

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

JÚLIA BENEVENUTI SOARES

**MODELAGEM TRÓFICA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES NA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO DA PRAIA EM ITAIPU, NITERÓI – RJ**

NITERÓI

2016

JÚLIA BENEVENUTI SOARES

**MODELAGEM TRÓFICA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES NA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO DA PRAIA EM ITAIPU, NITERÓI – RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha.

Orientador: Dr. Cassiano Monteiro-Neto

Niterói

2016

JÚLIA BENEVENUTI SOARES

**MODELAGEM TRÓFICA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES NA ZONA DE
ARREBENTAÇÃO DA PRAIA EM ITAIPU, NITERÓI – RJ**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal Fluminense, como requisito parcial para obtenção do grau de bacharel em Ciências Biológicas com ênfase em Biologia Marinha.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Cassiano Monteiro-Neto (Presidente)

Dr. Rafael de Almeida Tubino (Membro 1)

Dr. Marcus Rodrigues da Costa (Membro 2)

Dr. Aguinaldo Nepomuceno Marques Jr. (Membro Suplente)

Niterói

2016

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente ao Dr. Cassiano Monteiro-Neto por ter me recebido no Laboratório de Biologia do Nécton e Ecologia Pesqueira (ECOPESCA/UFF) e me proporcionado a oportunidade de executar o presente trabalho.

Ao Dr. Rafael de Almeida Tubino, por toda sua paciência, dedicação e atenção durante o processo de elaboração da pesquisa e minhas dúvidas com o Ecopath. Valeu muito a pena este aprendizado!

À todos do laboratório ECOPESCA, que me receberam muito bem!

Obrigada a todos os professores de que alguma forma, cada um à seu modo, participaram contribuindo para minha formação. Mais uma etapa se conclui e só tenho a agradecer! Que venha o mestrado e muitas conquistas!

Aos amigos queridos que a biologia me proporcionou. Essenciais para que eu siga em frente e não sinta o peso de viver longe da terrinha. À Carol, Lelê e Paula. Adoro nosso lar! Vocês foram muito importantes durante essa etapa. Obrigada por aturarem minhas reclamações durante esse período tumultado.

Aos meus pais e Carol, meus amores. Por me apoiarem SEMPRE! Com vocês me sinto mais forte e completa.

RESUMO

Este trabalho visou o desenvolvimento de um modelo de interações tróficas de balanço de massas (ECOPATH) para a zona de arrebentação de uma praia arenosa oceânica no município de Niterói, RJ. O foco do trabalho foi identificar as interações tróficas estabelecidas pelos componentes da ictiocenose típica da zona de arrebentação da praia de Itaipu, além de compreender o funcionamento desses ambientes e as relações que são estabelecidas com a ictiofauna local. O presente estudo foi realizado a partir de um conjunto de dados primários (abril de 2012 a março de 2013) de coletas mensais na praia de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro. Os dados de dieta foram retirados da literatura. Os resultados gerados a partir do modelo revelam que o sistema estudado é sustentado principalmente por um fluxo de biomassa proveniente do detrito, além da elevada contribuição da produtividade fitoplanctônica.

Palavras-chave: Ictiocenose; alimentação; ecologia trófica; modelagem ecológica; Ecopath.

ABSTRACT

This work aimed to develop a model of trophic interactions of mass balance (ECOPATH) to the surf zone of a sandy beach in Niterói, RJ. The focus of the study was to identify the trophic interactions established by the components of the typical fish assemblage of the surf zone of Itaipu beach, and understand the functioning of these environments and the relationships that are established with the local fish fauna. This study was carried out from a series of data (april 2012 to march 2013) of monthly collections on Itaipu beach, Niterói, Rio de Janeiro. Diet data were taken from literature. The results obtained from the model show that the studied system is mainly sustained by a flow of biomass debris, in addition to the high contribution of the phytoplankton productivity.

Keys-words: Ictiocenose; feeding; trophic ecology; ecological modeling; Ecopath.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Fonte: Morasche *et al.* (2010).....8
- Figura 2. Vista aérea da Praia de Itaipu, Niterói, RJ. Área representando o ecossistema em vermelho. Imagem obtida através do Google Earth (2016).....9
- Figura 3. Composição das dietas das espécies da ictiocenose da zona de arrebenção da Praia de Itaipu, Niterói (gráfico de barras) e valores referentes aos respectivos níveis tróficos, entre parênteses). A sequência das espécies segue o padrão proposto pelo cluster gerado na análise de agrupamento (figura abaixo).....23
- Figura 4. Diagrama de fluxos de biomassa entre os compartimentos que compõem o modelo ecotrófico da zona de arrebenção da Praia de Itaipu, Niterói (RJ), gerado pelo programa *Ecopath with Ecosim* (versão 6.4.4).....33
- Figura 5. Coluna de Lindman mostrando os compartimentos que compõem os níveis tróficos e fluxos do modelo ecotrófico da zona de arrebenção da Praia de Itaipu, Niterói (RJ), gerado pelo programa *Ecopath with Ecosim* (versão 6.4.4).....34
- Figura 6. Representação gráfica gerada a partir da matriz de impacto trófico misto.....37

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1. Compartimentos usados no *Ecopath*.....14

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Valores de entrada no programa *Ecopath*. Biomassa, Produção por Biomassa (P/B), Consumo/Biomassa (C/B) e Eficiência Ecotrófica (EE) para os compartimentos do modelo trófico da zona de arrebenção da Praia de Itaipu, Niterói, RJ.....16
- Tabela 2. Relação das espécies capturadas na praia de Itaipu entre o período de abril de 2012 a março de 2013 com seus respectivos nomes vulgares.....17
- Tabela 3. Abundâncias numérica (N) e percentual numérico (N%), biomassa kg (B) e percentual de biomassa (B%) e frequência de ocorrência (FO%) das espécies mais abundantes capturadas na praia de Itaipu, Niterói – RJ. Dados referentes ao período de abril de 2012 a março de 2013. Espécies ordenadas de acordo com a frequência de ocorrência (FO%).....19

Tabela 4. Comprimento médio e desvio padrão (DP), tamanho de primeira maturação (LT50) e fonte das informações referente ao L50 das espécies mais abundantes capturadas na praia de Itaipu, Niterói – RJ.....	20
Tabela 5. Matriz trófica com lista de espécies (nome científico e família correspondente), participação relativa em peso ou volume das categorias alimentares consumidas. Det (Detrito), Fito (Fitoplâncton), Macrof (Macrófitas), Zooplâncton (Hydrozoa), Zooplâncton (Crustáceos Planctônicos), Ictioplâncton (Ovos/larva de peixe), Zoobentos (Poliquetas/Nematoda), Zoobentos (Mollusca), Zoobentos (Crustacea), Zoobentos (Invertebrados Bentônicos), Insecta, Necton (Teleosteos). Número de estômagos analisados (N), área de estudo procedência e fonte das informações.....	21
Tabela 6. Níveis tróficos das espécies e erro padrão.....	24
Tabela 7. Tamanho do nicho trófico (TN) e valores standardizados de tamanho do nicho (TNe) das espécies.....	25
Tabela 8. Sobreposição de nicho trófico entre as espécies de peixes juvenis da zona de arebentação da Praia de Itaipu, Niterói – RJ. Em negrito estão destacados os índices considerados elevados (0,8-1,0).....	27
Tabela 9. Parâmetros do modelo ecotrófico balanceado da região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Os valores sublinhados foram calculados iterativamente pelo programa <i>Ecopath with Ecosim</i> . P/B = Produção por Biomassa, C/B = Consumo por Biomassa e P/C = Produção por Consumo.....	31
Tabela 10. Atributos ecológicos gerados para representar a estrutura trófica da zona de arebentação da Praia de Itaipu, Niterói, RJ.....	35

SUMÁRIO

Resumo	V
Abstract.....	VI
Lista de Ilustrações	VII
1 Introdução.....	1
2 Objetivos.....	6
2.1 Objetivo Geral	6
2.2 Objetivos Específicos.....	6
3 Metodologia.....	7
3.1 Área de Estudo	7
3.2 Coleta de Dados	8
3.3 Composição da Dieta	9
3.3.1 <i>Matriz Trófica</i>	9
3.3.2 <i>Tamanho De Nicho Trófico e Sobreposição</i>	11
3.4 Modelo Ecotrófico de Balanço de Massas	11
3.4.1 <i>Definição da Área</i>	13
3.4.2 <i>Unidade do Modelo</i>	13
3.4.3 <i>Grupos funcionais do modelo</i>	13
3.4.4 <i>Definição dos parâmetros do modelo</i>	14
3.4.5 <i>Balanço do modelo</i>	15
4 Resultados.....	17
4.1 Composição da Ictiofauna.....	17
4.2 Composição da dieta	20
4.2.1 <i>Matriz Trófica</i>	20
4.2.2 <i>Análise de similaridade de dietas</i>	22
4.2.3 <i>Nível Trófico</i>	24
4.2.4 <i>Tamanho de nicho e sobreposição</i>	25
4.3 O Modelo Ecotrófico.....	29
5 Discussão	38
6 Conclusão	42
7 Referências Bibliográficas.....	42

1. INTRODUÇÃO

O termo *ecossistema* é usado para designar uma comunidade biológica junto com o meio abiótico no qual ela está inserida. Ou seja, um ecossistema é formado pelas interações entre componentes bióticos e abióticos que interagem através das transferências de energia dos organismos vivos entre si e entre estes e os demais elementos de seu ambiente (BEGON *et al.*, 2007).

Os ecossistemas podem ser descritos de diferentes formas. Segundo Pauly *et al.* (2002), uma das maneiras mais simples de descrever um ecossistema é através das interações alimentares estabelecidas entre as espécies que o compõem. Este processo pode ser estudado através da análise de seus conteúdos estomacais, identificando quem atua como predador, como presa ou como predador e presa ao mesmo tempo.

O estudo das relações tróficas possui algumas vantagens, incluindo prever efeitos em cascata que possam gerar consequências negativas como, por exemplo, o efeito da pesca nos ecossistemas aquáticos. Através da média de níveis tróficos, um índice de sustentabilidade dos ecossistemas marinhos explorados pode ser obtido. A pesca inicialmente tende a remover peixes maiores e de crescimento lento, reduzindo assim os níveis tróficos das espécies dentro de um ecossistema, encurtando a cadeia trófica (PAULY *et al.*, 2002). Além disso, a manutenção da biodiversidade pode ser mais eficaz caso as consequências que modifiquem as cadeias tróficas tornem-se previsíveis (ARIAS-GONZÁLEZ *et al.*, 2004). Sendo assim, compreender a dinâmica da cadeia trófica e os fluxos de energia que se estabelecem é, sem dúvidas, uma maneira de compreender melhor o funcionamento do meio.

Neste contexto, um ecossistema que vem sendo muito estudado são as zonas de arrebenção de praias arenosas. De acordo com Vasconcellos *et al.* (2007), a zona de arrebenção é área correspondente entre a linha de costa da praia e o limite externo de quebra das ondas. Lasiak (1981; 1985), Esteves (2003), Vasconcellos *et al.* (2007), Palmeira & Monteiro-Neto (2010), Gondolo *et al.* (2011) são alguns dos trabalhos que nos ajudam a compreender o funcionamento desses ambientes e as relações que são estabelecidas com a ictiofauna local.

Segundo Clark *et al.* (1996), alguns fatores contribuem para determinar a abundância de espécies de peixes que habitam a zona de arrebenção, como por exemplo, o grau de intensidade das ondas, a turbidez, além do tamanho de partículas de sedimento da praia. Sendo assim, a ação das ondas é considerada como um dos fatores primários mais importantes que moldam as características físico-químicas nessa região. Essa variável ambiental tem a capacidade de modificar a estrutura do sedimento e das fontes de alimentos, podendo interferir na composição comunidade de peixes locais (VASCONCELLOS *et al.*, 2007).

Por muito tempo estes ambientes foram considerados estruturalmente homogêneos, oferecendo uma baixa diversidade de habitats, cobertura e produtividade (CLARK *et al.*, 1996). Porém, a importância da zona de arrebenção tem sido enfatizada por diversos autores. Apesar das condições aparentemente inapropriadas, essa zona oferece uma série de vantagens aos organismos residentes, principalmente peixes e crustáceos juvenis. Constitui-se numa importante área de alimentação, crescimento e recrutamento, funcionando como um berçário para ictiofauna marinha, além de oferecer maior proteção contra os predadores (ESTEVES, 2003; LASIAK, 1981). Segundo Giannini & Paiva Filho (1995), a elevada diversidade e a abundância de sua fauna confirmam o relevante papel desempenhado pela zona de arrebenção como um criadouro natural e área de crescimento de várias espécies de peixes e crustáceos.

De acordo com Beyst *et al.* (1999), a zona de arrebenção de praias arenosas geralmente pode ser considerada um ecossistema marinho diferenciado da maioria de outros de águas rasas, justamente pela forte influência da regulação das marés e de variáveis ambientais distintas como a salinidade, luz e temperatura. Segundo o autor, as relações tróficas entre peixes na zona de arrebenção de praias arenosas são pouco documentadas,

com as pesquisas sendo feitas mais na região do hemisfério sul. Além disso, relativamente poucos estudos têm investigado o papel de praias de alta energia na história de vida precoce de peixes.

A comunidade ictiofaunística dessas zonas de arrebentação de praias arenosas é muito dinâmica, com pequeno número de espécies dominantes e residentes e um grande número de espécies ocasionais marinhas e estuarinas (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003). Devido à essa grande mobilidade, os peixes desempenham um papel importante, já que funcionam como transformadores e exportadores de energia do sistema praia/zona de arrebentação. Essa comunidade é geralmente composta por espécies que vivem apenas parte de seus ciclos de vida nestas áreas, como é o caso de peixes juvenis (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995).

Juvenis são definidos como peixes considerados imaturos reprodutivamente. Podem ser distinguidos da fase larval em virtude de já terem concluído a metamorfose e possuir um formato semelhante ao do adulto. Áreas de berçário são considerados habitats que fornecem as condições ideais para crescimento e desenvolvimento de juvenis, antes do recrutamento para fase adulta (LASIAK, 1981; 1985). Além disso, este habitat pode proporcionar outros benefícios para os peixes imaturos, como o aumento da eficiência metabólica e proteção contra predadores (MODDE, 1980).

