

SISTEMAS LAGUNARES  
DO LESTE FLUMINENSE

# PESCA E SUSTENTABILIDADE

PASSADO, PRESENTE E FUTURO



Marcus Rodrigues da Costa  
Cassiano Monteiro-Neto  
Rafael de Almeida Tubino  
Ronaldo Angelini

Organizadores

Marcus Rodrigues da Costa

Cassiano Monteiro-Neto

Rafael de Almeida Tubino

Ronaldo Angelini

SISTEMAS LAGUNARES DO LESTE FLUMINENSE

# PESCA E SUSTENTABILIDADE

PASSADO, PRESENTE E FUTURO

1ª Edição

AH Edições

Rio de Janeiro - RJ

2021



SISTEMAS LAGUNARES DO LESTE FLUMINENSE

# PESCA E SUSTENTABILIDADE

PASSADO, PRESENTE E FUTURO

A realização do Projeto “Mecanismos Reguladores da Produção Pesqueira nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense: estado atual e cenários futuros” é uma medida compensatória estabelecida pelo Termo de Ajustamento de Conduta de responsabilidade da empresa PetroRio, conduzida pelo Ministério Público Federal – MPF/RJ, com implementação do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – FUNBIO.



**MPF**  
Ministério Público Federal



**PetroRio**



*Projeto Mecanismos Reguladores da Produção Pesqueira nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense: estado atual e cenários futuros*

Universidade Federal Fluminense - UFF  
Fundo Brasileiro para a Biodiversidade - FUNBIO  
Fundação Educacional Ciência e Desenvolvimento - FECD  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN  
Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ  
Instituto de Pesca de São Paulo - IPSP  
Universidade Federal do Paraná - UFP  
Universidade do Porto - CIIMAR/UP (Portugal)  
Universidade Fernando Pessoa - UFP (Portugal)  
Cardume Socioambiental & Comunicação

*Coordenadores*

Marcus Rodrigues da Costa  
Cassiano Monteiro-Neto  
Rafael de Almeida Tubino

*Editores responsáveis*

Elza Kawakami Savaget  
André Medeiros Franco

*Revisão*

André Medeiros Franco

*Programação visual e diagramação*

Alexandre Honorato Duarte Ferreira

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

Costa, Marcus Rodrigues da  
Pesca e sustentabilidade : passado, presente e futuro / Marcus Rodrigues da Costa; organizadores, Marcus Rodrigues da Costa ... [et al.].  
-- 1. ed. -- Rio de Janeiro : Alexandre Honorato Duarte Ferreira, 2021.

Outros organizadores: Cassiano Monteiro-Neto, Rafael de Almeida Tubino, Ronaldo Angelini  
Bibliografia  
ISBN 978-65-00-36450-7

1. Biologia marinha 2. Leste Fluminense (RJ) – Pesca 3. Meio ambiente – Pesca  
4. Pescaria sustentável 5. Sustentabilidade I. Monteiro-Neto, Cassiano. II. Tubino, Rafael de Almeida. III. Angelini, Ronaldo. IV. Título.

21-94181

CDD-639.2098153

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Biologia marinha 578.773

Maria Alice Ferreira - Bibliotecária - CRB-8/7964

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida, seja por meios mecânicos, eletrônicos, cópias xerográficas, sem autorização prévia dos respectivos autores. Fica garantido o direito de cópias, sem ônus e desde que sem finalidade lucrativa, ao Funbio e à PetroRio.

# Sumário

Apresentação .....	7
--------------------	---

## **PARTE I - AMBIENTE LAGUNAR**

Capítulo 1 - Lagoas costeiras do leste fluminense: origem, evolução, importância e aspectos demográficos .....	15
--	----

Capítulo 2 - Reconstrução da história do processo da ocupação urbana e da eutrofização em lagoas do leste fluminense por registros sedimentares .....	27
---	----

## **PARTE II - DIVERSIDADE BIOLÓGICA**

Capítulo 3 - Diversidade e abundância do plâncton do complexo lagunar do leste fluminense .....	41
---	----

Capítulo 4 - Diversidade de habitats e estrutura das assembleias de peixes e crustáceos .....	55
---	----

Capítulo 5 - Ciclo de vida das espécies de importância ecológica e econômica .....	71
--	----

## **PARTE III - PESCA E PESCADORES**

Capítulo 6 - A técnica de investigação participativa: valorização do conhecimento tradicional e engajamento local na pesquisa científica .....	95
--	----

Capítulo 7 - A produção pesqueira nos sistemas lagunares do leste fluminense .....	111
--	-----

## **PARTE IV - ECOSSISTEMA**

Capítulo 8 - Integrando informações e dados em modelos ecológicos: buscando a padronização e o entendimento sistêmico .....	131
---	-----

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>147</b>
-----------------------------------	------------

Agradecimentos .....	153
----------------------	-----

Referências Bibliográficas .....	163
----------------------------------	-----



# Apresentação

Olhando ao redor, não é difícil perceber que, mais do que outros animais, a espécie humana modifica profundamente o ambiente. Os problemas urbanos, as vastas áreas para a agricultura e as longas estradas até os confins do planeta, mostram claramente a expansão da distribuição e ocupação de nossa generalista espécie. Porém, os impactos humanos sobre outras espécies e ambientes não são recentes. Assim, ao chegar ao continente americano, há aproximadamente 10 mil anos, nossos ancestrais interagiram com a fauna e a flora, em alguns casos domesticando plantas, como o milho e a mandioca, em outros manejando, sem exatamente domesticar, como é o caso dos inúmeros tipos de frutos de palmeiras (como açaí, butiá, babaçu). Na pesca, há evidências de que esses grupos pré-históricos reduziram, de forma considerável, algumas populações de peixes.

O forte uso de ambientes aquáticos por estes brasileiros “pré-históricos” é documentado nos mais de 900 sambaquis ao longo de nossa costa. Os sambaquis são verdadeiros morros construídos por meio do acúmulo de conchas e ossos de animais diversos que, depois de usados ou consumidos, foram depositados em locais específicos criando verdadeiras construções. Nas proximidades dos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense existem mais de 67 sambaquis, que guardam valiosos registros da captura de diferentes espécies de peixes, crustáceos e moluscos típicos destes ambientes. Além deles, nesta mesma região há registros de cerca de 250 sítios arqueológicos, com utensílios que contam a história da presença humana e dos usos que ela fez das espécies, dos ambientes e dos processos ecológicos locais.

Hoje, o cenário nesta região, uma estreita planície costeira de 10 km de largura e aproximadamente 120 km de extensão, é completamente outro. Estima-se em cerca de 1,2 milhões de habitantes distribuídos nesta região com oito municípios: Niterói, Maricá, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo, que contém os chamados Sistemas Lagunares de Piratininga-Itaipu, Maricá-Guarapina e as Lagoas de Saquarema e Araruama. Estes proveitosos e benéficos ambientes aquáticos compreendem um mosaico de lagoas costeiras denominadas de Sistemas Lagunares do Leste Fluminense (SLLF), tema deste livro, cujo principal objetivo é contar um pouco da história natural de tais ambientes, com especial atenção aos organismos aquáticos, incluindo os peixes, que ainda são capazes de sustentar diversas atividades pesqueiras em seus diferentes habitats locais.



Esta publicação é um dos produtos das ações desenvolvidas durante o projeto “Mecanismos Reguladores da Produção Pesqueira nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense: estado atual e cenários futuros”, que teve início em 2019, como uma das pesquisas financiadas pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade, através do Projeto de Apoio à Pesquisa Marinha e Pesqueira no Rio de Janeiro<sup>1</sup>.

Esta iniciativa foi criada para atender uma medida compensatória do Termo de Ajustamento de Conduta conduzido pelo Ministério Público Federal – MPF/RJ, em parceria com o IBAMA<sup>2</sup>, relativo aos vazamentos de óleo ocorridos no Campo do Frade, na Bacia de Campos, no final de 2011, de responsabilidade, na época, da empresa Chevron<sup>3</sup>.

Para que pudéssemos entender de uma forma mais abrangente os diferentes aspectos que afetam a produtividade das lagoas costeiras, foi necessário reunir uma equipe que, dentro das ciências biológicas e ambientais, pudesse proporcionar uma visão mais holística dos processos que interligam e modulam as trocas entre os diferentes compartimentos do ecossistema. Pesquisadores e alunos em diferentes níveis de formação de seis universidades, nacionais e internacionais, juntamente com um instituto de pesquisa pesqueira e uma organização da área socioambiental, se juntaram para executar os diferentes objetivos do projeto.

Historicamente, os sistemas lagunares e as lagoas costeiras da costa leste fluminense têm sido descritos como extensões rasas de água, orientadas de forma paralela à costa, separadas do oceano por uma pequena restinga. Foram formadas, na sua maioria, há aproximadamente 5.500 anos, durante a última regressão marinha do Holoceno, a partir de processos geomorfológicos relacionados a erosão e sedimentação, que isolaram antigas baías marinhas originando lagoas com águas salobras e claras. Estes sistemas lagunares recebem água doce proveniente de rios do continente e têm canais de comunicação com o mar.

Os sistemas lagunares são ambientes de interface entre zonas costeiras, águas interiores, estuarinas e marinhas, agregando biodiversidade e prestando diversos serviços ecossistêmicos para as populações humanas. As lagoas costeiras contribuem para a manutenção do lençol freático, para estabilidade climática local e regional, além de suportar uma elevada produtividade biológica, que, como vimos, proveem alimento para o homem, sendo um dos principais fatores responsáveis pelo estabelecimento das comunidades humanas na região.

Ainda durante o processo de colonização europeia, foi a produtividade pesqueira (de peixes e crustáceos) que proveu o sustento dos primeiros assentados. Segundo Lamego (1946), em *O homem e a restinga*<sup>4</sup>, a “riqueza do peixe nas lagoas, orientou definitivamente a vida das primeiras levas, impossibilitadas mesmo do recurso bárbaro do saque nesse deserto sem caravanas.”. Hoje, a pesca de pequena escala realizada nos SLLF proporciona trabalho, renda e segurança alimentar para uma parcela relevante da população.

<sup>1</sup> <https://www.funbio.org.br>.

<sup>2</sup> <https://www.gov.br/ibama/pt-br>.

<sup>3</sup> Atualmente sob responsabilidade da PetroRio.

<sup>4</sup> Lamego, A.R. *O Homem e a restinga*. Rio de Janeiro: Serviço Gráfico do IBGE, 1946.

Além disso, as lagoas costeiras ainda atraem turistas, criando extensos núcleos populacionais de veraneio em seus entornos. Se por um lado isto aproxima o *Homo urbanus* do ambiente natural, podendo levá-lo a uma atitude mais protetora em relação ao meio-ambiente, o adensamento humano provoca, neste mesmo ambiente, um grande impacto, especialmente pela recepção de efluentes domésticos e intervenções de engenharia nem sempre bem-sucedidas.

Para mostrar um pouco do que se sabe sobre os SLLF, este livro, como todo complexo estudo ambiental, foi escrito por muitos autores e colaboradores. Ele está dividido em cinco partes com nove capítulos.

O primeiro dos dois capítulos que compõem a primeira parte do livro, “Ambiente Lagunar”, conta como foi o processo de formação geomorfológica dos SLLF e qual é a população dos principais municípios que margeiam as lagoas costeiras. O segundo capítulo mostra o quanto as lagoas costeiras podem sequestrar (ou não) carbono da atmosfera, um importante serviço ecossistêmico, muitas vezes negligenciado, mas fundamental no cenário de mudanças climáticas que o planeta vivencia.

A segunda parte, “Diversidade Biológica”, é composta por três capítulos. Assim, o terceiro capítulo descreve o fitoplâncton e o zooplâncton das lagoas costeiras, que são os componentes basais de toda a teia trófica do ecossistema. Aliás, este capítulo descreve alguns eventos causados pelo processo de eutrofização (crescimento desenfreado de algas e plantas aquáticas) que precisam ser prevenidos, se desejamos ter um ambiente mais saudável. O quarto capítulo mostra a diversidade de habitats nas lagoas costeiras, isto é, descreve e quantifica a vegetação marginal, os diferentes tipos de substratos e microambientes que fornecem abrigo e influenciam a estrutura das comunidades de peixes nas lagoas costeiras. Para completar a seção, o quinto capítulo traz fichas com informações sobre diferentes aspectos da história de vida das nove espécies de maior importância na pesca lagunar. São cinco espécies de peixes e quatro de crustáceos, apresentando dados recém coletados e quantificados especialmente para este livro.

Na terceira parte, “Pesca e Pescadores”, apresentamos dois capítulos que tratam especialmente dos pescadores e da atividade pesqueira. O sexto capítulo mostra os resultados de muitas entrevistas e conversas com pescadores de diferentes gerações, e as peculiaridades atuais desta atividade centenária. O sétimo capítulo destaca as espécies de importância comercial capturadas nas lagoas costeiras, especialmente durante os anos de vigência deste projeto, apresentando resultados de nosso próprio monitoramento.

A quarta parte, “Ecossistema”, tem apenas um capítulo e tenta, ainda que de maneira tímida, aproveitar todas as informações dos capítulos anteriores e agrupá-las em dois modelos matemáticos distintos, mas cujos resultados se complementam. Este oitavo capítulo mostra a necessidade de se avaliar a integração entre os componentes estudados separadamente, e, com isto, poder fazer inferências sobre o ecossistema como um todo.

Por fim, na última parte, “Considerações Finais”, os organizadores discorrem sobre os problemas detectados pelos autores, apresentados nos capítulos do livro, e fazem as proposições sobre possíveis soluções. Ao que tudo indica, foi o capítulo mais difícil de se escrever, já que não tem um método específico, frequentemente adotado pelo pesquisador naturalista, com métodos de coleta e análises já bem consolidado no ramo da ciência. Mesmo assim, não nos furtamos em apresentar nossa opinião embasada nos conhecimentos fornecidos por todos os pesquisadores envolvidos, mas não apenas por eles, pois há um outro *expert* conhecedor profundo deste ambiente, o pescador artesanal.

Assim, por último, mas não menos importante, os maiores *experts* para entender os SLLF são os pescadores. Alguns de nós tiveram o privilégio de conversar com muitos deles e descobrimos peculiaridades, como os peixes rasteiros da Lagoa de Araruama, aqueles que exploram o fundo destes ambientes (carapebas e perumbecas), assim como os distintos saltos realizados pelas espécies de tainhas (de lado) e as saúbas (de frente). A pesca de galho, notadamente praticada pelos pescadores mais antigos de Zacarias, na Lagoa de Maricá, como forma de agregar peixes nos pesqueiros, ou os lances e cercos realizados em todas as lagoas, bem como as espirais de redes realizadas em tamanhos e formatos distintos, de acordo com o ambiente, tamanho do petrecho de pesca e características da espécie-alvo.

Durante os primeiros meses de execução do projeto, realizamos diversas reuniões da equipe de trabalho e também com os pescadores, considerando que este sempre foi nosso público alvo principal. Muitos desafios foram encontrados neste caminho, porém, nada mais impactante do que a pandemia de coronavírus que atingiu o planeta inteiro no início do ano de 2020, quando estávamos praticamente na metade da execução do projeto. Frente aos riscos de contaminação, fomos obrigados a nos recolher ao isolamento social e, com isso, parar todas as atividades de campo e laboratório. No entanto, a pesca não parou. Então, como continuar nosso trabalho, interagir com nossos parceiros sem riscos? Nessa hora, a tecnologia das redes sociais foi fundamental para que mantivéssemos um elo de comunicação. Através das mídias sociais, como os grupos de aplicativos de mensagem, recebíamos informes da produção, notícias das pescarias e da saúde dos nossos amigos. Percebemos, então, que pescadores, assim como os sistemas lagunares, são resilientes, apesar das dificuldades e intempéries. Com o avanço da vacinação, e tomando todos os cuidados de higiene e distanciamento social, a equipe do projeto retomou as atividades de campo e laboratório para concluir o projeto. Não foi uma tarefa fácil, mas conseguimos chegar ao fim, com uma grande quantidade de informações inéditas, que visam contribuir para o conhecimento e gestão ecossistêmica da pesca lagunar.

É conhecido o fato de que o pescador é um exímio contador de boas histórias. Neste sentido, este livro é mais do que um livro sobre o meio-ambiente, suas espécies, quem as coleta e o que os cientistas pensam deste conhecimento acumulado. Este é um livro de história dos múltiplos usos das lagoas costeiras por onde passaram inúmeras gerações, desde aquelas que comiam tatus gigantes,

passando pelos sambaquizeiros, até os índios e colonizadores que se fartaram dos peixes, e chegando até os pescadores modernos com sua labuta cotidiana como todos nós, meros passageiros de um mundo em mudança. Não temos a pretensão de que nossa história seja tão bonita como a de um pescador dos SLLF, mas pretendemos que ela inspire novas histórias, especialmente para aqueles que querem ver um mundo, senão mais bonito, pelo menos mais agradável, justo e sustentável para as novas gerações.

Boa leitura.



PARTE I

---

# Ambiente Lagunar





# 1. LAGOAS COSTEIRAS DO LESTE FLUMINENSE ORIGEM, EVOLUÇÃO, IMPORTÂNCIA E ASPECTOS DEMOGRÁFICOS

*Fábio Ferreira Dias, Vitor Nascimento, Beatriz Ramos da Costa,  
Ruan Vargas, Marcus Rodrigues da Costa,  
Cassiano Monteiro-Neto, Rafael de Almeida Tubino*

Lagoas ou lagunas costeiras são ambientes importantes sob os pontos de vista geológico, biológico e ecossistêmico, pois fornecem diversos serviços ambientais às populações humanas. Situados na interface entre o continente e o mar, estes ambientes atuam como filtros naturais, retendo grande parte dos sedimentos e nutrientes provenientes da drenagem continental, o que aumenta a produtividade biológica destes ecossistemas.

O Estado do Rio de Janeiro abriga uma série única de sistemas lagunares, que estão distribuídos na estreita planície costeira do leste fluminense, delimitada pela Serra do Mar no lado continental e por cordões arenosos que as protegem do mar (Knoppers *et al.*, 1999).

Os sistemas lagunares Piratininga-Itaipu e Maricá-Guarapina, e as lagoas costeiras de Saquarema e Araruama compreendem os Sistemas Lagunares do Leste Fluminense (SLLF), que abrangem o território conhecido como região dos lagos e parte da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, e engloba uma parcela representativa da população fluminense que vive em oito municípios: Niterói, Maricá, Saquarema, Araruama, Iguaba Grande, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio e Arraial do Cabo (Fig. 1). Algumas lagoas costeiras estão inseridas em um único município, como as de Maricá, Niterói e Saquarema, e outras passam por mais de um território, como a de Araruama, que se estende também por São Pedro da Aldeia, Arraial do Cabo e Iguaba Grande.

Estes sistemas lagunares são usados desde os tempos pré-coloniais por diferentes grupos populacionais humanos, que deles obtinham alimento e outros recursos naturais para a sua sobrevivência, e guardam importantes registros das transformações contínuas que ocorreram ao longo do tempo até os dias atuais. Os movimentos contemporâneos de ocupação e urbanização nos entornos destes ambientes, e os consequentes processos de adensamento populacional, associados as intervenções promovidas pelo poder público, modificaram de forma representativa a sua dinâmica original (Fig. 1).



Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos como laguna, restinga, sistema lagunar, sítios arqueológicos, além de questões centrais sobre o entendimento da história da ocupação humana e urbanização no entorno destes ambientes naturais tão importantes.

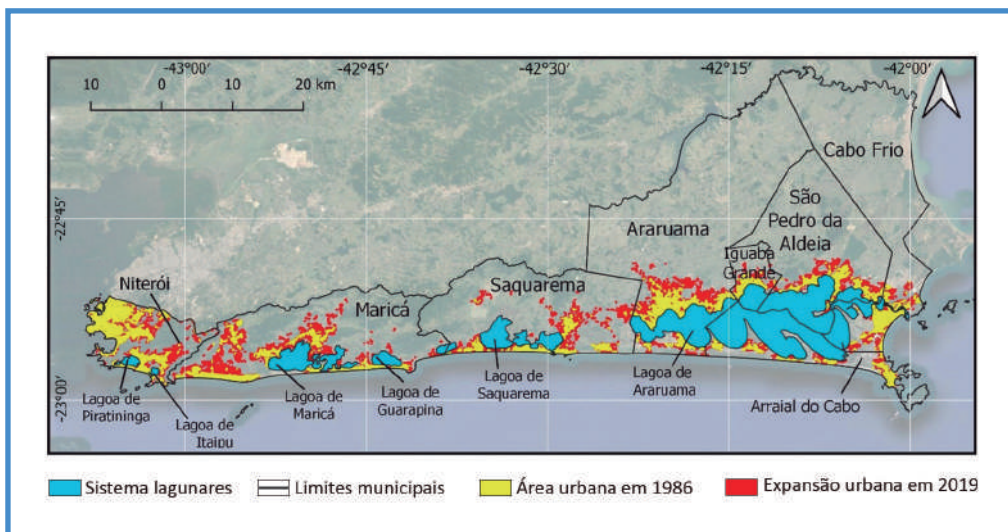


Figura 1. Expansão urbana no entorno dos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense entre 1986 e 2019. Mapa elaborado a partir da base de dados do MAPBIOMAS. Sistema de Coordenadas Geográficas Referencial geodésico SIRGAS 2000 (Base map Google Satellite).

## Ocupação e urbanização

Os Sistemas Lagunares do Leste Fluminense, incluindo seu entorno, apresentam recursos variados para a vida humana e sofreram, nas últimas décadas, um crescimento populacional acelerado. Por exemplo, a população total dos municípios que era de 1 milhão e 100 mil habitantes em 2010 teve um acréscimo de quase 200 mil habitantes em 2021 (IBGE<sup>1</sup>). Niterói, além de possuir a maior população absoluta, apresenta o melhor IDH<sup>2</sup> e percentual de esgotamento sanitário (Tab. 1).

O geólogo Kenitiro Suguio, estudando os ambientes costeiros ao longo de todo o Brasil, definiu “laguna” como:

Corpo de águas rasas e calmas, em geral mantendo comunicação restrita com o mar. Frequentemente forma um sistema ilha barreira/laguna, relacionado geneticamente à dinâmica costeira. A salinidade de suas águas é variável desde quase doce até hipersalina. Muitas vezes chamada de laguna costeira (*coastal lagoon*) ou albufeira. (1992, p. 70)

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

<sup>2</sup> Índice de Desenvolvimento Humano.

Tabela 1. Dados relativos aos municípios dos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense (SLLF).

Município	População (2010)	População estimada (2021)	IDH	Esgotamento sanitário adequado (%)	Área do território (km <sup>2</sup> )
Niterói	487.562	516.981	0,837	91,1	133,757
Maricá	127.461	167.668	0,765	64,4	361,572
Saquarema	74.234	91.938	0,709	54,6	352,130
Araruama	112.008	136.109	0,718	63,1	638,276
Iguaba Grande	22.851	29.344	0,761	85,8	50,977
São Pedro da Aldeia	87.875	107.556	0,712	80,2	332,488
Cabo Frio	186.227	234.077	0,735	82,3	413,449
Arraial do Cabo	27.715	30.827	0,733	91,1	152,106

Fonte: IBGE (2021).

