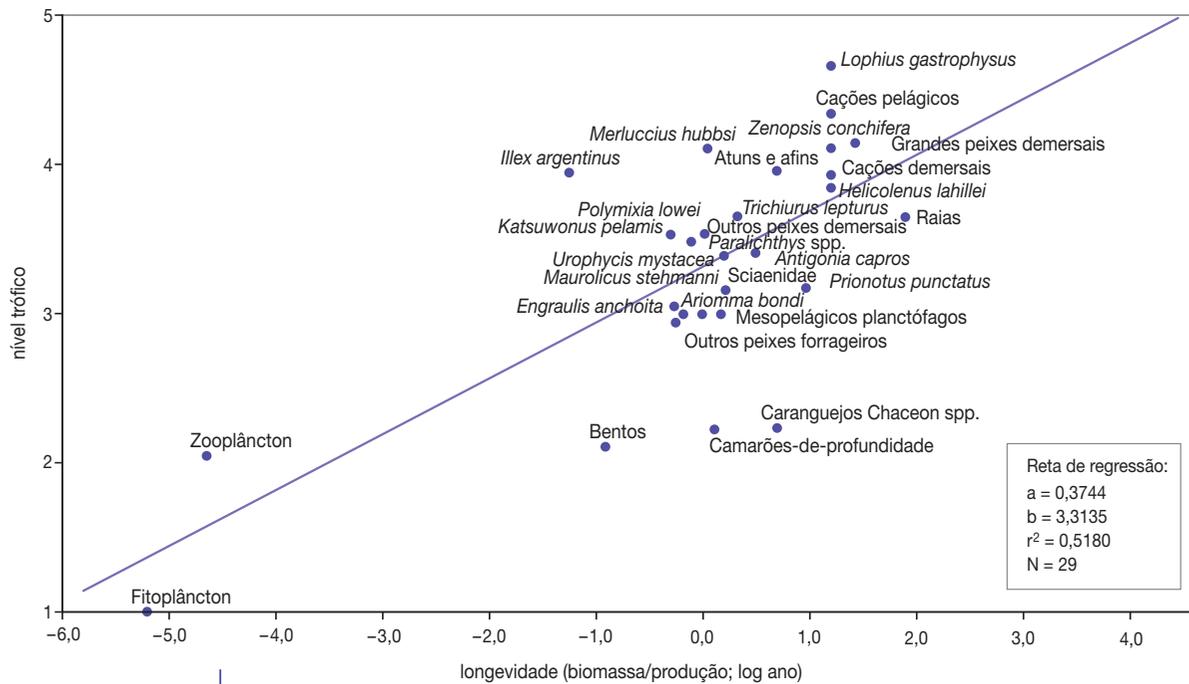
Os cações pelágicos (várias espécies de tubarões de grande porte) apresentaram biomassa alta ( $0,255 \text{ t*km}^{-2}$ ), mas esse não foi o caso do peixe-sapo *Lophius gastrophysus*, ( $0,087 \text{ t*km}^{-2}$ ). Este último é alvo de uma intensa pescaria específica bastante recente e já apresenta claros sinais de declínio (Perez *et al.*, 2005). Ainda, os cações apresentaram um valor de EE mais alto, condizente com sua menor produtividade (por serem espécies de grande porte e crescimento lento), o que indica que a maior parte da sua biomassa já estaria sendo aproveitada dentro do ecossistema.

Na Figura 3, complementando a visão apresentada na Figura 2, mas sem detalhar a abundância de cada grupo, ilustra-se a conectância entre os grupos tróficos do modelo, constatando-se de forma evidente a intrincada gama de conexões entre os mesmos. Essa imagem é condizente com o esperado para os ecossistemas de águas subtropicais, onde existe uma grande diversidade, em detrimento da presença de poucos grupos com elevada abundância e dominância ecológica.



**Figura 3** – Representação da conectância entre os grupos tróficos do modelo, por nível trófico.

Na Figura 4, apresenta-se a posição dos diferentes componentes do modelo, organizados por nível trófico e um índice denominado "longevidade", que relaciona, em escala logarítmica, o tamanho corporal, a produção e a biomassa dos organismos componentes do modelo, partindo da suposição de que organismos de maior tamanho, que apresentam maior biomassa, são em geral os mais longevos (Christensen *et al.*, 2004). Essa representação proporciona uma imagem da organização trófica do ecossistema em função do tamanho corporal médio e indiretamente, de outras características ecológicas dos componentes (estratégias de vida  $r$  e  $K$ , resiliência, tempo de duplicação da população, etc.). A reta que representa esta relação tem valor de inclinação 0,37, intercepto 3,31 e  $r^2 = 0,51$ . Esses valores servem para comparar a representação atual do ecossistema com futuras representações, possibilitando a verificação de mudanças na sua estrutura. Isso significaria, por exemplo, que se a abundância de um determinado componente do ecossistema diminuísse drasticamente (por razões naturais ou por efeito da pesca), os seus predadores seriam obrigados a se alimentar de outras presas, em diferentes proporções, o que mudaria seus níveis tróficos médios (para valores que não são possíveis de prever), e, como resultado, mudaria a relação e estrutura descrita por essa reta de regressão.

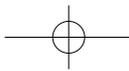


**Figura 4** – Relação entre o nível trófico dos diversos compartimentos considerado no modelo e o parâmetro “longevidade” (detalhes no texto).

Alguns índices calculados para o ecossistema são apresentados na Tabela 5. Pode-se observar que a quantidade total de matéria orgânica que flui pelo ecossistema, tal como representado pelo modelo é de 5 472,0 t \* km<sup>-2</sup> \* ano<sup>-1</sup> e a biomassa total é de 77,553 t \* km<sup>-2</sup> (reunindo todo o material que flui entre a superfície e o fundo). O nível trófico médio das espécies capturadas pela pesca é de 3,64, equivalente aquele apresentado por consumidores ictiófagos tais como o peixe-espada, o bonito-listrado, as raias, a abrótea-de-profundidade e outros peixes demersais.

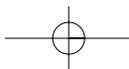
**Tabela 5** – Alguns índices estimados pelo programa Ecopath para o ecossistema da plataforma continental externa, talude e região oceânica adjacente (100-1000 m) do Sudeste-Sul do Brasil, a partir do presente modelo.

Parâmetro	valor	Unidade
Soma do total consumido	2106,354	t/km <sup>2</sup> /ano
Soma de todas as exportações	677,312	t/km <sup>2</sup> /ano
Soma de todos os fluxos de respiração	1156,883	t/km <sup>2</sup> /ano
Soma de todos os fluxos para o detrito	1531,233	t/km <sup>2</sup> /ano
Total do material que flui pelo sistema	5472,000	t/km <sup>2</sup> /ano
Soma de toda a produção	2351,000	t/km <sup>2</sup> /ano
Nível trófico médio da captura	3,640	
Eficiência bruta da pesca (Capt/PPL)	0,000216	
Produção Prim. total calculada (PP)	1824,111	t/km <sup>2</sup> /ano
Produção Prim. total/Respiração total (PP/R)	1,577	
Produção líquida do sistema	667,229	t/km <sup>2</sup> /ano
Produção Prim total/Biomassa total (PP/B)	23,521	
Biomassa total/Material manejado total	0,014	
Biomassa total (excluindo o detrito)	77,553	t/km <sup>2</sup>
Capturas totais	0,394	t/km <sup>2</sup> /ano
Índice de conectância	0,230	
Índice de onivoria do sistema	0,337	
Ascendência total	6947,8	(flowbits)
Ascendência total (%)	36,2	
Capacidade total	19209,3	(flowbits)
Capacidade total (%)	100	
Overhead total (capacidade-ascendência)	12261,5	(flowbits)
Overhead total (capacidade-ascendência) (%)	63,8	



A conectância e a onivoria, dois índices que revelam o grau de inter-relação entre os diversos grupos em termos de conexões tróficas, resultaram em valores de 0,23 e 0,337 respectivamente. A conectância estaria expressando a razão entre o número de conexões tróficas que existem no ecossistema em relação ao número total possível dessas conexões. A onivoria que é definida como o índice médio de onivoria de todos os consumidores, ponderada pelo logaritmo do consumo de cada predador, estaria medindo como estão distribuídas as interações alimentares entre os níveis tróficos. Aqui, valores maiores que zero indicam uma diversificação da dieta dos predadores, enquanto zero equivale à especialização para um só tipo de presa.