Larvas de peixes, provenientes de desovas recentes, se movem para essas áreas de arrebentação de um modo passivo, à deriva de correntes costeiras. No momento em que elas atingem essas regiões consideradas áreas de berçário, é essencial que elas tenham sofrido metamorfose (LASIAK, 1985). Os peixes juvenis tendem a permanecer nestes locais por um curto espaço de tempo até atingirem um maior tamanho, e sua ocorrência está associada à disponibilidade de alimento e proteção contra predadores (VASCONCELLOS *et al.*, 2007).

Vasconcellos *et al.* (2007) constaram que, além da disponibilidade de alimento, um outro fator que certamente influenciará na ocorrência de espécies nessas áreas está relacionado com o aumento do grau de exposição ao batimento das ondas. Este fator traz como consequência uma diminuição na abundância e riqueza de peixes e um aumento na dominância, mesmo que isto também não seja regra geral, já que abundância e diversidade nem sempre são maiores em locais mais abrigados/de menor turbulência.

Em razão das dificuldades enfrentadas para realizar estudos faunísticos nesta faixa de alta turbulência, a ictiofauna desta zona tem recebido bem menos atenção do que as de outros ecossistemas costeiros e, conseqüentemente, pouco se conhece sobre a ecologia de peixes desse ambiente (VASCONCELLOS *et al.*, 2007). Para Pessanha & Araújo (2013), realizar uma descrição das relações tróficas entre espécies de peixes juvenis é fundamental para entender o seu papel funcional no ecossistema. Para isso, podemos nos utilizar de algumas ferramentas que podem contribuir para este processo de entendimento, uma delas é através do uso de modelos.

Usualmente, modelos são destinados à organizar a compreensão de sistemas e idéias, contribuindo para solucionar problemas. O uso de modelos permite análises sobre o sistema e testes de hipóteses científicas. Além disso, podem servir para manejo, ou seja, após realizar a descrição do sistema, modelos podem simular diferentes impactos. A comparação destes resultados apontará a melhor opção de manejo e sustentabilidade (ANGELINI, 2008).

Modelagem ecológica e a ciência pesqueira se unem no sentido de buscar alternativas para a crise mundial da pesca. No caso de ecossistemas de grande diversidade, como os tropicais, os modelos tróficos de massas balanceadas contribuem de uma maneira geral na compreensão da complexidade de seus processos e reúnem conhecimentos sobre as transferências energéticas (GASALLA & SOARES, 2001).

Angelini (2008) ainda afirma que um dos principais benefícios de um modelo é permitir conhecer o ambiente, principalmente quanto às suas propriedades ecossistêmicas. Ademais, uma grande vantagem de se trabalhar com modelos é permitir representações dos processos e trocas que ocorrem num sistema sem impactar o ambiente. Decerto o modelo nunca conterà todas as nuances do sistema real, mas deve possuir as características essenciais do problema a ser resolvido ou descrito.

Uma ferramenta que já vem sendo utilizada em muitos trabalhos é o *Ecopath with Ecosim* (EwE), um software de modelagem trófica para a análise dos ecossistemas aquáticos explorados. O programa já atingiu 2.400 usuários registrados em 120 países, permitindo a produção de mais de 150 publicações científicas (CHRISTENSEN, 2004). O programa Ecopath permite a construção de modelos em estado de equilíbrio de ecossistemas aquáticos. O programa é fruto da união da proposta por Pauly *et al.* (1987), que combina o trabalho desenvolvido por Polovina (1984) para estimar a biomassa e o consumo de vários elementos

de um ecossistema aquático com a teoria de Ulanowicz (1986) de análises de fluxos de energia entre os elementos do ecossistema (ANGELINI & GOMES, 2008).

A abordagem de modelagem *Ecopath with Ecosim* (EwE, <http://www.ecopath.org>) possui três componentes principais: *Ecopath* - um retrato do balanço de massas do sistema; *Ecosim* - um módulo de simulação dinâmica temporal para exploração políticas; e *Ecospace* - um módulo de dinâmica espacial e temporal projetado para explorar o impacto e a criação de áreas protegidas.

No presente trabalho utilizamos o Ecopath como uma tentativa de compreender melhor a dinâmica e como as relações tróficas são estabelecidas na zona de arrebentação de uma praia de Niterói, no Estado Rio de Janeiro.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar as interações tróficas estabelecidas pela assembléia de peixes de uma zona de arrebentação de uma praia arenosa.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a composição das espécies de peixes que utilizam a zona de arrebentação da praia de Itaipu.
- Caracterizar a composição da dieta das espécies de peixes utilizam a zona de arrebentação da praia de Itaipu.
- Reconhecer a similaridade da dieta das espécies de peixes utilizam a zona de arrebentação da praia de Itaipu.
- Estimar a amplitude dos nichos tróficos das espécies de peixes utilizam a zona de arrebentação da praia de Itaipu.
- Estimar o grau de sobreposição de nichos tróficos das espécies de peixes utilizam a zona de arrebentação da praia de Itaipu.
- Elaborar um modelo representativo das interações tróficas estabelecidas pelos componentes da ictiocenose típica da zona de arrebentação da praia de Itaipu.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA EM ESTUDO

A região costeira de Itaipu está localizada na região oceânica do município de Niterói, Rio de Janeiro, entre as coordenadas 22°53'14"S e 43°22'48"W (Figura 1). Possui uma extensão de 4,5 km de linha de costa, sendo dividida em sua porção mediana pelo canal da lagoa de Itaipu (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2008). A praia de Itaipu encontra-se geograficamente localizada no extremo leste da enseada de Itaipu, num trecho do litoral de Niterói que também é formado pelas praias oceânicas de Piratininga, Sossego e Camboinhas. Este litoral é caracterizado por uma maré semidiurna. As ondas representam o principal agente modelador, juntamente com as correntes de deriva litorânea e de retorno (RODRIGUES *et al.*, 2015). A praia de Itaipu está parcialmente protegida da incidência direta de ondas, já que as ondas provenientes de Sudeste e Sul, normalmente associadas a condições de tempo bom, sofrem difração pelas ilhas do Pai, Mãe e Menina, que limitam a enseada de Itaipu (SILVA *et al.*, 2009).

Segundo Monteiro-Neto *et al.* (2008), o complexo lagunar Itaipu-Piratininga, que está conectado de forma continua à enseada por um canal, representa um habitat muito favorável à reprodução e crescimento de espécies marinhas ou estuarino dependentes. Além disso, a região costeira de Itaipu recebe continuamente contribuições de águas oceânicas e continentais. Sendo assim, essa região constitui uma importante área de agregação, produção e constante troca de recursos biológicos.

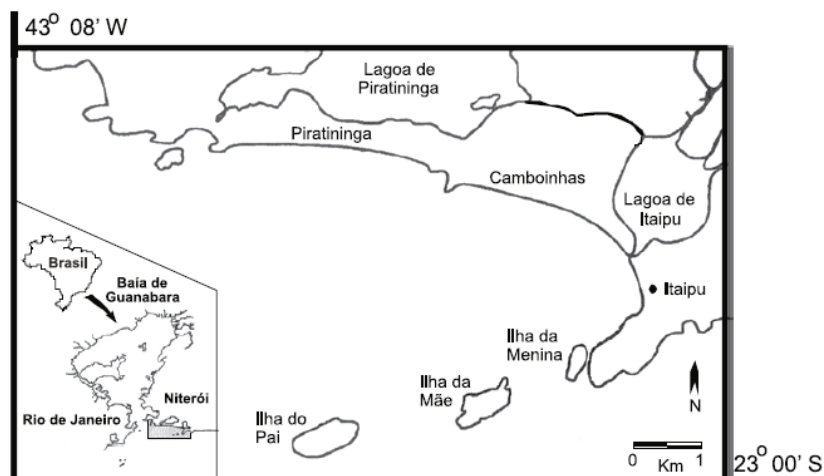


Figura 1. Região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Fonte: Morasche *et al.* (2010).

3.2 COLETAS DE DADOS

O presente estudo foi realizado a partir de um conjunto de dados pretéritos primários (abril de 2012 a março de 2013), especificamente da praia de Itaipu, região oceânica do município de Niterói, proveniente do programa de monitoramento a longo prazo de ambientes costeiros rasos de praias arenosas, conduzido desde 2012 até hoje pela equipe do Laboratório ECOPESSCA - Biologia do Nécton e Ecologia Pesqueira do Departamento de Biologia Marinha, Instituto de Biologia, Universidade Federal Fluminense. O referido programa de monitoramento inclui coletas mensais em praias arenosas do setor externo da Baía de Guanabara. Em cada ocasião, são realizados três arrastos paralelos a 30 m da linha de costa, com rede do tipo picaré em uma profundidade máxima de 1,5 m. Os arrastos ocorreram ao longo de parte da praia, em uma faixa de aproximadamente 670 m de extensão. A área arrastada em cada operação foi de 20 m x 6 m. A área completa do ecossistema totaliza 21.888 m² (Figura 2).

Em cada arrasto foram mensurados na água de superfície a temperatura, a salinidade e o pH. Os animais foram armazenados no gelo e em seguida levados ao Laboratório de Biologia do Nécton e Ecologia Pesqueira (ECOPESSCA/UFF), onde foram fixados em 10% de formalina. Posteriormente, os animais foram identificados com base na literatura especializadas, contados, medidos em relação ao comprimento total e pesados individualmente.



Figura 2. Vista aérea da Praia de Itaipu, Niterói, RJ. Área representando o ecossistema em vermelho. Imagem obtida através do Google Earth (2016).

3.3 COMPOSIÇÃO DA DIETA

3.3.1 *Matriz Trófica*

As informações a respeito da composição da dieta das espécies registradas nas coletas realizadas no período selecionado para o estudo foram obtidas através da literatura, baseadas em trabalhos que contemplaram análises de conteúdos estomacais expressos em valores de abundância relativa (%) em peso ou volume de itens alimentares consumidos.

Baseando em Tubino (2008), foram estabelecidos os seguintes critérios para seleção das informações: (i) maior proximidade geográfica possível com a área de estudo, (ii) maior número de estômagos analisados e (iii) período amostral mais amplo possível, preferindo um ciclo anual.

A partir das informações obtidas na literatura, foram estabelecidas 12 categorias alimentares numa tentativa de agrupar os itens consumidos pelas espécies. Tais categorias foram estabelecidas de acordo com o nível hierárquico II da tabela de itens alimentares

proposta por Froese & Pauly (2015), a saber: a) **Detritos**; b) **Fitoplâncton** – diatomáceas, clorófitas; c) **Macrófitas**; d) **Ictioplâncton** – ovos/larvas de peixe; e) **Zooplâncton (Crustáceos)** – cladóceros, tanaidáceos, misidáceos e copépodes; f) **Zooplâncton (Hydrozoa)** – antozoários, hidrozoários, cubozoários, cifozeários; g) **Zoobentos (Crustáceos)** – ostracodes, isópodes, anfípodes, cirripédios, braquiuros (camarões); h) **Zoobentos (Mollusca)** – bivalves, gastropodes e outros; i) **Zoobentos (Poliqueta/Nematoda)**; j) **Zoobentos (Invertebrados)**; j) **Insecta** – formigas e outros insetos e k) **Nécton**.

A identificação de similaridade entre as dietas das espécies foi realizada a partir de uma análise de agrupamento aplicada a matriz de composição da dieta das espécies, expressa em participação relativa de peso ou volume. Na análise foi aplicado como coeficiente, a Distância Euclidiana Simples e o método de agrupamento escolhido foi o Método de Ward (Variância mínima). Esta análise foi realizada no programa PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, versão 3.11.

Para estimar o nível trófico (NT) ocupado pelas espécies, foi usado o programa TrophLab (PAULY *et al.*, 2000), que considera dados de peso ou contribuição em volume da composição de presas na dieta de cada espécie (PAULY *et al.*, 2001). Consumidores não costumam ter níveis tróficos com valores inteiros e a definição de níveis trófico para qualquer espécie consumidores *i* é dada pela fórmula:

$$TROPH_i = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} \times TROPH_j$$

Onde, TROPH_j é o nível trófico fracionário de presa *j*, DC_{ij} representa a fração de *j* na dieta de *i*, e *G* é o número total de espécies predadoras. Sendo assim, o nível trófico dos consumidores aquáticos é uma entidade mensurável que pode assumir qualquer valor entre 2,0 para herbívoros/carnívoros e 5,0 para os organismos piscívoros/carnívoros (PAULY *et al.*, 1998; PAULY & PALOMARES, 2000).

3.3.2 Tamanho de Nicho Trófico e Sobreposição

O tamanho dos nichos tróficos ocupados por cada espécie foi estimado com base na fórmula proposta por Levins (1968), que considera a uniformidade da distribuição de cada espécie em relação aos itens disponíveis, de acordo com:

$$TN = 1 / \sum N_j^2$$

onde: TN = Tamanho do nicho trófico, N_j = Número de indivíduos que consomem determinado item alimentar. A fim de standardizar os valores de tamanho do nicho calculados em uma escala de zero e um, aplicou-se a seguinte fórmula:

$$TNe = (TN - 1) / (n - 1)$$

onde: TNe = Tamanho de nicho estandarizado, = número de itens na dieta.

Para estabelecer o nível de sobreposição alimentar (de nicho trófico) entre duas espécies, utilizou-se o índice de Morisita simplificado, proposto por Horn (1966), também chamado de índice Morisita-Horn (KREBS, 1989). A fórmula aplicada é definida da seguinte forma:

$$SNT = 2 * (\sum p_{ij} * p_{ik}) / \sum (p_{ij})^2 + (p_{ik})^2$$

onde: SNT = Sobreposição de Nicho Trófico, p_{ij} = proporção do item i na dieta da espécie j e p_{ik} = proporção do item i na dieta da espécie k .