Algumas teorias tentam explicar a origem da paisagem formada por laguna-barreira (Swift, 1975). A primeira delas está associada a evolução e crescimento de pontais (línguas) arenosos (Gilbert, 1885 apud Swift, 1975). Neste modelo, há formação de barreiras em trechos onde a linha de costa apresenta reentrâncias (que é o caso do leste do fluminense). Assim, a redução da força longitudinal da corrente de deriva litorânea causa uma acumulação de sedimentos e, conseqüentemente, uma progradação lateral, originando estes pontais arenosos, que são depois cortados, fazendo surgir os canais de maré. O desenvolvimento destes pontais isola parte da chamada “antepraia”, e propicia uma zona protegida que forma a laguna numa posterior subida do nível do mar. Segundo Swift (1975), este mecanismo é favorecido em regiões costeiras de relevo mais acidentado.

A segunda teoria explica a separação da praia e a formação da ilha-barreira através da inundação ou afogamento da planície costeira, e ocorreria mais frequentemente em locais com relevo baixo (McGee, 1890 apud Swift, 1975). Neste caso, os cordões litorâneos se elevariam durante períodos de estabilidade do nível do mar, em função do espraiamento das ondas e/ou atividade eólica. A subsequente elevação do nível do mar promoveria a invasão da água do mar nas desembocaduras fluviais e, numa etapa seguinte, a inundação das áreas baixas e planas atrás dos cordões litorâneos faria surgir as lagoas (Hoyt, 1967).

Com a subida contínua do nível do mar, a barreira se desloca em direção ao continente, de acordo com a regra de Bruun (1962). Ilustrando o surgimento de uma laguna, tomamos como exemplo a laguna de Araruama e suas etapas evolutivas: 1) isolamento de enseadas por cordões; 2) e 3) progradação da linha de costa com regressão marinha; 4) sobrelevação do nível do mar; 5) estabilidade do nível do mar, desenvolvimento de cordões; e 6) inundação costeira de áreas baixas e planas na retaguarda dos cordões (Fig. 2).

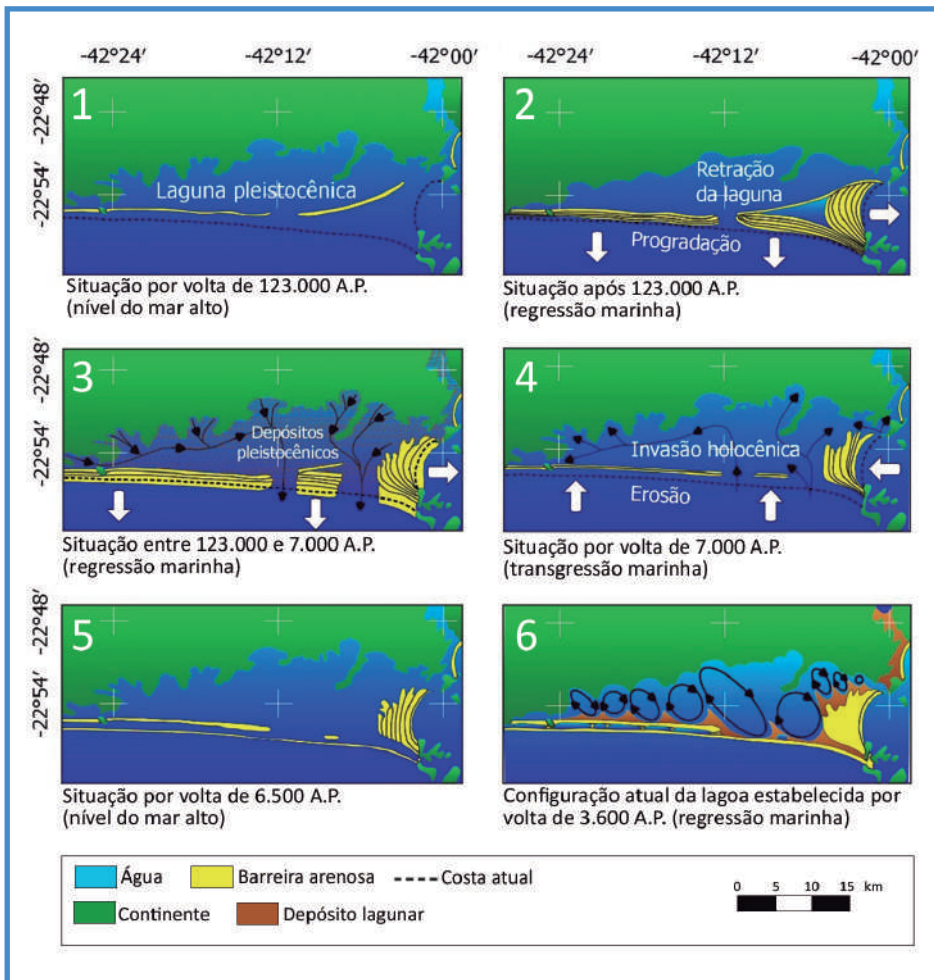


Figura 2. Evolução geológica da Lagoa de Araruama no Período Quaternário. Mapa adaptado de Turcq *et al.* (1999). Sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000.

Nos últimos 12 mil anos aproximadamente, durante a época Holoceno, o nível do mar mudou diversas vezes. No caso dos SLLF, houve grande elevação do nível do mar entre 5 e 4 mil anos atrás (Fig. 3), que inundou grande parte da planície costeira e, em conjunto com os processos costeiros, formou as lagoas existentes (Jesus *et al.*, 2017).

As barreiras arenosas que separam as lagoas (lagoas) do oceano são conhecidas como restingas (Fig. 4). Ainda segundo Suguio, restinga é um

Termo de origem espanhola registrado no século XV, referindo-se à barra ou barreira de natureza arenosa, especialmente quando essas feições fecham lagoas costeiras. Neste caso, a restinga é normalmente interrompida por braços de maré que estabelecem uma ligação parcial entre as águas da laguna e do oceano aberto. (1982, p. 104)

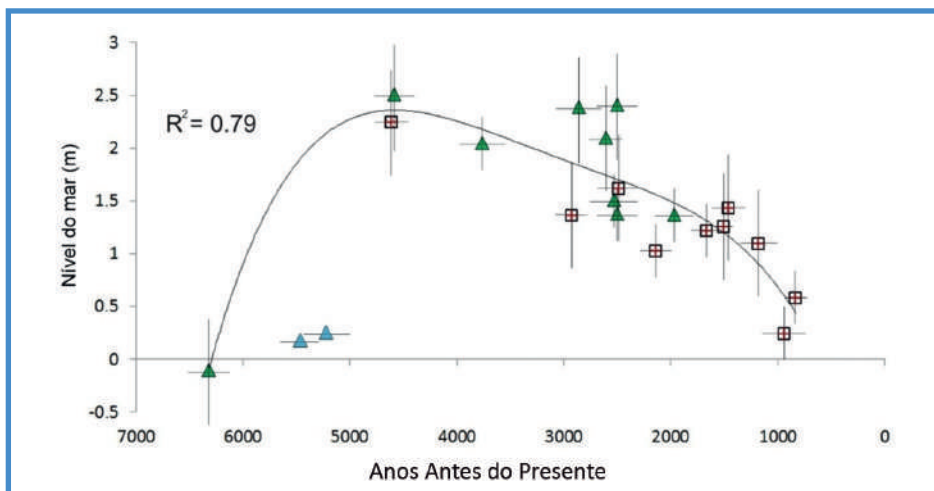


Figura 3. Curva de variação do nível do mar para o trecho de Armação dos Búzios-Cabo Frio e Arraial do Cabo durante o Holoceno (Jesus *et al.*, 2017). Detalhe para o número de anos no eixo (de 7000 Anos Antes do Presente até o Presente).



Figura 4. Vista aérea de Lagoa da Barra, em Maricá, mostrando o cordão arenoso de restinga entre a lagoa e o mar. Foto: Gabriel Rios.

Por outro lado, estes “cordões ou barreiras arenosas” (Silva *et al.*, 2004) podem ser de diferentes tipos: a) os que são totalmente isolados do continente, constituindo as ilhas-barreira (*barrier islands*); b) os que são ligados ao continente por uma das extremidades, formando os pontais arenosos (*barrier spits*); e c) aqueles ligados por ambos os lados ao continente, compondo as barreiras, ou cordões arenosos propriamente ditos (*barrier beaches*).

É importante ressaltar as contribuições de Muehe (1998), definindo, na Região Sudeste do Brasil, a faixa litorânea que vai de Cabo Frio à Baía da Ilha Grande como sendo o “Macrocompartimento dos Cordões Litorâneos”, cuja orientação

na direção leste-oeste tem relação com a Zona de Fratura do Rio de Janeiro. Muehe ressalta ainda um aspecto peculiar da fisionomia desta paisagem costeira:

[...] destaca [...] o desenvolvimento de cordões litorâneos, frequentemente ocorrendo em forma de duplos cordões, dispostos paralelamente entre si e separados por uma depressão estreita. Esses cordões, em cuja retaguarda se desenvolveu um conjunto de lagunas, e motivo da designação de Região dos Lagos para a metade leste do compartimento considerado, imprimiram o aspecto retificado de todo este litoral [...]. Destas lagunas, a maior é a de Araruama, com cerca de 200 km<sup>2</sup>, uma das maiores lagunas mesohalinas conhecidas, cuja elevada concentração de sal resulta do reduzido aporte fluvial, do progressivo aumento da aridez em direção ao Cabo Frio, e da intensidade dos ventos que favorece a evaporação. (1998, p. 318-319)

Tanto para Muehe (1998) quanto para Silva *et al.* (2004), esses cordões arenosos do litoral do leste fluminense foram originados pela migração dos cordões em direção ao continente durante a elevação do nível do mar em diferentes épocas. O cordão mais interiorizado estaria associado à última transgressão pleistocênica, e o frontal à transgressão pós-glacial, no caso, holocênica.

Dessa forma, Muehe (1998) aponta a existência de uma instabilidade na linha de costa na região fluminense em função do processo de retrogradação, isto é, do recuo da linha de costa (Suguio, 1992). Muehe (1998) associa esse processo ao fato de que, em alguns pontos, os cordões litorâneos são ultrapassados pelas ondas de tempestade (*overwash*), e também pela presença de rochas de praia (*beachrocks*), os afloramentos na face de praia (*foreshore*), como é o caso dos afloramentos de *beachrocks* (Fig. 5) da Praia da Jaconé (Mansur *et al.*, 2011).



Figura 5. *Beachrocks* na praia de Jaconé. Foto: Vitor Nascimento.

Esses autores apontaram que aquelas rochas foram formadas na época holocênica, há cerca de 6.000 anos (6008-5786 cal AP ou cerca de 4.000 a.C.), e com o nível do mar mais baixo que o atual, corroborando a existência da retrogradação, já descrita por Muehe (1998), que é evidenciada pelo recuo da linha de costa que atualmente mantém uma parte daqueles afloramentos submersos.

## Restinga

Outro conceito que vale a pena ser determinado aqui é sobre o termo “restinga”, que biólogos usam de forma diferente das definições apresentadas nas geociências. Souza *et al.* (2008) consideram que no Brasil:

[...] botânicos e ecólogos têm utilizado indiscriminadamente o termo “Restinga” para se referir a todos os tipos de vegetação que ocorrem nas planícies costeiras quaternárias e, em algumas regiões, até nas baixas e médias encostas da Serra do Mar. (p. 30)

Ou seja, para os biólogos, a restinga é um tipo de vegetação, e não uma formação geológica ou geomorfológica. Essa diferença gera confusões conceituais e de aplicações deste termo, seja em referência às diversas comunidades vegetais, seja em relação aos ambientes físicos sobre os quais aquelas vegetações se desenvolvem (Souza *et al.*, 2008, p. 31).

Para tentar resolver essas divergências, esse conjunto de autores propôs a seguinte definição para “restinga”, principalmente para que se possa subsidiar revisões e redações de instrumentos legais:

[...] depósito arenoso subaéreo, produzido por processos de dinâmica costeira atual (fortes correntes de deriva litorânea, podendo interagir com correntes de maré e fluxos fluviais), formando feições alongadas e, paralelas à linha de costa (barras e esporões ou pontais arenosos), ou transversais à linha de costa (tômbolos e alguns tipos de barras de desembocaduras). Essas feições são relativamente recentes e instáveis e não fazem parte da planície costeira quaternária propriamente dita, pois ocorrem especialmente fechando desembocaduras, lagunas e reentrâncias costeiras. Podem apresentar retrabalhamentos locais associados a processos eólicos e fluviais. Se houver estabilização da feição por longo período de tempo, ou acréscimo lateral de outras feições (feixe) formando uma “planície de Restinga”, poderá ocorrer ali o desenvolvimento de vegetação herbácea e arbustiva principalmente, e até arbórea baixa. (p. 43-44)

A importância da definição mais precisa destes termos não é puro academicismo, pois são termos que fazem parte da legislação ambiental brasileira e podem acarretar mudanças no planejamento do uso e proteção do solo.

## Legislação

As restingas são tratadas pela legislação brasileira desde a Lei 4.771/65 (Revogada), passando pela Resolução do CONAMA no 303 (Revogada), até as Leis 12.651/12 (Brasil, 2012) e 7.661 (Brasil, 1988). A Lei 12.651/12, conhecida

como o “Novo Código Florestal”, trata da proteção à vegetação nativa e define restinga como:

Depósito arenoso paralelo à linha da costa, de forma geralmente alongada, produzido por processos de sedimentação, onde se encontram diferentes comunidades que recebem influência marinha, com cobertura vegetal em mosaico, encontrada em praias, cordões arenosos, dunas e depressões, apresentando, de acordo com o estágio sucessional, estrato herbáceo, arbustivo e arbóreo, este último mais interiorizado. (Art. 3º Inciso XVI)

Esta lei indica que as restingas serão consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs) quando cumprirem as funções de “[...] fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues” (Cap. II; Seção I; Art. 4; Inciso VI). Além disso, poderão ser consideradas APPs se estiverem localizadas em áreas de cobertura florestal, ou outras formas de vegetação, que tenham a finalidade de protegê-las. Neste caso, a declaração de APP se dará por ato do Chefe do Poder Executivo, em função de interesse social (Cap. II; Seção I; Art. 6; Inciso II).

A Lei 7.661/88 (Brasil, 1988) instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que trata da conservação e proteção de bens como sistemas lagunares e restingas da forma a seguir:

I - recursos naturais, renováveis e não renováveis; recifes, parcéis e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios, costões e grutas marinhas; restingas e dunas; florestas litorâneas, manguezais e pradarias submersas. (Art. 3º Inciso I)

## Ocupação humana milenar nos SLLF

Ao longo da história da humanidade os seres humanos se adaptaram e exploraram ativamente os ambientes costeiros. Entretanto, em todo o mundo, os registros arqueológicos mais antigos estão localizados em zonas de planalto, relacionados à exploração de recursos terrestres ou de origem continental, como flora e fauna de rios e corpos de água doce. Isto também ocorre na América do Sul. O complexo arqueológico da Serra da Capivara, no sul do Piauí, e o da Cidade de Pedra, no município de Santa Elina, em Mato Grosso, alcançam 40 mil anos Antes do Presente (AP).

Nas baixadas litorâneas da costa atlântica, o sítio arqueológico com a datação mais antiga registrada até o momento é o “Estaleiro 1 Estrutura C”, com 10.600 anos AP, localizado em São Francisco do Sul, no norte de Santa Catarina (Costa, 2021). Trata-se do registro de um grupo de caçadores-coletores, que, apesar de percorrermos o litoral, exploravam apenas recursos terrestres e continentais.

A partir de 8 mil anos AP, nas baixadas litorâneas, há registros da presença de populações chamadas de construtores de sambaquis. Os sambaquis são morros construídos por meio da sobreposição de conchas, resíduos de festins funerários e dos sepultamentos dos próprios esqueletos dos seus entes queridos. Estes festins funerários não ocorriam sobre os morros de conchas, mas em outro local, a poucos quilômetros de distância do sambaqui, o que foi comprovado pelo fato que a areia misturada aos restos de fogueira, ossos de peixes e aves,

eram provenientes de outros lugares da restinga, e o modo como estavam depositados não era compatível com transporte por vento ou qualquer outro processo natural (Klokler, 2011). Ou seja, a areia não chegou de outro modo ali, senão carregada e depositada sobre o sambaqui pelas pessoas daquele grupo.

Esses povos habitaram toda a costa brasileira, onde há registros de mais de 900 desses morros artificiais, com alturas e formas distintas, variando de 50 cm de altura e 4 m de diâmetro, até 20 m de altura, e mais de 200 m de diâmetro. Existem montes de conchas semelhantes aos sambaquis em outras partes do mundo, entretanto, em cada continente recebem nomes distintos, e foram construídos por outros povos.

Na região leste do estado do Rio de Janeiro, considerando os municípios abordados neste capítulo, são conhecidos e registrados cerca de 250 (154 georreferenciados, Fig. 6) sítios arqueológicos no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN). Um sítio arqueológico é uma área onde estão depositados vestígios arqueológicos, normalmente recobertos por uma camada de terra, depositada pelo tempo. Quando os elementos arqueológicos são reconhecidos por um arqueólogo (sejam peças de rocha, cerâmica, vidro, carvão, ou mesmo as cinzas das fogueiras ou restos de alimentação), o terreno passa a ser identificado como sítio arqueológico, e, uma vez registrado no IPHAN, os elementos arqueológicos passam a ser protegidos pela Lei Federal 3924/61. Entretanto, a propriedade do terreno no qual se localizam estes elementos segue inalterada.

De um modo geral, os sítios da região dos lagos podem ser divididos em quatro categorias:

1. **Os sambaquis:** com 67 sítios cujas idades variam entre 6.000 e 1.600 anos AP;
2. **Sítios de grupos indígenas ceramistas:** marcados pela presença de fragmentos de cerâmica de origem Tupi, com idades entre 800 e 300 anos AP;
3. **Sítios com lascamento de rocha sobre dunas:** que podem ser associados com os sambaquis, mas alguns pesquisadores sugerem que se trata de outro povo, que receberia o nome de Itaipu, pois o sítio que deu nome a este tipo está sobre a Duna Grande de Itaipu. As idades variam entre 4.200 e 700 anos AP, período semelhante ao dos sambaquis (Dias, 2021);
4. **Sítios históricos ou de contato:** são aqueles relacionados à invasão europeia. São estruturas de fortaleza, casas de fazenda, benfeitorias como estábulos ou caminhos de água, mas também se enquadram nesta categoria os sítios de indígenas cujas peças apresentam características de tecnologia de produção europeia, como o torno giratório para produção de vasilhas cerâmicas, ou forno, que produz resultado de queima diferente da queima em fogueiras. Os sítios de contato são chamados pelos pesquisadores de Caboclos ou Neobrasileiros. As datas desses sítios são posteriores a 1500, e, em sua maioria, são dos séculos XVIII e XIX.



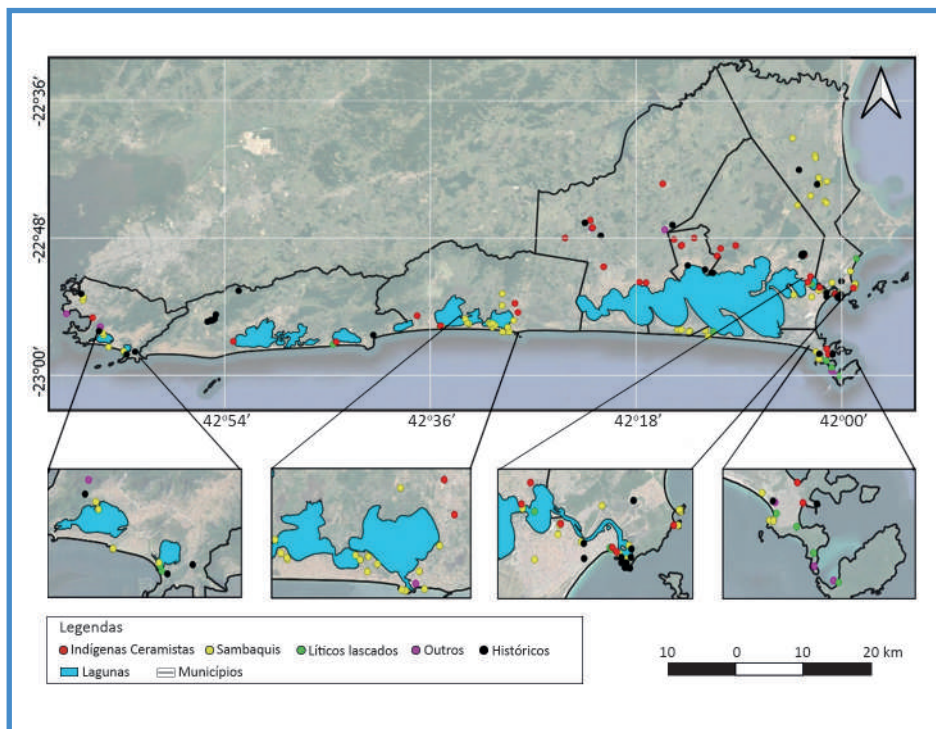


Figura 6. Distribuição espacial dos sítios arqueológicos na região Leste Fluminense. Referencial geodésico SIRGAS 2000.

### Particularidades dos SLLF

Apesar das semelhanças quanto aos processos de origem e evolução, as lagoas do leste fluminense apresentam diferenças importantes em relação às suas características físicas e dinâmica hidrográfica. Apesar destas diferenças representarem fatores determinantes para a ocupação e uso destes ambientes pelas espécies, a variedade de condições físicas oferecidas por cada uma destas lagoas nos permite identificar gradientes que dão oportunidades a espécies com exigências fisiológicas distintas.

Neste contexto, a Lagoa de Araruama se destaca como sendo a maior, mais profunda, mais salina e com o maior tempo de residência de todas (Tab. 2). No outro extremo geográfico, estão as menores lagoas costeiras (Piratininga e Itaipu). É possível também observar um padrão de menores salinidades vinculado às lagoas costeiras que não possuem uma ligação perene e eficiente com o mar adjacente e influência da bacia hidrográfica. Neste sentido, vale destacar as condições de alguns compartimentos das lagoas costeiras de Maricá, Barra e Padre, bem como, em menor escala, da Lagoa de Piratininga.

É importante ainda salientar que muitas destas lagoas costeiras apresentam compartimentos que localmente recebem denominações específicas, como na Lagoa de Saquarema, onde se verifica uma nítida divisão dos compartimentos, também chamados de Lagoa da Mombaça, Lagoa Jardim e Lagoa de Fora.

Outro exemplo ocorre na Lagoa de Maricá, onde os compartimentos são chamados de Lagoa de Maricá ou Araçatiba, Lagoa da Barra e Lagoa do Padre, neste caso, este conjunto de compartimentos está ligado ao Lagoa de Guarapina pelo canal do Cordeirinho.

Tabela 2. Parâmetros descritivos das lagoas costeiras do leste fluminense alvos do projeto Sistemas Lagunares do Leste Fluminense.