Quanto aos índices ecológicos, derivados das teorias de Odum, Ulanowicz e outros ecólogos (descritas em Christensen *et al.*, 2004), para a relação entre a produção primária e a respiração, foi obtido o valor de 1,577. Em ecossistemas maduros, espera-se que este valor seja igual a um, e para ecossistemas imaturos, maior que um. O valor da relação entre a biomassa do sistema e o total dos fluxos também foi pequena ( $= 0,014$ ), o que também caracterizaria o ecossistema analisado como imaturo. Porém, os valores de ascendência ( $= 43\%$ ) (uma medida da informação média do sistema) e o "overhead" ( $= 56,6\%$ ) (a diferença entre a capacidade total máxima do sistema e a ascendência, que é uma medida do que o sistema apresenta de "força em reserva" e de onde poderia obter energia para superar uma perturbação) indicaram que o ecossistema da plataforma externa, talude e região oceânica adjacente da Região Sudeste-Sul brasileira tem capacidade de desenvolvimento e/ou de resistir a perturbações.



## DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente modelo reflete, de forma simplificada mas abrangente, a estrutura e funcionamento do ecossistema da plataforma continental externa, talude e área oceânica adjacente do Sudeste-Sul do Brasil. Alguns aspectos da composição dessa estrutura foram evidenciados, separadamente, por diversos estudos específicos (sobre plâncton, bentos, nécton pelágico e demersal, dinâmica populacional e alimentação das espécies). No presente trabalho, essas informações foram compiladas, combinadas e cruzadas, i.e., avaliada e ajustada sua coerência mútua, resultando em um modelo descritivo do ecossistema em termos de seus diversos fluxos de matéria e energia.

Quanto à precisão das estimativas dos parâmetros de entrada do modelo, como é esperado, para alguns grupos, ela apresentou um grau maior de incerteza do que para outros. Por exemplo, a interpretação dos valores de biomassa de organismos nectônicos, citados na literatura, deve sempre levar em conta alguma margem de erro relativa ao método de sua avaliação (Hilborn & Walters, 1992), e destacamos especialmente os seguintes casos:

- a. Para espécies de importância secundária, quando não foram consideradas como espécies-alvo no esquema de amostragem, os valores podem não refletir sua real abundância. Isso é comum em prospecções de peixes, visto que é praticamente impossível planejar estudos que sejam apropriados simultaneamente para diferentes espécies com habitats, áreas de distribuição e padrões de migração sazonal ou nictimeral diferentes. No entanto, estima-se que os valores, encontrados em cada caso, estejam próximos a um valor coerente, ao menos em termos de ordem de magnitude.
- b. Para espécies cuja estimativa de abundância não cobriu a área total do modelo. Neste caso, foi necessária uma extrapolação da biomassa para assumir valores mais realistas para o grupo, com base no conhecimento disponível, principalmente dos chefes de campanha, a exemplo do que é comumente realizado em outros estudos oceanográficos e ecológicos (Bakun, 1996; Pauly & Christensen, 2002).
- c. Para espécies altamente migratórias, as estimativas disponíveis correspondem a amplas áreas do oceano onde se distribuem e dificultam uma precisão quanto à biomassa disponível na região e época coberta por modelos regionalizados (Christensen, com. pess.<sup>10</sup>). Nesse sentido, avaliamos que a biomassa do grupo "Atuns e afins" estimada pelo modelo possa estar superestimada.
- d. Para algumas espécies de ocorrência irregular ou de distribuição vertical mista (semi-pelágicas ou semi demersais), é ainda bastante difícil a determinação exata de sua abundância. Até que métodos, como os hidroacústicos, sejam amplamente testados, calibrados e o "vigor de alvo" ("target strength"), ajustado para cada espécie avaliada, esse problema será recorrente. Neste caso, poderíamos incluir as incertezas quanto às estimativas para o calamar-argentino, por suas migrações diárias entre fundo e meia-água, para o peixe-espada, por aspectos referentes à sua posição de natação e resposta acústica, e para os diversos pequenos peixes pelágicos oceânicos, por sua alta diversidade (Madureira *et al.*, 2006).

Já os valores de biomassa estimados pelo modelo (valores de saída) representam, como resultados, os níveis de abundância mínimos necessários para sustentar a produção, consumo, predação e pesca representados pelo modelo. Devido à estrutura das relações

<sup>10</sup> Dr. Villy Christensen, Fisheries Centre, Universidade da Columbia Britânica, Vancouver, Canadá

tróficas e à “compartimentação” dos grupos na construção do modelo, é provável que alguns grupos estejam sofrendo alguma predação adicional por conta da ausência de outras espécies (não incluídas no modelo), o que faz com que parte da dieta dos predadores deva ser atribuída a espécies similares nele incluídas. Isso parece inevitável quando fazemos representações de um ecossistema, já que, por definição, nenhum modelo é completo (Odum, 1988; Jørgensen, 1994).

A importação, incluída na dieta de vários componentes do modelo, poderia estar demonstrando elos não detectados entre os mesmos ou ainda entre componentes dos ecossistemas contíguos, da plataforma interna e oceano adjacente.

Quanto à utilização de parâmetros de crescimento e mortalidade de peixes, moluscos e crustáceos, para a estimativa dos dados de entrada deste modelo, em alguns casos, os dados originais provinham de estudos baseados na estrutura de tamanho (classes de comprimento da captura) (ver Série Docs. Técns. REVIZEE) e não de idades (determinadas através da leitura de estruturas de aposição, como otólitos, escamas, etc.). Esses métodos, embora muito úteis e freqüentemente eficazes, apresentam uma série de limitações que podem levar a uma estimação menos precisa dos parâmetros em questão (Mathews, 1987; Isaac, 1990). Nesses casos, uma criteriosa avaliação da literatura disponível foi sempre levada a cabo para interpretar os valores disponíveis.

Os estudos de alimentação podem apresentar uma proporção variável de dados de conteúdo estomacal, não identificados até o nível de espécie. Na construção de um modelo ecotrófico, essa porcentagem é distribuída entre os grupos considerados no mesmo, seguindo as informações disponíveis de hábitos alimentares, distribuição dos predadores e das eventuais presas. Embora isso possa parecer, a princípio, pouco preciso, é necessário considerar que a alimentação de uma espécie não é algo rígido e imutável, apresentando flexibilidade, variações sazonais e interanuais dependentes da disponibilidade das presas, fato este que pode ou não ser refletido eficientemente nos trabalhos sobre a dieta dos organismos (Christensen *et al.*, 2004).

Em média, foram verificadas maiores biomassas dos grupos “*Maurolicus stehmanni*” e de peixes “mesopelágicos planctófagos” do que do recurso “*anchoíta*”. Esses 3 grupos de peixes foram evidenciados como os principais elos de base da cadeia trófica neotônica pelágica, sendo os primeiros associados principalmente às áreas de borda de plataforma e o último, à área da plataforma continental costeira e intermediária.