3.4 MODELO ECOTRÓFICO DE BALANÇO DE MASSAS

Para a construção do modelo de interações tróficas, foi usado o *software* de modelagem *Ecopath with Ecosim*, versão EwE 6.4.4, que pode ser acessado gratuitamente através da página: <http://www.ecopath.org>. O Ecopath é derivado do programa Ecopath de Polovina (1984) e sofreu algumas modificações com o tempo. O programa de modelagem não assume um estado estacionário, mas sim uma suposição de balanço de massas ao longo de um período arbitrário, geralmente um ano (CHRISTENSEN *et al.*, 2005). Deve ser considerado que um sistema natural aberto possui vários fluxos de energia, tanto de entrada como de saída, e as quantidades nele armazenadas também variam.

O programa é constituído em basicamente duas partes: o balanceamento de um sistema de equações lineares e a análise de fluxos entre os elementos do ecossistema. A equação básica do modelo Ecopath presume uma condição de equilíbrio entre os fluxos de entrada e de saída de biomassa em cada um dos compartimentos que compõem o sistema. As duas equações básicas do programa são:

$$\text{CONSUMO} = \text{PRODUÇÃO} + \text{RESPIRAÇÃO} + \text{ALIMENTO NÃO ASSIMILADO}$$

(Equação 1)

$$\text{PRODUÇÃO} = \text{PESCA} + \text{PREDACÃO} + \text{SALDO DA EMIGRAÇÃO/IMIGRAÇÃO} + \text{ACÚMULO DE BIOMASSA} + \text{OUTRAS CAUSAS DE MORTALIDADE}$$

(Equação 2)

Formalmente, esta relação de conceitos (equação 2) pode ser escrita como:

$$P_i = Y_i + B_i * M_{2i} + E_i + B_{Ai} + P_i * (1 - EE)$$

Onde, P_i é a taxa total de produtividade da espécie ou grupo i , Y_i é a taxa de pesca total, B_i é a biomassa, M_{2i} é a taxa de predação total, E_i é o saldo de (emigração/imigração), B_{Ai} é a taxa de acúmulo de biomassa e $P_i * (1 - EE)$ equivale às outras causas de mortalidade do grupo i que não as explicadas pelo predação e a pesca ($=M_{0i} * B_i$), e sendo EE o parâmetro eficiência ecotrófica”, que representa a porção da produção de um grupo que permanece no sistema, sendo aproveitada por outros níveis tróficos. A equação 2 pode ser descrita matematicamente como:

$$B_i * P_{Bi} * EE_i - S_{ji} (B_j * Q_{Bj} * DC_{ji}) - EX_i = 0$$

onde: **B_i** - biomassa da presa (i), **P_{Bi}** - produção / biomassa de (i), **EE_i** – eficiência ecotrófica de (i) varia de 0 a 1, **B_j** - biomassa do predador (j), **Q_{Bj}** - consumo /biomassa do predador (j), **DC_{ji}** - fração da presa (i) na dieta do predador (j) e **EX_i** - exportação de (i).

Os parâmetros básicos de entrada requeridos pelo programa EwE são:

- Produção primária (PP);
- Biomassa (B);
- Eficiência ecotrófica (EE);
- Exportação ou captura por pesca;

- Produção por biomassa (P/B);
- Consumo por biomassa (C/B);
- Composição da dieta

Na elaboração do modelo não é necessária a determinação de todos os parâmetros de entrada para cada um dos grupos, pois o Ecopath liga a produção de um grupo com a dos outros, e usa estas ligações para estimar os parâmetros que faltam, supondo que a produção de um grupo tem de finalizar em algum lugar do sistema. Os dados de entrada relacionados à pesca não foram incluídos neste trabalho.

3.4.1 Definição da Área

A área do modelo foi definida em função da área que representa completamente a zona de arreeação aonde os arrastos foram realizados, totalizando 21.888 m² (Figura 2).

3.4.2 Unidade do modelo

A unidade escolhida para elaboração do modelo foi toneladas em peso úmido por área (t/km²).

3.4.3 Grupos funcionais do modelo

O modelo foi construído contemplando 27 compartimentos, que correspondem às espécies de peixes selecionadas a partir da frequência de ocorrência nas amostras (FO > 10%), além dos compartimentos relativos às suas presas, produtores primários e detrito. A composição dos compartimentos é indicada abaixo (Quadro 1).

Quadro 1. Compartimentos usados no Ecopath.

Compartimentos	Componentes
CARLAT	<i>Caranx latus</i>
POLVIR	<i>Polydactylus virginicus</i>
POMSAL	<i>Pomatomus saltatrix</i>
CHAFAB	<i>Chaetodipterus faber</i>
UMBCOR	<i>Umbrina coroides</i>
TRACHI	<i>Trachinotus carolinus</i>
MENLIT	<i>Menticirrhus littoralis</i>
MUGCUR	<i>Mugil curema</i>
MENAME	<i>Menticirrhus americanus</i>
STEBRA	<i>Stellifer brasiliensis</i>
HARCLU	<i>Harengula clupeola</i>
BAIRON	<i>Bairdiella ronchus</i>
ATHBRA	<i>Atherinella brasiliensis</i>
DIPARG	<i>Diplodus argenteus</i>
TRAFAL	<i>Trachinotus falcatus</i>
ANCLYO	<i>Anchoa lyolepis</i>
Insecta	Formigas e outros insetos
Zoobentos (Invert)	Sipuncula; Echiura; Bryozoa
Zoobentos (Crustáceo)	Ostracodes; isópodes; anfípodes; cirripédios; braquiuros (camarões)
Zoobentos (Mollusca)	Bivalves; gastropodes e outros
Zoobentos (Poliq/Nem)	Poliquetas
Ictioplâncton	Ovos/larvas de peixe
Zooplâncton (Crustáceo)	Cladóceros; tanaidáceos; misidáceos; copépodes
Zooplâncton (Hydrozoa)	Antozoários; hidrozoários; cubozoários; cifozeários
Macroalga	
Fitoplâncton	Diatomáceas; clorófitas
Detritos	

3.4.4 Definição dos parâmetros do modelo

Valores referentes a parâmetros de história de vida, importantes para a elaboração do modelo trófico foram obtidos na literatura ou com auxílio do banco de dados do *Fishbase* (<http://www.fishbase.org>). Foram obtidas informações a respeito da constante de crescimento (k), comprimento infinito (C_{∞}), tamanho de primeira maturação (CT_{50}), além

da taxa de consumo por biomassa (C/B , onde C é a quantidade de alimento consumido e B é a biomassa da população).

Para calcular a taxa de produção por biomassa (P/B , onde P é a quantidade de produção e B é a biomassa da população), utilizamos a ferramenta *Collection of Empirical Relationships*, disponível da versão 5.0 do *Ecopath with Ecosim*. Além disso, os valores de nível trófico (NT) foram calculados através da ferramenta *Diet Composition* usando o TrophLab (PAULY *et al.*, 2000).

Os valores iniciais de entrada que foram usados para executar o modelo no programa Ecopath estão na Tabela 1.

3.4.5 Balanço do modelo

Como o próprio manual de uso do Ecopath sugere, alguns valores dos parâmetros de entrada devem sofrer pequenos ajustes depois da execução do modelo (CHRISTENSEN, 2005). Sendo assim, as alterações feitas neste sentido são válidas, desde que sejam conduzidas com parcimônia resguardando as características biológicas das espécies e os parâmetros ecológicos do sistema.

Tabela 1. Valores de entrada no programa Ecopath. Biomassa, Produção por Biomassa (P/B), Consumo/Biomassa (C/B) e Eficiência Ecotrófica (EE) para os compartimentos do modelo trófico da zona de arrebentação da Praia de Itaipu, Niterói, RJ.

N°	Compartimento	Área habitada (fração)	Biomassa na área (t/km²)	P/ B (/ano)	C/B (/ano)	Eficiência Ecotrófica (EE)	P/C	Biomassa acumulada (t/km2/ano)	Alimento não assimilado/Consumo
1	CARLAT	1	0,0000666	0,240	17,100			0	0,2
2	POLVIR	1	0,0001570	0,660	19,200			0	0,2
3	POMSAL	1	0,0000717	0,770	19,300			0	0,2
4	CHAFAB	1	0,0000200	0,420	24,900			0	0,2
5	UMBCOR	1	0,0018600	0,750	25,500			0	0,2
6	TRACHI	1	0,0028500	0,880	18,300			0	0,2
7	MENLIT	1	0,0003630	0,810	13,100			0	0,2
8	MUGCUR	1	0,0000400	1,850	61,900			0	0,2
9	MENAME	1	0,0003240	5,000	14,800			0	0,2
10	STEBRA	1	0,0000200	1,000	48,300			0	0,2
11	HARCLU	1	0,0035100	1,690	20,800			0	0,2
12	BAIRON	1	0,0000972	1,200	20,700			0	0,2
13	ATHBRA	1	0,0012800	0,720	35,700			0	0,2
14	DIPARG	1	0,0061300	0,270	40,500			0	0,2
15	TRAFAL	1	0,0000500	5,100	25,700			0	0,2
16	ANCLYO	1	0,0011300	1,299	57,200			0	0,2
17	Insecta	1		25,000	250,000	0,949		0	0,2
18	Zoobentos (Invert)	1		3,300	27,300	1,000		0	0,2
19	Zoobentos (Crust)	1		1,066	4,265	0,225		0	0,2
20	Zoobentos (Mollusca)	1		2,873	11,490	0,076		0	0,2
21	Zoobentos (Poliq/Nem)	1	5,1120000	3,720	14,878	0,204		0	0,2
22	Ictioplâncton	1		50,450	132,130	0,848		0	0,2
23	Zooplâncton (Crust)	1	8,1570000	18,640	74,560	0,938		0	0,2
24	Zooplâncton (Hyd)	1		13,000	60,000	0,827		0	0,2
25	Macroalga	1		8,197		0,111		0	0
26	Fitoplâncton	1	34,8430000	100,000				0	0
27	Detritos	1				0		0	0

4. RESULTADOS

4.1 COMPOSIÇÃO DA ICTIOFAUNA

Durante o período de abril de 2012 a março de 2013 foram capturados 5.212 indivíduos, pertencentes à 25 espécies distribuídas em 16 famílias (Tabela 2). Com relação à biomassa, foram capturados 6.7492 kg de peixes, sendo que quatro espécies contribuíram com 92,01% do peso total. São elas *Umbrina coroides* (55,48%), *Diplodus argenteus* (17,94%), *Harengula clupeiola* (10,27%) e *Trachinotus carolinus* (8,32%).

Tabela 2. Relação das espécies capturadas na praia de Itaipu entre o período de abril de 2012 a março de 2013 com seus respectivos nomes vulgares.

Família/Espécie	Nomes Vulgares
ATHERINOPSIDAE	
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	Peixe-rei
CARANGIDAE	
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	Xerelete
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	Polombeta
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	Peixe-galo
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	Pampo
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)	Sernambiguara, Pampo verdadeiro
CLUPEIDAE	
<i>Harengula clupeiola</i> (Cuvier, 1829)	Sardinha cascuda
EPHIPPIDIDAE	
<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	Paru
ENGRAULIDAE	
<i>Anchoa lyoleps</i> (Evermann & Marsh, 1902)	Manjuba

GERREIDAE	
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1855	Carapicu
HAEMULIDAE	
<i>Conodon nobilis</i> (Linnaeus, 1758)	Peixe-roncador
<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Cocoroca
MUGILIDAE	
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	Tainha
POMATOMIDAE	
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)	Anchova
POLYNEMIDAE	
<i>Polydactylus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	Barbudo, Parati
SCIAENIDAE	
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	Cangauá
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)	Papa-terra, Betara
<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1860)	Papa-terra
<i>Stellifer brasiliensis</i> (Schultz, 1945)	Cangagua
<i>Umbrina coroides</i> (Cuvier, 1830)	Castana-riscada, Corvina-riscada
SERRANIDAE	
<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	Garoupa
SPARIDAE	
<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)	Marimbá
SYNGNATHIDAE	
<i>Syngnathus folletti</i> Herald, 1942	Peixe-cachimbo
TETRAODONTIDAE	
<i>Lagocephalus laevigatus</i> (Linnaeus, 1766)	Baiacu
TRIGLIDAE	
<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	Cabrinha

Das 25 espécies capturadas, somente *Trachinotus carolinus* ocorreu em todos os meses durante o período de coleta. As espécies *Cephalopholis fulva*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Conodon nobilis*, *Eucinostomus argenteus*, *Haemulon steindachneri*, *Lagocephalus laevigatus*, *Prionotus punctatus*, *Selene vomer* e *Syngnathus folletti* apresentaram frequência de ocorrência (FO%) em torno de 8,3% e por isso, não foram incluídas no modelo trófico (Tabela 3). Sendo assim, foram selecionadas para a elaboração do modelo somente as espécies com FO% acima de 10,0%.

As espécies *Umbrina coroides* (N = 1015), *Menticirrhus littoralis* (N = 113) e *Diplodus argenteus* (N = 666), estiveram presentes em quase todos os meses de coleta.

Enquanto que as espécies que ocorreram em apenas um mês de coleta foram: *Chloroscombrus chrysurus* (N = 1, janeiro), *Conodon nobilis* (N = 1, agosto), *Lagocephalus laevigatus* (N = 1, dezembro), *Selene vomer* (N = 1, janeiro). Além de *Cephalopholis fulva* (N = 1), *Eucinostomus argenteus* (N = 1), *Haemulon steidachneri* (N = 4), *Prionotus punctatus* (N = 1), e *Syngnathus folleti* (N = 1) que ocorreram apenas no mês de fevereiro de 2013.

Com relação ao número de indivíduos, a espécie *Harengula clupeola* foi a que apresentou maior número de indivíduos na coleta (N = 2.376), chegando a compor 45,59% em abundância numérica do total coletado. Em segundo lugar está *Umbrina coroides* representando 19,47% e *Diplodus argenteus*, 12,78%.

Tabela 3. Abundâncias numérica (N) e percentual numérico (N%), biomassa kg (B) e percentual de biomassa (B%) e frequência de ocorrência (FO%) das espécies mais abundantes capturadas na praia de Itaipu, Niterói – RJ. Dados referentes ao período de abril de 2012 a março de 2013. Espécies ordenadas de acordo com a frequência de ocorrência (FO%).