Lagoa	Área da lagoa (km <sup>2</sup> )	Área da bacia hidrográfica (km <sup>2</sup> )	Profundidade média e amplitude (m)	Salinidade média e amplitude	Tempo de residência (dias)
Piratininga	2,9	22,5	0,9 (0,3 - 1,0)	20 (10 - 30)	12
Itaipu	2,0	23,0	1,2 (0,7 - 4,0)	24 (12 - 31)	3
Maricá, Barra e Padre	280,0	28,0	1,1 (0,6 - 1,4)	6 (4 - 9)	28
Lagoa de Guarapina	70,0	6,0	1,0 (0,5 - 1,0)	16 (3 - 18)	7
Lagoa de Saquarema	21,2	215,0	1,0 (0,6 - 2,4)	24 (9 - 34)	27
Lagoa de Araruama	225,0	285,0	3,0 (0,5 - 18,0)	52 (12 - 60)	84

Fontes: Lagoas de Piratininga e Itaipu (Silva & Molisani, 2019); Lagoas de Maricá, Barra, Padre e Guarapina (Kjerfve *et al.*, 1990; Couto, 2008; Guerra *et al.*, 2011; Ricevuto *et al.*, 2013; Silva & Molisani, 2019); Lagoa de Saquarema (Carloni *et al.*, 2010; Silva & Molisani, 2019); Lagoa de Araruama (Mello, 2007; Silva & Molisani, 2019).

## Outras considerações

A ocupação humana nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense, que remonta milhares de anos, mostra que o homem sempre se beneficiou dos recursos naturais destes ambientes, bem como de seus processos ecossistêmicos, algo que pode ser definido como serviços ambientais. Como veremos nos capítulos seguintes, apesar da convivência milenar entre homem-ambiente nos SLLF, hoje, devido a muitos fatores como ocupação desenfreada e falta de tratamento de esgoto, entre outros, esta convivência está ameaçada, pois vemos prejudicada a qualidade da água e a percepção da necessidade de uma convivência harmoniosa entre homem e ambiente. Ao trazer à público componentes e processos deste maravilhoso ambiente, este livro pretende apontar caminhos e alternativas que contribuam para melhorar esta convivência.



## 2. RECONSTRUÇÃO DA HISTÓRIA DO PROCESSO DA OCUPAÇÃO URBANA E DA EUTROFIZAÇÃO EM LAGOAS DO LESTE FLUMINENSES POR REGISTROS SEDIMENTARES

*Leandro da Silva Alves, Vinicius Vogel de Azevedo Ramos,  
Marcello Andrade da Silveira Lobo,  
Fernando Lamego, Aguinaldo Nepomuceno*

A região da costa leste do estado do Rio de Janeiro, localizada entre as cidades de Niterói e Cabo Frio, apresenta grande diversidade de lagoas costeiras que funcionam como filtros, controlando os fluxos de materiais terrestres (natural ou antrópico) em direção ao mar. Desta forma, estas regiões exercem grande importância nos ciclos biogeoquímicos de elementos como, carbono, nitrogênio e fósforo, atuando como receptores finais ao incorporar estes elementos e as substâncias a eles associadas (Cloern, 2001).

Além das similaridades fisiográficas, as lagoas costeiras dos sistemas lagunares fluminenses também se assemelham quanto aos impactos sofridos. Desde a década de 1970, a urbanização e ocupação intensiva de suas bacias hidrográficas têm gerado a deterioração destes corpos d'água, aumentando a preocupação da sociedade (Ramos, 2016; Niterói, 2018).

Os resultados dos diversos monitoramentos nestas lagoas costeiras, realizados pela comunidade acadêmica e por agências ambientais, apontam para o aumento da carga orgânica de nutrientes e ocupação ainda maior das bacias de drenagem destes corpos d'água costeiros (Fontenelle & Corrêa, 2012; Cerda *et al.*, 2013; Ramos, 2016). Para entender temporalmente estas mudanças, o estudo do sedimento é de grande valia, uma vez que registra todo processo de alterações.

### **Sedimentos como indicadores de história ambiental**

A transferência, por sedimentação, de partículas em suspensão na água para o fundo de um ambiente aquático é um processo contínuo que se dá através da sobreposição de camadas. Portanto, sedimentos superficiais e fundos indicam, respectivamente, tempos atuais e antigos. Desta forma, é possível entender o passado através do estudo dos registros históricos encontrados nos sedimentos de fundo que funcionam como uma espécie de biblioteca, contendo informações, em ordem cronológica, acerca de processos de erosão, transporte e deposição de partículas do local (Suguio, 2003).

Neste sentido, sedimentos podem fornecer informações sobre o aporte de poluentes e, no caso dos sistemas lagunares do leste fluminense, o histórico da entrada de esgotos, que auxilia no entendimento da eutrofização costeira desta região. Assim, a análise de parâmetros físicos, químicos e/ou biológicos ao longo de perfis sedimentares nos permite resgatar a evolução das intervenções antrópicas que ocorreram na janela de tempo coberta pelo perfil (Marques *et al.*, 2006).

No Brasil, vários estudos já avaliaram o histórico de impactos antrópicos em ambientes estuarinos através de perfis sedimentares, sendo comum o uso da técnica de datação de  $^{210}\text{Pb}$  para estabelecer a cronologia das camadas sedimentares (Marques *et al.*, 2006; Borges *et al.*, 2009; Cerda *et al.*, 2016, Ramos, 2016). Este método é capaz de cobrir uma janela de tempo de aproximadamente 100 anos, mas, devido às incertezas associadas, esta técnica tem sido muitas vezes apoiada por evidências auxiliares preservadas nos registros sedimentares que possam servir como marcadores históricos alternativos (Fig. 1).

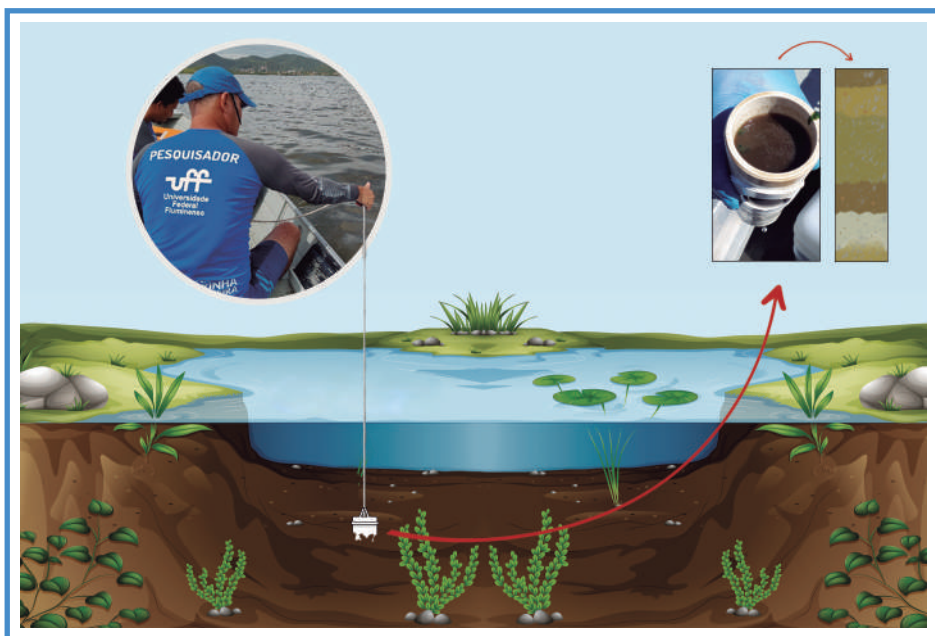


Figura 1. Esquema ilustrativo de coleta do testemunho. Foto: Marcus Rofrigues da Costa. Ilustração adaptada de [www.vecteezy.com](http://www.vecteezy.com).

Neste capítulo, apresentamos informações sobre o processo histórico da eutrofização cultural de duas lagoas costeiras, Itaipu e Saquarema. A análise enfatiza o processo de urbanização que ocorreu na região nos anos 1970 através da análise de fósforo<sup>1</sup>, a granulometria e a geocronologia de três perfis sedimentares, obtidos através da coleta de testemunhos<sup>2</sup>. O primeiro, designado

<sup>1</sup> PO - Fósforo Orgânico, PI - Fósforo Inorgânico e PT (PO + PI) - Fósforo Total.

<sup>2</sup> Testemunho é uma amostra de solo que mantém a estratigrafia dos sedimentos. Depois de coletado, as amostras dos sedimentos nas diferentes partes do testemunho são submetidas a análises granulométricas, de matéria orgânica e de elementos, como nitrogênio e fósforo. Os resultados dessas análises são interpretados em colunas estratigráficas e gráficos de distribuição vertical.

pela sigla TLI, coletado na desembocadura do Rio João Mendes, o principal contribuinte da Lagoa de Itaipu, e o segundo, TCC, coletado na desembocadura do Canal do Camboatá, que estabelece a comunicação entre as lagoas costeiras de Itaipu e Piratininga. O terceiro testemunho, TLF, foi coletado na Lagoa de Saquarema (Município de Saquarema), na Lagoa de Fora, nas proximidades das desembocaduras dos rios Bacaxá e Padre. O processo de ocupação e urbanização foi analisado a partir de dados demográficos da região, obtidos nas estatísticas do IBGE. Foram consultados os censos demográficos dos anos de 1970, 1980, 1991, 1996, 2000 e 2010. A Tabela 1 apresenta as principais características fisiográficas e dados demográficos das áreas de estudo para o ano de 2019.

Tabela 1. Dados fisiográficos e características demográficas das lagoas costeiras investigadas.

Características	$A_L$	$A_B$	V	S	$T_R$	M	$D_{2019}$
Unidades	Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	Km <sup>3</sup>		dias		habitantes/Km <sup>2</sup>
Itaipu	2	23	0,002	30	1	Niterói	3.972,0
Fora	7	47	0,009	28	8	Saquarema	252,2

$A_L$  - área da lagoa costeira;  $A_B$  - área da bacia de drenagem; V - volume; S - salinidade média;  $T_R$  - tempo de residência; M - município;  $D_{2019}$  - densidade demográfica do ano 2019.

\*Parâmetros demográficos estimados a partir de dados regionais do IBGE.

## Resultados

Os registros sedimentares coletados na Lagoa de Itaipu (TLI e TCC) atingiram 190 e 130 cm de profundidade, respectivamente. O de Saquarema (TLF) atingiu 49 cm de profundidade. Utilizamos os valores de taxas de sedimentação reportados para estes locais em torno de 2 cm.ano<sup>-1</sup> e 1,1 cm.ano<sup>-1</sup>, respectivamente (Cerdeira *et al.*, 2016), que são valores condizentes com ambientes que recebem alto aporte de sedimentos terrígenos e/ou de efluentes domésticos.

Os perfis do fósforo analisados nesse estudo sugerem uma taxa de sedimentação de 1,7 cm.ano<sup>-1</sup> para o TCC (aproximadamente 65% maior que a calculada por Cerdeira *et al.*, 2016). Esta suposição assume que a base do testemunho TCC é representativa da década de 1940, quando ocorreu a construção do Canal do Camboatá (1946), que passou a estabelecer uma conexão entre as lagoas costeiras de Piratininga e Itaipu (Niterói, 2018). Este valor de 1,7 cm.ano<sup>-1</sup> foi obtido através da divisão da profundidade total do testemunho TCC (130 cm) pelo tempo decorrido desde 1946 até o ano de coleta do testemunho (74 anos). Esta inferência é também suportada pelas características granulométricas da base deste testemunho, que é dominado por areia grossa (Fig. 2). Nesse ponto, é notável a presença de uma espessa camada arenosa compacta que impossibilitou a perfuração pelo equipamento utilizado para a coleta do testemunho (Fig. 1). Partimos do princípio de que a abertura do Canal do Camboatá foi um processo erosivo, em que se espera encontrar maior percentual de partículas grossas nas camadas representativas deste evento histórico (Suguio, 2003).

Entretanto, é digno de destaque que o silte foi a classe granulométrica mais abundante nos três testemunhos, com valores médios de 78% para os testemunhos de Itaipu e cerca de 88% para Saquarema. A fração argila, por sua vez, apresentou 29, 16 e 3,5% para TLI, TCC e TLF, respectivamente, indicando que estes perfis sedimentares são predominantemente finos (<63  $\mu\text{m}$ ).

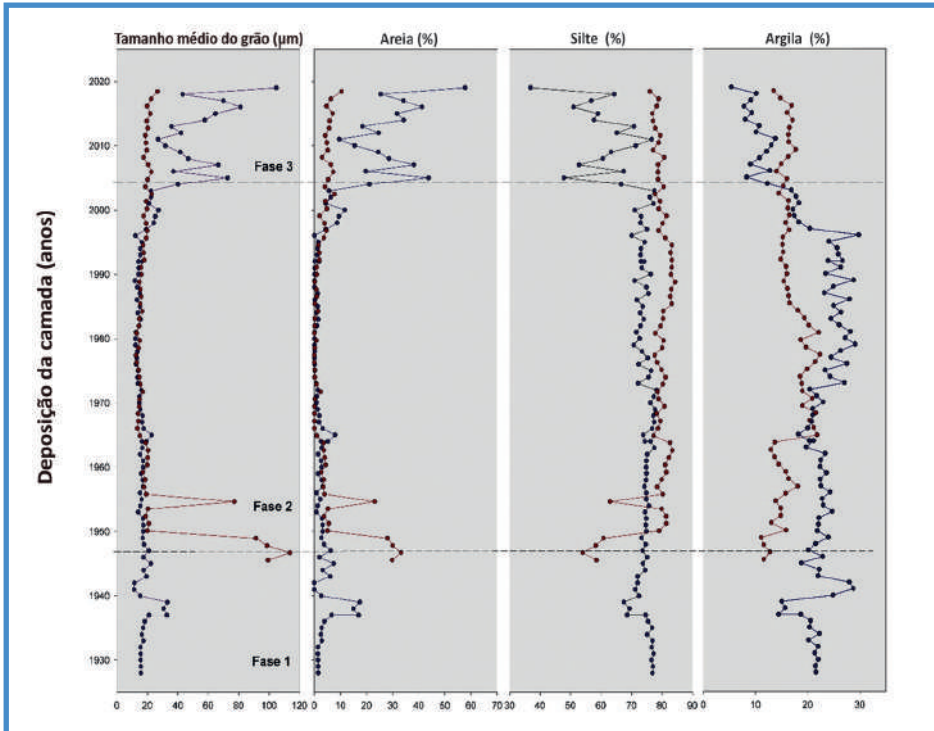


Figura 2. Cronologia e distribuição vertical dos parâmetros tamanho médio da partícula e percentuais de areia, silte e argila nos testemunhos TLI (Lagoa de Itaipu próximo ao Rio João Mendes - círculos azuis) e TCC (Canal do Camboatá - círculos vermelhos). Fase 1: período que a lagoa apresentava condições naturais; Fase 2: período que é possível observar as consequências da eutrofização cultural no ecossistema; Fase 3: período que reflete mudanças na bacia de drenagem e na hidrodinâmica local.

Os testemunhos apresentaram médias similares (Fig. 3) de concentrações de PT (Teste de Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ). No entanto, valores de PO apresentaram diferenças entre os perfis (Kruskal-Wallis,  $p < 0,01$ ). As concentrações médias de PO em Itaipu foram  $0,06 \text{ mg. g}^{-1}$  (TLI) e  $0,04 \text{ mg. g}^{-1}$  (TCC), valores aproximadamente duas vezes menores que o respectivo de Saquarema (TLF),  $0,11 \text{ mg. g}^{-1}$ . As concentrações de PI também apresentaram diferenças significativas (Kruskal-Wallis,  $p < 0,05$ ) entre as duas lagoas costeiras, mas com valores menores em Saquarema (TLI =  $0,31$ ; TCC =  $0,30$ ; e TLF =  $0,21 \text{ mg. g}^{-1}$ ).

Também foram observadas variações na dinâmica sedimentar ao longo do tempo. No TLI, por exemplo, há um aumento do percentual da fração areia relativamente às frações silte e argila, da camada de 29 cm de profundidade

até o topo do testemunho, que, segundo a taxa de sedimentação adotada ( $2 \text{ cm.ano}^{-1}$ ), corresponde ao ano de 2004 (Fig. 3). Concomitantemente, os níveis de PT, que desde a base do TLI apresentavam um aumento progressivo de suas concentrações, começam a apresentar oscilações, até que, a partir da camada de 7 cm (ano de 2017), há diminuição de suas concentrações.

Em síntese, os resultados de Itaipu sugerem a presença de três diferentes fases relacionadas a processos naturais e antrópicos. A primeira, caracterizada pela base do testemunho TLI até a camada de 169 cm, em que os registros sedimentares apontam para um período de condições mais naturais. A segunda fase, que se estende por cerca de 58 anos, da camada 169 cm até a camada de 29 cm, caracteriza o início das intervenções antropogênicas no ambiente. Aqui é possível notar as consequências da eutrofização cultural, principalmente a partir da década de 1970. Finalmente, a terceira fase tem início a partir da camada de 29 cm (2004), e observa-se uma inconstância nos percentuais granulométricos, com aumento de areia e redução de silte e argila, alterações que refletem mudanças ocorridas na bacia de drenagem do Rio João Mendes e nas condições da hidrodinâmica local. É possível conjecturar sobre obras de urbanização e retificação de rios, que foram intensificadas na Região Oceânica de Niterói a partir dos anos 2000 (Fontenelle & Corrêa, 2012), além de possíveis mudanças no uso do solo da região de Itaipu (Ramos, 2016). Essa alteração no tamanho de grão dos sedimentos mais superficiais de TLI também sugere a ocorrência de eventos que aumentaram a erosão costeira em épocas mais recentes.

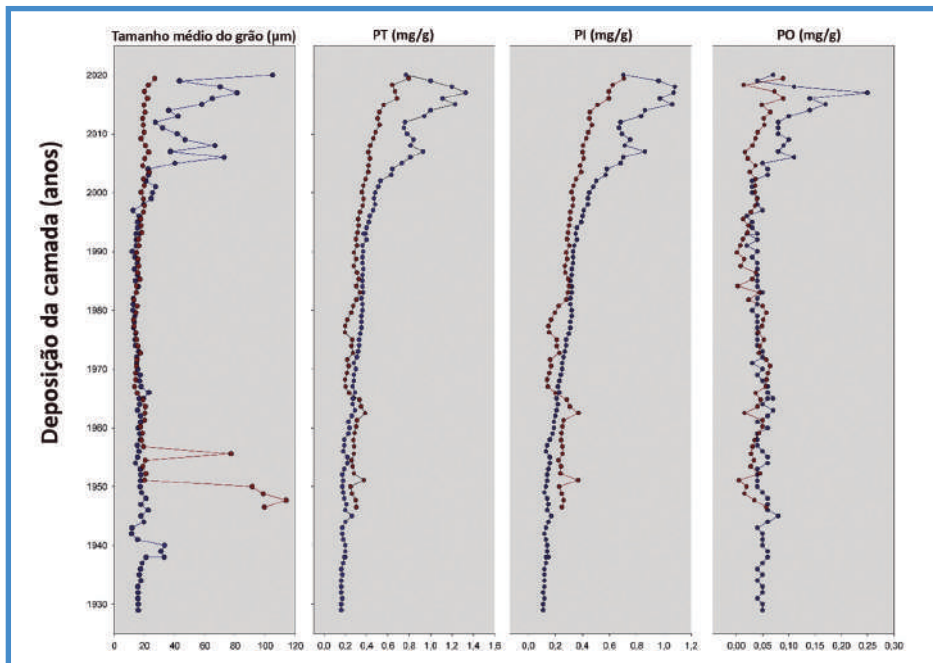


Figura 3. Cronologia e distribuição vertical dos parâmetros tamanho médio da partícula e concentrações das diferentes formas de fósforo nos testemunhos TLI (Lagoa de Itaipu, próximo ao Rio João Mendes - círculos azuis) e TCC (Canal do Camboatá - círculos vermelhos).



A cronologia do perfil sedimentar obtido em Saquarema (Lagoa de Fora), calculado a partir da taxa de sedimentação ( $0,4 \text{ cm.ano}^{-1}$ ) reportada por Ramos (2016), revelou uma janela temporal de 130 anos. Uma característica importante a se destacar é que neste testemunho foi possível observar maior homogeneidade no tamanho das partículas quando comparado com os testemunhos de Itaipu (Fig. 4). Nos parece razoável conjecturar que o ambiente sedimentar da Lagoa de Fora deve apresentar uma elevada competência no transporte de sedimentos em suspensão (i.e., os sedimentos não se depositam no local, mas são transportados até ali). Ao mesmo tempo, essa característica pode indicar que a região da Lagoa de Fora vem sendo submetida ao assoreamento, geralmente resultante do acúmulo de sedimentos finos em suspensão. De fato, estudos realizados em Saquarema evidenciaram a intensificação do processo de assoreamento na lagoa costeira (Wasserman, 2000).

Ainda em Saquarema (TLF), os perfis de fósforo (Fig. 5) permitiram identificar três fases marcantes. A primeira, relativa à base do testemunho, entre as camadas de 43 a 49 cm, representando uma época relativa ao período colonial na região, quando a principal atividade antrópica eram as fazendas de café (Rio de Janeiro, 2008); a segunda fase, relativa às camadas de profundidade intermediária do testemunho (41 a 21 cm), corresponde cronologicamente a primeira metade do século XX, e marca a intensificação das atividades agrícolas na bacia de drenagem (Ramos, 2016); finalmente, a terceira fase é relativa às camadas mais superficiais do testemunho, e caracteriza o período de intensificação da urbanização na região (anos 1990 até os dias atuais). Nesse período, que corresponde a aproximadamente 20 anos, observa-se um aumento de aproximadamente duas vezes das concentrações de fósforo nas camadas sedimentares.

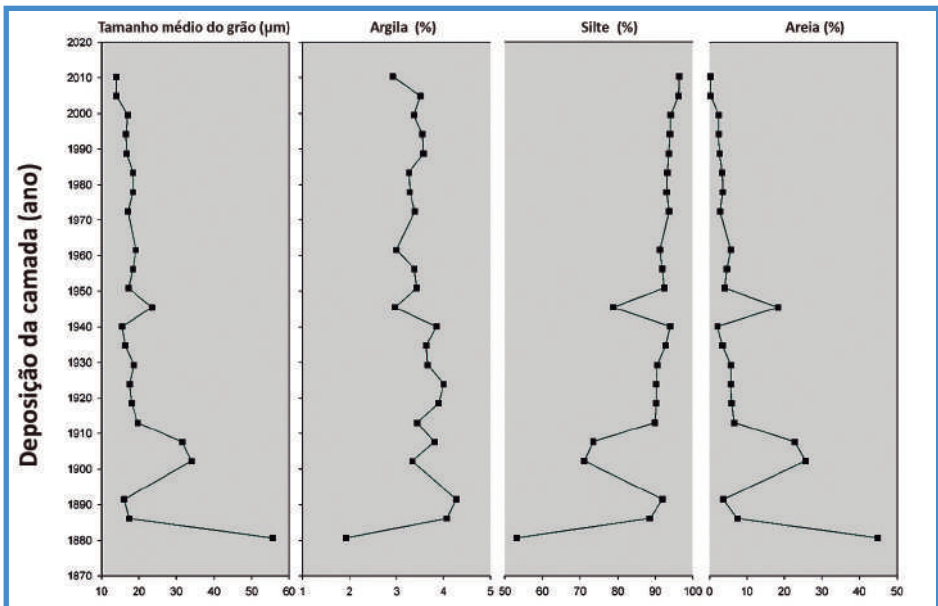


Figura 4. Cronologia e distribuição vertical dos parâmetros tamanho médio de grão, percentuais de areia, silte e argila no testemunho TLF (Lagoa de Fora, Saquarema).