A espécie *Maurolicus stehmanni* apresentou uma eficiência ecotrófica (porcentagem da biomassa de um componente que é utilizada dentro do ecossistema, segundo o modelo) baixa ( $EE = 0,47$ ). Isso se deveu, provavelmente, ao pouco conhecimento que se tinha sobre a espécie, e especialmente ao pobre registro em estudos de hábitos alimentares das espécies de predadores incluídos no modelo, fazendo com que este, como foi estruturado, explicasse apenas 47% da eficiência ecotrófica desta espécie. Por outro lado, na medida em que tais estimativas estejam corretas, isto pode representar algum potencial pesqueiro para esta espécie, embora seja ela de tamanho reduzido e, no presente, sem valor comercial. Neste caso, estudos específicos de determinação de abundância e distribuição ao longo do ano e sua variabilidade em diferentes anos são necessários para poder definir a realidade de tal potencial.

Já no caso da *anchoíta*, espécie que chega a ser muito abundante em áreas menos profundas, fora da área modelada neste estudo, e cuja abundância é regida por fatores não previsíveis (Castello, 1997; 2005), constata-se que é item alimentar de muitas espécies importantes no ecossistema, que já estão fortemente exploradas pela pesca comercial. A remoção de quantidades muito grandes de *anchoíta* poderia ter efeitos indiretos negativos nessas espécies de interesse comercial, como foi sugerido por Velasco (2004) e Velasco & Castello (2005). Também as análises de Vasconcellos & Gasalla (2001) alertam para esse fato, destacando os possíveis riscos de uma exploração não quantificada e desordenada de organismos de base da cadeia trófica, como a *anchoíta*. Por outro lado, a eficiência ecotrófica desta espécie obtida no presente modelo (cobrindo a plataforma externa, talude e área oceânica adjacente) resultou alta ( $EE = 0,97$ ), mostrando que a espécie já está sendo

aproveitada de maneira eficiente neste ecossistema e que não há uma produção excedente tão elevada como se poderia supor analisando sua abundância de forma isolada.

Em contraste, na plataforma continental, sobretudo média e interna, a situação desta espécie é outra. Velasco (2004) e Velasco & Castello (2005) descreveram valores de biomassa maiores (na ordem de  $12 \text{ t} \cdot \text{km}^2$ ) e um valor de EE menor (0,69), para a plataforma continental Sul, o que indica que, nessa área, há maior possibilidade de exploração desta espécie. Os estudos que permitirão definir limites sustentáveis de extração ainda encontram-se em andamento.

No caso do calamar-argentino *Illex argentinus*, também de interesse para exploração, o modelo permite afirmar que, em caso de extração dirigida, os seguintes grupos seriam afetados indiretamente: o peixe-sapo, os cações pelágicos, os grandes peixes demersais, a merluza, o galo-de-profundidade, os atuns e afins, os cações demersais, o batata, as raias, o peixe-espada, a abrótea-de-profundidade, outros peixes demersais, os linguados e eventualmente os grandes caranguejos-de-profundidade. Trata-se de uma espécie chave na trama trófica, cuja eficiência ecotrófica no ecossistema analisado é muito elevada ( $EE = 0,99$ ), mostrando que a biomassa existente já está sendo aproveitada quase que integralmente na manutenção do mesmo.

Mais estudos de determinação de biomassa para esta espécie, assim como de bioecologia das várias espécies de predadores e presas do calamar-argentino, ainda pouco estudadas, são necessários para poder reparametrizar o modelo de forma mais precisa, e elucidar se essa situação de alta EE é realista ou se os valores de pressão de predação sobre esta espécie são menores do que os aqui encontrados.

Da mesma forma, este exercício de modelagem mostrou a necessidade de se estimar, de forma mais precisa, a intensidade da mortalidade natural dos recursos, já que este parâmetro é usado direta ou indiretamente na modelagem, no cálculo de outros parâmetros populacionais importantes (Velasco *et al.*, 2003). Inclusive para as espécies pouco exploradas,  $M$  pode ser um estimador-chave da razão  $P/B$ , fundamental para a modelagem ecotrófica (Christensen *et al.*, 2004).

Por último, o modelo irá melhorar significativamente quando se tornarem disponíveis estimativas mais aprofundadas do valor de  $F$  (mortalidade por pesca) exercida pela pesca sobre as populações exploradas comercialmente na área do estudo. Isso é ainda mais crítico para as espécies menos estudadas, mas que são alvo (direto ou não) de diversas frotas. Os diferentes valores de  $F$ , estimados independentemente através de métodos de avaliação de estoques, poderão ser utilizados para uma calibração mais adequada do modelo quanto aos padrões de exploração que ocorrem, de fato, no ecossistema.

Os diversos índices estimados mostram um ecossistema produtivo, porém de baixa maturidade. A relação entre produção primária e respiração ( $PP/R$ ), em ecossistemas maduros, se aproxima de 1,0; nos ecossistemas imaturos (em desenvolvimento), a produção excede a respiração ( $PP/R > 1,0$ ) e, nos ecossistemas impactados por poluição, por exemplo, ocorre o inverso ( $PP/R < 1,0$ ) (Christensen *et al.*, 2004). No estudo realizado, a relação entre a biomassa do sistema e o total dos fluxos, que é maior quanto maior for a maturidade de um ecossistema, apresentou um valor baixo.

Por outro lado, a relação entre a ascendência e a capacidade de reserva ("overhead") indica se tratar de um sistema com capacidade de resistir a impactos, o que seria uma característica de maturidade. As interconexões tróficas (representadas pela onivoria e a conectância) com valores acima de zero indicam certa complexidade e diversidade, mostrando a dominância de predadores não especializados, o que favorece a estabilidade e a maturidade do ecossistema, já que a redução de abundância de uma presa, em particular, não desestruturaria o sistema como um todo.

Resultados similares aos obtidos foram encontrados por Velasco (2004) para a região da plataforma continental e do talude ao sul do Cabo de Santa Marta Grande, que interpretou os resultados de baixa maturidade como sendo efeitos da pesca intensa, o que também seria o caso no ecossistema analisado no presente estudo.

É preciso esclarecer que algumas considerações feitas sobre a “maturidade” dos ecossistemas não são aceitas de forma unânime e merecem apropriada contextualização. No entanto, Christensen & Pauly (1998) afirmam que a pesca remove (primeiro) os predadores de topo do sistema, causando, em longo prazo, uma subutilização da energia que passa pela cadeia do detrito (característica de sistemas mais maduros que reaproveitam grande parte da produção) e uma menor produtividade global do sistema.

Em todos os casos, os resultados dos índices sistêmicos são dependentes de como os modelos são construídos, mas acredita-se que fornecem uma imagem de como os sistemas estão estruturados e da sua maturidade. Futuras comparações com outros ecossistemas poderão orientar a discussão dos pontos apresentados, na medida em que outros autores obtenham novos parâmetros.

Por último, o presente modelo do ecossistema da plataforma continental externa, talude e área oceânica adjacente do Sudeste-Sul do Brasil propicia uma visão geral das relações entre componentes biológicos que ocorrem na área e também com a pesca, possibilitando sua utilização em futuros programas de manejo pesqueiro ou de conservação da biodiversidade.

Para Pitcher (2001), Pauly & Maclean (2003) e Christensen & Pauly (2004), o manejo pesqueiro deve procurar compreender como os ecossistemas funcionam, pois, para manter o rendimento de um estoque, pode-se estar afetando outros elementos da cadeia trófica, reduzindo a biodiversidade e transformando esse sistema de tal forma que a abundância de outras espécies, também importantes economicamente, seja afetada.