Espécies	N	N%	B	B%	FO %
<i>Trachinotus carolinus</i>	407	7,81	0,56	8,32	100,0
<i>Umbrina coroides</i>	1.015	19,47	3,74	55,48	91,7
<i>Menticirrhus littoralis</i>	113	2,17	0,04	0,54	83,3
<i>Diplodus argenteus</i>	666	12,78	1,21	17,94	75,0
<i>Harengula clupeola</i>	2.376	45,59	0,69	10,27	58,3
<i>Polydactylus virginicus</i>	376	7,21	0,09	1,40	50,0
<i>Atherinella brasiliensis</i>	13	0,25	0,14	2,07	41,7
<i>Menticirrhus americanus</i>	26	0,50	0,04	0,53	41,7
<i>Anchoa lyolepis</i>	147	2,82	0,12	1,84	33,3
<i>Mugil curema</i>	15	0,29	0,01	0,11	33,3
<i>Trachinotus falcatus</i>	26	0,50	0,01	0,13	33,3
<i>Pomatomus saltatrix</i>	3	0,06	0,03	0,40	25,0
<i>Bairdiella ronchus</i>	5	0,10	0,01	0,09	16,7
<i>Caranx latus</i>	4	0,08	0,03	0,37	16,7
<i>Chaetodipterus faber</i>	5	0,10	0,00	0,06	16,7
<i>Stellifer brasiliensis</i>	3	0,06	0,00	0,05	16,7
Outras espécies	12	0,23	0,03	0,39	-
TOTAL	5.212	100,00	6,75	100,00	-

A grande maioria das espécies coletadas apresentaram comprimentos médios inferiores às estimativas de comprimento médio de primeira maturação sexual (CT50)

registrados na literatura, portanto foram consideradas juvenis, com exceção de alguns indivíduos da espécie *Atherinella brasiliensis* (Tabela 4).

Tabela 4. Comprimento médio e desvio padrão (DP), tamanho de primeira maturação (CT50) e fonte das informações referente ao L50 das espécies mais abundantes capturadas na praia de Itaipu, Niterói – RJ.

Espécies	Familia	Comprimento		Fonte
		Médio e DP (cm)	CT50 (cm)	
<i>Trachinotus carolinus</i>	Carangidae	4,15 (± 1,41)	25,0	García-Cagide <i>et al.</i> , 1994
<i>Umbrina coroides</i>	Sciaenidae	7,67 (± 3,7)	-	
<i>Menticirrhus littoralis</i>	Sciaenidae	6,08 (± 2,5)	23,0	Braun & Fontoura, 2004
<i>Diplodus argenteus</i>	Sparidae	5,53 (± 2,8)	20,3	David <i>et al.</i> , 2005
<i>Harengula clupeola</i>	Clupeidae	4,38 (± 1,8)	-	
<i>Polydactylus virginicus</i>	Polynemidae	7,34 (± 5,8)	-	
<i>Atherinella brasiliensis</i>	Atherinopsidae	10,36 (± 3,5)	7,6	Trindade-Santos & Freire, 2015
<i>Menticirrhus americanus</i>	Sciaenidae	4,17 (± 1,4)	17,2	Trindade-Santos & Freire, 2015
<i>Anchoa lyolepis</i>	Engraulidae	4,52 (± 1,0)	-	
<i>Mugil curema</i>	Mugilidae	3,42 (± 0,4)	27,4	Silva-Neto, 2012
<i>Trachinotus falcatus</i>	Carangidae	6,46 (± 1,9)	47,6	Crabtree <i>et al.</i> , 2002
<i>Pomatomus saltatrix</i>	Pomatomidae	9,57 (± 2,3)	35,0	Trindade-Santos & Freire, 2015
<i>Bairdiella ronchus</i>	Sciaenidae	4,08 (± 1,5)	15,8	Castro <i>et al.</i> , 1999
<i>Caranx latus</i>	Carangidae	6,75 (± 2,8)	37,0	García-Cagide <i>et al.</i> , 1994
<i>Chaetodipterus faber</i>	Ephippidae	2,93 (± 0,2)	12,0	Hayse, 1990
<i>Stellifer brasiliensis</i>	Sciaenidae	4,18 (± 3,4)	7,3	Trindade-Santos & Freire, 2015

4.2 COMPOSIÇÃO DA DIETA

4.2.2 Matriz Trófica

A Tabela 5 mostra como foi organizada a matriz trófica e a participação relativa em peso ou volume (%) das categorias alimentares consumidas pelas 16 espécies selecionadas.

Tabela 5. Matriz trófica com lista de espécies (nome científico e família correspondente), participação relativa em peso ou volume das categorias alimentares consumidas. Det (Detrito), Fito (Fitoplâncton), Macrof (Macrófitas), Zooplâncton (Hydrozoa), Zooplâncton (Crustáceos Plancctônicos), Ictioplâncton (Ovos/larva de peixe), Zoobentos (Poliquetas/Nematoda), Zoobentos (Mollusca), Zoobentos (Crustacea), Zoobentos (Invertebrados Bentônicos), Insecta, Necton (Teleosteos). Número de estômagos analisados (N), área de estudo procedência e fonte das informações.

Nome Científico	Categorias de Itens Alimentares (%)												N	Área de estudo	Fonte
	Código	Det	Fito	Macrof	Zooplanc (Hyd)	Zooplanc (Crust)	Ictioplanc	Zoobent (Polq/Nem)	Zoobent (Mol)	Zoobent (Crust)	Zoobent (InvBent)	Insecta			
ATHERINOPSIDAE															
<i>Atherinella brasiliensis</i>	ATHBRA	5,12	20,32	0,42		59,32		0,02	3,42	3,22		7,92	0,25	1312 Baía de Paranaguá - PR (BR)	Contente, R.F. <i>et al.</i> , 2010
CARANGIDAE															
<i>Caranx latus</i>	CARLAT	0,11								6,06			93,83	23 Enseada do Araçá - SP (BR)	Arantes, L.P.L., 2014
<i>Trachinotus carolinus</i>	TRACHI					5,50		55,00		34,30		4,80	0,40	34 Niterói - RJ (BR)	Palmeira & Monteiro-Neto, 2010
<i>Trachinotus falcatus</i>	TRAFAL					0,30			92,20	6,70			0,80	35 La Carbonera Lagoon - (MEX)	Arceo-Carranza & Chiappa-Carrara, 2015
CLUPEIDAE															
<i>Harengula clupeiola</i>	HARCLU						63,00	2,00	5,00	5,00	25,00			21 Porto Rico	Randall, J.E. , 2004
EPHIPPIDIDAE															
<i>Chaetodipterus faber</i>	CHAFAB			0,01	20,10	0,08		4,00		7,04	68,78			27 Carolina do Sul - (EUA)	Hayse, 1989
ENGRAULIDAE															
<i>Anchoa lyoleps</i>	ANCLYO		18,80			56,20			21,90	3,10				32 Baía de Guaratuba - PR (BR)	Chaves, P.T. & Vendel, A.N., 2008
MUGILIDAE															
<i>Mugil curema</i>	MUGCUR		100											130 Rio Paraíba do Norte - PB (BR)	Neto, A.G.S., 2012
POMATOMIDAE															
<i>Pomatomus saltatrix</i>	POMSAL		0,96			9,96				0,86	2,46		85,77	100 Itaipu, Niterói - RJ (BR)	Fortes, W.L.S., 2005
POLYNEMIDAE															
<i>Polydactylus virginicus</i>	POLVIR					14,70			0,10	3,40			81,80	15 Enseada do Araçá - SP (BR)	Arantes, L.P.L., 2014
SCIAENIDAE															
<i>Bairdiella ronchus</i>	BAIRON			1,36		76,46		9,94	1,44	6,47			4,30	82 Baía de Guaratuba - PR (BR)	Vendel & Chaves, 1998
<i>Menticirrhus americanu</i>	MENAME					43,34		9,44		17,84	3,14		26,24	24 Baía de Ubatuba - SC (BR)	adaptado de Haluch,C. <i>et al.</i> , 2009
<i>Menticirrhus littoralis</i>	MENLIT						0,10	11,7		88,20				31 Niterói - RJ (BR)	Palmeira & Monteiro-Neto, 2010
<i>Stellifer brasiliensis</i>	STEBRA	4,38				52,86	1,12	2,58	0,41	38,62				357 Enseada de Caraguatatuba - SP (BR)	Pombo, M. , 2010
<i>Umbrina coroides</i>	UMBCOR	5,93						50,43		34,73			8,93	63 Ilha de Ancheita - SP (BR)	adaptado de Zahorcsak <i>et al.</i> , 2000
SPARIDAE															
<i>Diplodus argenteus</i>	DIPARG		1,60	25,80		31,00			41,60					Ponta das Garoupas - SC (BR)	adaptado de Silva & Masunari, 2006

4.2.3 Análise de similaridade de dietas

A análise de agrupamento gerada a partir da matriz de dieta das espécies da zona de arrebentação da praia de Itaipu permitiu o reconhecimento de grupos com hábitos alimentares semelhantes. Essa percepção ficou clara quando associada à participação relativa (%) das categorias de itens alimentares na dieta das espécies (Figura 3).

Cinco grupos de espécies com hábitos alimentares semelhantes puderam ser identificados na análise de agrupamento. O primeiro grupo, da esquerda para a direita, foi formado pelas espécies *Caranx latus*, *Pomatomus saltatrix* e *Polydactylus virginicus*. Essas três espécies se aproximam por apresentarem um hábito alimentar essencialmente carnívoro piscívoro. Esta similaridade é ainda mais ressaltada entre as espécies *P. saltatrix* e *P. virginicus*, por também se alimentarem de crustáceos planctônicos, além de peixes (Figura 3). Um segundo grupo reconhecido foi composto pelas espécies *Chaetodipterus faber*, *Umbrina coroides*, *Trachinotus carolinus*, *Menticirrhus littoralis*. Estas espécies se são consumidoras de presas zoobentônicas. Um terceiro grupo foi formado unicamente por *Mugil curema*, caracterizada por apresentar uma alimentação altamente especializada no consumo de fitoplâncton. As espécies *Menticirrhus americanus*, *Stellifer brasiliensis*, *Harengula clupeola*, *Bairdiella ronchus*, *Atherinella brasiliensis* e *Anchoa lyolepis* constituíram um grande grupo, que compartilham em sua maioria da mesma categoria alimentar: crustáceos planctônicos e bentônicos. Por fim, *Diplodus argenteus* e *Trachinotus falcatus* são espécies que formaram um quinto grupo, caracterizado por um hábito alimentar zoobetófago (Figura 3).

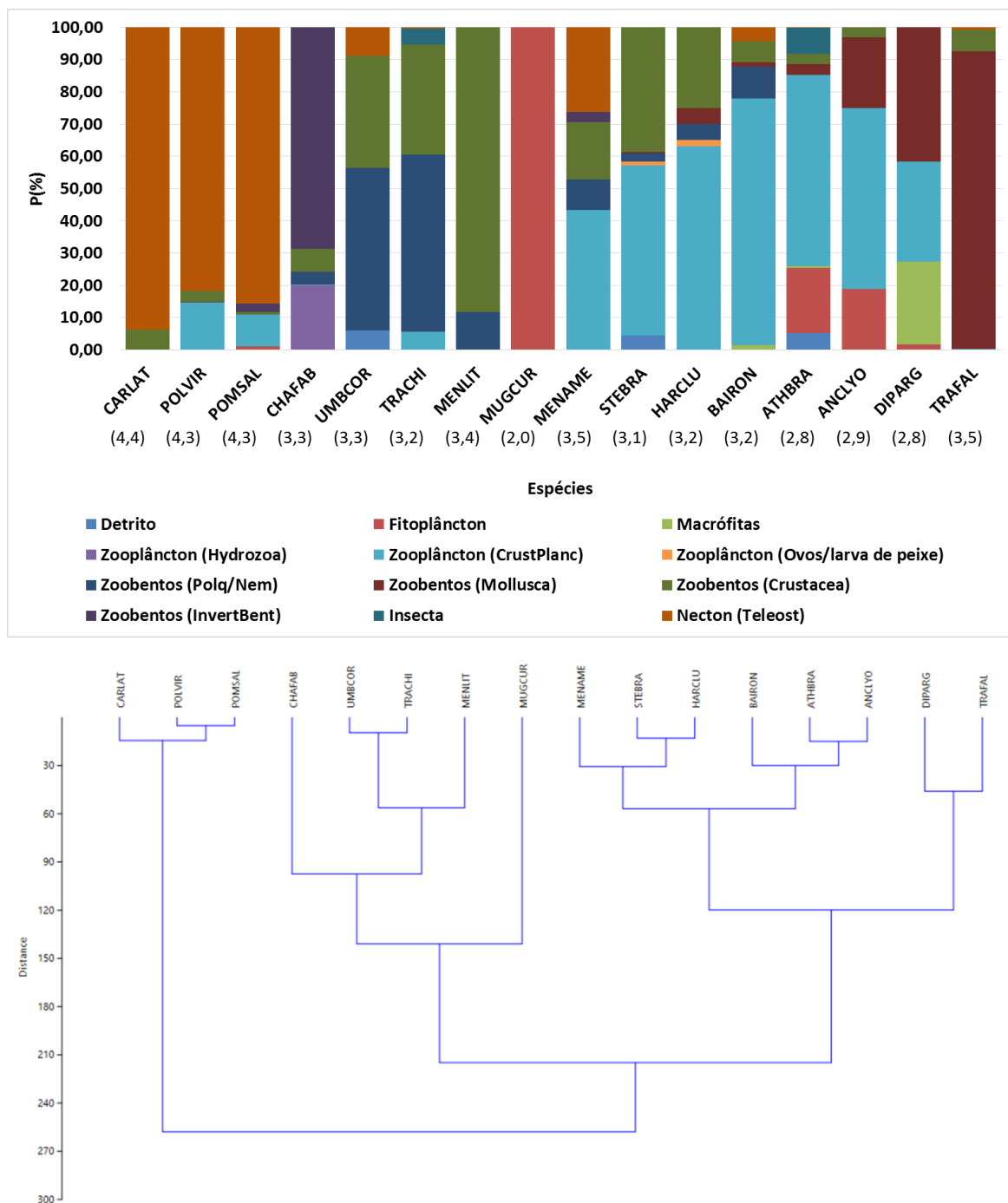


Figura 3 . Composição das dietas em peso ou volume (%) das espécies da ictiocenose da zona de arrebentação da Praia de Itaipu, Niterói (gráfico de barras) e valores referentes aos respectivos níveis tróficos, entre parênteses). A sequência das espécies segue o padrão proposto pelo cluster gerado na análise de agrupamento (figura abaixo).