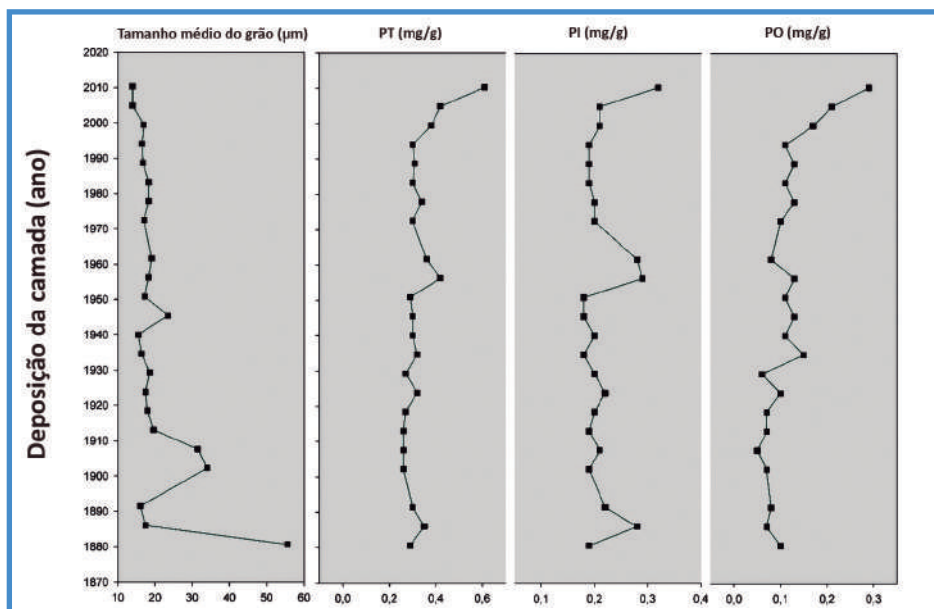


Figura 5. Cronologia e distribuição vertical dos parâmetros tamanho médio de grão e concentrações de fósforo no testemunho TLF (Lagoa de Fora, Saquarema).

### Mudanças históricas demográficas e fluxos de fósforo

As concentrações de fósforo registradas nas camadas superficiais dos sedimentos das lagoas costeiras de Itaipu (TLI e TCC) e Saquarema (TLF) indicam a baixa qualidade destes corpos hídricos nos tempos atuais, associada ao crescimento populacional local nas últimas décadas sem o devido acompanhamento de infraestrutura de saneamento básico e tratamento de esgotos adequados.

A Região Oceânica de Niterói (RON), representativa da bacia hidrográfica referente à Lagoa de Itaipu, e o Município de Saquarema tiveram crescimentos populacionais um pouco distintos (Tab. 2), com a RON crescendo aproximadamente 1500 habitantes por ano, enquanto o Município de Saquarema cresceu 1200 habitantes por ano, em 40 anos. Nas décadas de 1980 e 2000, as maiores taxas de crescimento foram registradas para RON (década de 1980 = 9,41%; década de 2000 = 5,92%), o que difere de Saquarema com valores inferiores (nas décadas de 1980 = 3,68% e 2000 = 3,53%).

Tabela 2. Série temporal dos dados demográficos, levantados a partir do IBGE entre os anos de 1970 e 2010 para as regiões de interesse.

Região/Município	1970	1980	1991	1996	2000	2007	2010
RON	7439	12360	33245	43727	55790	-	68695
Saquarema	24378	28200	37888	43847	52461	62174	74279

Levando-se em consideração que os dados demográficos são bem documentados para as duas regiões, e que o fósforo é um elemento representativo do aporte de esgotos domésticos para os ambientes lagunares, calculamos os fluxos deste elemento para os sedimentos ao longo da série temporal, a partir das taxas de sedimentação disponíveis e das respectivas concentrações deste elemento nos perfis. Os testemunhos revelam que os fluxos de fósforo aumentaram seis vezes em TLI e duas vezes em TCC, e este menor fluxo em TCC pode ser atribuído à sua característica erosiva. Adicionalmente, se considerarmos o aumento dos fluxos de fósforo de TLI desde a base do testemunho (que representa o ano de 1970) até a camada de 7 cm (que representa o ano de 2017), o incremento do fluxo de fósforo aumenta de seis para nove vezes. Diferentemente, em Saquarema (TLF), o fluxo de fósforo aumentou apenas duas vezes (Fig. 6). O maior crescimento populacional observado em Itaipu pode ser explicado, em parte, com base na migração de habitantes da cidade do Rio de Janeiro para Niterói, ocasionada pela conclusão da Ponte Rio-Niterói em 1974.

Outra característica relevante do testemunho TLI diz respeito à diminuição dos fluxos de fósforo em suas camadas superficiais, ou seja, nos anos mais recentes. Observa-se que a partir da camada de 7 cm (que representa o ano de 2017) até o topo do testemunho (anos atuais), há uma diminuição dos fluxos em aproximadamente duas vezes. É razoável conjecturarmos que tenha ocorrido uma diminuição da carga de esgotos domésticos para a Lagoa de Itaipu e, conseqüentemente, de fósforo a partir de 2014. Nesse ano, a Prefeitura de Niterói ampliou em duas vezes a vazão média da Estação de Tratamento de Esgoto de Itaipu, inaugurada em 2004.

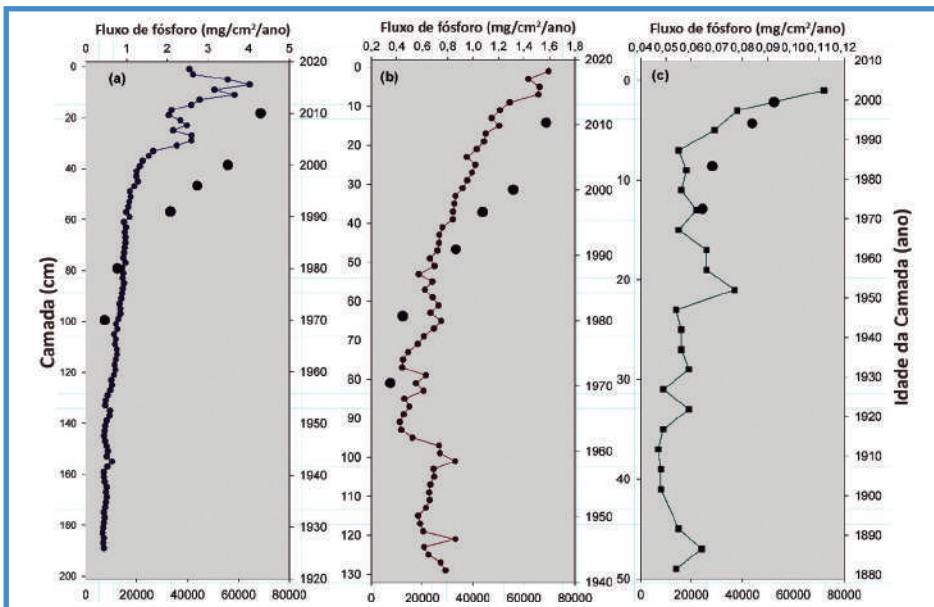


Figura 6. Fluxos de fósforo calculados para os testemunhos (a) TLI (Lagoa de Itaipu, próximo ao Rio João Mendes - linha e círculos azuis), (b) TCC (Canal do Camboatá - linha e círculos vermelhos) e (c) TLF (Lagoa de Fora, Saquarema - linha e quadrados verdes). As taxas de crescimento populacional registradas entre as décadas de 1970 e 2010 são representadas pelos círculos pretos nas figuras.

Os valores dos fluxos de fósforo observados nos testemunhos de Itaipu (TLI - 0,41 a 4,02 mg.cm<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup> e TCC - 0,42 a 1,59 mg.cm<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>) estão acima da faixa observada em ambientes sedimentares sob influência antropogênica no Brasil – incluindo a Baía de Guanabara (Borges, 2009) – e em diferentes áreas do globo. Nessas áreas, os fluxos de fósforo apresentam uma variação de aproximadamente 0,003 e 0,6 mg.cm<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>. Por outro lado, os fluxos observados no testemunho de Saquarema (TLF - 0,04 a 0,11 mg.cm<sup>2</sup>.ano<sup>-1</sup>) se enquadram na faixa de valores reportados para ambientes eutrofizados.

A disparidade observada entre os fluxos de fósforo obtidos nos testemunhos das lagoas costeiras de Itaipu e Saquarema (Lagoa de Fora) pode ser atribuída não apenas às elevadas cargas orgânicas, mas também às altas taxas de sedimentação observadas em Itaipu (TLI, 2 cm.ano<sup>-1</sup>, e TCC, 1,7 cm.ano<sup>-1</sup>). Esses valores são bem maiores que os reportados em outros ambientes costeiros do Rio de Janeiro também submetidos a efeitos da eutrofização cultural. São exemplos a Lagoa de Guarapina e a Baía de Guanabara, que apresentam valores variando entre 0,1 e 0,9 cm.ano<sup>-1</sup>.

Altas taxas de sedimentação podem ser causadas principalmente por mudanças no uso do solo, que aumentam a erosão e a produção de sedimentos (Suguio, 2003; Borges *et al.*, 2009; Cerda *et al.*, 2013). Taxas de sedimentação em áreas urbanizadas chegam a atingir valores de cinco a dez vezes quando comparados aos de períodos anteriores ao aumento da ocupação humana. O uso e cobertura do solo na RON, entre 1976 e 2011, cresceu em 111% de área urbanizada, e, ao mesmo tempo, o número de domicílios cresceu em 600% (Fontenelle & Córrea, 2012).

Na Lagoa de Fora (Saquarema) foi registrada a menor taxa de sedimentação e os menores fluxos de fósforo, o que se explica pelo crescimento populacional menos intenso da região (Tab. 2). Além disso, a Lagoa de Saquarema foi alvo de obras de revitalização em 2004, quando foi perenizado o canal de comunicação entre a Lagoa de Fora e o mar (Wasserman, 2000). Essa intervenção pode ter contribuído para uma diluição nos aportes/níveis de fósforo. Por outro lado, o perfil sedimentar de PT na Lagoa de Fora revela um aumento substancial de suas concentrações a partir de 1994 (7 cm, Fig. 5). Não obstante, é importante mencionar que a abertura de canais que ligam ecossistemas costeiros com o mar pode provocar um aumento das taxas de difusão de nutrientes presentes no sedimento para a coluna d'água, pelo processo de dessorção do fósforo, que, por sua vez, é influenciado por diversas condições geoquímicas do meio, como por exemplo o pH, as concentrações de Fe e o potencial redox.

Os resultados aqui obtidos validam a estratégia utilizada para reconstruir a história da intervenção antrópica nos ambientes lagunares analisados, reforçando a relação entre fluxos de fósforo e o aumento do número de habitantes (Fig. 7), algo também observado para outros locais do Brasil e do mundo (Borges, 2009). Ressalta-se que, no caso das lagoas costeiras de Itaipu e Saquarema, os fluxos de fósforo em todos os testemunhos se destacaram pela regularidade no aumento de cargas ao longo do tempo, a partir da década de 1970, o que deixa evidente o efeito da eutrofização cultural nestes corpos hídricos.

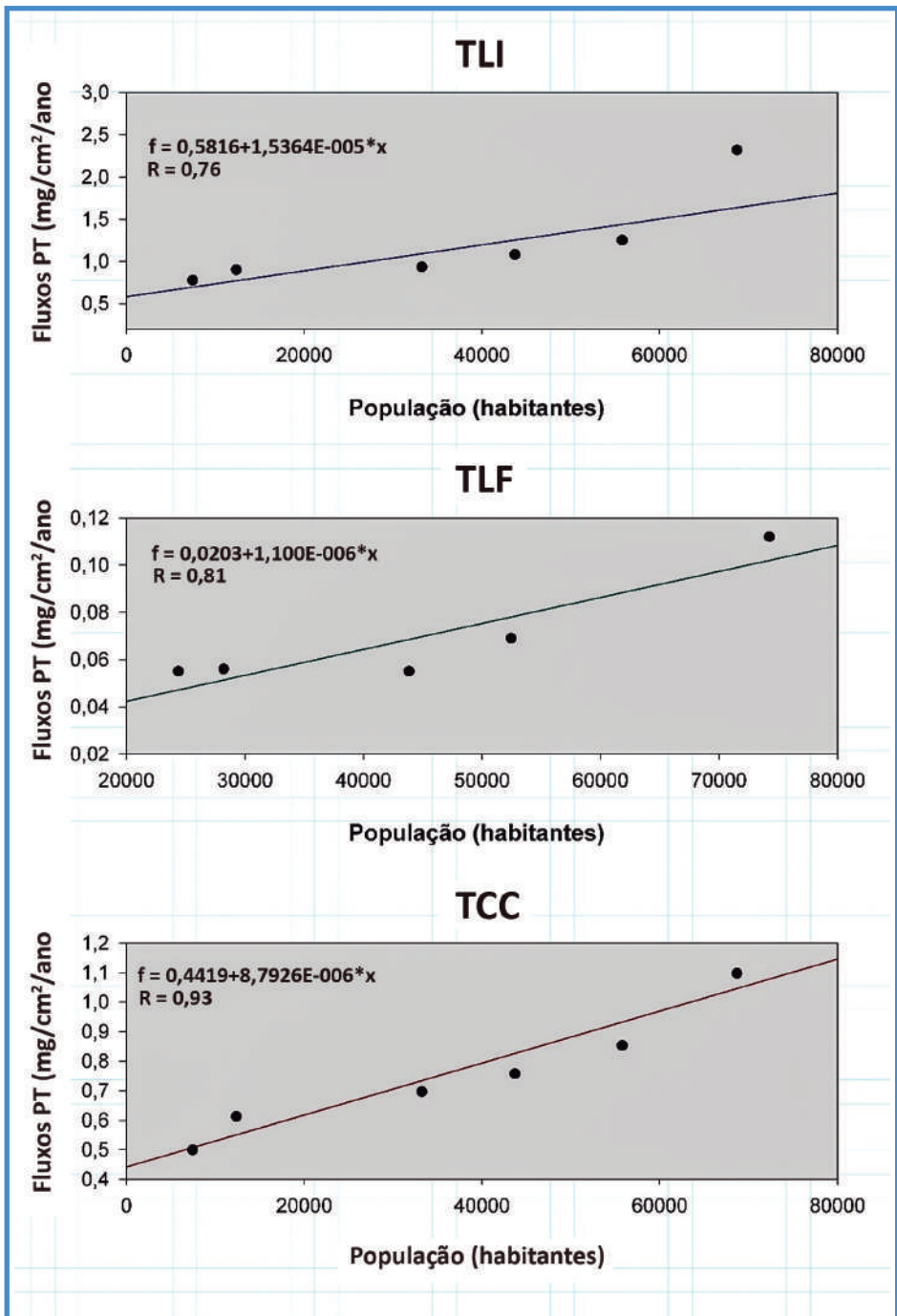


Figura 7. Regressões lineares entre fluxos de fósforo dos perfis sedimentares e o crescimento populacional da RON, representadas pelos testemunhos TLI e TCC, e para o município de Saquarema, representado pelo testemunho TLF.

## Conclusão

Com base na reconstrução dos registros sedimentares das duas lagoas costeiras da costa leste fluminense (Itaipu e Saquarema), foi evidenciado que os sedimentos preservaram os registros da eutrofização cultural causada pela ocupação urbana de seu entorno ao longo do tempo. Esses resultados foram de tal forma precisos que permitiram elucidar aspectos quantitativos do efeito da pressão antrópica diferenciada em cada um dos ambientes lagunares. As altas taxas de sedimentação e maiores fluxos de fósforo registrados na Lagoa de Itaipu refletem maior intensidade do processo de ocupação de sua bacia de drenagem relativamente à Saquarema. Adicionalmente, fortes correlações entre fluxos de fósforo e crescimento populacional colocam em evidência a estreita relação entre o aumento dos fluxos de nutrientes e o crescimento populacional nas regiões de estudo desde 1970.



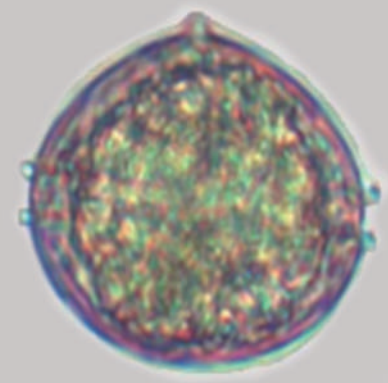
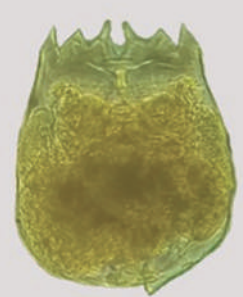
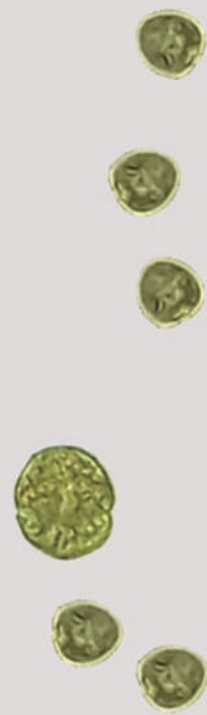
PARTE II

---

# Diversidade Biológica







# 3. Diversidade e abundância do plâncton do complexo lagunar do leste fluminense

*Gisela Mandali Figueiredo  
Domênica Teixeira de Lima*

O plâncton é composto por grande variedade de grupos com diferentes níveis de organização, isto é, de vírus a vertebrados, como, por exemplo, larvas de peixes. A principal característica em comum dos organismos planctônicos é não serem capazes de vencer as correntes e fluxos de água, apesar da capacidade natatória de alguns. A principal diferença funcional do plâncton é entre os grupos fotossintetizantes, que produzem matéria orgânica utilizando a luz – os autotróficos –, e os que consomem a matéria orgânica de outros organismos – os heterotróficos. Assim, o plâncton autotrófico – principalmente microalgas – fixa dióxido de carbono que servirá de alimento para o plâncton heterotrófico e, finalmente, para consumo de peixes e outros organismos, se constituindo como a base da teia alimentar marinha e determinando a produção pesqueira.

Estudos acerca da diversidade, tamanho e fisiologia de espécies do plâncton permitem a compreensão do estado trófico dos ambientes aquáticos, dos ciclos biogeoquímicos e da transferência de matéria orgânica entre os níveis tróficos. Assim, o monitoramento do plâncton identifica os efeitos da entrada de matéria orgânica nos ecossistemas, incluindo os costeiros, que são muito afetados pela eutrofização natural e antropogênica.

Conforme apresentado nos capítulos anteriores, as lagoas costeiras são ambientes de baixa profundidade, conectados com o mar através de canais estreitos e que apresentam hidrodinâmica bastante variável dependente do vento, do escoamento fluvial e do regime de marés. Nestas lagoas, a elevada entrada de nutrientes e o longo tempo de residência da água podem causar a eutrofização, definida como o crescimento desenfreado de fitoplâncton, normalmente agravada pelo impacto de atividades humanas nas lagoas, especialmente pelo despejo de esgoto doméstico e de resíduos sólidos.

## Aspectos metodológicos

O projeto, abordando os SLLF, viabilizou o estudo da caracterização do plâncton das lagoas de Itaipu, Piratininga e Saquarema. Amostras de nanoplâncton (2-20  $\mu\text{m}$ ), microplâncton (20-200  $\mu\text{m}$ ) e mesozooplâncton (200-2000  $\mu\text{m}$ ) foram coletadas em seis locais diferentes de cada lagoa costeira durante duas coletas no período seco (julho a setembro de 2019) e duas no período chuvoso (novembro 2019 a março de 2020), exceto na Lagoa de Saquarema, onde apenas uma coleta foi realizada no período chuvoso. Os táxons foram identificados

ao menor nível taxonômico possível, com verificação da nomenclatura das espécies no sistema de classificação *World Register of Marine Species* – WoRMS. Ressalta-se que aqui não utilizamos a dicotomia fitoplâncton e zooplâncton para os grupos unicelulares, uma vez que a maior parte das espécies que compõem estes grupos é mixotróficos, isto é, capazes de combinar a síntese de matéria orgânica através da fotossíntese – fototrofia – e a ingestão de outras espécies – heterotrofia. Atualmente os únicos grupos considerados exclusivamente autotróficos são diatomáceas e cianobactérias (Flynn *et al.*, 2013). Para o mesozooplâncton foi dada maior ênfase na identificação de copépodes devido a sua dominância em número de espécies e abundância.

A partir da identificação taxonômica foi possível descrever a composição e abundância das espécies, determinar a riqueza (S) e diversidade de Shannon-Wiener (H') e, principalmente, comparar essas informações entre as lagoas costeiras e períodos seco e chuvoso. Também foi possível identificar eventos de florações de microplâncton (explosões populacionais/proliferação de um táxon) potencialmente nocivo ao ambiente.

As Tabelas 1, 2 e 3, agrupadas ao final do capítulo, apresentam respectivamente os táxons mais abundantes de nanoplâncton, microplâncton e zooplâncton (copépodes e mesozooplâncton) para as três lagoas costeiras aqui estudadas.

### Caracterização do plâncton da Lagoa de Itaipu

Os principais grupos do nanoplâncton presentes em Itaipu foram diatomáceas, dinoflagelados, clorofíceas, criptofíceas e cianobactérias (Tab. 1). Maiores valores de riqueza e diversidade ocorreram no mês de julho de 2019 (Tab. 4), embora a elevada abundância do nanoplâncton não tenha variado entre os períodos (Fig. 1a).

Para o microplâncton, destacam-se os dinoflagelados, diatomáceas e ciliados (Tab. 2). De modo similar ao nanoplâncton, maiores valores de diversidade e riqueza na Lagoa de Itaipu ocorreram em julho de 2019 (Tab. 4). Nas demais coletas ocorreram florações de cianobactérias filamentosas (tipo *Pseudoanabaenaceae*), que contribuíram com 99% na abundância total (Fig. 1b). Devido a estas florações, a abundância do microplâncton foi similar ou maior que a do nanoplâncton, e esta dominância afetou a diversidade das espécies (Tab. 4). Porém é importante ressaltar que estas cianobactérias que produzem florações têm grande contribuição para a produção primária nestas lagoas costeiras. As cianobactérias possuem diversas estratégias adaptativas ao aumento de temperatura, de nutrientes e aos gradientes de salinidade (Quinlan & Philips, 2007), como demonstrado para outras lagoas (e.g. Menezes *et al.*, 2012). As altas concentrações de nutrientes em Itaipu associadas à alta pluviosidade e aumento de temperatura, podem ter desencadeado os eventos de florações de cianobactérias.