Até o momento, foram realizados diversos estudos sobre os recursos pesqueiros mais importantes da plataforma da Região Sudeste-Sul do Brasil, área onde se concentra uma parcela significativa das pescarias brasileiras, e cujos estoques vêm mostrando sinais inequívocos de sobrexplotação (Haimovici, 1998; Brasil, 2006). Tais estudos utilizaram metodologias clássicas aplicadas dentro do enfoque “monoespecífico” e, apesar de imprescindíveis e de apresentarem importantes diagnósticos e recomendações sobre os mesmos, não permitem avaliar os impactos da atividade pesqueira sobre o ecossistema como um todo, nem sobre a fauna acompanhante da espécie-alvo da pesca.

Apenas na última década, os efeitos diretos e indiretos da pesca sobre os ecossistemas da plataforma continental brasileira (até os 250 m de profundidade), começaram a ser investigados, destacando-se os trabalhos de Vasconcellos (2000), Vasconcellos & Gasalla (2001), Gasalla (2004a), Gasalla (2004b), Gasalla & Rossi-Wongtschowski (2004), Velasco (2004) e Velasco & Castello (2005), Freire (2005), Velasco et al. (2006).

Acompanhando a evolução atual desse tipo de estudos, espera-se que o modelo aqui apresentado, através da incorporação de novos parâmetros específicos e outros dados necessários, permita a realização de simulações dinâmicas do ponto de vista pesqueiro, permitindo apresentar cenários de manejo da pesca.

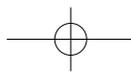
## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allain, V. 2001. *Food web study in the tuna ecosystem of the Western and Central Pacific Ocean*. SCTB15 Working Paper - BBRG-7, Standing Committee on Tuna and Billfish, 7 p.
- Allen, K. P. 1971. Relation between production and biomass. *J.Fish.Res.Bd.Can.* 28: 1573 - 1581.
- Amaral, A. C. Z., Lana, P. da C., Fernandes, F da C., & Coimbra, J.C. 2004. Caracterização do ambiente e da macrofauna bentônica. In: Amaral, A.C.Z. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds). *Biodiversidade Bentônica da Região Sudeste-Sul do Brasil – Plataforma Externa e Talude Superior*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP, Parte I: 11-56.
- Andrade, H. A. 2006. Diagnostico do estoque e orientações párea o ordenamento da pesca de *Katsuwonus pelamis* (Linnaeus, 1758). In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Ávila-da-Silva, A. O. & Cergole, M. C. (Eds.). *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração – II*. Série documentos REVIZEE: Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP: 28-37.
- Andrade, H. A., Lucato, S. H. B., Almeida L. R. & Cerchiari, E. 2005. *Prionotus punctatus*. In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds) *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP: 139-144.
- Arfelli, C. A. 1996. *Estudo da Pesca e Aspectos da Dinâmica Populacional de Espadarte, Xiphias gladius L. 1758, no Atlântico Sul*. Tese de Doutorado. UNESP, Rio Claro, 175 p.
- Athiê, A. A. R. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2004. *Os caranguejos-de-profundidade na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: análise das operações de pesca e das capturas do N/P "N/P Kinpo Maru 58"*. Série documentos REVIZEE - Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 64 p.
- Ávila-da-Silva, A. O. 2002. *A evolução da pesca de linha-de-fundo e a dinâmica de população do peixe-batata Lopholatilus villarii (Teleostei: Malacanthidae) na margem continental da costa brasileira entre os paralelos 22 e 28 S*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 200 p.
- Ávila-da-Silva, A. O. & Haimovici, M. 2004. Diversidade e associação de espécies nas capturas de espinhel-de-fundo. In: Haimovici, M., Ávila-da-Silva, A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds). *Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP: 93–110.
- Ávila-da-Silva & Haimovici, M. 2005. *Lopholatilus villarii*. In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva, A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds.) *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE - Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP, 176 p.
- Avsar, D. 2001. Age, growth, reproduction and feeding of the spurdog (*Squalus acanthias* Linnaeus, 1758) in the South-eastern Black Sea. *Est. Coast. and Shelf Sci.* 52: 269-278
- Bakun, A. B. 1996. *Patterns in the Ocean. Ocean processes and marine population dynamics*. California Sea Grant/CIP. 323 p.

- Basson M., Beddington J.R., Crombie J.A., Holden S.J., Purchase L.V. & Tingley G.A. 1996. Assessment and management techniques for migratory annual squid stocks: the *Illex argentinus* fishery in the Southwest Atlantic as an example. *Fish. Res.* 28 : pp.3-27
- Bernardes, R. A., Mello, G. P. M. B. & Cergole, M. C. 2005a. *Helicolenus lahillei*. In: Cergole, M.C., A.O. Ávila-da-Silva & C.L.D.B. Rossi-Wongtchowski (Eds.), *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico - USP. São Paulo, Brasil. 176 p.
- Bernardes, R. A. R., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Wahrlich, R., Vieira, R C., Santos, A. P. dos & Rodrigues, A. R. 2005b. *Prospecção pesqueira de recursos demersais com armadilhas e parqueiras na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE- Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP. 112 p.
- Brandini, F. P. 2006. Hidrografia e Produção biológica na Região Sudeste-Sul do Brasil. In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (Eds) *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. EDUSP. São Paulo: 459-467.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2006. *Programa REVIZEE: avaliação do potencial sustentável de recursos vivos da zona econômica exclusiva*. Relatório executivo/MMA. Secretaria de Qualidade Ambiental nos assentamentos Humanos. Brasília: MMA. 303 p.
- Browder, J. A. 1993. A pilot model of the Gulf of Mexico continental shelf. In: Christensen & Pauly (Eds). *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26: 279-284.
- Bowman, R. E., Stillwell, C. E., Michaels, W. L & Grosslein, M. 2000. *Food of Northwest Atlantic Fishes and Two Common Species of Squid*. NOAA Technical Memorandum NMFS-NE-155. 137 p.
- Campos, E. J. D. 1995. *Estudos da circulação oceânica no Atlântico tropical sul*. Tese de livre-docência, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 114 p.
- Capítoli, R. R., Ruffino, M. L. & Vooren, C. M. 1995. Alimentação do tubarão *Mustelus schmitti* Springer na plataforma costeira do estado do Rio Grande do Sul. *Atlântica* 17: 109-122.
- Carvalho, M. R. 2000. Ecologia trófica de *Trachurus lathami* Nichols, 1920 (Carangidae) na Costa Sudeste do Brasil. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 81p.
- Castello, J. P. 1997. A anchoíta (*Engraulis anchoita*, *Engraulidae*, *Pisces*) no sul do Brasil. Tese de Doutorado, FURG, Rio Grande. 80 p + Apêndices.
- Castello, J. P. 2005. *Engraulis anchoita*. In: Cergole, M.C., Ávila-da-Silva A. O. & Rossi-Wongtchowski, C.L.D.B. (Eds.) *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, Brasil: 52-56.
- Castello, J. P. & Habiaga, R. 1988. The skipjack tuna fishery in southern Brazil. ICCAT. Madrid, *Coll. Vol. Sc. Pap.* 30 (1): 6-19.
- Castro, B. M. de, Lorenzetti, J. A., Silveira, I. C. da & Miranda, L. B. de. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. & Madureira, L. S. P. (orgs). *O ambiente oceanográfico da Plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo. EDUSP: 11-120
- Casarini, L. M. 2006. *Dinâmica populacional de raias demersais dos gêneros Atlantoraja e Rioraja (Elasmobranchii, Rajidae) da costa sudeste e sul do Brasil*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 220 p.
- Cergole, M. C., Ávila-da-Silva, A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2005. *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série Documentos REVIZEE-Score Sul, São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP. 176 p.