4.2.4 Nível trófico

Os valores referentes aos níveis tróficos ocupados pelas espécies de peixes selecionadas, assim como seus respectivos erros padrão, obtidos através do software TrophLab (PAULY *et al.*, 2000) a partir de dados de peso ou contribuição em volume da composição de dieta de cada uma das espécies estão listados na Tabela 6.

Tabela 6. Níveis tróficos (NT) das espécies e seus respectivos erros padrão. Espécies ordenadas de acordo o nível trófico decrescente.

Nome Científico	Nível trófico	Erro padrão
<i>Caranx latus</i>	4,44	0,78
<i>Pomatomus saltatrix</i>	4,30	0,75
<i>Polydactylus virginicus</i>	4,26	0,74
<i>Trachinotus falcatus</i>	3,52	0,48
<i>Menticirrhus americanus</i>	3,51	0,52
<i>Menticirrhus littoralis</i>	3,45	0,48
<i>Chaetodipterus faber</i>	3,34	0,61
<i>Umbrina coroides</i>	3,28	0,42
<i>Harengula clupeiola</i>	3,18	0,31
<i>Trachinotus carolinus</i>	3,16	0,39
<i>Bairdiella ronchus</i>	3,16	0,35
<i>Stellifer brasiliensis</i>	3,14	0,41
<i>Anchoa lyolepis</i>	2,88	0,25
<i>Atherinella brasiliensis</i>	2,79	0,18
<i>Diplodus argenteus</i>	2,77	0,19
<i>Mugil curema</i>	2,00	0,00

As 16 espécies se distribuíram dentro de três níveis tróficos diferentes. Como nível trófico mais basal, temos a espécie *Mugil curema*, com nível trófico igual a 2,00. A espécie se alimenta diretamente de produtor primário (Tabela 5). As demais espécies possuem uma dieta mais variada e transitam entre os níveis 2 – 3.

Já as espécies que apresentaram nível trófico superior foram *Caranx latus*, *Pomatomus saltatrix* e *Polydactylus virginicus*, com os níveis tróficos 4,44, 4,30 e 4,26, respectivamente. Como pode ser observado na matriz alimentar contida na Tabela 5, estes peixes possuem uma alimentação essencialmente carnívora piscívora e podem ser consideradas espécies topo de cadeia do ecossistema em questão neste trabalho.

4.2.5 Tamanho de nicho e sobreposição

Os valores que revelam as amplitudes dos nichos tróficos ocupados por cada espécie, baseados no cálculo de Levins, estão revelados abaixo; na Tabela 7. Podemos inferir que as espécies que possuem tamanho de nicho igual a zero são consideradas especialistas, enquanto as que apresentam os maiores valores são consideradas espécies mais generalistas. Deste modo, o nicho ocupado por determinada espécie na natureza mostra a sua relação com os recursos ambientais.

Tabela 7. Tamanho do nicho trófico (TN) e valores standardizados de tamanho do nicho (TNe) das espécies.

Espécies	TN	TNe
<i>Diplodus argenteus</i>	2,9764	0,6588
<i>M. americanus</i>	3,3511	0,5878
<i>Umbrina coroides</i>	2,5885	0,5295
<i>Anchoa lyolepis</i>	2,4993	0,4998
<i>T. carolinus</i>	2,3502	0,3376
<i>Harengula clupeola</i>	2,1515	0,2879
<i>Pomatomus saltatrix</i>	2,6172	0,2695
<i>Stellifer brasiliensis</i>	2,3183	0,2637
<i>Atherinella brasiliensis</i>	2,4735	0,1842
<i>Polydactylus virginicus</i>	1,4453	0,1484
<i>Bairdiella ronchus</i>	1,6641	0,1328
<i>M. littoralis</i>	1,2632	0,1316
<i>Caranx latus</i>	1,1311	0,0655
<i>T. falcatus</i>	1,1701	0,0567
<i>Chaetodipterus faber</i>	1,0008	0,0004
<i>Mugil curema</i>	1,0000	0,0000

A espécie que apresentou o nicho trófico mais amplo foi *Diplodus argenteus*, com TNe = 0,6588, seguido por *M. americanus* e *Umbrina coroides*, com os valores iguais a 0,5878 e 0,5295, respectivamente. Já a espécie que apresentou o menor tamanho de nicho foi *Mugil curema*, já que apresenta uma dieta muito restrita. Esse valor deve-se justamente por ser uma espécie que possui uma alimentação altamente especializada (Tabela 5).

É muito comum em estudos de ecologia de interações entre as espécies e a comunidade quantificar o quanto duas espécies se sobrepõem na sua utilização de

espaço, comida e outros recursos. Para isso, as medições sobreposição de nicho têm sido propostas para entender como a comunidade está organizada (HULBERT, 1978).

Os valores obtidos pelo índice de sobreposição de nicho de Morisita, aplicado sobre a proporção em peso ou volume de itens alimentares consumidos pelas 16 espécies em estudo, permitiram quantificar a similaridade na composição da dieta entre as espécies (Tabela 8). Adotamos como baixa sobreposição os valores entre 0,0 e 0,5, média (0,5-0,8) e alta (0,8-1,0).

Tabela 8. Sobreposição de nicho trófico entre as espécies de peixes juvenis da zona de arebentação da Praia de Itaipu, Niterói – RJ. Em negrito estão destacados os índices considerados elevados (0,8-1,0).

	ANCLYO	ATHBRA	BAIRON	CHAFAB	DIPARG	HARCLU	MENAME	MENLIT	MUGCUR	POLVIR	POMSAL	TRACHI	TRAFAL	UMBCOR	STEBRA	CARLAT
ANCLYO		0,9449	0,8686	0,0059	0,7291	0,8620	0,7136	0,0468	0,2686	0,1536	0,1018	0,1006	0,3278	0,0274	0,7458	0,0029
ATHBRA			0,9079	0,0061	0,5467	0,8824	0,7498	0,0483	0,2896	0,1642	0,1102	0,1145	0,0561	0,0365	0,7862	0,0060
BAIRON				0,0165	0,5258	0,9450	0,8088	0,1000	0,0000	0,2317	0,1691	0,2317	0,0273	0,1545	0,8371	0,0597
CHAFAB					0,0008	0,0409	0,0407	0,1013	0,0000	0,0042	0,0012	0,0974	0,0068	0,0981	0,0601	0,0061
DIPARG						0,5397	0,4238	0,0005	0,0240	0,0895	0,0576	0,0448	0,6459	0,0000	0,4316	0,0000
HARCLU							0,8450	0,3613	0,0000	0,1749	0,1077	0,3323	0,0981	0,2632	0,9627	0,0226
MENAME								0,3095	0,0000	0,5745	0,5187	0,3808	0,0266	0,3877	0,8237	0,4349
MENLIT									0,0000	0,0406	0,0104	0,6030	0,0718	0,6202	0,5625	0,0642
MUGCUR										0,0000	0,0114	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
POLVIR											0,9965	0,0412	0,0132	0,1570	0,1618	0,9767
POMSAL												0,0205	0,0097	0,1405	0,0957	0,9877
TRACHI													0,0362	0,9777	0,4102	0,0377
TRAFAL														0,0386	0,0484	0,0133
UMBCOR															0,3662	0,1650
STEBRA																0,0359
CARLAT																

Segundo Colwell & Futuyma (1971), a sobreposição de nicho é a utilização simultânea de recursos por duas ou mais espécies, ou seja, é a região dentro do espaço do nicho compartilhada por dois ou mais nichos conjuntos.

É possível observar que a maioria dos valores dos pares de sobreposição demonstraram uma baixa similaridade de dietas (Tabela 8). A espécie *Mugil curema* apresentou sobreposição igual à zero para a maioria das espécies, com exceção de *Anchoa lyolepis*, *Atherinella brasiliensis*, *Diplodus argenteus* e *Pomatomus saltatrix* – ainda assim apresentaram valores de sobreposição de nicho inferiores à 0,3, ou seja, considerada baixa. Como já foi comentado anteriormente, *Mugil curema* possui uma dieta altamente especializada em fitoplâncton (Tabela 5).

Anchoa lyolepis e *Caranx latus* também apresentaram uma sobreposição nula. Ocorreram ausências de sobreposição de nicho de *Chaetodipterus faber* com as espécies *Diplodus argenteus*, *Polydactylus virginicus*, *Pomatomus saltatrix*, além de *Diplodus argenteus* com as espécies *Umbrina coroides* e com *Caranx latus*. A falta de sobreposição entre espécies pode ser uma evidência a favor ou contra a existência de competição (COLWELL & FUTUYMA, 1971).

A espécie *Caranx latus* apresentou os maiores valores de sobreposição de nicho trófico, com uma sobreposição de quase 100,0% com *Pomatomus saltatrix* (0,99) e *Polydactylus virginicus* (0,98) (Tabela 8). Todas essas espécies exploram de modo conjunto os mesmos recursos alimentares. Neste caso, as três possuem uma dieta essencialmente piscívora. O mesmo ocorreu com *Trachinotus carolinus* e *Umbrina coroides*. Ambas também apresentaram uma sobreposição de nicho muito alta (0,98), pois compartilham das mesmas categorias alimentares: poliqueta e crustáceos bentônicos (Tabela 5).

As espécies *Anchoa lyolepis* e *Atherinella brasiliensis* apresentaram uma sobreposição de 0,94. As mesmas compartilham as categorias alimentares fitoplâncton, crustáceos planctônicos e crustáceos de modo muito semelhante. Além dessas, outras espécies também apresentaram alta sobreposição de nicho. *Stellifer brasiliensis* com as espécies *Bairdiella ronchus* (0,84), *Harengula clupeola* (0,96) e *Menticirrhus americanus* (0,82). *Harengula clupeola* com *Anchoa lyolepis* (0,86), *Atherinella*

brasiliensis (0,88), *Bairdiella ronchus* (0,95), *Bairdiella ronchus* com *Anchoa lyolepis* (0,87) e *Atherinella brasiliensis* (0,91).

É importante destacar que *Harengula clupeiola* foi a espécie que mais apresentou sobreposições de nicho com outras espécies (Tabela 8).

Espécies com alta sobreposição de nicho podem ser consideradas potencialmente competidoras, já que se utilizam do mesmo recurso. Contudo, é importante destacar que nem sempre a sobreposição de nicho sugere competição entre os pares de espécies envolvidas. Se os recursos não estiverem em falta, dois organismos podem compartilhá-los sem prejuízo para o outro, ou seja, o recurso pode existir em quantidade suficiente para atender as espécies envolvidas (PIANKA, 1974).

4.3 O MODELO ECOTRÓFICO

Após a entrada dos valores iniciais tidos como pré requisitos mínimos exigidos para a elaboração do modelo de massas balanceadas (valores de biomassa na área, P/B e C/B), o modelo forneceu os valores de nível trófico para todos os 27 compartimentos gerados, assim como os valores de eficiência ecotrófica para todas espécies de peixe coletadas, além de produção por consumo (P/C) (Tabela 9).

De acordo com Christensen *et al.* (2005), ao examinar a saída de uma execução, um dos primeiros itens a serem considerados são os dados de eficiência ecotrófica que o modelo gerou. Os valores devem estar entre 0 e 1.

Como previsto, ao executar, os índices de eficiência ecotrófica não geraram dados compatíveis. As informações relativas a eficiência ecotrófica geraram alguns valores superiores a 1. Com o próprio manual sugere, algo está errado: não é possível que mais de algo para ser comido e/ou capturados do que é produzido (CHRISTENSEN *et al.*, 2005). Sendo assim, pequenos reajustes foram feitos nos parâmetros de entrada.

Também foi necessário fazer alguns reajustes na matriz da dieta das espécies envolvidas no modelo. Justamente por isso, apesar de seguir uma coerência, é possível observar que os valores de nível trófico gerados pelo modelo não são os mesmos gerados anteriormente pelo *software* TrophLab (Tabela 6).

Após uma análise cautelosa dos dados gerados, o modelo foi executado mais uma vez, gerando os dados contidos na Tabela 9.

Tabela 9. Parâmetros do modelo ecotrófico balanceado da região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. Os valores sublinhados foram calculados iterativamente pelo programa *Ecopath with Ecosim*. P/B = Produção por Biomassa, C/B = Consumo por Biomassa e P/C = Produção por Consumo.