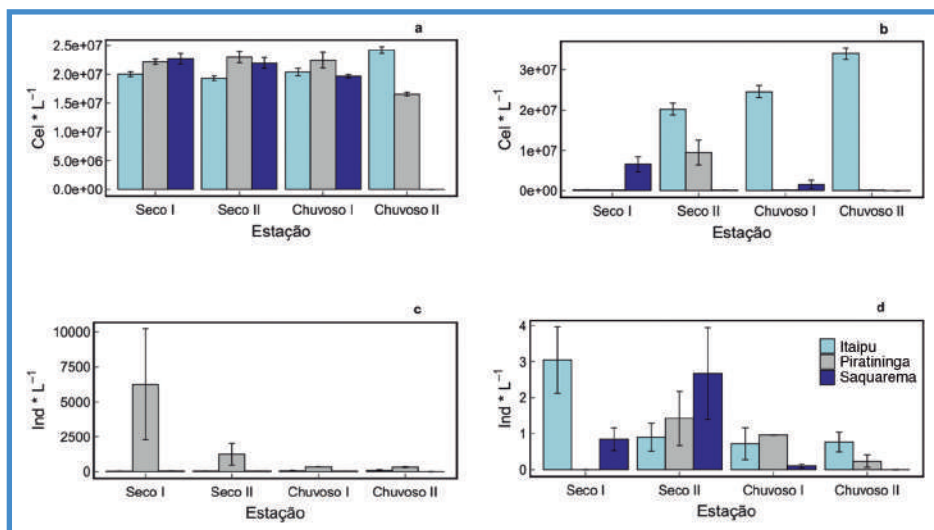


Figura 1. Densidade dos grupos de (a) nanoplâncton, (b) microplâncton, (c) copépodes e (d) mesozooplâncton coletados nas três lagoas costeiras (Itaipu, Piratininga e Saquarema) em quatro períodos (Seco I e II e Chuvoso I e II, exceto em Saquarema). Escalas diferentes entre gráficos.

A análise de espécies indicadoras (IndVal) proposta por Dufrêne e Legendre (1997) diferenciou o microplâncton da lagoa de Itaipu das demais devido a ocorrência de espécies como: a diatomácea *Thalassionemataceae*, os dinoflagelados *Amphidinium* spp., *Corythodinium constrictum*, *Oxytoxum turbo*, *Protoperidinium bipes*, e também os com potencial para florações nocivas – *Prorocentrum triestinum*, *Phalacroma oxytoxoides* e *Dinophysis acuminata* (Hallegraeff *et al.*, 2003). Outras espécies como a rafidofíceia *Chatonella subsalsa*, associada a eventos de mortandade de peixes na Baía de Guanabara (Viana *et al.*, 2019) e a euglenofíceia *Eutreptiella* spp., que engloba espécies causadoras de florações em sistemas eutróficos costeiros (Tas & Yilmaz, 2015) também ocorreram em Itaipu. As espécies de ciliados que distinguiram Itaipu foram *Didinium* spp. e *Mesodinium rubrum*, este último também com capacidade de formar florações. Embora muitas vezes não haja evidências de produção de toxinas, estas florações podem provocar depleção da concentração de oxigênio e coloração da água.

O mesozooplâncton da Lagoa de Itaipu foi composto por copépodes, mas também por cladóceros, quetognatos, larváceos, crustáceos e larvas de invertebrados e peixes (Tab. 3). De fato, copépodes compõem o grupo de maior dominância do zooplâncton em ecossistemas marinhos, e, em Itaipu, a diversidade variou pouco (Tab. 4). A espécie indicadora de copépode que diferenciou a Lagoa de Itaipu das demais foi *Acartia lilljeborgii*, comumente observada em ambientes estuarinos, tolerante a gradientes de salinidade (Sterza & Loureiro-Fernandes, 2006). Em Itaipu, a abundância de copépodes, principal consumidor do nano- e microplâncton, foi baixa, e as espécies dominantes foram *Oithona hebes* e *Acartia tonsa*. A baixa densidade de copépodes sugere que estes não controlam a abundância do nano- e microplâncton, principalmente durante as florações. Assim, grande parte da biomassa de produtores primários

é exportada para o sedimento e entra na cadeia de detritos, servindo de alimento para organismos de níveis tróficos superiores (vide Cap. 8). Muitas espécies de copépodes evitam ingerir cianobactérias, dificultando a transferência destes produtores para os níveis tróficos superiores. A abundância dos outros grupos do zooplâncton também foi baixa em todos os períodos.

A presença de diversas espécies com capacidade de realizar florações na Lagoa de Itaipu é alarmante, uma vez que os registros das florações de cianobactérias indicaram redução da diversidade de todos os grupos planctônicos.

### Caracterização do plâncton da Lagoa de Piratininga

Os grupos de nanoplâncton da Lagoa de Piratininga foram similares aos de Itaipu, à exceção de dinoflagelados (Tab. 1). Já a riqueza de espécies foi menor que nas lagoas costeiras de Itaipu e Saquarema, embora a diversidade tenha sido similar. O período chuvoso contou com menor riqueza e diversidade do nanoplâncton.

O microplâncton da Lagoa de Piratininga também apresentou menor número de espécies em todos os grupos (Tab. 2) comparado ao de Itaipu e Saquarema. Apesar disto, teve diversidade similar a das outras lagoas costeiras em situações de ausência de floração (Tab. 4). A floração da diatomácea *Cylindrotheca closterium* (agosto de 2019) reduziu a diversidade do microplâncton. Esta espécie de diatomácea é comum em regiões rasas, ocupa os habitats pelágico e bentônico e apresenta taxas de crescimento superiores às de outras diatomáceas (Kingston, 2009). Há evidências de que diatomáceas formam agregados que se aderem aos exoesqueletos dos copépodes, prejudicando sua locomoção, reprodução e alimentação (Khanaychenko, 2018). A abundância de células do microplâncton em Piratininga (Fig. 1b) foi mais baixa que a abundância do nanoplâncton na mesma (Fig. 1a) e a do microplâncton das demais lagoas, exceto durante a floração citada acima (Fig. 1b). O microplâncton da Lagoa de Piratininga se diferenciou das demais devido as espécies indicadoras do rotífero *Brachionus* sp. e a diatomácea *Entomoneis cf. alata* (Fig. 2C e 2F). A elevada abundância de *Brachionus* sp. parece estar associada à sua preferência por se alimentar de células ~10 µm (Hansen *et al.*, 1997), enquanto *E. alata* ocorre com frequência em estuários eutrofizados e com baixas concentrações de oxigênio (Lacerda *et al.*, 2004). De fato, alta abundância do nanoplâncton, assim como a eutrofização e baixa oxigenação, são características já descritas para a Lagoa de Piratininga.

Um total de seis espécies de copépodes ocorreu em Piratininga (Tab. 3) e todas estiveram presentes apenas em agosto de 2019, coincidindo com a floração da *C. closterium*. Isto sugere que apesar da floração não ter afetado a riqueza de espécies de copépodes, diminuiu a diversidade (Tab. 4), possivelmente, disponibilizando alimento que favoreceu a dominância do copépode *Oithona hebes*. Este pequeno copépode é comum em estuários eutrofizados (Dam *et al.*, 1993), principalmente por serem capazes de ingerir eficientemente partículas menores (Calbet *et al.*, 2000). Na Lagoa de Piratininga, a abundância do nanoplâncton, células de 2-20 µm, é duas ordens de magnitude maior que a do microplâncton, o que pode favorecer a dominância de *O. hebes*, como já demonstrado em outros

estuários (Lacerda *et al.*, 2004). A associação destes fatores pode determinar a dominância de *O. hebes* em Piratininga, lagoa costeira com maior abundância de copépodes, comparada às de Saquarema e Itaipu (Fig. 1c).

Dentre os grupos do mesozooplâncton em Piratininga, houve registro apenas de larvas de poliquetos, cirripédios e decápodos (Tab. 3), com abundâncias <1,5 Ind.L<sup>-1</sup> (Fig. 2D). A ausência de organismos maiores do mesozooplâncton que se alimentem de copépodes (e.g. quetognatos, cnidários e larvas de peixes) pode também prejudicar a transferência de matéria orgânica dos produtores primários para os níveis tróficos superiores.

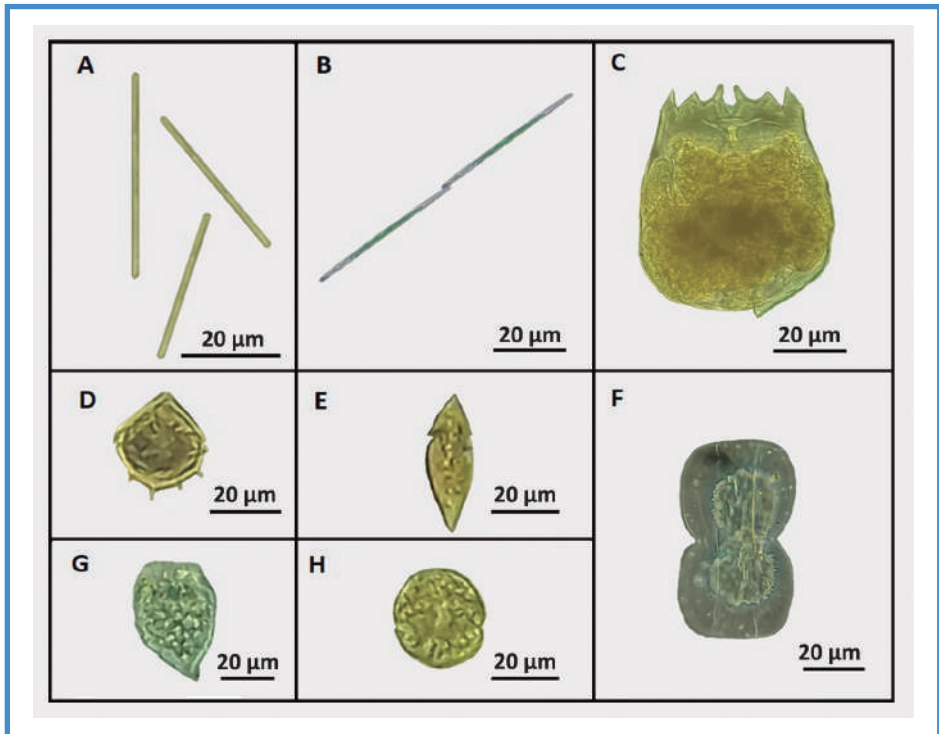


Figura 2. Microfotografias em microscópio invertido; contraste de fase; 200X. A - *Pseudoanabaenaceae*; B - Complexo *Pseudo-nitzschia delicatissima*; C - *Brachionus* sp.; D - *Peridinium quadridentatum*; E - *Gyrodinium* sp1.; F - *Entomoneis* cf. *alata*; G - Ciliado aloricado não identificado sp.15; H - *Gymnodinium* spp.

A Lagoa de Piratininga é caracterizada por ser um sistema hipertrófico (Knoppers *et al.*, 1991; Cap. 8 deste livro), e resultados apontam para baixa riqueza e diversidade de espécies do plâncton e dominância de espécies de menor tamanho. Esta condição parece ser ainda mais extrema durante o período chuvoso, que coincide com as temperaturas mais elevadas do verão e menor oxigenação da água. As temperaturas elevadas associadas ao alto grau de eutrofização nestas águas rasas e de baixa circulação parecem ter grande impacto na biodiversidade planctônica e, provavelmente, também nos demais compartimentos da Lagoa de Piratininga.

## Caracterização do plâncton da Lagoa de Saquarema

O sistema lagunar de Saquarema é composto por três lagoas costeiras conectadas, com características distintas, principalmente devido à influência da água marinha (vide Cap. 1). Neste estudo foram realizadas coletas nas três lagoas costeiras, que serão tratadas aqui como um sistema unificado.

As espécies de nanoplâncton encontradas em Saquarema foram similares às das demais lagoas costeiras, assim como as mais frequentes e dominantes (i.e. dinoflagelado *Prorocentrum cordatum*, as clorófitas *Tetraselmis* spp. e um nanoflagelado não identificado). A riqueza de táxons do nanoplâncton variou pouco entre as coletas, mas a diversidade de espécies foi mais baixa no período chuvoso, devido a dominância (>78%) de apenas um táxon, um nanoflagelado não identificado. A abundância do nanoplâncton em Saquarema, assim como nas outras lagoas costeiras, não apresentou variações entre coletas, independente do período.

Do total de espécies de microplâncton encontradas nas três lagoas costeiras, apenas duas espécies de dinoflagelados (*Dinophysis acuminata* e *Prorocentrum triestinum*) e o ciliado *Didinium* spp. não tiveram registro em Saquarema, ocorrendo apenas na Lagoa de Itaipu (Tab. 2). As espécies responsáveis pela diferenciação de Saquarema das demais lagoas costeiras foram a clorófitica *Monoraphidium* spp. e a diatomácea *Paralia sulcata*. A primeira teve baixa frequência de ocorrência apenas em Saquarema, diferenciando esta das demais. Já *P. sulcata*, embora tenha ocorrido em todas as lagoas costeiras, em Piratininga e Itaipu foram raramente encontradas, enquanto em Saquarema ocorreu em todos os locais e períodos. Esta espécie de diatomácea é considerada indicadora de ressurgências (Abrantes & Sancetta, 1985), mostrando que a ressurgência de Cabo Frio tem influência nestas lagoas costeiras, principalmente em Saquarema, ocorrendo, inclusive, em pontos mais distantes da entrada do estuário. Este resultado sugere que as águas costeiras influenciam toda a Lagoa de Saquarema.

Em Saquarema, ocorreram dois registros de florações de espécies do microplâncton (Tab. 4): i) floração em agosto de 2019 da cianobactéria filamentosa tipo Pseudoanabaenaceae, a mesma espécie das florações de Itaipu e ii) floração no período chuvoso do dinoflagelado *Gyrodinium* sp1. (Fig. 1e) não identificado. Embora estas florações tenham sido inferiores as registradas em Itaipu (Fig. 1b), elas resultaram no aumento da abundância do microplâncton, reduzindo, assim, a diversidade de espécies (Tab. 4). Em Saquarema também foi observada menor riqueza e diversidade no período chuvoso, como nas outras lagoas costeiras. Porém, da mesma forma que em Itaipu, esta menor riqueza e diversidade coincidiu com florações, não permitindo identificar se foram os fatores isolados (pluviosidade, temperatura ou floração) ou em sinergismo que afetaram negativamente a diversidade planctônica.

Por outro lado, ressalta-se que a floração de cianobactérias não influenciou a riqueza das espécies em agosto de 2019, que foi a mais elevada (61 espécies). Embora neste estudo não tenha sido determinado o destino destas florações (cianobactéria e *Gyrodinium* sp1.), espera-se que causem efeitos nas teias tróficas e ciclos biogeoquímicos. A cianobactéria é autotrófica, e a maioria dos organismos do zooplâncton parece evitar este alimento, gerando um acúmulo de biomassa no sistema. Por outro lado, de acordo com registros do Algaebase,

a maioria das espécies do gênero *Gyrodinium* é mixotrófica, atuando tanto como autotrófico ou fagotrófico, e representam uma presa de valor nutricional para o mesozooplâncton, transferindo matéria para os níveis tróficos superiores. Porém, algumas espécies deste gênero apresentam potencial tóxico.

A composição do mesozooplâncton na Lagoa de Saquarema incluiu nove espécies de copépodes, uma de cladóceros e de larváceos, e larvas de poliquetas, cirripédios, outros crustáceos e peixes. Destaca-se o grupo cnidário que ocorreu exclusivamente nesta lagoa costeira (Tab. 3). A abundância de copépodes foi baixa em todas as coletas (Fig. 1c), enquanto a do mesozooplâncton foi maior no período seco, principalmente na coleta de setembro de 2019, quando dominaram as larvas de cirripédios e poliquetas (Fig. 1d). A riqueza e diversidade de copépodes foram similares às da Lagoa de Itaipu, e os maiores valores de riqueza coincidiram com as florações de cianobactéria *Pseudoanabaenaceae* e o dinoflagelado *Gyrodinium* sp1. A composição de copépodes em Saquarema no período seco foi distinta das demais lagoas costeiras, com a dominância da espécie *Paracalanus parvus* seguida por *Acartia tonsa*, com contribuições >60% e 21% para a abundância total, respectivamente. Já no período chuvoso a espécie *O. hebes* foi a dominante (>78%), e esta mudança na dominância da espécie pode estar associada à maior entrada de nutrientes, aumento de temperatura e diminuição de oxigênio neste período. Por sua vez, a mudança da composição de copépodes maiores para *O. hebes* pode também ter resultado no aumento de *Gyrodinium* sp1., já que outras espécies maiores de copépodes, como *A. tonsa*, são potenciais predadores de espécies do gênero *Gyrodinium*.

Como as demais, a Lagoa de Saquarema também é considerada um sistema eutrófico (Knoppers *et al.*, 1991), com variações espaciais e temporais da comunidade planctônica que precisam ser monitoradas para melhor compreensão do sistema.

### Comparação dos sistemas lagunares e perspectivas futuras

Em geral, a composição da comunidade planctônica das três lagoas costeiras estudadas incluiu 17 táxons do nanoplâncton que, devido ao pequeno tamanho <20 µm, nem sempre foram identificados em nível de espécie. Foram registrados 117 táxons do microplâncton, porém, mais de 50% destes ocorreram raramente. Dos táxons frequentes nas três lagoas costeiras (>70%), dois ou três foram responsáveis por florações. Copépodes foram representados por 12 espécies, com maior frequência de *Acartia tonsa* e *Oithona hebes* nas três lagoas costeiras. Dos representantes do mesozooplâncton, apenas larvas de poliquetas, decápodos ou cirripédios ocorreram nas três lagoas costeiras e com alta frequência de ocorrência.

A diversidade (S e H') variou pouco entre as lagoas costeiras para o nanoplâncton, enquanto grande variação ocorreu para microplâncton e copépodes, com valores muito baixos na Lagoa de Piratininga. No período chuvoso, ocorreram menores valores de riqueza e diversidade de espécies para todos os grupos planctônicos nas três lagoas costeiras.

Comparações das composições das assembleias de nano- e microplâncton



e copépodes, através da Análise de variância multivariada por permutação (PERMANOVA), mostrou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os fatores (lagoas costeiras e períodos de coleta) e também para as interações entre os fatores, mostrando que os períodos influenciam na diferenciação da composição das assembleias do plâncton das lagoas. A análise não-métrica em escala multidimensional (nMDS) indica claramente as diferenças da composição das assembleias do nano- e microplâncton entre os períodos seco e chuvoso (Fig. 3a e 3b), mas não para copépodes (Fig. 3c). Esta grande diferença sazonal na composição de grupos na base da cadeia (produtores primários) pode causar diferenças do funcionamento trófico destas lagoas costeiras.

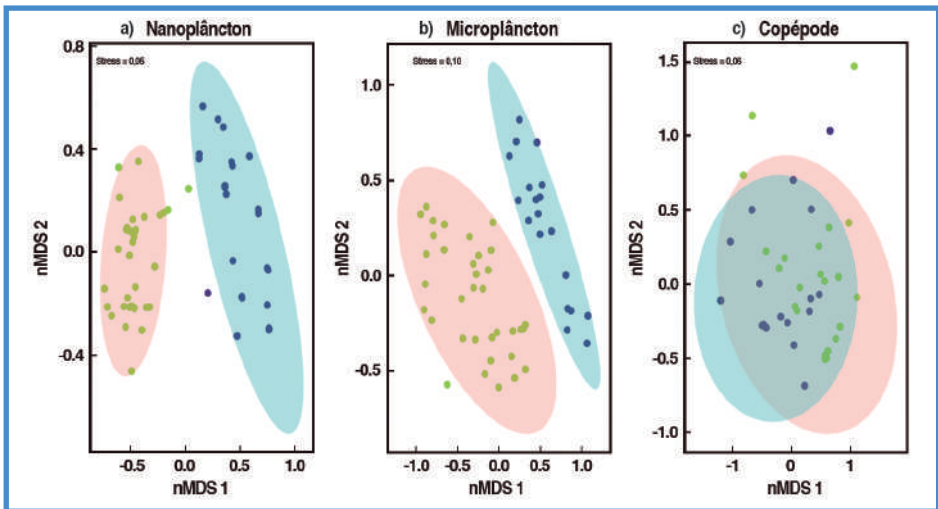


Figura 3. Comparações da composição dos grupos planctônicos das três lagoas costeiras (Itaipu, Piratininga e Saquarema) entre as estações de seca (rosa) e chuva (azul). Os gráficos resultantes da análise do nMDS mostram a ordenação das amostras baseada na composição das assembleias no espaço de duas dimensões.

Knoppers *et al.* (1991) descreveram estas lagoas como rasas e com tempo de troca de 50% da água de: i) um dia para Itaipu, ii) 16 dias para Piratininga e iii) variando de seis a 23 dias para as lagoas costeiras que formam o sistema lagunar de Saquarema e demonstraram uma relação positiva entre o tempo de residência da água e o estado trófico ou as concentrações de clorofila. A alta biomassa de produtores em sistemas eutrofizados é, no entanto, composta majoritariamente por células pequenas ou de baixo valor nutricional (cianobactérias), que são evitadas por copépodes, sugerindo que a maior parte desta produção primária seja destinada ao sedimento, contribuindo para cadeia de detritos, aumentando a respiração do sistema.

Eventos de florações de cianobactérias, diatomáceas e dinoflagelados, todos com potencial toxicidade, e seus efeitos na diversidade do microplâncton, foram registrados para as três lagoas costeiras estudadas. As florações de algas nocivas são cada vez mais frequentes, devido à eutrofização causada por descarga de esgoto doméstico sem tratamento e mudanças climáticas globais. Estas florações

têm efeito em toda a teia trófica, incluindo o homem. Desta forma, programas de monitoramento de florações e nutrientes, e redução de despejos de matéria orgânica são urgentes para a manutenção do funcionamento de serviços ecológicos oferecidos por estas lagoas costeiras tão importantes para o Rio de Janeiro.

Tabela 1. Grupos e táxons do nanoplâncton presentes nas lagoas costeiras de Itaipu, Piratininga e Saquarema com respectivas frequências de ocorrência (FO) nas amostras. Apenas táxons com contribuição >10% de FO foram listados.

Grupos	Táxon	Lagoa			FO (%)
		Itaipu	Piratininga	Saquarema	
Diatomáceas	Complexo <i>Thalassiosira-Cyclotella</i> <20 um	X	X	X	90,9
Diatomáceas	<i>Minutocellus</i> sp.	X	X	X	72,7
Dinoflagelados	<i>Gymnodiniales</i> <20 um	X		X	27,3
Dinoflagelados	<i>Heterocapsa</i> spp.	X	X	X	54,5
Dinoflagelados	<i>Protoperdinium steinii</i>	X			9,1
Dinoflagelados	<i>Oxytoxum globosum</i>	X		X	18,2
Dinoflagelados	<i>Oxytoxum</i> spp.			X	9,1
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum cordatum</i>	X	X	X	100,0
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum micans</i> <20 um	X		X	27,3
Clorófitas	<i>Tetraselmis</i> sp.1	X	X	X	100,0
Clorófitas	<i>Tetraselmis</i> sp.2	X	X	X	54,5
Clorófitas	<i>Tetraselmis</i> sp.3	X	X	X	36,4
Flagelados	Flagelado sp.1	X	X	X	100,0
Flagelados	Flagelado sp.3	X	X	X	72,7
Flagelados	Flagelado sp.2	X	X	X	54,5
Criptofíceas	Cryptophyceae sp.1	X	X	X	45,4
Cianobactérias	Cianobactéria (Colônia/Filamentos de céls. Cocóides)	X	X	X	100,0

Tabela 2. Grupos e táxons de microplâncton presentes nas lagoas costeiras de Itaipu, Piratininga e Saquarema com respectivas frequências de ocorrência (FO) nas amostras. Apenas táxons com contribuição >10% de FO foram listados.