- Chavez-Solano, D. J. 1976. *Algunos aspectos biológicos de la "caballa" (Scomber japonicus peruanus Jordan & Hubbs) en la área de Paita y su relación con el factor de condición*. Tesis de Bachiller en Ciencias Biológicas, Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú. 100 p.
- Christensen, V. & Pauly, D. 1992. ECOPATH II – a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecol. Model.*, 61: 169-185.
- Christensen, V. & Pauly, D. 1993 (Eds.). *Trophic models of aquatic ecosystems*. ICLARM Conf. Proc. 26. 390 p.
- Christensen, V. & Pauly, D. 1998. Changes in models of aquatic ecosystems approaching carrying capacity. *Ecol. Applic.*, 8(1): 104-109.
- Christensen, V. & Pauly, D. 2004. Placing fisheries in their ecosystem context, an introduction. *Ecol. Model.*, 172: 103-107.
- Christensen, V., Walters, C. J. & Pauly, D. 2004. *Ecopath with Ecosim: a user's guide*. Fisheries Centre, University of British Columbia. 154 p.
- Cousseau, M. B. & Perrota, R. G. 1998. *Peces marinos de Argentina. Biología, distribución y pesca*. INIDEP, Mar del Plata. 163 p.
- Cox, S. P., Essington, T. E., Kitchell, J. F., Martell, S. J. D., Walters, C. J., Boggs, C. & Kaplan, I. 2002. Reconstructing ecosystem dynamics in the central Pacific Ocean, 1952-1998. II. A preliminary assessment of the trophic impacts of fishing and effects on tuna dynamics. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59: 1736-1747.
- Defeo, O., Barea, L., Neggemeyer, F. & Little, V. 1992. Abundancia, distribución y dimensionamiento de la pesquería del cangrejo rojo *Geryon quiquendens* Smith, 1879 en el Atlántico Sudoccidental. Informe Técnico N° 38, INAPE, Montevideo, Uruguay. 72 p.
- De la Rocha, C. L. 1998. *Variação temporal da comunidade zooplantônica e produção anual do copepoda Acartia lilljeborgi na Enseada da Praia do Segredo (São Sebastião-SP)*. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 113 p.
- Dias, C. O. 1996. Distribuição de Copepoda (Crustacea) ao largo da costa do Estado do Rio de Janeiro. *Rev. Bras. Biol.*, 54: 147-156.
- Domingos, S. S., Athiê, A. A. R. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (no prelo). Diet of *Chaceon ramosae* (Decapod, Brachyura) of the Southern Brazilian Exclusive Zone. *Braz. J. Oceanog.*
- Duarte-Pereira, M. Abreu-Silva, J.L.; Ebert, L.A. & Andrade, H.A. 2005. Idade e crescimento do peixe galo-de-profundidade, *Zenopsis conchifera* (Lowe, 1852) capturado na plataforma e talude continental do sul e sudeste do Brasil: dados preliminares. II Congresso Brasileiro de Oceanografia – CBO'2005. Vitória, ES. Resumos.
- Figueiredo, A. G. Jr. & Madureira, L. S. P. 2004. *Topografia, composição, refletividade do substrato marinho e identificação de províncias sedimentares na Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE - Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 64 p.
- Figueiredo, A. G. Jr. & Tessler, M. G. 2004. *Topografia e composição do substrato marinho da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 64 pp.
- Franco, B. C., Muelbert, J. H. & Mata, M. 2005. *O ictioplâncton da Região Sul do Brasil e sua relação com as condicionantes ambientais*. Série Documentos REVIZEE-Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 40 pp.
- Freire, K. M. F. 2005. Fishing impacts on marine ecosystems off Brazil, with emphasis on the northeastern region. Tese de doutorado, University of British Columbia. 254 p.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds). 2003, FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version 06 April 2004.
- Froese, R. & Pauly, D. (Eds). 2006, FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org.

- Gaeta, S. A. 1999. *Produção primária na região oeste do Atlântico Sul*. Tese de livre docência. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 140 p.
- Gaeta, S. A. & Brandini, F. P. 2006. Produção primária e fitoplâncton na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. & Madureira, L.S.P. *O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. EDUSP. São Paulo: 219-265.
- Garcia, C. A. E. 1997. Physical oceanography. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J.P. (Eds). *Subtropical convergence environments: the coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer Verlag, Berlin: 94-96.
- Gartner, Jr. J. V. 1991. Life histories of three species of lanternfishes (Pisces: Myctophidae) from the eastern Gulf of Mexico. *Mar. Biol.* 11: 21-27 .
- Gasalla, M. A. 2004a. *Impactos da pesca industrial no ecossistema da plataforma continental interna do sudeste do Brasil: a abordagem ecossistêmica e a integração do conhecimento*. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 276 p.
- Gasalla, M. A. 2004b. Modelling the state of fisheries and coastal ecosystem in the South Brazil Bight before the expansion of industrial fisheries. In: *Proceedings of the 4th World Fisheries Congress, Vancouver, Canadá*. p. 48.
- Gasalla, M. A. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2004. Contribution of ecosystem analysis to investigate the effects of changes in fishing strategies in the South Brazil Bight coastal ecosystem. *Ecological Modelling*, 172: 283-306.
- Haimovici, M., 1998, Present state and perspectives for the southern Brazil shelf demersal fisheries. *Fish. Man. and Ecol.*, 5(4): 277-289.
- Haimovici, M. & Araújo, J. N. 2005. *Paralichthys patagonicus*. In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds) *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo: 116-123.
- Haimovici, M., Ávila-da-Silva, A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds) 2004. *Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo, na região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE- Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 112 p.
- Haimovici, M., Ávila-da-Silva, A. O. & Fisher, L. G. 2006. Diagnostico do estoque e orientações párea o ordenamento da pesca de *Urophycis mystacea* (Ribeiro, 1903). In: Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Ávila-da-Silva, A. O. & Cergole, M. C. (Eds). *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste-Sul do Brasil: Dinâmica populacional das espécies em exploração – II*. Série documentos REVIZEE: Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP: 86-94.
- Haimovici, M., Ávila-da-Silva, A. O., Tutui, S. L. dos S., Bastos, G. C. C., Santos, R.A. dos, & Fisher, L. G. 2004. Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo, na região Sudeste-Sul do Brasil. In: Haimovici, M., Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds). *Prospecção pesqueira de espécies demersais com espinhel-de-fundo, na região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE- Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP: 9-78.
- Haimovici, M. & Peres, M. B. 2005. *Polyprion americanus*. In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva, A.O. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds). *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo: 124-131.
- Haimovici, M., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Cergole, M. D., Madureira, L. S. P., Bernardes, R. A. & Ávila-da-Silva, A. O. 2006. Recursos pesqueiros da Região Sudeste-Sul. In: Brasil, Ministério do Meio Ambiente. *Programa REVIZEE: Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva*. Relatório executivo / MMA, Secretaria de qualidade ambiental nos assentamentos humanos. Brasília: 19-64.