Nº	Compartimento	Nível Trófico	Área habitada (fração)	Biomassa na área (t/km²)	Biomassa (t/km²)	P/ B (/ano)	C/B (/ano)	Eficiência Ecotrófica (EE)	P/C
1	CARLAT	<u>3,87</u>	1	0,000067	0,000067	0,240	17,100	<u>0,000</u>	<u>0,014</u>
2	POLVIR	<u>3,72</u>	1	0,000157	0,000157	0,660	19,200	<u>0,000</u>	<u>0,034</u>
3	POMSAL	<u>3,77</u>	1	0,000072	0,000072	0,770	19,300	<u>0,000</u>	<u>0,040</u>
4	CHAFAB	<u>3,00</u>	1	0,000020	0,000020	0,420	24,900	<u>0,000</u>	<u>0,017</u>
5	UMBCOR	<u>2,98</u>	1	0,001860	0,001860	0,750	25,500	<u>0,431</u>	<u>0,029</u>
6	TRACHI	<u>3,00</u>	1	0,002850	0,002850	0,880	18,300	<u>0,000</u>	<u>0,048</u>
7	MENLIT	<u>3,00</u>	1	0,000363	0,000363	0,810	13,100	<u>0,988</u>	<u>0,062</u>
8	MUGCUR	<u>2,00</u>	1	0,000040	0,000040	1,850	61,900	<u>0,000</u>	<u>0,030</u>
9	MENAME	<u>3,07</u>	1	0,000324	0,000324	5,000	14,800	<u>0,941</u>	<u>0,338</u>
10	STEBRA	<u>2,96</u>	1	0,000020	0,000020	1,000	48,300	<u>0,000</u>	<u>0,021</u>
11	HARCLU	<u>3,00</u>	1	0,003510	0,003510	1,690	20,800	<u>0,235</u>	<u>0,081</u>
12	BAIRON	<u>3,01</u>	1	0,000097	0,000097	1,200	20,700	<u>0,813</u>	<u>0,058</u>
13	ATHBRA	<u>2,74</u>	1	0,001280	0,001280	0,720	35,700	<u>0,999</u>	<u>0,020</u>
14	DIPARG	<u>2,81</u>	1	0,006130	0,006130	0,270	40,500	<u>0,345</u>	<u>0,007</u>
15	TRAFAL	<u>2,73</u>	1	0,000050	0,000050	5,100	25,700	<u>0,000</u>	<u>0,198</u>
16	ANCLYO	<u>3,00</u>	1	0,001130	0,001130	1,299	57,200	<u>0,996</u>	<u>0,023</u>
17	Insecta	<u>2,00</u>	1	<u>0,000258</u>	<u>0,000258</u>	25,000	250,000	<u>0,949</u>	<u>0,100</u>
18	Zoobentos (Invert)	<u>2,00</u>	1	<u>0,000171</u>	<u>0,000171</u>	3,300	27,300	<u>1,000</u>	<u>0,121</u>
19	Zoobentos (Crust)	<u>2,00</u>	1	<u>0,304440</u>	<u>0,304440</u>	1,066	4,265	0,225	<u>0,250</u>
20	Zoobentos (Mollusca)	<u>2,00</u>	1	<u>0,548396</u>	<u>0,548396</u>	2,873	11,490	0,076	<u>0,250</u>
21	Zoobentos (Poliq/Nem)	<u>2,00</u>	1	5,112000	5,112000	3,720	14,878	0,204	<u>0,250</u>
22	Ictioplâncton	<u>2,00</u>	1	<u>0,000053</u>	<u>0,000053</u>	50,450	132,130	0,848	<u>0,382</u>
23	Zooplâncton (Crust)	<u>2,00</u>	1	8,157000	8,157000	18,640	74,560	0,938	<u>0,250</u>
24	Zooplâncton (Hyd)	<u>2,00</u>	1	<u>0,000010</u>	<u>0,000010</u>	13,000	60,000	<u>0,827</u>	<u>0,217</u>
25	Macroalga	<u>1,00</u>	1	<u>0,000599</u>	<u>0,000599</u>	8,197		0,111	
26	Fitoplâncton	<u>1,00</u>	1	34,843000	34,843000	100,000		<u>0,000</u>	
27	Detritos	<u>1,00</u>	1					<u>0,190</u>	

O diagrama de fluxo mostra de uma maneira simplificada as relações tróficas estabelecidas dentro do ecossistema (Figura 4). O tamanho dos círculos representa a biomassa de cada compartimento do ecossistema e o eixo horizontal está alinhado com o nível trófico correspondente. Além disso, a espessura das linhas indica a quantificação de biomassa que é transferida entre os compartimentos.

O modelo gerou uma estrutura composta por três níveis tróficos. A maioria dos grupos funcionais apresentou nível trófico superior a 2,0 e os predadores piscívoros ocuparam os níveis tróficos mais elevados, acima de 3,0. O maior fluxo energético do ecossistema transita entre os níveis 2 e 3, onde se observa um volume superior de energia, em relação aos demais níveis em função da predação (Figura 4). É neste intervalo que a maior quantidade de interações tróficas estão estabelecidos.

O compartimento que apresentou a maior biomassa foi o de fitoplâncton. Apesar disto o modelo gerado indicou que a principal fonte de energia para sustentação do sistema investigado é o compartimento de Detrito, que fornece mais de 11 mil vezes mais biomassa que o próprio Fitoplâncton (Figuras 4 e 5).

Na Figura 5 está representando a coluna de Lindman. Nela é possível ver a quantificação do fluxo de biomassa, consumo e predação entre os níveis tróficos do sistema. Além disso, é possível observar a quantidade de biomassa que é direcionada para o detrito e o quanto é consumido pela respiração em cada nível trófico.

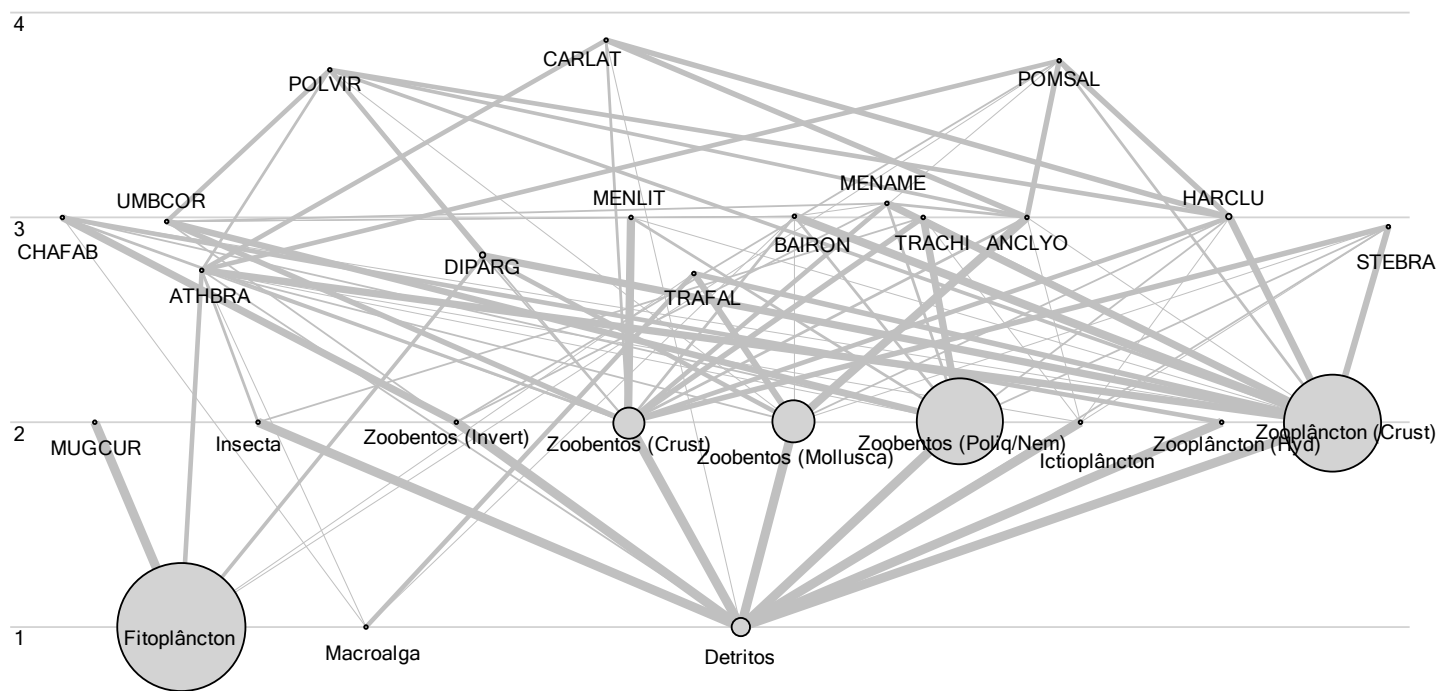


Figura 4. Diagrama de fluxos de biomassa entre os compartimentos que compõem o modelo ecotrófico da zona de arrebentação da Praia de Itaipu, Niterói (RJ), gerado pelo programa *Ecopath with Ecosim* (versão 6.4.4).

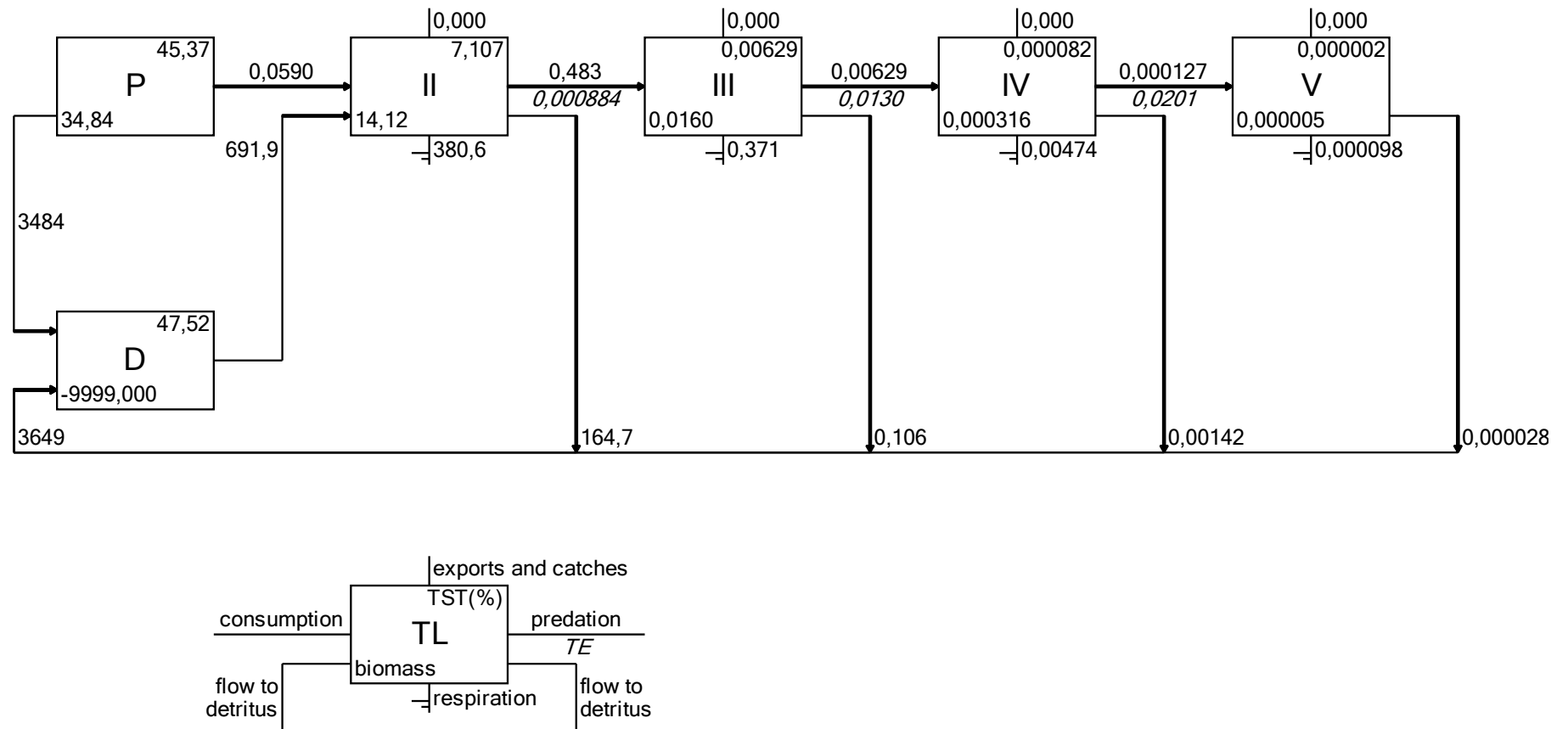


Figura 5. Coluna de Lindman mostrando os compartimentos que compõem os níveis tróficos e fluxos do modelo ecotrófico da zona de arrebenção da Praia de Itaipu, Niterói (RJ), gerado pelo programa *Ecopath with Ecosim* (versão 6.4.4).

Os atributos ecológicos gerados pelo modelo elaborado estão na Tabela 10. Como não foram incluídos parâmetros relativos a captura por pesca no modelo, somente aqueles correspondentes a estrutura trófica, constam na tabela abaixo (Tabela 10).

Tabela 10. Atributos ecológicos gerados para representar a estrutura trófica da zona de arrebentação da Praia de Itaipu, Niterói, RJ.

Parâmetro	Valor	Unidade
Soma do total consumido	692,47	t/km ² /ano
Soma das exportações	2957,10	t/km ² /ano
Soma de todos os fluxos de respiração	380,99	t/km ² /ano
Soma dos fluxos para o detrito	3649,02	t/km ² /ano
Fluxo total do sistema	7679,58	t/km ² /ano
Produção total	3657,29	t/km ² /ano
Produção primária total calculada (PP)	3484,31	t/km ² /ano
Produção primária total/Respiração total (PP/R)	9,15	
Produção primária líquida (=PP-R)	3103,32	t/km ² /ano
Produção primária total/Biomassa total (PP/B)	71,13	
Biomassa total (excluindo detrito)	48,98	t/km ²
Índice de Conectância	0,14	
Índice de onivoria do sistema	0,03	

O fluxo total do sistema foi estimado a 7.679,58 t/km²/ano. A biomassa total, excluindo o detrito, foi de 48,98 t/km². O índice de produção primária total é de 3.484,305 t/km²/ano, e a produção primária líquida 3.103,317 t/km²/ano (Tabela 10).

A matriz de impacto trófico misto mostra qual o grau de impacto que determinado grupo, presente na coluna direita (*impacting group*), exerce em cada compartimento do sistema. Os círculos preenchidos de preto indicam impactos negativos, enquanto os círculos em branco representam os impactos positivos (Figura 6). A referida matriz mostra que o aumento de biomassa do compartimento Detrito afeta

positivamente uma grande quantidade de grupos do sistema, com exceção de *Mugil*, Macroalgas e o compartimento de Fitoplancton. Além disto, o aumento do compartimento Fitoplâncton, traz impactos positivos diretos representativos à espécie *Mugil curema* (Figura 6).

Também é possível perceber que com o aumento de *Polydactylus virginicus*, as espécies *Menticirrhus littoralis*, *Mugil curema*, *Menticirrhus americanus* e *Bairdiella ronchus* são as mais beneficiadas. Já as espécies *Umbrina coroides* e *Diplodus argenteus* são as que sofrem impactos negativos. Através do aumento de *Umbrina coroides*, os compartimentos prejudicados são *Menticirrhus littoralis*, *Mugil curema*, *Menticirrhus americanus*, *Bairdiella ronchus* Zoobentos (poliqueta/nematoda).