Grupo	Táxon	Lagoa			FO (%)
		Itaipu	Piratininga	Saquarema	
Cianobactérias	Cianobactéria Filamentosa (Tipo Pseudoanabaenaceae)	X	X	X	100,0
Cianobactérias	<i>Trichodesmium</i> spp. (Filamentos)		X	X	10,4
Diatomáceas	<i>Thalassiosira</i> spp.	X	X	X	76,1
Diatomáceas	<i>Skeletonema costatum</i>	X	X	X	11,9
Diatomáceas	<i>Paralia sulcata</i>	X	X	X	32,8
Diatomáceas	<i>Chaetoceros</i> spp.	X		X	11,9
Diatomáceas	<i>Leptocylindrus danicus</i>	X		X	17,9
Diatomáceas	Thalassionemataceae	X		X	10,4
Diatomáceas	<i>Thalassionema frauenfeldii</i>	X	X	X	10,4
Diatomáceas	<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X	X	X	28,4
Diatomáceas	<i>Entomoneis</i> cf. <i>alata</i>	X	X	X	50,7
Diatomáceas	<i>Navicula</i> sp. 1	X	X	X	11,9
Diatomáceas	<i>Navicula</i> sp. 2	X	X	X	35,8
Diatomáceas	<i>Navicula</i> sp. 4	X	X	X	31,3
Diatomáceas	<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> Complexo sp.1	X	X	X	26,9
Diatomáceas	<i>Pleurosigma/Gyrosigma</i> Complexo sp.2	X	X	X	25,4
Diatomáceas	<i>Amphora</i> spp.	X	X	X	10,4
Diatomáceas	<i>Cylindrotheca closterium</i>	X	X	X	82,1
Diatomáceas	<i>Nitzschia</i> spp.	X	X	X	20,9
Diatomáceas	<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> Complexo	X	X	X	26,9
Dinoflagelados	<i>Gymnodinium</i> spp.	X	X	X	100,0
Dinoflagelados	<i>Gyrodinium</i> sp1.	X	X	X	62,7

(Continuação da Tabela 2)

Grupo	Táxon	Lagoa			FO (%)
		Itaipu	Piratininga	Saquarema	
Dinoflagelados	<i>Gyrodinium dominans</i>	X	X	X	41,8
Dinoflagelados	<i>Gyrodinium lachryma</i>	X		X	25,4
Dinoflagelados	<i>Gyrodinium cf. fusiforme</i>	X		X	14,9
Dinoflagelados	<i>Levanderina fissa</i>	X		X	10,4
Dinoflagelados	<i>Polykrikos schwartzii</i>	X		X	17,9
Dinoflagelados	<i>Heterocapsa</i> spp.	X	X	X	43,3
Dinoflagelados	<i>Scrippsiella acuminata</i>	X	X	X	53,7
Dinoflagelados	<i>Peridinium quadridentatum</i>	X	X	X	13,4
Dinoflagelados	<i>Protoperidinium bipes</i>	X		X	11,9
Dinoflagelados	<i>Protoperidinium cf. leonis</i>	X	X	X	22,4
Dinoflagelados	<i>Protoperidinium steinii</i>	X	X	X	56,7
Dinoflagelados	<i>Corythodinium constrictum</i>	X		X	10,4
Dinoflagelados	<i>Oxytoxum</i> spp.	X		X	10,4
Dinoflagelados	<i>Dinophysis acuminata</i>	X			10,4
Dinoflagelados	<i>Phalacroma oxytoxoides</i>	X	X	X	40,3
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum micans</i>	X	X	X	25,4
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum triestinum</i>	X			14,9
Dinoflagelados	<i>Prorocentrum</i> spp.	X	X	X	20,9
Dinoflagelados	Dinoflagelado tecado N.I	X	X	X	37,3
Euglenofíceas	<i>Euglena</i> spp.	X	X	X	37,3
Euglenofíceas	<i>Eutreptiella</i> spp.	X		X	20,9
Ciliados	<i>Didinium</i> spp.	X			11,9
Ciliados	<i>Mesodinium rubrum</i>	X	X	X	43,3
Ciliados	Ciliado aloricado sp. 10	X	X	X	10,4
Ciliados	Ciliado aloricado sp. 15	X	X	X	13,4
Rotífera	<i>Brachionus</i> sp.	X	X	X	52,2

Tabela 3. Grupos e táxons de copépodos e outros grupos do mesozooplâncton presentes nas lagoas costeiras de Itaipu, Piratininga e Saquarema com respectivas frequências de ocorrência (FO) nas amostras. Apenas táxons com contribuição >10% de FO foram listados.

Grupo	Táxon	Lagoa			FO (%)
		Itaipu	Piratininga	Saquarema	
Copepoda	<i>Acartia (Acanthacartia) tonsa</i>	X		X	71,4
	<i>Acartia (Odontacartia) lilljeborgii</i>	X		X	14,3
	<i>Candacia armata</i>			X	9,1
	<i>Paracalanus parvus parvus</i>	X	X	X	49,0
	<i>Paracalanus quasimodo</i>	X	X	X	44,9
	<i>Pseudodiaptomus acutus</i>	X	X		6,1
	<i>Temora turbinata</i>	X		X	14,3
	<i>Euterpina acutifrons</i>	X	X		12,2
	<i>Corycaeus sp.</i>	X		X	14,3
	<i>Oncaea sp.</i>	X		X	16,3
	<i>Oithona hebes</i>	X	X	X	71,4
	<i>Oithona plumifera</i>	X	X		2,0
Cladocera	<i>Penilia avirostris</i>	X		X	12,2
	<i>Pseudevadne tergestina</i>	X			4,1
Cnidaria				X	2,0
Chaetognatha	<i>Parasagitta enflata</i>	X			2,0
Larvacea	<i>Oikopleura spp.</i>	X		X	18,4
Crustacea	Mysida	X			2,0
	Isopoda	X			2,0
Larvas	Polychaeta	X	X	X	49,0
	Decapoda	X	X	X	36,7
	Cirripedia	X	X	X	67,3
	Osteichthyes	X		X	12,2

Tabela 4. Riqueza (número de espécies - S) e diversidade de Shannon (H') para os compartimentos do nano-, microplâncton e copépodes coletados nas lagoas costeiras de Itaipu, Piratininga e Saquarema em duas coletas no período seco e duas coletas no período chuvoso (2019-2020). Valores destacados em cinza coincidem com florações de microplâncton.

Grupos	Lagoas	Itaipu		Piratininga		Saquarema	
	Período	Seco					
Nanoplâncton	S	14	9	11	11	14	10
	H'	0,71	0,62	0,71	0,69	0,64	0,66
Microplâncton	S	61	42	34	35	61	42
	H'	1,46	0,02	1,15	0,04	0,08	1,19
Copépodes	S	10	8	1	6	7	3
	H'	0,47	0,58	0	0,02	0,44	0,35

Grupos	Lagoas	Itaipu		Piratininga		Saquarema	
	Período	Chuvoso					
Nanoplâncton	S	8	58	6	5	11	-
	H'	0,40	0,45	0,39	0,36	0,32	-
Microplâncton	S	26	28	15	15	28	-
	H'	0,02	0,01	0,89	0,88	0,17	-
Copépodes	S	5	7	2	2	6	-
	H'	0,17	0,37	<0,01	<0,01	0,35	-



# 4. DIVERSIDADE DE HÁBITATS E ESTRUTURA DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES E CRUSTÁCEOS

*Marcus Rodrigues da Costa, Rafael Tubino de Almeida,  
Tailan Moretti Mattos, Paulo Roberto Camponez de Almeida,  
Leticia Fernandes Alvoarenga Monteiro, Daniella Hunder de Andrade,  
Samara Macedo Pinto, Acácio Ribeiro Gomes Tomás, Cassiano Monteiro-Neto*

As lagoas costeiras podem ser definidas como lagunas, geralmente rasas, conectadas a rios e ao mar, sofrendo influência da dinâmica das marés, como estuários. A separação destas lagoas com o mar é comumente caracterizada por restingas, e as lagoas se conectam com o mar, ao menos intermitentemente, através de canais, às vezes paralelos à costa (Kijferve, 1994). Estes ecossistemas de transição apresentam condições altamente variáveis e estados transientes de circulação vertical e horizontal, que são reflexos de sua origem, a partir de processos geomorfológicos recentes de sedimentação e erosão de antigas baías marinhas, além da influência continental, entre outros – precipitação, ventos, bacia de drenagem –, dando origem às lagoas costeiras do leste fluminense, com águas salobras e claras (Esteves, 1998; Tundisi & Tundisi, 2008).

Como vimos nos capítulos anteriores, os SLLF são ambientes importantes sob o ponto de vista geomorfológico e ambiental, agregando populações humanas no seu entorno devido à sua grande produtividade. Ao mesmo tempo, observamos que estes são ecossistemas frágeis, suscetíveis tanto às ações de origem natural quanto às antrópicas, que influenciam na qualidade do ambiente e, conseqüentemente, na sobrevivência e comportamento da fauna presente. Muitas espécies de peixes e crustáceos usam esses sistemas como áreas de berçário, alimentação e recrutamento, além de rotas de migração entre os rios – passando por lagoas com atributos estuarinos – e o mar (Potter *et al.*, 2015). As lagoas costeiras fornecem ainda serviços ecossistêmicos essenciais, tais como proteção costeira, melhoria da qualidade da água, recursos pesqueiros e áreas recreativas para populações humanas (Tundisi & Tundisi, 2008).

A composição das assembleias de peixes e crustáceos nestes sistemas de transição é ditada pela combinação de variáveis bióticas e abióticas, particularmente, competição por espaço e alimento, tolerância à mudanças diárias e sazonais na salinidade, turbidez e temperatura (Barletta *et al.*, 2005), que representam grande estresse fisiológico para a maioria das espécies (Elliott & Quintino, 2007). Entender a biodiversidade dos SLLF é importante, porque quanto mais espécies forem inventariadas nas lagoas costeiras, maior será o valor estético destes ecossistemas – mais formas corporais, mais cores ou habilidades de natação poderão ser observadas –,



e maior a probabilidade de se encontrar níveis tróficos distintos, que aumentam a complexidade da teia alimentar e a resiliência do sistema, pois mais variadas serão as respostas biológicas frente às perturbações ou eventos extremos. A alta diversidade também promove a ocupação de mais nichos ecológicos, otimizando o uso da energia/matéria nestes sistemas e reduzindo a chance de invasão de espécies exóticas. Uma lagoa costeira compreende diversos habitats – como praias, diferentes substratos, vegetação marginal –, que abrigam as comunidades locais e estão conectadas entre si para constituir uma metacomunidade lagunar (Mouillot, 2007). No caso dos peixes, a metacomunidade do interior de uma lagoa costeira está conectada a uma metacomunidade regional de maior escala, abrangendo todas as populações costeiras de peixes potencialmente capazes de colonizar a lagoa.

O conhecimento da biodiversidade de espécies nos habitats é essencial para a compreensão e avaliação dos impactos potenciais das perturbações ambientais e humanas que auxiliam na gestão destes habitats-chave para a conservação e manutenção das espécies. Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar a diversidade de habitats, bem como inventariar a riqueza de espécies de peixes e crustáceos que ocorrem nas lagoas costeiras do leste fluminense.

### As lagoas costeiras

Os sistemas lagunares costeiros da costa leste fluminense (Piratininga-Itaipu, Maricá-Guarapina, Saquarema e Araruama; 22°58'S - 43°05'W; 22°53'S - 42°00'W), orientados no sentido oeste-leste, apresentam atributos fisiográficos que variam em área entre 1 e 220 km<sup>2</sup>, e com profundidade média variando entre 0,7 e 3 m, influenciadas pelas respectivas bacias de drenagem, com distintos níveis de ocupação humana, formando um mosaico de lagoas costeiras heterogêneas entre si.

### As capturas das espécies

Os dados apresentados, referentes a peixes e crustáceos, foram obtidos a partir de diferentes programas de amostragens executados pela equipe do Laboratório de Biologia do Nécton e Ecologia Pesqueira – ECOPESCA/UFF, bem como através da compilação de dados da literatura. Dados pretéritos das lagoas costeiras de Maricá (2013-14) e Araruama (2012-13) também foram utilizados. Coletas sazonais entre julho de 2019 e março de 2020 foram realizadas nas lagoas costeiras de Piratininga, Itaipu e Saquarema. Foram utilizados três petrechos de pesca: i) rede do tipo picaré (9 m de comprimento; 2,6 m de altura; e malha de 13 mm entre nós consecutivos nas asas e 5 mm no funil), ii) rede de arrastão (70 m de comprimento; 2,4 m de altura; e malha de 2,5 cm entre nós consecutivos) e iii) tarrafas de malhas de 5, 12 e 20 mm. Em Saquarema foi aplicado um esforço amostral padronizado em 10 pontos de coleta, composto por cinco lances de tarrafas, com duas tarrafas distintas (malha 12 mm x 2,0 m de altura e 5 mm x 1,5 m de altura, respectivamente); um arrastão sendo puxado por cordas de 20 m em cada uma das extremidades; três lances com rede de arrasto tipo picaré, visando cobrir todos os sacos/compartimentos da lagoa costeira em seu maior eixo oeste-leste. Nas lagoas costeiras de Piratininga e Itaipu, o esforço também foi padronizado

seguindo um desenho amostral adaptado a partir de trabalhos realizados no local (Fortes *et al.*, 2014; Prestrelo & Monteiro-Neto, 2016). As coletas foram feitas com um conjunto de tarrafas em pontos de coletas pré-definidos (6 pontos x 3 tipos de tarrafas x 5 lances).

Todos os espécimes coletados<sup>1</sup> foram acondicionados em gelo e transportados ao laboratório, onde foram identificados ao menor nível taxonômico com auxílio de bibliografia especializada. Todos os peixes foram contabilizados, medidos quanto a seu comprimento total ( $\pm 1$  mm de precisão) e pesados com balança eletrônica ( $\pm 0,01$  g de precisão). A biometria dos crustáceos (siris e caranguejos) foi realizada individualmente com o auxílio de um paquímetro digital. A largura da carapaça foi obtida em milímetros através da distância entre os dois espinhos laterais, e o comprimento da carapaça foi medido do ponto médio entre os dentes interorbitais e a parte terminal da carapaça. Camarões peneídeos tiveram o comprimento da carapaça medido (i.e., maior distância entre a porção inicial da carapaça, descontando-se o rosto, até a porção final), assim como seu comprimento total, sendo considerada a maior distância entre a extremidade da cabeça até o telson. Assim como os peixes, os crustáceos foram pesados com precisão de  $\pm 0,01$  g. Os comprovantes de referência das espécies coletadas neste estudo estão disponíveis na coleção ictiológica do Laboratório de ECOPESCA-UFF.

Concomitantemente com as campanhas sazonais de coletas de peixes e crustáceos, foram realizadas as campanhas de avaliação dos habitats percorrendo todas as lagoas costeiras do leste fluminense numa mesma estação do ano, com exceção de Araruama, cuja avaliação foi realizada em apenas 70% do sistema lagunar (até a ponta das Coroinhas-Ponta dos Antunes). Os habitats foram descritos com metodologia adaptada de diversos protocolos de avaliação de habitats aplicados a modelagem de bacias hidrográficas (Barbour *et al.*, 1999; Krstolic *et al.*, 2006; Barquín *et al.*, 2011; Mattos *et al.*, 2013), e utilizados para caracterização das lagoas costeiras. Categorizamos os habitats observando principalmente a vegetação marginal (mangue, restinga, árvores), a presença de abrigos (rocha, taboa, macrófitas, bancos de conchas), a fisionomia e delimitação das praias (arenosa, lamosa), e a composição dos substratos (areia, lama, matéria orgânica). Estas características foram avaliadas em porcentagens, a fim de estimar os tipos de habitats físicos dominantes em cada lagoa costeira avaliada.

A presença de vegetação reduz a sedimentação (erosão) e a elevação da temperatura da água, além de garantir maior estruturação (abrigo, substrato) e qualidade para os habitats. Ambientes em boas condições apresentam substratos diversificados, promovendo a heterogeneidade ambiental natural e favorecendo a colonização de espécies, com abrigo, proteção e disponibilização de alimentos, garantindo diversas conexões dentro da teia trófica lagunar. A fisionomia das praias, bem como seus limites espaciais associados aos demais atributos fisiográficos, são fundamentais na determinação da estruturação dos habitats que compõem as lagoas costeiras para garantir a manutenção da biodiversidade aquática (Franco, 2013).

<sup>1</sup> Licença SISBIO #15787-1.

## Diversidade de habitats

Quando comparamos as lagoas costeiras, vemos de maneira geral que o mangue é mais presente em Itaipu, Piratininga e Saquarema (Tab. 1). Esta última, junto com Araruama, tem muitas áreas com completa ausência de vegetação, o que influenciou a ausência de abrigos nas duas lagoas costeiras, uma situação oposta à Lagoa de Itaipu, com muita vegetação enraizada (Tab. 1). Em compensação, Itaipu tem praias sem vegetação, ao contrário de Piratininga, Maricá e Saquarema (Tab. 2). Lama e areia são os substratos mais frequentes em todas as lagoas (Tab. 2).

Tabela 1. Percentual (%) de vegetação marginal e presença de abrigos nos SLLF.

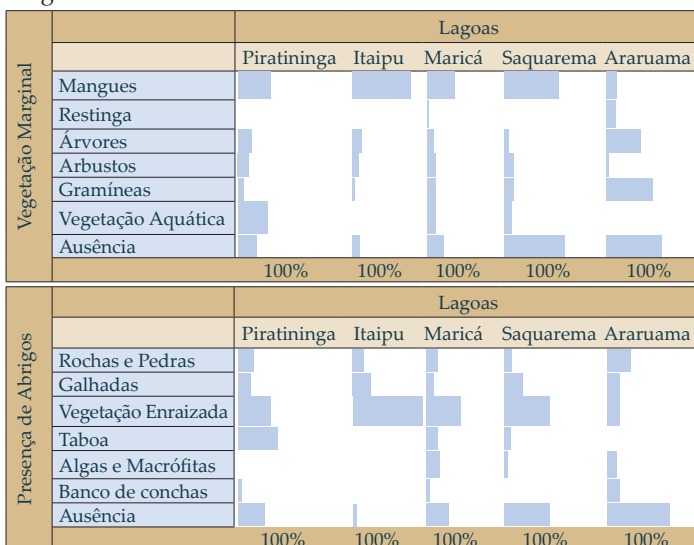
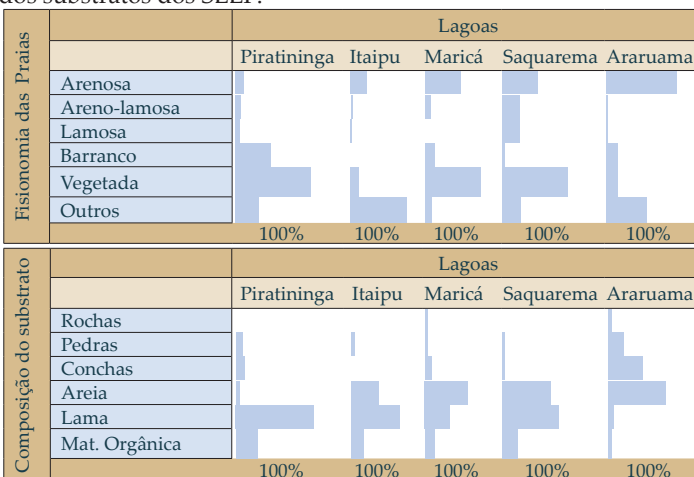


Tabela 2. Percentual (%) da fisionomia das praias e da composição dos substratos dos SLLF.



Ilustrando o que é apresentado nas Tabelas 1 e 2, vemos que a cobertura da vegetação marginal e presença de abrigos na Lagoa de Piratininga foi composta predominantemente por mangues (vegetação enraizada) e vegetação aquática (taboa), com algumas áreas sem nenhuma vegetação, contando, porém, com a presença de rochas, pedras e galhadas em suas margens (Fig. 1).



Figura 1. Imagens ilustrativas da diversidade de habitats registrada nas lagoas costeiras estudadas.

A presença de manchas de árvores e arbustos também foi observada no entorno da Lagoa de Piratininga, enquanto na pequena ilha localizada a oeste da lagoa costeira, predominam os arbustos e um extenso banco de conchas. Já a Lagoa de Itaipu tem suas margens praticamente dominadas por extensas áreas de mangues (vegetação enraizada) e poucas áreas com outros tipos de vegetação (galhadas; maricás ou unha-de-gato).

As lagoas costeiras de Maricá e Saquarema também apresentam extensas áreas de manguezais (vegetação enraizada) e áreas não vegetadas (cobertura marginal suprimida). Em Maricá, abrigos do tipo pedra e rochas são mais comuns em forma de ilhas no interior da lagoa costeira (Fig. 2), enquanto as galhadas e unha-de-gato/maricá ocorrem em ambos os sistemas.



Figura 2. Diversidade de habitats naturais e artificiais observadas nas lagoas costeiras estudadas.

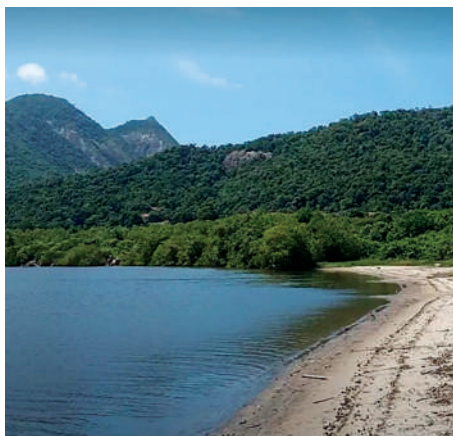
Algas e macrófitas ocorreram em maior proporção em Maricá, quando comparado à Saquarema. Em Araruama predomina a presença de vegetação do tipo restingas, com pequenas manchas de mangues, incluindo pequenas “ilhas” de árvores isoladas e/ou pequenas manchas de pinheiros no entorno da lagoa costeira até a Ponta dos Coroinhas (enseada do rebolo) e Ponta dos Antunes. Rochas, pedras, banco de conchas, algas e macrófitas foram mais frequentes nas áreas mais próximas da comunicação com o mar, enquanto galhadas foram observadas em toda extensão avaliada da lagoa costeira. Também se observou extensas áreas sem vegetação marginal (Tab. 1).

Praias são depósitos de sedimentos, mais comumente arenosos, acumulados por ação de ondas, que, por apresentar alta mobilidade, se ajustam às condições de ondas e marés (Muehe, 1994). Neste estudo, foram considerados a fisionomia e os limites espaciais da praia, classificando as margens das lagoas costeiras que apresentavam áreas de praias com diferentes classes granulométricas em: praias arenosas, com predomínio de areia; areno-lamosa, com 50% de cada tipo; lamosa, com predomínio de lama; barranco, quando uma pequena faixa de areia apresentava-se exposta com predomínio de encosta íngreme; praia vegetada, com predomínio de gramíneas na zona de espraiamento; e “outros”, com presença de estruturas artificiais como rampas, muros de arrimo, rochas. Já a composição do substrato foi baseada na classificação de Krstolic *et al.* (2006) adaptada, cujos atributos foram: rochas, pedras, conchas, areia, lama e matéria orgânica (Fig. 3 e 4).