- Haimovici, M. & Velasco, G. 2000. Length-weight relationships of marine fishes from southern Brazil. *Naga ICLARM Quarterly*. 23(1): 19-23.
- Hassani, S., Antoine, L. & Ridoux, V. 1997. Diets of albacore, *Thunnus alalunga*, and dolphins, *Delphinus delphis* and *Stenella coeruleoalba*, caught in the Northeast Atlantic albacore drift-net fishery: a progress report. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 22: 119-123.
- Hilborn, R. & Walters, C. J. 1992. *Quantitative fisheries stock assessment: choice, dynamics and uncertainty*. Chapman and Hall, London. 570 p.
- IBAMA. 2002. *Estatística da pesca 2000. Brasil, Grande regiões e unidades da Federação*. Boletim. 16 p.
- IBAMA. 2003. *Estatística da pesca 2001. Brasil, Grandes regiões e unidades da Federação*. Boletim 149 p.
- IBAMA. 2004. *Estatística da pesca 2002. Brasil, Grandes regiões e unidades da Federação*. Boletim 129 p.
- Ignácio, J. M. & Haimovici, M. 2005 Alimentação do linguado-transparente *Paralichthys isosceles* no sul do Brasil Resumo, Congresso Brasileiro de Oceanografia, Vitória, 8 a 11 de outubro de 2005 (em CD).
- Itagaki, M. K. 1999. *Composição, abundância e distribuição horizontal de larvas de peixes marinhos e sua relação com os fatores hidrológicos na costa sudeste do Brasil*. Dissertação de mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 208 p.
- Isaac, V. J. 1990. *The accuracy of some length-based methods for fish population studies*. ICLARM Tech Rep. 27. 81 p.
- Jørgensen, S. E. 1994. *Fundamentals of ecological modelling*. Elsevier. 628 p.
- Katsuragawa, M., Dias, J. F., Lopes, C. L. & Suzuki, K. 1999. Comunidade ictiofantônica na plataforma. *In: Pires Vanin (Coord). 7º relatório do Projeto Oceanografia da Plataforma interna da Região de São Sebastião (OPISS)*. 48 p.
- Katsuragawa, M., Muelbert, & J. H., Dias, J. F. 2006. O ictioplâncton na Região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. & Madureira, L.S.P. (Orgs). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. EDUSP. São Paulo: 359-446.
- Kotas, J. E.; Petreire, M. Jr.; Azevedo, V. G. & Santos, S. dos. 2005. *A pesca de emalhe e de espinhel-de-superfície na Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP. 72 p.
- Lalli, C. M. & Parsons, T. R. 1993. *Biological Oceanography: an introduction*. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford. 320 p
- Lana, P. C., Camargo, M. G. & Isaac, V. J. 1996. *O bentos da costa brasileira: avaliação crítica e levantamento bibliográfico*. Rio de Janeiro, FEMAR. 432 pp.
- Lima, I. D. & Castello, J. P. 1995. Distribution and abundance of Southwest Atlantic anchovy spawners (*Engraulis anchoita*) in relation to oceanographic processes in the southern Brazilian shelf. *Fish. Oceanogr.* 4: 1-16.
- Lopes, R. M., Montú. M. A., Gorri, C., Muxagata, E., Miyashita, L. K. & Oliveira, L. P. 2006. O zooplâncton marinho entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). *In: Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. & Madureira, L.S.P. (Orgs). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*. São Paulo. EDUSP: 265-358.
- Mackinson, S. 2001. Representing trophic interactions in the North Sea in the 1880s, using the Ecopath mass-balance approach. *In: Guénette, S., Christensen, V. & Pauly, D. (Eds.) Fisheries impacts on North Atlantic ecosystems: models and analyses – Part I*. Fisheries Centre Research Reports 9(4), 344 p.
- Madureira, L. S. P. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds) 2005. *Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: hidroacústica e biomassas*. Série documentos REVIZEE: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo. 144 p.



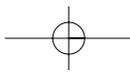
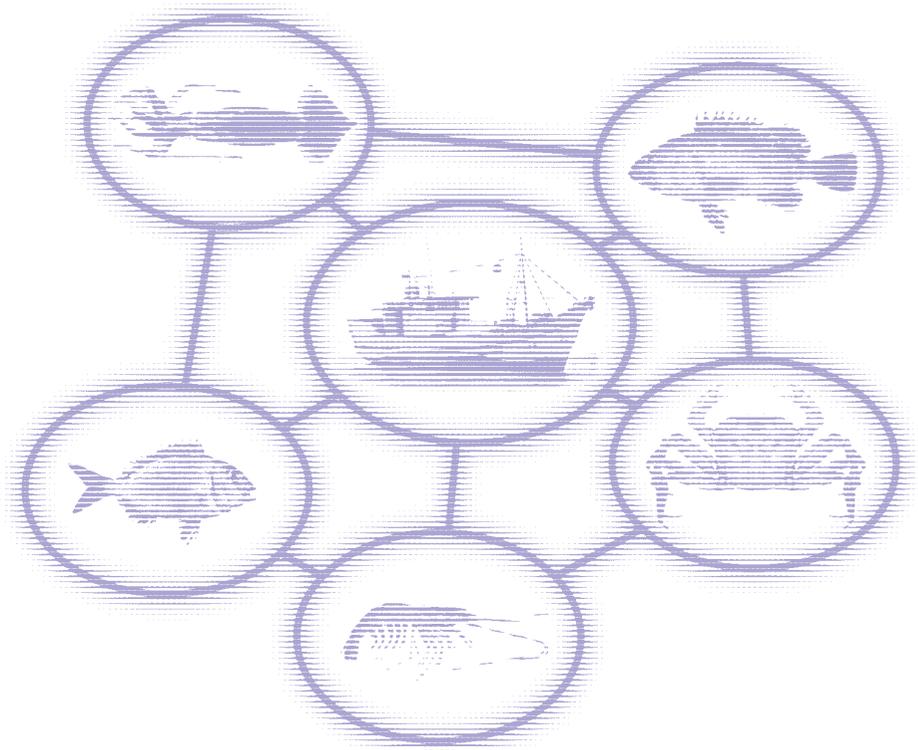
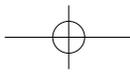
- Madureira, L. S. P., Vasconcelos, M. C., Weigert, S. C., Habiaga, R. P., Pinho, M. P., Ferreira, C. C., Duvoisin, A. C., Soares, C. F. & Bruno, M. A. 2005. Distribuição, abundância e interações ambientais de espécies pelágicas da Região Sudeste-Sul do Brasil, entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chui (RS). In: Madureira, L.S.P. & Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. (Eds). 2005. *Prospecção de recursos pesqueiros pelágicos na Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE– Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP: 63-141.
- Magro, M. 2005. *Trichiurus lepturus*. In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva A.O. & C.L.D.B. Rossi-Wongtschowski (Eds.) *Análise das principais pescarias comerciais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração*. Série documentos REVIZEE: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, Brasil. 176p.
- Magro, M. 2006. *Aspectos da pesca e dinâmica de populações do espada, Trichiurus lepturus (Trichiuridae, Teleostei), da costa Sudeste-Sul do Brasil*. Tese de doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 174 p.
- Martins, A., S. 2000. *As assembléias e as guildas tróficas de peixes ósseos e cefalópodes demersais da plataforma continental e talude superior do extremo sul do Brasil*. Tese de doutorado, Fundação Universidade do Rio Grande. 104 p + I Apêndice.
- Martins, A. S., Haimovici, M. & Palácios, R. 2005. Diet and feeding of the cutlassfish *Trichiurus lepturus* in the Subtropical Convergence Ecosystem of southern Brazil. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 85: 1223-1229.
- Mathews, C. P. 1987. Fisheries management in a developing country: the most appropriate balance of size- and age-related methods for practical assessments. In: Pauly, D. & Morgan, G. R. (editors) *Length-based methods in fisheries research*. ICLARM Conference Proceedings 13, Manila, Philippines: 321-334.
- Mendo, J.A. 1984. Edad, crecimiento y algunos aspectos reproductivos y alimentarios de la caballa (*Scomber japonicus peruanus*). *Bol. Inst. Mar. Peru.* 8: 101-156.
- Mesquita, H. S. L. & Fernandes, A. J. 1995. Variação temporal de curta escala de bactérias, picofitoplâncton e nanoplâncton na região de Ubatuba, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia*, São Paulo, 44 (1): 47-56.
- Montú, M. A., Gloeden, I. M., Duarte, A. K. & Resgalla, D. J. R. 1997. Coastal marine environments and their biota. Zooplâncton. In: Seeliger, U., Odebrecht, C., Castello. J.P. (Eds). *Subtropical convergence environments. The coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer, Berlin, Heideberg, New York: 110-114.
- Morato, T., Solá, E., Grós, M. P. & Menezes, G. 2003. Diets of thornback ray (*Raja clavata*) and tope shark (*Galeorhinus galeus*) in the bottom long-line fishery of the Azores, northeastern Atlantic. *Fish. Bull.* 101: 590-602.
- Muto, E. Y. 2004. *Variações isotópicas de <sup>13</sup>C e <sup>15</sup>N de peixes demerso-pelágicos do ecossistema de plataforma ao largo de Ubatuba (SP) e Cabo Frio (RJ)*. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 142 p.
- Muto, E.Y., Silva, M. H. C. da, Vera, G. R., Leite, S. S. M., Navarro, D. G. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2005. *Alimentação e relações tróficas de peixes demersais da plataforma continental externa e talude superior da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico - USP. 64 p.
- Muxagata, E. 1999. *Avaliação da biomassa e distribuição zooplanctônica na plataforma continental sudeste brasileira durante o Inverno de 1995*. Dissertação de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande. 176 p.
- Nascimento, M. C. 2006. *Alimentação de peixes na plataforma continental externa e talude superior da Região Sudeste-Sul do Brasil*. Dissertação de mestrado. Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Rio Claro. 64 p.