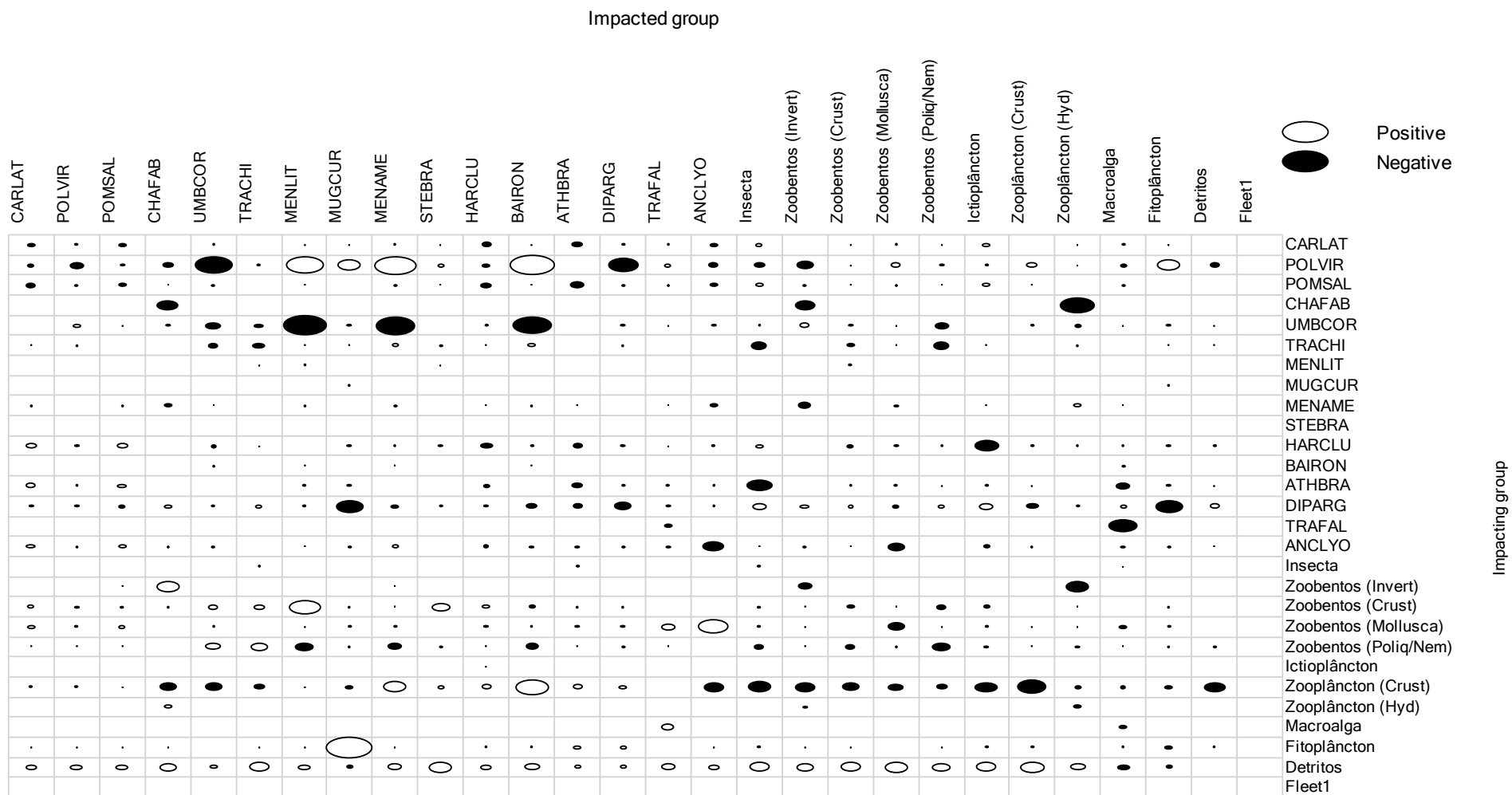


Figura 6. Representação gráfica gerada a partir da matriz de impacto trófico misto.

5 DISCUSSÃO

Com relação a ictiofauna que compõe a zona de arrebentação de Itaipu, através do levantamento das frequências de ocorrência, foi possível perceber que algumas espécies ocorrem com uma frequência muito maior que outras. Autores como Paiva-Filho & Toscano (1987), Giannini & Paiva-Filho (1995) e Lima & Vieira (2009) observaram que parte dos indivíduos encontrados no ambiente da zona de arrebentação representa espécies que passam pela área sazonalmente, consideradas migrantes. O que pode explicar o fato de algumas espécies aparecerem em todos os meses de coleta e algumas somente e um mês.

Esteves (2003), dez anos atrás às datas de coleta do presente trabalho, entre os períodos de julho de 2002 a abril de 2003, também realizou um trabalho com a ictiofauna local de Itaipu. As espécies *Harengula clupeola*, *Trachinotus carolinus*, *Diplodus argenteus*, *Menticirrhus littoralis* e *Umbrina coroides* também foram as cinco que apresentaram as maiores frequências de ocorrência durante o período amostral. Além disso, os comprimentos totais médios das espécies indicam que a grande maioria dos indivíduos apresenta tamanhos menores que os de primeira maturação (CT50), portanto podem considerados juvenis. Sendo assim, esses resultados estão em conformidade com a literatura, indicando que a zona de arrebentação se constitui em um ambiente fundamental para o crescimento e recrutamento de espécies, além de ser uma importante área de alimentação (GIANNINI & PAIVA FILHO, 1995; ESTEVES, 2003; LASIAK, 1981).

As teias alimentares descrevem as relações tróficas e podem revelar taxas de transferência de energia que ocorrem dentro dos ecossistemas. Entender esses padrões é

um aspecto fundamental da ecologia, sendo crucial para a descrição do funcionamento dos ecossistemas e para a compreensão dos processos que compõe a organização da comunidade (BERGAMINO *et al.*, 2013).

Bergamino *et al.* (2013) constataram que teias alimentares de praias arenosas são dominadas por espécies de nível trófico intermediário, tais como filtradores e depositores, sendo consideradas cadeias alimentares de comprimento relativamente curto. Segundo os autores, em praias dissipativas, a presença de uma zona de arrebentação produtiva pode contribuir fornecendo grande quantidade de alimentos disponíveis para filtradores e poderia explicar a alta similaridade trófica com o domínio de espécies tróficas intermediárias.

A praia de Itaipu pode ser considerada uma praia de perfil dissipativo, já que possui uma face praial plana e sua profundidade aumenta gradualmente. Como pode ser observado na análise agrupamento baseada nos hábitos alimentares das espécies que compõem a ictiofauna local (ver Figura 3) é possível reconhecer dois grandes grupos: o primeiro composto pelos peixes carnívoros piscívoros, predadores de topo, e um segundo grupo composto pelo restante da maioria das espécies. O segundo grupo é dominado por espécies com níveis tróficos intermediários, corroborando com as ideias Bergamino *et al.* (2013).

Além disso, os mesmos autores concluíram em seu estudo que o número de espécies, ligações por espécies, similaridade trófica e características do comprimento da teia são os principais aspectos que desempenham papel fundamental na estruturação das cadeias alimentares em ecossistemas praias arenosas. Ademais, a predominância de interações tróficas fracas de consumidores primários e uma conectância relativamente elevada poderia melhorar a estabilidade destes ecossistemas e agir juntamente com fatores físicos na estruturação destas populações e comunidades. Tal padrão de fracas interações com consumidores primário foi identificado neste trabalho.

A análise dos parâmetros de produção primária/respiração (PP/R) e produção primária/biomassa (PP/B) fornecidas pelo Ecopath são utilizadas para avaliar o grau de maturidade do ecossistema, como sugerido por Odum (VERA, 2010). Segundo Odum (1969), nos estágios iniciais de desenvolvimento espera-se que as taxas de produção primária (PP) excedam as de respiração (R), fazendo com que a relação PP/R seja maior

que 1. A quantidade total de material que flui pelo sistema, incluindo o consumo, a respiração, a exportação e o fluxo para o detrito é de 7679,58 t/km²/ano e o índice total de onivoria estimado foi de 0,03.

A produção primária (PP) do ecossistema foi calculada em 3.484,3 t/km²/ano, a razão da PP com a respiração (PP/R) foi de 9,15, a relação PP/B em 71,13 e a produção Primária Líquida, ou seja, sem respiração, foi equivalente a 3.103,32 t/km²/ano. Para esses dois parâmetros, PP/R e PP/B, esses valores foram considerados altos e segundo Vera (2010), indica uma situação de desenvolvimento inicial do sistema. Neste sentido, é possível propor que o sistema de zona de arrebentação é um sistema que está constante estágio de desenvolvimento inicial. A constante instabilidade física deste sistema, dificulta o estabelecimento de um processo de sucessão ecológica que alcance estágios mais avançados de maturidade ecológica.

Tubino (2008) também realizou um trabalho embasado no sistema de modelagem trófica através do *software* Ecopath, porém mais direcionado para profundidades maiores, na região costeira de Itaipu. Quando comparamos os resultados aqui apresentados, baseado no ecossistema da zona de arrebentação, com os obtidos por Tubino (2008), podemos perceber algumas diferenças e semelhanças. A produção primária total calculada para os dois modelos é muito semelhante. Em ambos os modelos, é em torno de 3.484,3 t/km²/ano. Porém, a quantidade total de material que flui na região costeira de Itaipu é 8.359,0 t/km²/ano, um valor pouco superior ao estimado para a zona de arrebentação. Já os valores de produção primária líquida e produção primária por biomassa total (PP/B) da zona de arrebentação de Itaipu são praticamente o dobro dos valores encontrados para a região costeira.

Praias arenosas, onde o substrato impede fixação de macroalgas por não possuírem substrato estável para fixação, são geralmente consideradas como zonas de baixa produção primária. Acredita-se que a principal fonte de alimento desses ambientes venham principalmente do oceano além da zona de arrebentação e, em poucas quantidades, do ambiente terrestre (LEWIN & SCHAEFER, 1983). Sendo assim, a oferta de alimentos para a fauna praial é fornecida principalmente pelas formas microscópicas, como por exemplo diatomáceas e outras algas unicelulares, além de detrito. Lewin e Shaefer (1983) constataram que as populações de diatomáceas na zona

de arrebentação constituem uma fonte de alimento confiável, suportando amplos estoques de diversas praias. Para a maioria, os moluscos bivalves filtradores parecem ser os herbívoros dominantes que se utilizam diretamente sobre as diatomáceas presentes na zona de arrebentação. Ao estudar o estado trófico da enseada de Itaipu, baseado em análise da água, Barboza (2003) identificou altas concentrações de clorofila-a, sinalizando a presença de uma elevada produtividade fitoplânctônica. A mesma autora concluiu que a Lagoa de Itaipu é um importante contribuinte de material detrítico para a enseada, superando inclusive as contribuições provenientes da baía de Guanabara. Barboza ainda suporta ainda a idéia de que sob condições de movimentação de ventos e correntes na enseada, este material detrítico possibilita uma alta taxa de reciclagem, promovendo a produção de fitoplâncton.

O diagrama de fluxo gerado através do Ecopath tem o fitoplâncton como maior compartimento em termos de biomassa apresentados no modelo. Além disso, cabe chamar a atenção para o grande número de ligações entre as espécies e o fluxo energético estabelecidos de alguns compartimentos com os detritos (ver Figura 4). Essas constatações confirmam o fato da teia trófica de ecossistemas como os de zona de arrebentação de praias arenosas serem sustentados pela produção primária proveniente do fitoplâncton e os detritos desempenharem um papel importante sustentando principalmente o compartimento zoobentos dentro da teia trófica.

Apesar do diagrama de fluxo gerado pelo modelo apresentar o compartimento Fitoplâncton como aquele que apresentou a maior biomassa, a principal fonte de energia para sustentação do sistema investigado, de acordo com o modelo, é o compartimento de Detrito, que chega a fornecer mais de 11 mil vezes mais biomassa que o próprio Fitoplâncton. Isto se deve ao fato de que o detrito representa a principal fonte de sustentação energética dos compartimentos considerados presas no sistema. Por outro lado, apesar de ter uma biomassa maior, o compartimento fitoplâncton está conectado diretamente à predadores, pouco contribuindo para a biomassa das presas.

Além disso, a matriz de impacto trófico misto mostrou que aumentando a biomassa do compartimento Detrito, uma grande quantidade de grupos do sistema seriam afetados de modo positivo, com exceção de *Mugil*, Macroalgas e o compartimento de Fitoplankton. Já o aumento do compartimento Fitoplâncton traz impactos positivos diretos representativos à espécie *Mugil curema* (ver Figura 6).

Segundo Vera (2010), através da análise da matriz de impacto é possível indentificar quais são os efeitos diretos e indiretos das alterações de biomassa, assim como quais são os principais compartimentos-chave do ecossistema em estudo. A autora ainda afirma que essas informações podem ser muito úteis, por exemplo, em planos de manejo de pescarias.

Por fim, os resultados obtidos permitiram nos proporcionar uma percepção de como estão estabelecidas as relações tróficas, bem como as variações de biomassa que circulam dentro do sistema de arrebentação da praia de Itaipu, Niterói – RJ. Vale lembrar que o modelo aqui representado é um modelo estático e, assim como uma fotografia, e apesar de manter o balanço dos fluxos energéticos, desconsidera capacidade de simulação dinâmica ao nível do ecossistema.

6 CONCLUSÃO

As espécies que habitam este ambiente apresentam padrões alimentares variados. Contudo, registra-se a presença de um pequeno grupo de espécies de peixes carnívoros piscívoros, controlando a cadeia trófica no topo e um grupo maior, representado pelas demais espécies, em sua grande maioria com uma dieta essencialmente zoobentófoga zooplancetófoga.

As espécies registradas na zona de arrebentação apresentam, na sua maioria nichos tróficos de amplitude pouco ampla ($< 0,5$). Os maiores valores de sobreposição de nicho trófico foram registrados entre as espécies piscívoras.