Figura 3. Imagens ilustrativas dos tipos de substratos, captadas nas lagoas costeiras estudadas.

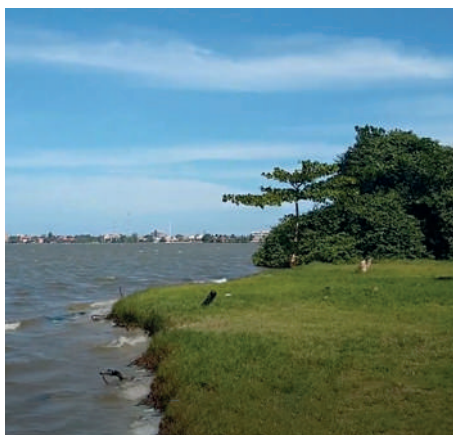
Para a Lagoa de Piratininga foram observadas poucas áreas de praias abertas, sendo em sua maioria consideradas vegetadas, seguidas de áreas de barranco e algumas áreas com estruturas artificiais, majoritariamente delimitadas por vegetação e secundariamente por rochas. Algumas poucas praias arenosas e areno-lamosas são observadas nas margens Oeste e Norte desta lagoa costeira. O substrato predominante é lamoso, com a presença de bancos de matéria orgânica, conchas e pedras.



a) Praia arenosa



c) Rochas e pedras



b) Barranco vegetado



d) Praia areno-lamosa



e) Praia vegetada















Figura 4. Imagens ilustrativas de alguns dos tipos de praias observadas nas lagoas costeiras avaliadas.

Já em Itaipu, a presença de estruturas artificiais se alterna entre as áreas marginais, seguida de praias arenosas e vegetadas, cujo substrato predominante é a lama, e de praias arenosas com bancos de matéria orgânica. As poucas praias abertas, ou são delimitadas por vegetação ou por estruturas artificiais, e em menor proporção por rochas. Em Maricá e Saquarema, o padrão dominante é similar, com predomínio de praias vegetadas, seguido de praias arenosas e arenolamosas. No entanto, quanto a composição do substrato em Maricá, observou-se o predomínio de substrato do tipo areia, seguido da lama, enquanto em Saquarema o padrão é o oposto (Tab. 2). Tanto em Maricá quanto em Saquarema, as praias são delimitadas principalmente por vegetação, seguido de estruturas artificiais e rochas. Em Araruama, há um predomínio de praias arenosas e estruturas artificiais com substratos arenosos, seguido de pedras e conchas. As praias são delimitadas por vegetação e rochas, em sua grande maioria.

### Estrutura das assembleias de peixes e crustáceos

Ao todo, conseguimos registrar 88 espécies de peixes e 12 de crustáceos em nosso levantamento para o sistema lagunar fluminense. Mais especificamente, em Piratininga foram registrados 22 espécies e 817 indivíduos, que pesaram 1.288,28 g. Sete espécies foram consideradas as mais abundantes, com contribuição percentual superior a 6% (Tab. 3). A amplitude de tamanhos variou entre 1,0 e 29,8 cm de comprimento total. Na Lagoa de Itaipu, foram registradas 44 espécies de peixes, compreendendo 1.368 peixes pesando 26.214,80 g. Deste total, sete espécies apresentaram percentual numérico superior a 5%. A estrutura em tamanho variou de 2 a 38 cm de comprimento total (Tab. 3).

Tabela 3. Abundância relativa das espécies estruturadoras das assembleias de peixes das lagoas costeiras de Piratininga e Itaipu.






Lagoa de Piratininga			Lagoa de Itaipu		
Espécies	%		Espécies	%	
<i>Jenynsia multidentata</i>	22,03		<i>Anchoa januaria</i>	23,10	
<i>Oreochromis niloticus</i>	19,09		<i>Diapterus rhombeus</i>	12,94	
<i>Elops saurus</i>	8,45		<i>Eucinostomus argenteus</i>	10,82	
<i>Poecilia vivipara</i>	8,45		<i>Anchoviella lepidentostole</i>	10,45	
<i>Eucinostomus argenteus</i>	7,59		<i>Mugil curema</i>	8,11	
<i>Phalloptychus januarius</i>	6,73		<i>Atherinella brasiliensis</i>	7,53	
<i>Atherinella brasiliensis</i>	6,12		<i>Elops saurus</i>	5,04	
78,46%			78,00%		






Na Lagoa de Maricá foram registradas 39 espécies de peixes, compreendendo 29.824 peixes pesando 89.429,15 g. Deste total, cinco espécies apresentaram percentual numérico superior a 5%, com 29 espécies raras (<1% de frequência). A estrutura em tamanho variou de 2,4 a 11 cm de comprimento total. Na Lagoa de Saquarema foram observadas 78 espécies, totalizando 7.122 indivíduos pesando 771.668,53 g. Quatros espécies e um gênero (*Mugil*)








foram considerados abundantes (%N >5), enquanto 12 espécies apresentaram contribuição numérica entre 5% e 1%, e 61 espécies apresentaram contribuição numérica inferior a 1%. A estrutura em tamanho variou de 0,3 a 56,0 cm de comprimento total. Na Lagoa de Araruama foram registradas 22 espécies de peixes, compreendendo 911 peixes pesando 54.482,30 g. Deste total, cinco espécies apresentaram contribuição numérica superior a 5%, enquanto nove espécies apresentaram contribuições numéricas entre 5% e 1%, e oito espécies abaixo de 1%. A estrutura em tamanho variou de 8,0 a 40,1 cm de comprimento total (Tab. 4).

Tabela 4. Abundância relativa das espécies estruturadoras das assembleias de peixes das lagoas costeiras de Maricá, Saquarema e Araruama.

Lagoa de Maricá	
Espécies	%
<i>Phalloptychus januarius</i>	31,82 
<i>Jenynsia multidentata</i>	17,91 
<i>Poecilia vivipara</i>	14,54 
<i>Atherinella brasiliensis</i>	13,93 
<i>Anchoa filifera</i>	7,29 
85,48%	

Lagoa de Saquarema	
Espécies	%
<i>Atherinella brasiliensis</i>	24,63 
<i>Anchoa januaria</i>	16,46 
<i>Eucinostomus argenteus</i>	11,01 
<i>Mugil</i> sp.	5,36 
<i>Microgobius meeki</i>	5,22 
62,68%	

No caso dos crustáceos, foram coletadas 11 espécies pertencentes a quatro famílias e seis gêneros, totalizando 5.026 indivíduos, com biomassa de 68.367 g nos três sistemas estudados (Piratininga, Itaipu e Saquarema). Adicionalmente, com os dados pretéritos, foi incluída mais uma espécie e quatro gêneros, cujas espécies não foram possíveis de serem identificadas (Tab. 5). Em Saquarema foi coletado o maior número de espécies, totalizando 11, seguida por Itaipu, com sete, e Piratininga e Maricá, com cinco espécies. O número de indivíduos coletados nas lagoas costeiras de Itaipu e Piratininga foi baixo, quando comparado às outras, devido a um esforço amostral diferenciado. O siri *Callinectes danae* foi a espécie mais abundante e com maior biomassa em Itaipu e Saquarema. *Callinectes sapidus* também foi abundante em Maricá e Saquarema. O camarão branco, *Litopenaeus schimitti*, ocorreu em todas as lagoas costeiras do leste fluminense, com maiores abundâncias nas de Maricá e Saquarema, enquanto o camarão rosa, *Farfantepenaeus paulensis*, foi muito abundante na Lagoa de Saquarema. Seguindo este mesmo padrão, o caranguejo catanhão, *Neohelice granulata*, também foi abundante na Lagoa de Maricá (Tab. 5). Todos os crustáceos dominantes nas respectivas lagoas costeiras apresentaram padrões análogos de abundância e peso (g). As demais espécies observadas

Lagoa de Araruama	
Espécies	%
<i>Micropogonias furnieri</i>	32,16 
<i>Eucinostomus gula</i>	13,39 
<i>Eucinostomus argenteus</i>	12,84 
<i>Brevoortia aurea</i>	8,45 
<i>Eugerres brasilianus</i>	5,27 
72,12%	

apresentaram baixa abundância, no entanto, sua presença nos sistemas lagunares evidencia como as comunidades bentônicas destes sistemas estão estruturadas, uma vez que algumas destas espécies são consideradas importantes recursos pesqueiros, além de contribuírem para a complexidade e funcionamento dos ecossistemas (Haimovici *et al.*, 2014; Almeida *et al.*, 2017).

Tabela 5. Lista de espécies coletadas nas lagoas costeiras de Piratininga, Itaipu, Maricá e Saquarema. Número total de indivíduos (N) e Peso total (P) em gramas.

Espécies	Itaipu		Piratininga		Maricá		Saquarema	
	N	P (g)	N	P (g)	N	P (g)	N	P (g)
<i>Alpheus</i> sp.	1	0,6						
<i>Acantholobulus schmitti</i>					2	7,4		
<i>Arenaeus cribarius</i>					1	0,5	2	1,6
<i>Neohelice granulata</i>					450	3761,9	39	54,1
<i>Callinectes bocourti</i>	1	45,1					32	1949,4
<i>Callinectes danae</i>	124	912,9	2	31,6			1981	20959,5
<i>Callinectes ornatus</i>	1	1,6					15	90,4
<i>Callinectes sapidus</i>	15	434,6	4	100,0	289	4830,4	820	39377,2
<i>Callinectes exasperatus</i>							15	969,9
<i>Callinectes</i> sp.	18	35,5	2	0,5				
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i>			3	1,3			5	14,8
<i>Farfantepenaeus paulensis</i>	34	57,3	14	113,9			1708	2647,6
<i>Farfantepenaeus</i> sp.	7	4,8	2	34,3	46	41,7	15	5,8
<i>Litopenaeus schmitti</i>	40	70,1	3	22,3	121	196,0	116	151,3
<i>Portunus</i> sp.	4	0,5						
<i>Ucides cordatus</i>	1	113,4					1	150,4
Total	246	1676,4	30	303,8	909	8837,9	4749	66371,9

## Discussão

Apesar das diferenças com relação a presença de habitats entre as lagoas costeiras, a estrutura da comunidade de espécies de peixes mostrou uma característica comum: a alta dominância de poucas espécies com a presença de muitas espécies raras, com menos de 5% do número de indivíduos capturados. De qualquer forma, é importante ressaltar que as espécies dominantes não se repetem, isto é, cada lagoa costeira tem seu próprio conjunto de espécies dominantes, que deve ter se adaptado melhor às condições dos respectivos habitats de cada lagoa costeira, um tópico de pesquisa a ser elaborado com mais profundidade no futuro. Estas espécies dominantes podem ser consideradas

estruturadoras da comunidade e foram favorecidas no uso dos habitats diferenciados, além de pertencerem a grupos tróficos diferentes, evidenciando a importância destes sistemas como áreas de berçário e/ou criação para diversas espécies, tanto de importância ecológica quanto comercial.

Franco *et al.* (2021) recentemente observaram que a estrutura de grupos tróficos nos sistemas de Maricá, Saquarema e Araruama é altamente influenciada tanto por fatores locais, quanto por fatores ambientais, aliada à alta plasticidade trófica das espécies presentes em cada lagoa costeira. Além disso, estes autores chamam a atenção para a vulnerabilidade destes sistemas em relação aos impactos antrópicos que estão sofrendo, conforme apresentado no Capítulo 2. Como exemplo, os Cyprinodontiformes, peixes popularmente chamados de barrigudinhos (*J. multidentata*, *P. vivipara*, *P. januarius*), dominam nas lagoas costeiras de Piratininga e Maricá, sendo que este grupo é geralmente associado aos processos de eutrofização, devido à sua elevada resiliência e/ou resistência à poluição.

Entre os crustáceos, destacam-se dois grupos de relevante importância econômica para a região leste fluminense: os camarões e os siris. A ocorrência dos camarões dentro das lagoas, principalmente do camarão branco nas lagoas de Maricá e Saquarema, é um bom indicativo do uso destes sistemas como área de criação desta espécie, devido a abertura franca das barras de comunicação com o mar de ambas as lagoas, permitindo que a espécie complete seu ciclo até a fase adulta no seu interior. Já as espécies do gênero *Callinectes*, popularmente conhecidas como siris, sustentam uma atividade de pesca artesanal praticada em todas as lagoas do leste fluminense, e em muitas outras comunidades tradicionais localizadas próximas às regiões estuarinas e/ou lagunares (Mendonça *et al.*, 2010). Além da importância econômica, os crustáceos também apresentam relevante papel ecológico por atuar na ciclagem de nutrientes, convertendo matéria vegetal em detritos. Além disso, a atividade dos caranguejos de escavar galerias pode alterar a química, estrutura, topografia do sedimento e a vegetação dos manguezais, sendo, por isso, considerados engenheiros de ecossistemas.

Tabela 6. Lista de espécies registradas nas diferentes lagoas costeiras do leste fluminense. PI-Piratininga, ITA-Itaipu, MA-Maricá, SA-Saquarema e AR-Araruama (1 = indica a presença da espécie no sistema lagunar).

Espécies de Peixes	PI-ITA	MA	SA	AR	Nome Comum
<i>Achirus lineatus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1	1	Linguado
<i>Anchoa januaria</i> (Steindachner, 1879)	1	1	1	1	Manjubinha
<i>Atherinella brasiliensis</i> (Quoy e Gaimard, 1825)	1	1	1	1	Peixe-rei
<i>Brevoortia aurea</i> (Spix e Agassiz, 1829)	1	1	1	1	Savelha
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	1	1	1	1	Robalo peva
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	1	1	1	1	Robalo flecha
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	1	1	1	1	Carapeba
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird e Girard, 1855	1	1	1	1	Carapicu

Espécies de Peixes	PI-ITA	MA	SA	AR	Nome Comum
<i>Eucinostomus gula</i> (Baird e Girard, 1824)	1	1	1	1	Carapicu
<i>Eucinostomus melanopterus</i> (Bleeker, 1863)	1	1	1	1	Carapicu
<i>Eugerres brasilianus</i> (Cuvier, 1830)	1	1	1	1	Carapeba
<i>Genidens genidens</i> (Cuvier, 1829)	1	1	1	1	Bagre
<i>Jenynsia multidentata</i> (Jenyns, 1842)	1	1	1	1	Barrigudinho
<i>Micropogonias furnieri</i> (Desmarest, 1823)	1	1	1	1	Corvina
<i>Mugil curema</i> Valenciennes, 1836	1	1	1	1	Tainha
<i>Mugil liza</i> Valenciennes, 1836	1	1	1	1	Tainha
<i>Elops smithi</i> McBride, Rocha, Ruiz-Carus & Bowen, 2010	1	1	1	1	Ubarana
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	1	1	1	1	
<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	1	1	1	1	Sardinha cascuda
<i>Ophistonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	1	1	1	1	Sardinha-laje
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch e Schneider, 1801	1	1	1	1	Barrigudinho
<i>Phalloptychus januarius</i> (Hensel, 1868)	1	1	1		Barrigudinho
<i>Cetengraulis edentulus</i> (Cuvier, 1829)	1	1	1		Manjuba
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	1		Tilápia
<i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)		1	1	1	Ubarana
<i>Ctenogobius boleosoma</i> (Jordan & Gilbert, 1882)		1	1	1	Amoré
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	1		1	1	Sargo
<i>Chylomycterus spinosus</i> (Linnaeus, 1758)	1		1	1	Baiacu de espinho
<i>Citharichthys spilopterus</i> Gunther, 1862	1		1	1	Linguado de areia
<i>Diapterus auratus</i> Ranzani, 1842	1		1	1	Carapeba
<i>Microgobius meeki</i> Evermann & Marsh, 1899	1		1	1	
<i>Pogonias cromis</i> (Linnaeus, 1766)	1		1	1	Perumbaba
<i>Sardinella brasiliensis</i> (Steindachner, 1879)	1		1	1	Sardinha verdadeira
<i>Achirus declivis</i> Chabanaud, 1940	1	1			Linguado
<i>Symphurus tessellatus</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1	1			Linguado tapa
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann e Marsh, 1900)			1	1	Manjubinha
<i>Archosargus probatocephalus</i> (Walbaum, 1792)			1	1	Sargo
<i>Bathygobius soporator</i> (Valenciennes, 1837)			1	1	
<i>Cosmocampus elucens</i> (Poey, 1868)			1	1	Peixe cachimbo
<i>Diplodus argenteus</i> (Valenciennes, 1830)			1	1	Marimbá
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1841)			1	1	Agulha-branca
<i>Menticirrhus americanus</i> (Linnaeus, 1758)			1	1	Betara preta

Espécies de Peixes	PI-ITA	MA	SA	AR	Nome Comum
<i>Menticirrhus littoralis</i> (Holbrook, 1847)			1	1	Betara branca
<i>Platanichthys platana</i> (Regan, 1917)			1	1	Sardinha d'água doce
<i>Orthopristis ruber</i> (Cuvier, 1830)			1	1	Corcoroca
<i>Anchovia clupeioides</i> (Swainson, 1839)	1		1		
<i>Anchoviella lepidontostole</i> (Fowler, 1911)	1		1		
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1831	1		1		Xerelete
<i>Centropomus ensiferus</i> Poey, 1860	1		1		Robalo
<i>Citharichthys arenaceus</i> Evermann & Marsh, 1900	1		1		Linguado de areia
<i>Diplectrum radiale</i> (Quoy & Gaimard, 1824)	1		1		Michole
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1		1		Guaivira
<i>Sphoeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)	1		1		Baiacu
<i>Stephanolepis hispidus</i> (Linnaeus, 1766)	1		1		Peixe-porco
<i>Trinectes paulistanus</i> (Miranda Ribeiro, 1915)	1		1		Linguado
<i>Sphoeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900	1		1		Baiacu
<i>Anchoa tricolor</i> (Spix e Agassiz, 1829)	1				Manjubinha
<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	1				Carapau
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linnaeus, 1766)	1				Folha de mangue
<i>Cynoscion leiarchus</i> (Cuvier, 1830)	1				Pescada branca
<i>Haemulon plumierii</i> (Lacepède, 1801)	1				Corcoroca
<i>Oligoplites palometa</i> (Cuvier, 1832)	1				Guaivira
<i>Prionotus punctatus</i> (Bloch, 1793)	1				Cabrinha
<i>Selene vomer</i> (Linnaeus, 1758)	1				Galo de penacho
<i>Stephanolepis setifer</i> (Bennett, 1831)	1				Cangulo
<i>Symphurus plagusia</i> (Bloch & Schneider, 1801)	1				Linguado tapa
<i>Trachinotus carolinus</i> (Linnaeus, 1766)	1				Pampo Verdadeiro
<i>Ulaema lefroyi</i> (Goode, 1874)	1				Carapicu
<i>Uraspis secunda</i> (Poey, 1860)	1				Cara-de-gato
<i>Anchoa filifera</i> (Fowler, 1915)		1			Manjubinha
<i>Caranx bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)		1			Xerelete amarelo
<i>Ctenogobius shufeldti</i> (Jordan & Eigenmann, 1887)		1			Amoré
<i>Ctenogobius stigmaticus</i> (Poey, 1860)		1			Amoré
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Quoy & Gaimard, 1824)		1			Cará
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)		1			Traíra
<i>Poecilia reticulata</i> Peters, 1859		1			Barrigudinho

Espécies de Peixes	PI-ITA	MA	SA	AR	Nome Comum
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linnaeus, 1758)		1			Sernambiguara
<i>Calamus penna</i> (Valenciennes, 1830)			1		Pargo pena
<i>Etropus crossotus</i> Jordan & Gilbert, 1882			1		Linguado
<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)			1		Ariacó
<i>Oligoplites saliens</i> (Bloch, 1793)			1		Guavira
<i>Sphoeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)			1		Baiacu
<i>Strongylura marina</i> (Walbaum, 1792)			1		Agulhão
<i>Strongylura timucu</i> (Walbaum, 1792)			1		Agulha
<i>Syngnathus pelagicus</i> Linnaeus, 1758			1		Peixe-cachimbo
<i>Synodus foetens</i> (Linnaeus, 1766)			1		Traíra do mar
<i>Dactylopterus volitans</i> (Linnaeus, 1758)				1	Coió
<i>Pomatomus saltatrix</i> (Linnaeus, 1766)				1	Anchova
<b>Espécies de Crustáceos</b>					
<i>Callinectes sapidus</i> Rathbun, 1896	1	1	1	1	Siri
<i>Callinectes danae</i> Smith, 1869	1	1	1	1	Siri
<i>Callinectes ornatus</i> Ordway, 1863	1		1		Siri
<i>Callinectes bocourti</i> Milne-Edwards, 1879	1				Siri
<i>Arenaeus cribarius</i> (Lamarck, 1818)		1			Siri pintado
<i>Callinectes exasperatus</i> (Gerstaecker, 1856)			1		Siri
<i>Litopenaeus schmitti</i> (Burkenroad, 1936)	1	1	1	1	camarão-branco
<i>Farfantepenaeus paulensis</i> (Perez-Farfante, 1967)	1	1	1	1	camarões-rosa
<i>Farfantepenaeus brasiliensis</i> (Latreille, 1817)	1		1	1	camarões-rosa
<i>Neohelice granulata</i> (Dana, 1851)		1	1		Caranguejo
<i>Acantholobulus schmitti</i> (Rathbun, 1930)		1			Caranguejo
<i>Hepatus pudibundus</i> (Herbst, 1785)				1	Caranguejo
<b>Total de Peixes</b>	<b>57</b>	<b>36</b>	<b>63</b>	<b>42</b>	
<b>Total de Crustáceos</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	
<b>Total de Espécies</b>	<b>64</b>	<b>43</b>	<b>71</b>	<b>48</b>	



## 5. CICLO DE VIDA DE ESPÉCIES DE IMPORTÂNCIA ECOLÓGICA E ECONÔMICA

*Paulo Roberto Camponez de Almeida, Marcus Rodrigues da Costa, Daniela Hunder de Andrade, Leticia Alvarenga Fernandes Monteiro, Eurico José Giacoia Penetra, Caio de Marco Oliveira do Nascimento, Samara Macedo Pinto, Ana Tereza Rodrigues Ribeiro, Felipe Douglas Mendonça Cadilho, Rebeca Dias de Souza Coutinho, Raiane Oliveira Soares Cirino, Allan Diniz Barbosa, Ana Luiza Bastos, Rafael de Almeida Tubino, Cassiano Monteiro-Neto, Alberto Teodorico Correia, Acácio Ribeiro Gomes Tomás, André Martins Vaz-dos-Santos, Nayara Bento de Oliveira, Pedro Arialdo Gaspechoski da Costa, Tailan Moretti Mattos*

As características e os parâmetros que definem o ciclo de vida das espécies representam janelas através das quais podemos entender como e porque a distribuição e a abundância destas espécies variam tanto no espaço e no tempo. Nos capítulos anteriores, observamos que os ambientes lagunares são ecossistemas importantes para a manutenção da biodiversidade e provimento de serviços ambientais que estimulam a ocupação humana em seu entorno, desde os tempos ancestrais. Além disso, dependendo do contexto ambiental, os processos ecológicos e evolutivos que regulam as populações e assembleias de organismos nestes ambientes favorecem diferencialmente as características de desenvolvimento de uma ou de várias espécies.