- Okey, T. A. & Pugliese, R. 2001. A preliminary Ecopath model of the Atlantic continental shelf adjacent to the southeastern United States. pp. 167-181 *In: Guénette, S., Christensen, V. & Pauly, D. (Eds.) Fisheries impacts on North Atlantic ecosystems: models and analyses – Part I. Fisheries Centre Research Reports 9(4).* 344 p.
- Okey, T. A.; Vargo, G. A.; Mackinson, S., Vasconcellos, M., Mahmoudi, B. and C. A. Meyer. 2004. Simulating community effects of sea floor shading by plankton blooms over the West Florida shelf. *Ecological Modelling*, 72(2-4): 339-359.
- Odebrecht, C. & Castello, J. P. 2001. The convergence ecosystem in the Southwest Atlantic, Chap. 11 *In: Seeliger, U. & Kjerfve, B. (Eds.), Coastal marine ecosystems of Latin America. Ecological studies 144, Springer-Verlag, Berlin.* 360 p.
- Odebrecht, C. & Garcia, V. M. T. 1997, Phytoplankton. *In: Seeliger, U., Odebrecht, C. & Castello, J. P. (Eds.), Subtropical Convergence Environments: The coastal and sea in the Southwestern Atlantic. Springer, Berlin. Chap. 6.7: 105-109.*
- Odum, E. P. 1988. *Ecologia*. 3a Ed. Guanabara, Rio de Janeiro. 434 p.
- Paesch, L., 2000, Hábitos alimentarios de algunas especies de elasmobranchios en el frente oceánico del Río de la Plata. *Frente Marítimo*. 18(A): 71-90.
- Palomares, M. L. & Pauly, D. 1998. Predicting food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity. *Mar. Freshwater Res.* 49: 447-453.
- Papaconstantinou, C. & Kipiris, K. 2001. Distribution et structure de la population de la crevette *Aristeus antennatus* d'une zone inexploitée de la mer Ionienne grecque. *Aqua. Liv. Res.* 14 (5): 303-312.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. Int. Explor. Mer.*, 39(2): 175-192.
- Pauly, D. & Christensen, V. 2002. Ecosystem models. *In: Hart, P.J.B. & Reynolds, J.D. (Eds.) Handbook of fish biology and fisheries. Vol. 2. Chap. 10. Blackwell Science Ltd. UK.*
- Pauly, D. & Maclean, J. 2003. *In a perfect ocean: the state of fisheries and ecosystems in the North Ocean.* Island Press. 175 p.
- Perez, J. A. A. Pezzuto, P. R., & Andrade, H. A., 2005. Biomass assessment of the monkfish *Lophius gastrophysus* stock exploited by a new deep-water fishery in southern Brazil. *Fish. Res.* 72: 149-162.
- Perez, J. A. A., Pezzuto, P. R., Wahrlich, R., Andrade, H. A., Schwingel, P. R., Lopes, F. R. A. & Rodrigues-Ribeiro, M. 2003. Deep-sea fishery off southern Brazil: recent trends of the Brazilian fishing industry. *J. Northwest Atl. Fish. Sci.* 31: 1-18.
- Perez, J. A. A., Pezzuto, P. R., Wahrlich, R., Andrade, H. A., Schwingel, P. R., Lopes, F. R. A. & Vale, W. G. 2005. *A pesca comercial de arrasto de fundo no Sudeste e Sul do Brasil. Período 2000-2005. Principais espécies.* Relatório Técnico apresentado na 3ª Sessão ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/Demersais)/SEAp/PR- Itajaí, SC, 14-16/03/2005. Doc. 11 SCC CPG 03/2005 P4: 21p.
- Perez, J. A. A., & Wahrlich, R. 2005. A bycatch assessment of the gillnet monkfish *Lophius gastrophysus* fishery off southern Brazil. *Fish. Res.* 72: 81-95.
- Pezzuto, P. R., Pérez, J. A. A. & Wahrlich, R. 2005. A pesca de *camarões-de-profundidade (Decapoda: Aristeidae) nas regiões de talude da costa brasileira.* Relatório Técnico apresentado na 3ª Sessão ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/Demersais)/SEAp/PR- Itajaí, SC, 14-16/03/2005. Doc. 10 SCC CPG 032005 P5: 14 p.
- Pezzuto, P. R., Pérez, J.A.A., Wahrlich, R.; Sant'Ana, R., Vale, W. G. & Claudino-dos-Santos, R. 2006. *Avaliação de estoque e biologia populacional dos caranguejos-de-profundidade (Chaceon notialis e Chaceon ramosae) nas regiões Sudeste e Sul do Brasil.* Relatório Técnico apresentado

à 4ª Sessão Ordinária do Subcomitê Científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão dos Recursos Demersais de Profundidade (CPG/Demersais)/ SEAP/PR – Itajaí, SC, 03-05/05/2006. 42 p.