O modelo trófico elaborado revelou que o sistema estudado é sustentado principalmente por um fluxo de biomassa proveniente do detrito, sendo este mais importante, relativamente do que os produtores primários. Além disso, a elevada contribuição da produtividade fitoplânctonica sustenta esse sistema como um todo, tornando a zona de arrebentação de Itaipu um ambiente ideal para fornecer alimento e assim permitir o desenvolvimento para os juvenis e recrutas que compõe a ictiofauna local.

O maior fluxo energético do ecossistema transita entre os níveis 2 e 3, onde se observa um volume superior de energia, em relação aos demais níveis em função da

predação. É neste intervalo que a maior quantidade de interações tróficas estão estabelecidos.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELINI, R. 2008. A arte da modelagem. In: ANGELINI, R.; GOMES, L. C. (Orgs.). *O artesanato de ecossistemas: contruindo modelos com dados*. Maringá: Eduem. P.14-29.
- ANGELINI, R. & GOMES, L. C. 2008. Ecopath: modelo, caracterização dos valores de entradas, resultados principais, abordagem e padronizações requeridas. In: ANGELINI, R.; GOMES, L. C. (Orgs.). *O artesanato de ecossistemas: contruindo modelos com dados*. Maringá: Eduem. p.32-60.
- ARANTES, L.P.L. 2014. Relações alimentares de peixes da Enseada do Araçá (SP), Sudeste do Brasil. Tese de Mestrado – Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- ARCEO-CARRANZA & CHIAPPA-CARRARA. 2015. Feeding ecology of juvenile marine fish in a shallow coastal lagoon of southeastern Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*. 43(4): 621-631.
- ARIAS-GONZÁLEZ, J. E., NÚÑEZ-LARA, E., GONZÁLEZ-SALAS, C., GALZIN, R. 2004. Trophic models for investigation of fishing effect on coral reef ecosystems. *Ecological Modelling*, Vol.172 (2), pp.197-212.
- BARBOZA, C.D.N. 2003. Caracterização do Estado Trófico da Enseada de Itaipu, RJ. Tese. Universidade Federal Fluminense, Instituto de Biologia. Niterói, 62 p.

- BEGON, M., TOWNSEND, CR., HARPER, J.L. 2007. *Ecologia: de indivíduos a ecossistemas*. Artmed.
- BERGAMINO, L., GÓMEZ, J., BARBOZA, F. R. & LERCARI, D. 2013. Major food web properties of two sandy beaches with contrasting morphodynamics, and effects on the stability. *Aquatic Ecology*. Springer.
- BEYST, B.; CATTRIJSSE, A. & MEES, J. 1999. Feeding ecology of juvenile flatfishes of the surf-zone of a sandy beach. *Journal of Fish Biology*, 55(6), 1171-1186.
- CLARK, B. M., BENNETT, B. A., & LAMBERTH, S. J. 1996. Factors affecting spatial variability in seine net catches of fish in the surf zone of False Bay, South Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 131, 17–34.
- CHAVES, P.T. & VENDEL, A.N. 2008. Análise comparativa da alimentação de peixes (Teleostei) entre ambientes de marisma e de manguezal num estuário do sul do Brasil (Baía de Guaratuba, Paraná). *Revista Brasileira de Zoologia*, 25 (1): 10–15.
- CHRISTENSEN, V., & WALTERS, C. J. 2004. *Ecopath with Ecosim: methods, capabilities and limitations Ecological Modelling*. Vol.172 (2), pp.109-139.
- CHRISTENSEN, V., WALTERS, C.J. & PAULY, D. 2005. *Ecopath with Ecosim: a User's Guide*. Fisheries Centre, University of British Columbia, Vancouver. 154p.
- CONTENTE, R.F., STEFANONI, M.F. & SPACH, H.L. 2010. Feeding ecology of the Brazilian silverside *Atherinella brasiliensis* (Atherinopsidae) in a subtropical estuarine ecosystem. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*. 91, pp 1197-1205.
- COLWELL, R. K. & FUTUYMA, D. J. 1971. On the measurement of niche breadth and overlap. *Ecology* 52 (4):567-576.
- ESTEVEZ, G. V. 2003. Descrição da estrutura da assembleia de peixes da zona de arrebentação na praia de Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. Tese – Universidade Federal Fluminense, PPGBM.

- FORTES, W.L.S. 2005. Estudo comparativo das dietas do peixe-espada (*Trichiurus lepturus*) e da anchova (*Pomatomus saltatrix*), capturados pela pesca artesanal na Enseada de Itaipu, Niterói-RJ. Monografia – Universidade Federal Fluminense.
- FROESE, R. & PAULY, D. 2015. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (10/2015). Disponível em: <http://www.fishbase.org/manual/FishbaseThe_FOOD_ITEMS_table.htm>. Acesso: 11 de março de 2016.
- GASALLA, M. A. & SOARES, L. S. H. 2001. Comentários sobre os estudos tróficos de peixes marinhos no processo histórico da ciência pesqueira e modelagem ecológica. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, 27(2): 243 – 259.
- GIANNINI, R. & PAIVA FILHO, A. M. 1995. Análise comparativa da ictiofauna da zona de arrebentação de praias arenosas do Estado de São Paulo, Brasil. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, São Paulo, 43(2):141-152.
- GONDOLO, G. F., MATTOX, G. M. T. & CUNNINGHAM, P.T. M. 2011. Ecological aspects of the surf-zone ichthyofauna of Itamambuca Beach, Ubatuba, SP. *Biota Neotrop.*, Vol. 11, no. 2.
- HALUCH, C. F., FREITAS, M. O., CORRÊA, M. F. M. & ABILHOA, V. 2009. Variação sazonal e mudanças ontogênicas na dieta de *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) (Teleostei, Sciaenidae) na baía de Ubatuba-Enseada, Santa Catarina, Brasil. *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, 4(3): 347-356.
- HAYSE, J. W. 1989. Feeding Habits, Age, Growth, and Reproduction of Atlantic Spadefish *Chaetodipterus faber* (Pisces: Ehippidae) in South Carolina. *Fishery Bulletin*, U.S. 88:67-83.
- HORN, H. S. 1966. Measurement of "Overlap" in Comparative Ecological Studies. *The American Naturalist*. Vol. 100, No. 914, pp. 419-424.
- HULBERT, S. H. 1978. The Measurement of Niche Overlap and Some Relatives. *Ecology*, Vol. 59, No. 1 pp. 67-77.
- KREBS, Charles. 1989. *Ecological methodology*. 1. ed. Nova York: Harper Collins Publishers.
- LASIAK, T. A. 1981. Nursery grounds of juvenile teleosts: evidence from the surf zone of King's Beach, Port Elizabeth. *South African Journal of Science* 77: 388–390.

- LASIAK, T. A. 1985. Juveniles, food and the surf zone habitat: implications for teleost nursery areas. *S. Afr. J. Zool.* 21. 51-56.
- LEVINS, R. 1968. *Evolution in Changing Environments*, Princeton University Press.
- LEWIN, J. & SCHAEFER, C.T. 1983. The role of phytoplankton in surf ecosystems. In: *Sandy Beaches as Ecosystems*, edited by MacLachlan, A. & Erasmus, T. Dr W Junk Publishers, The Hague, pp. 381-389.
- LIMA, M. S. P. & VIEIRA, J. P. 2009. Variação espaço-temporal da ictiofauna da zona de arrebentação da Praia do Cassino, Rio Grande do Sul, Brasil. *Sociedade Brasileira de Zoologia*, 26 (3): 499–510.
- MODDE, T. 1980. Growth and Residency of Juvenile Fishes Within a Surf Zone Habitat in the Gulf of Mexico. *Gulf Research Reports* 6. (4): 377-385.
- MONTEIRO-NETO, C.; L.P.R. CUNHA & J.A. MUSICK. 2003. Community structure of surf-zone fishes at Cassino Beach, Rio Grande do Sul, Brazil. *Journal of Coastal Research* 35: 492-501.
- MONTEIRO-NETO, C. TUBINO, R. A., MORAES, L. E. S., NETO, J. P. M., ESTEVES, G. V & FORTES, W. L. 2008. Associações de peixes na região costeira de Itaipu, Niterói, RJ. *Iheringia, Sér. Zool.* vol.98 no.1 Porto Alegre Mar.
- MORASCHE, M. S.; TUBINO, R. A.; MONTEIRO-NETO, C. 2010. Dieta da corvina, *Micropogonias furnieri* (Desmarest 1823) (Actinopterygii, Sciaenidae) na região costeira de Itaipu, Niterói–RJ. *Arquivo de Ciências do Mar*, v. 43, p. 87-95.
- NETO, A.G.S. 2012. Alimentação da tainha *Mugil curema* (Perciformes: Mugilidae) e caracterização ambiental do Estuário do Rio Paraíba do Norte. Tese – Universidade Estadual da Paraíba, PPGEC.
- PALMEIRA, L. P. & MONTEIRO-NETO, C. 2010. Ecomorphology and food habits of teleost fishes *Trachinotus carolinus* (teleostei: carangidae) and *Menticirrhus littoralis* (teleostei: scianidae), inhabiting the surf zone off Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, Vol.58 (spe4), pp.1-9.

- PAIVA FILHO, A.M. & TOSCANO A.P. 1987. Estudo comparativo e variação sazonal da ictiofauna na zona entremarés do Mar Casado-Guarujá, e Mar Pequeno-São Vicente, SP. *Boletim do Instituto Oceanográfico de São Paulo*, 35(2): 153-165.
- PAULY, D., SORIANO, M. & PALOMARESs, M.L. 1987. *On improving the construction, parametrization and interpretation of .steady-state*. Multispecies models. Presented at the 9th Shrimp and Finfish Fisheries Management - Workshop, 7-9 December 1987, Kuwait. ICLARM Contr. 627. International - Center for Living Aquatic Resources Management. Manila, Philippines.
- PAULY, D., TRISTES, A., CAPULI, E., CHRISTENSEN, V., 1998. Diet composition and trophic levels of marine mammals. *ICES Journal of Marine Science*, 55(3):467-481.
- PAULY, D., PALOMARES, M.L., 2000. Approaches for Dealing with Three Sources of Bias when Studying the Fishing down Marine Food Web Phenomenon. In: Briand, F. (Ed.), *Fishing Down the Mediterranean Food Webs?* Vol. 12, CIESM Workshop Series, p.61-66.
- PAULY, D., FROESE, R., SA-A, P.S., PALOMARES, M.L., CHRISTENSEN, V., RIUS, J., 2000. *TrophLab Manual*. ICLARM, Manila, Philippines.
- PAULY, D., PALOMARES, M.L.D., FROESE, R., SA-A, P., VAKILY, M., PREIKOSHOT, D., WALLACE, S., 2001. Fishing down Canadian aquatic food webs. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 58(1):51-62.
- PAULY, D., CHRISTENSEN, V., GUÉNETTE, S., PITCHER, T. J., SUMAILA, U. R., WALTERS, C. J. , WATSON, R., ZELLER, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, Vol.418 (6898), p.689.
- PESSANHA, A.L.M. & ARAÚJO, F. G. 2013. Shifts of the feeding niche along the size dimension of three juvenile fish species in a tidal mudflat in southeastern Brazil. *Springer*.

- PIANKA, E. R. 1974. Niche overlap and diffuse competition. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 71 (5):2141-2145.
- POLOVINA, J.J., 1984. Model of a coral reef ecosystem. Part I. The ECOPATH model and its application to French Frigate Shoals. *Coral Reefs* 3:1-11.
- POMBO, M. 2010. Biologia populacional e dieta de *Stellifer rastrifer* (Jordan, 1889), *S. stellifer* (Bloch, 1790) e *S. brasiliensis* (Schultz, 1945) (Perciformes, Sciaenidae) na Enseada de Craguatuba (SP). Tese – Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- RANDALL, J.E. 2004. *Food Habits of Reef Fishes of the West Indies*. Studies in Tropical Oceanography. 5:655-847.
- RODRIGUES, E. M, SILVA, A. L. C., ECCARD, L. R., SILVESTRE, C. P. & RAMOS, Y. B. M. 2015. Vulnerabilidade e variações de curto prazo da praia de Itaipu (Niterói-RJ) em resposta às mudanças nas condições de mar.
- SALVADOR, M. V. S. & SILVA, M. A. M. 2002. Morphology and sedimentology of the Itaipu Embayment – Niterói/RJ. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*. p. 127 – 134.
- SILVA, J. D. & MASUNARI, S. 2006. Ontogenetic and Seasonal Variation in the Diet of Marimbá, *Diplodus Argenteus* (Valenciennes, 1830) (Pisces, Sparidae) Associated With the Beds of Sargassum Cymosum C. Agardh, 1820 (Phaeophyta) at Ponta das Garoupas, Bombinhas, Santa Catarina. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 39.
- TUBINO, R. A. 2008. Modelo quantitativo das interações tróficas da região costeira de Itaipu, Niterói – RJ, com ênfase na atividade pesqueira artesanal. Tese – Universidade Federal Fluminense, PPGBM.
- ULANOWICZ, R.E. 1986. *Growth and development: ecosystem phenomenology*. Springer Verlag. NY. 203 pp.

- VASCONCELLOS, R.M, SANTOS, J.N.S., SILVA, M.A. & ARAÚJO, F. G. 2007. Efeito do grau de exposição às ondas sobre a comunidade de peixes juvenis em praias arenosas do Município do Rio de Janeiro, Brasil. *Biota Neotropica* v7 (n1).
- VERA, G. R. 2010. Modelagem trófica do ecossistema de ressurgência de Cabo Frio, Rio de Janeiro. Tese – Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico.
- VENDEL, A.N. & CHAVES, P.T. 2008. Alimentação de *Bairdiella ronchus* (Cuvier) (Perciformes, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*. 15 (2): 297 – 305.
- ZAHORCSAK, P., SILVANO, R. A. M. & SAZIMA, I. 2000. Feeding biology of a guild of benthivorous fishes in a sandy shore on south-eastern Brazilian coast. *Rev. Brasil. Biol.*, 60 (3): 511-518.