- Piola, A. R., Campos, E. J. D., Möller, O. O., Charo, M., Martinez, C. 2000. Subtropical shelf front off eastern South America. *Journal of Geophysical Research* 105, C3, 6566-6578.
- Pitcher, T. J. 2001. Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. *Ecol. Appl.*, 11(2): 601-617.
- Ribeiro, M. R. 1996. *Estudo sobre o desenvolvimento larval, abundância e distribuição de ovos e larvas de Maurolicus muelleri (Gmelin, 1789) (Teleostei: Sternoptychidae) e possíveis potencialidades ao largo da costa sudeste brasileira entre 23°S (Cabo Frio - RJ) e 29°S (Cabo de Santa Marta - SC)*. Dissertação de mestrado. Instituto Oceanográfico – USP. 160 p.
- Rocha, G. R. A., Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B., Soares, L. S. H. & Jarre-Teichmann, A. 2003. Seasonal budgets of organic matter in the Ubatuba shelf system, southeastern Brazil. II. Fish components. *Oceanologica Acta*, (27) 2: 83-94.
- Santos, R. A. & Haimovici, M. 1997. Food and feeding of the short-finned squid *Illex argentinus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) off southern Brazil. *Fish. Res.*, 33: 137-147
- Shannon, L. J., Moloney, C. L., Jarre, A. & Field, J. G. 2003. Trophic flows in the southern Benguela during the 1980s and 1990s. *J. Mar. Systems* 39: 83-116
- Schwingel, P. R. 1998. Feeding ecology of *Engraulis anchoita* (Hubbs & Marini 1935) in Brazilian Waters (22 S to 34 S). Tese de Doutorado. Universität Hamburg, U.H., Alemanha. 130 p.
- Skjæraasen J. E. & Bergstad O. A. 2000. Distribution and feeding ecology of *Raja radiata* in the north-eastern North Sea and Skagerrak (Norwegian Deep). *ICES J. of Mar. Sci.* 57: 249-1260.
- Soares, L. S. H. 1992. Alimentação de espécies de peixes demersais, ao longo do ciclo diário no litoral de Ubatuba, São Paulo, Brasil: alimento, atividade alimentar e consumo. Tese de Doutorado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. p. 165 p.
- Soares, L. S. H., Gasalla, M. L. 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 Especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo, n. 10: 189-198.
- Tubino, R. A. 1999. *Distribuição e ecologia alimentar de três espécies de peixes demersais da família triglidae: Prionotus punctatus, Prionotus nudigula, e Bellator brachychir na região de ressurgência de Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brasil*. Dissertação de mestrado. Universidade Federal Fluminense. 83 p.
- Valentini, H. & Pezzuto, P. R. 2006. *Análise das principais pescarias comerciais da região Sudeste/Sul do Brasil com base na produção controlada do período 1986-2004*. Série documentos REVIZEE - Score Sul. São Paulo. Instituto Oceanográfico – USP. 56p.
- Vasconcellos, M. 2000. *Ecosystem impacts of fishing forage fishes: An analysis of harvest strategies for the Brazilian sardine*. Tese de Doutorado, University of British Columbia. 187 p.
- Vasconcellos, M. & Gasalla, M. A. 2001. Fisheries catches and carrying capacity of marine ecosystems in southern Brazil. *Fish. Res.* 50: 279-295
- Vasconcellos, M. 2002. *Mass-balance models of oceanic ecosystems of the Atlantic*. Fisheries Centre Report. 76 p.
- Vaske, T. Jr. & Castello, J. P. 1998. Conteúdo estomacal da albacora-laje, *Thunnus albacares*, durante o inverno e primavera no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.* 58(4): 639-647
- Vaske, T. Jr. & Rincon, G. 1998. Conteúdo estomacal dos tubarões azul (*Prionace glauca*) e anequim (*Isurus oxyrinchus*) em águas oceânicas no sul do Brasil. *Rev. Brasil. Biol.*, 58(3): 445-452.
- Vaz-dos-Santos, A. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. 2005. *Merluccius hubbsi* In: Cergole, M. C., Ávila-da-Silva, A. O. & Rossi-Wongtschowski, C. L. D. B. (Eds.) *Análise das principais pescarias comerci-*

- ais da região sudeste-sul do Brasil: dinâmica populacional das espécies em exploração. Série documentos REVIZEE: Score Sul, Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, Brasil 176 p.
- Velasco, G. 2004. *Modelo ecotrófico da plataforma continental do sul do Brasil e cenários de exploração pesqueira da anchoíta (Engraulis anchoita) e do peixe-lanterna (Maurolicus stehmanii)*. Tese de Doutorado. FURG, 160 p.
- Velasco, G. & Castello, J. P. 2005. An ecotrophic model of southern Brazil continental shelf and fisheries scenarios for *Engraulis anchoita* (Pisces, Engraulidae). *Atlântica* 27(1): 59-68.
- Velasco, G., Castello, J. P., Oddone, M. C., Araújo, J. N. & Garcia, A. M. 2006. Analyzing elasmobranch populations of southern Brazil under an ecosystem perspective. Itajaí. *Resumos da V Reunião da SBEEL*. Itajaí, Ed. Nova Letra: 9-10.
- Velasco, G.; Reis, E. G & Miranda, L. V. 2003. Cálculo da taxa instantânea de mortalidade natural para *Netuma barba* (Lacépède, 1803) (Siluriformes, Ariidae)". *Acta Biol. Leop.* UNISINOS, São Leopoldo, Brasil, 25(2): 233-242
- Vilela, M. J. A. 1990. *Idade, crescimento, alimentação e avaliação do estoque de bonito-listrado, Katsuwonus pelamis (Scombridae: Thunnini), explorado na região sudeste-sul do Brasil*. Tese de Mestrado, Fundação Universidade do Rio Grande. 81 p.
- Vilela, M. J. A. & Castello, J. P. 1993. Dinâmica poblacional del barrilete *Katsuwonus pelamis*, explotado en la región sudeste-sur del Brasil en el período 1980-1986. *Frente Marítimo*, 14: 111-124.
- Vooren, C. M., Castello, J. P., De Bem, R. T., Gomez, I. C., Hellebrandt, D. & Isoldi, M. 1999. *Projeto ARGO. Avaliação dos recursos pesqueiros pelágicos de grande porte*. Universidade do Rio Grande. Relatório final. V. 2. 105 p.
- Walters, C. J., Christensen, V. & Pauly, D. 1997. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balanced assessments. *Rev. Fish Biol. Fish.* 7: 139-172.
- Weiss, G., Hubold, G. & Bainy, A. C. T. 1988. Eggs and larvae of *Maurolicus muelleri* (Gmelin, 1789) (Teleostei, Sternoptychidae) in the Southwest Atlantic. *Meeresforsch.*, 32:53-60.
- Zembruscki, S. G. 1979. *Geomorfologia da margem continental sul brasileira e das bacias oceânicas adjacentes*. Série Projeto REMAC, 7: 129-177.



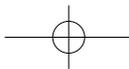
## AGRADECIMENTOS

 Os autores agradecem o trabalho e a colaboração da colega Gabriela R. Vera, cuja ajuda foi fundamental na coleta e preparação dos dados utilizados no modelo.

Somos muito gratos, também, aos colegas Salvador Gaeta, Rubens Lopes, Cecília Amaral, Christian S. Ferreira, Omar Defeo, Arianna Masello, Joan Cartes, Lee Hastie, Luis Miguel Casarini, Jorge Pablo Castello, Maria Cristina Oddone, Paulo Pezzuto, Humber Andrade, Rosangela Lessa, Marcelo Vasconcellos, Carlos A. Arfelli, Roberto A. Bernardes, Nilamon O. Leite Jr., Julio N. Araújo, Luciano G. Fisher e Villy Christensen, pelos esclarecimentos e informações fornecidas.

Nosso reconhecimento e agradecimento a todos os demais participantes do programa REVIZEE e de outros programas de pesquisa anteriores, que geraram dados fundamentais para este trabalho.

M. A. Gasalla agradece ao Programa INCOFISH (European Union INCO N. 003739) e ao CNPq a bolsa BSP-Fomento Tecnológico, Professor Visitante, para realizar estágio no Instituto Politécnico Nacional (IPM, México) e na University of British Columbia (UBC, Canadá).



---

*Editor:* Carmen Lúcia Del Bianco Rossi-Wongtschowski

*Supervisor de editoração:* Roberto Ávila Bernardes

*Gerenciamento administrativo:* Aparecida Martins Vaz dos Santos

*Administração Financeira:* Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

*Patrocinador deste volume:* PETROBRAS

*Projeto gráfico e editoração:* Ulhôa Cintra Comunicação Visual e Arquitetura

*Revisão:* Cleyde Romano de Ulhôa Cintra

*Fotos:* Luciano Gomes Fischer

*Assessoria técnica da Coordenação Geral do Programa REVIZEE (SQA/MMA)*

Oneida Freire

Altineu Pires Miguens

Álvaro Roberto Tavares

Carlos Alexander Gomes de Alencar

José Luiz Jeveaux Pereira

Ricardo Castelli Vieira