Neste sentido, o conhecimento sobre os parâmetros da história de vida nos permitem avaliar como tais espécies se distribuem, sejam elas de importância ecológica ou econômica, que fatores interferem nos seus ciclos de vida para sua maior ou menor abundância, seja em condições naturais, seja em resposta aos impactos de origem antropogênica.

Sabendo que a teoria da história de vida pode nos fornecer explicações evolutivas para o momento dos eventos da vida, devemos nos perguntar, quais seriam efetivamente os parâmetros que nos auxiliam a obter tais respostas? De uma forma geral, a dinâmica populacional nos remete a vários atributos como as tabelas de idade, crescimento, mortalidade, idade reprodutiva e fecundidade como alguns dos parâmetros que nos ajudam a definir não só as características que diferenciam populações, mas também que auxiliam a compreender os momentos de vida de uma determinada espécie em um ambiente particular, como as lagoas costeiras.

A estrutura em tamanho de uma população, por exemplo, nos permite identificar que classes de tamanhos de indivíduos são encontrados nestes ambientes, podendo auxiliar no desenvolvimento de modelos de idade e



crescimento das espécies. Os aspectos reprodutivos nos ajudam a conhecer a idade de primeira maturação e a época de reprodução. O estudo dos hábitos alimentares nos permite avaliar as relações tróficas dentro de um ecossistema, bem como, a trajetória de aquisição e transferência de energia. Neste capítulo vamos apresentar, de modo sintético e sistemático, informações sobre diferentes aspectos da história de vida das principais espécies de peixes e crustáceos de importância ecológica e econômica nas lagoas costeiras do Leste fluminense. Estas informações serão apresentadas em fichas individuais, considerando também estado de conservação, distribuição geográfica da espécie, além de dados de ocorrência, estrutura em tamanho, relações peso-comprimento, reprodução, alimentação e pesca nos sistemas lagunares estudados. Não é nosso objetivo esgotar este assunto, mas proporcionar um guia comparativo da importância de cada sistema para a história de vida das espécies selecionadas.

## Amostragem

Os espécimes das diferentes espécies foram obtidos através de um programa sazonal de amostragem desenvolvido nas lagoas costeiras de Piratininga, Itaipu e Saquarema, entre os meses de junho de 2019 a abril de 2020. Peixes e crustáceos foram capturados utilizando tarrafas (malhas de 5, 12 e 20 mm), redes de arrasto de picaré, arrastão e redes de emalhar. Paralelamente, espécies-alvo capturadas pela pesca artesanal foram adquiridas mensalmente dos pescadores locais em cada uma das lagoas costeiras estudadas, permitindo, assim, a obtenção de indivíduos dos diferentes estratos populacionais (jovens e adultos). Todo o material biológico coletado ou adquirido foi conservado em gelo e conduzido ao laboratório de Biologia do Nécton e Ecologia Pesqueira da Universidade Federal Fluminense para a biometria e amostragem biológica. Para cada indivíduo identificado, foram registrados valores de comprimento total (CT), no caso dos peixes e camarões, e largura do cefalotórax (LC), no caso dos siris, além do peso total individual (PT, g). Apenas para os peixes, após a dissecação, foi feita a identificação macroscópica do sexo e dos estágios de maturação (imaturo; em desenvolvimento; desovante capaz (maduro); desovado em regeneração) de acordo com Brown-Peterson *et al.* (2011). Para o cálculo de índices reprodutivos que indicam a dinâmica reprodutiva das espécies, também foram obtidos valores de peso eviscerado (Pe, g), o peso das gônadas (Pg, g) e do fígado (Pf, g).

## Análise dos dados

**Estrutura em tamanho:** foram utilizados os dados de comprimento total dos indivíduos capturados nos quatro sistemas lagunares. As frequências de comprimento foram analisadas separadamente entre os sistemas lagunares, com intervalos de classe de dois centímetros CT para os peixes, e dez milímetros LC para os crustáceos (siris e camarões).

**Crescimento relativo:** foi avaliado para peixes e camarões a partir do cálculo da relação peso-comprimento total, estimada a partir dos dados biométricos, sendo expressa como  $PT = a.CT^b$ , onde: PT é o peso total, CT é o comprimento total, *a* e *b* são parâmetros relacionados ao tipo de crescimento dos indivíduos. Para cada parâmetro *b* estimado foi realizado um teste *t* de Student para avaliar

a hipótese de crescimento isométrico ( $b = 3$ ) ou alométrico ( $b \neq 3$ ) (Zar, 1984). Para os siris foi utilizada a relação peso-largura da carapaça (LC, mm).

**Índices reprodutivos para os peixes:** o peso das gônadas e do fígado obtidos foram utilizadas nos cálculos dos índices gonadossomático (IGS) e hepatossomático (IHS), respectivamente, que auxiliam na indicação do desenvolvimento gonadal e identificação do período reprodutivo. O IGS foi calculado utilizando o peso eviscerado (Pe) e peso da gônada (Pg), segundo a fórmula:  $IGS = (Pg/Pe) \times 100$ . O índice hepatossomático foi calculado para avaliar possíveis relações entre a reprodução e o estoque de energia armazenado no fígado através da equação  $IHS = (Pf/Pe) \times 100$ . O fator de condição relativo (Kn), indicador quantitativo do grau de hígidez ou de bem-estar do peixe em condições normais apresenta valor teórico igual a 1 e qualquer evento que interfira na saúde ou bem estar do peixe, pode produzir variações neste valor. O Kn corresponde ao quociente entre o peso observado e peso esperado para determinado comprimento, i.e.,  $Kn = P_{obs}/P_{esp}$  ou  $PT/a.CT^b$ . O período reprodutivo foi estabelecido com base na análise conjugada mensal da variação dos índices reprodutivos de cada espécie.

**Alimentação:** a importância dos itens alimentares na dieta das espécies foi avaliada a partir da análise do conteúdo estomacal dos indivíduos coletados nas lagoas costeiras de Piratininga, Itaipu e Saquarema. Tais órgãos foram dissecados e os índices alimentares (representação gráfica do conteúdo alimentar dos peixes) expressos com base na frequência relativa de ocorrência dos itens alimentares identificados nos estômagos cheios dos indivíduos. Informações complementares sobre a dieta das espécies foram agregadas com base na literatura.

*Nas fichas apresentadas a seguir, utilizamos as seguintes siglas:*

SL - Sistema Lagunar  
LP - Lagoa de Piratininga  
LI - Lagoa de Itaipu  
LP-I - Lagoas de Piratininga-Itaipu  
LM - Lagoa de Maricá  
LS - Lagoa de Saquarema  
LA - Lagoa de Araruama  
CT - Comprimento Total  
LC - Largura do Cefalotórax  
IGS - Índice Gonadossomático  
IHS - Índice Hepatossomático  
Kn - Fator de condição relativo  
DP - Desvio Padrão  
MOD - Matéria Orgânica Digerida  
NI - Não Identificado

## HISTÓRIA DE VIDA

Esta é uma espécie de peixe demersal pertencente à família Sciaenidae que se distribui ao longo de todo Atlântico Ocidental, desde a Nova Escócia (EUA) até a Argentina (Rubio *et al.*, 2018). Possui hábito estuarino oportunista, sendo encontrada com frequência em baías e lagoas costeiras (Murphy & Taylor, 1989). Apresenta crescimento lento, podendo atingir mais de 100 cm de comprimento e 43 anos de idade (Jones & Wells, 1998; Beckman *et al.*, 1990).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Ocorre em todos os sistemas lagunares do leste fluminense, com maiores abundâncias nas lagoas costeiras ligadas permanentemente com o mar, especialmente nas LS e LA. Entre junho de 2019 e abril de 2020 foram capturados 402 indivíduos nas LS (145) e LA (257), posteriormente sendo processados para obtenção dos parâmetros de história de vida.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Os indivíduos capturados variaram entre 12,4 e 52,0 cm de CT, e apresentaram médias de 31,7 ( $\pm 6,7$  DP) cm na LS e 31,3 ( $\pm 5,5$  DP) cm na LA. Na LS, as maiores frequências de indivíduos foram registradas entre as classes de 24 e 30 cm, enquanto na LA, a maioria dos indivíduos foi registrada entre as classes de 28 e 32 cm (Fig. 1). Registros feitos por pescadores lagunares indicam capturas esporádicas de indivíduos de mais de 60 cm.

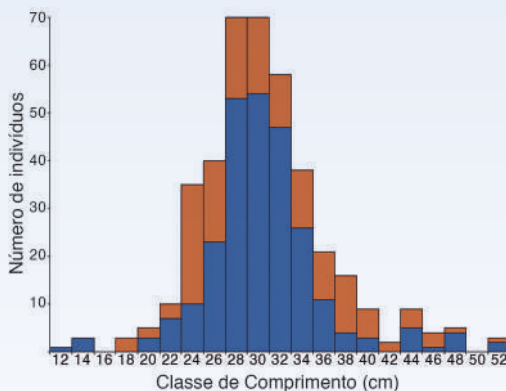


Figura 1. Distribuição de frequências de CT por classes de tamanho de perumbebas nas LS (laranja) e LA (azul).

## RELAÇÃO PESO COMPRIMENTO

A espécie apresenta crescimento alométrico negativo nas duas lagoas avaliadas. Na LS  $a = 0,0223$ ,  $b = 2,8887$ ,  $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$  e na LA  $a = 0,0173$ ,  $b = 2,9001$ ,  $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,0001$  (Fig. 2).

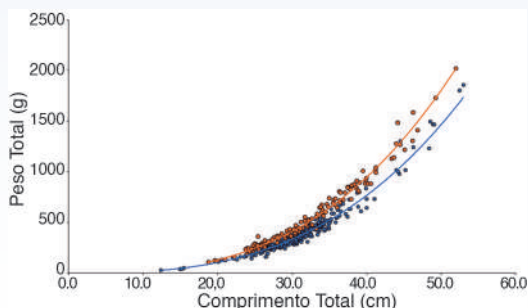


Figura 2. Curvas de relação peso-comprimento para os indivíduos de perumbebas nas LS (laranja) e LA (azul).

## REPRODUÇÃO

Os índices reprodutivos (IGS e Kn) evidenciam picos na primavera e no verão na LS. A maior média de IGS foi registrada em setembro, e de Kn em abril. Já na LA, foram registrados picos no inverno e no verão, com as maiores médias de IGS em junho, e de Kn em janeiro (Fig. 3A e 3B).

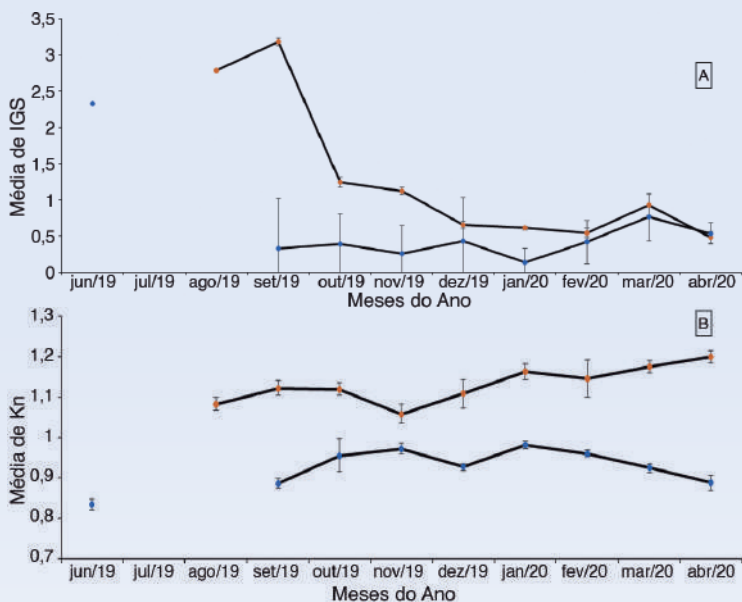


Figura 3. Variação mensal nos valores médios de (A) IGS e (B) Kn de perumbebas capturadas na LS (laranja) e LA (azul). As barras verticais indicam erro padrão.

## ALIMENTAÇÃO

A avaliação da composição alimentar mostrou diferenças marcantes na dieta da espécie nas LS e LA. Enquanto moluscos gastrópodes representaram o item alimentar mais importante na LS, as cracas figuraram como o principal item alimentar na LA, indicando um hábito alimentar voltado para o consumo de presas bentônicas (Fig. 4).

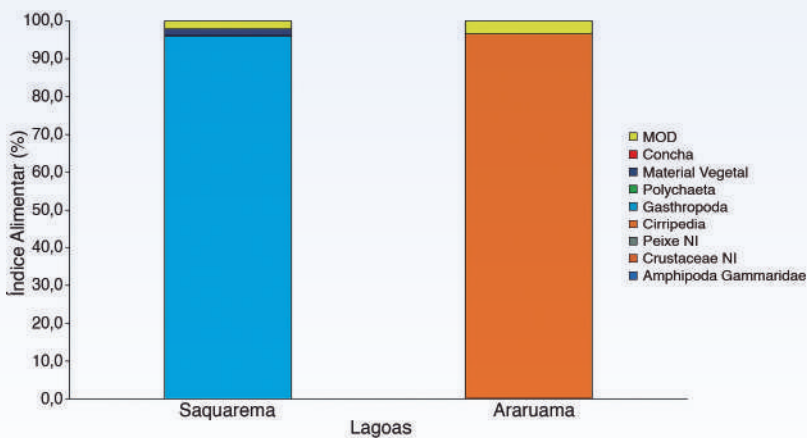


Figura 4. Importância relativa dos itens alimentares na dieta de perumbeba nas LS e LA.

## PESCA

É um importante recurso pesqueiro nas LS e LA, onde são capturadas principalmente com redes de emalhar, nas modalidades de lance e cerco. Pode ser capturada ao longo de todo o ano, mas apresenta maiores abundâncias entre o verão e a primavera. Séries históricas da LA indicam grandes variações interanuais.

## HISTÓRIA DE VIDA

Espécie com ampla distribuição geográfica, ocorrendo nas zonas costeiras do Atlântico Ocidental (Muller & Taylor, 2000). É considerado um peixe anfídromo, que pode habitar ambientes de água doce, salobros e marinhos ao longo da sua vida, para alimentação e reprodução (Ley *et al.*, 2009). Apresenta comportamento predador carnívoro e biologia reprodutiva especial. É uma espécie hermafrodita protândrica, se apresentando primeiramente como macho e se tornando fêmea posteriormente (Taylor *et al.*, 2000). Pode atingir até 140 cm e mais de 30 anos de idade (Lieske & Myers, 1994; Hugg, 1996; Ximenes-Carvalho *et al.*, 2007).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Ocorrem em todas as lagoas do leste fluminense. São mais abundantes em lagoas costeiras com maior contribuição de água doce, como a LM. Foi capturado um total de 431 indivíduos (41 na LP-I, 123 na LM, 213 na LS e 54 na LA) entre junho de 2019 e março de 2020. Todos foram biometrados e processados para obtenção de seus parâmetros de história de vida.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Os indivíduos variaram entre 13,6 e 67,2 cm de CT, com médias de 34,4 ( $\pm 12,2$  DP) cm na LP-I, 35,7 ( $\pm 8,7$  DP) cm na LM, 34,9 ( $\pm 8,2$  DP) cm na LS e 32,2 ( $\pm 6,5$  DP) cm na LA. O sistema lagunar de Piratininga-Itaipu apresentou as maiores frequências de indivíduos entre as classes de 22 e 26 cm CT, na LM na classe de 28 cm, na LS na classe de 36 cm e na LA, nas classes de 32 e 34 cm (Fig. 1). O maior peixe foi registrado na LM, com 66 cm.

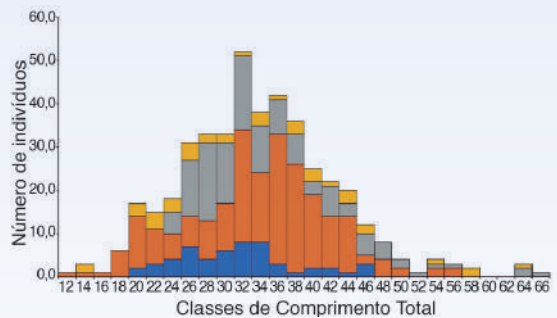


Figura 1. Distribuição de frequências de CT por classes de tamanho de robalo-flecha na LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## RELAÇÃO PESO COMPRIMENTO

A espécie apresentou crescimento alométrico positivo nos quatro sistemas avaliados, onde na LP-I:

$a = 0,0032$ ,  $b = 3,2567$ ,  
 $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$ ;  
 LM:  $a = 0,0053$ ,  $b = 3,1223$ ,  
 $R^2 = 0,99$  e  $p < 0,0001$ ;  
 LS:  $a = 0,0044$ ,  $b = 3,1736$ ,  
 $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$ ;  
 LA:  $a = 0,0018$ ,  $b = 3,4154$ ,  
 $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$  (Fig. 2).

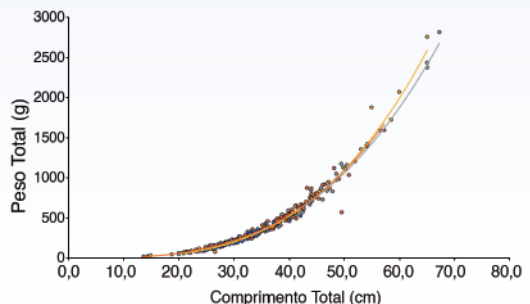


Figura 2. Curvas de relação de peso-comprimento de *Centropomus undecimalis* nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## REPRODUÇÃO

Os índices reprodutivos (IGS e Kn) indicam que os indivíduos desta espécie utilizam os ambientes lagunares para alimentação e acúmulo de energia. Os valores de IGS muito baixos sugerem que a espécie não utiliza os sistemas lagunares para desova (Fig. 3A e B). No entanto, elevados valores de Kn (>1) evidenciam boas condições dos peixes em todas as lagoas, fortalecendo a hipótese de uso do hábitat como área de criação.

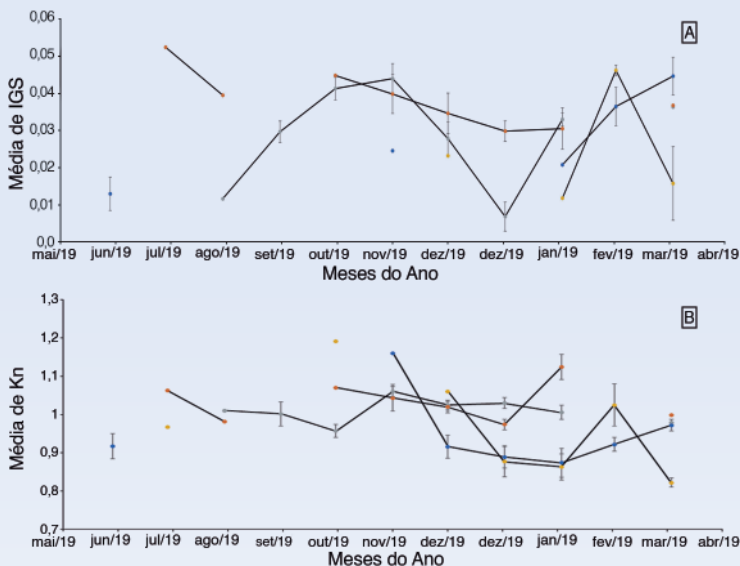


Figura 3. Variação mensal nos valores médios de (A) IGS e (B) Kn de robalo-flecha capturados nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul). As barras verticais indicam erro padrão.

## ALIMENTAÇÃO

Os peixes de pequeno porte e de hábito demerso-pelágico foram as principais presas consumidas nos SL analisados, indicando um comportamento típico de um predador carnívoro-piscívoro. Além de peixes como presas principais, também foi registrado o consumo de caranguejos (*Neohelice granulata*) e camarões, notadamente nas LP-I (Fig. 4).

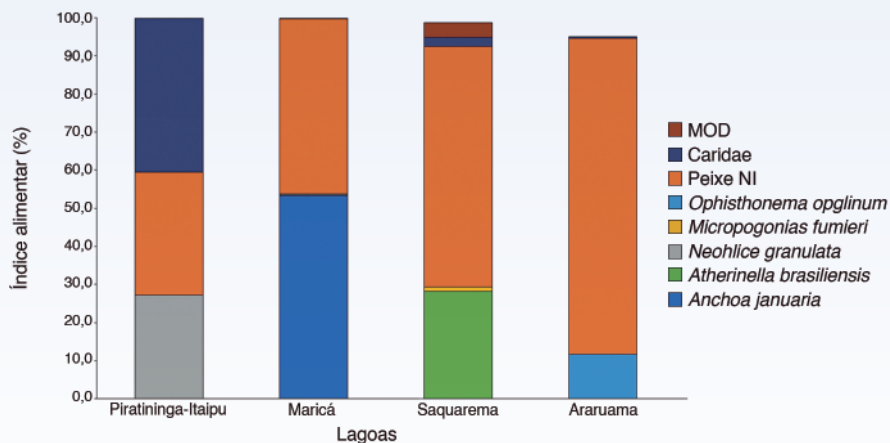


Figura 4. Importância relativa dos itens alimentares na dieta de robalo-flecha nas LP-I, LM, LS e LA.

## PESCA

Tanto o robalo-flecha (*C. undecimalis*) quanto o robalo-peva (*C. parallelus*) são espécies de grande importância para a pesca lagunar. Possuem valor de mercado superior as demais espécies capturadas nestes ambientes e representam uma boa alternativa de renda para os pescadores. É especialmente importante nas pescarias desenvolvidas nas LI e LM, onde são capturados principalmente com redes de emalhar.

## HISTÓRIA DE VIDA

Peixe da família Elopidae que se distribui amplamente ao longo da zona costeira do Atlântico Ocidental (Santos-Martínez & Arboleda, 1993). Apresenta hábito pelágico e comportamento carnívoro. É considerada como estuarino-dependente (Andrade-Tubino *et al.*, 2008), onde pressupõe-se que agregações reprodutivas ocorram no mar, com as larvas da espécie (leptocéfalas) se deslocando para ambientes estuarinos, onde os juvenis se desenvolvem (Thompson & Deegan, 1982; Frimodt, 1995). Na literatura, é reportada como espécie de crescimento lento, com comprimentos máximos teóricos bem inferiores aos comprimentos máximos aqui observados, sugerindo uma estrutura em idade e crescimento diferentes. Podem atingir 100 cm de comprimento e nove anos de idade (Claro, 1994).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Ocorrem em abundância em todas as lagoas do leste fluminense. Entre junho de 2019 e abril de 2020 foram capturados 1.008 indivíduos nas LP-I (270), LM (117), LS (385) e LA (236).

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Os indivíduos variaram entre 4,5 e 62,3 cm de CT, com médias e desvio padrão de 24,8 ( $\pm 7,4$  DP) cm na LP-I, 29,5 ( $\pm 6,7$  DP) cm na LM, 28,5 ( $\pm 5,0$  DP) cm na LS e 32,1 ( $\pm 7,8$  DP) cm na LA. Na LP-I, as maiores frequências de indivíduos foram registradas entre as classe de 24 e 26 cm. Na LS, a maior frequência esteve na classe de 28 cm, e na LA, nas classes de 30 e 32 cm (Fig. 1). O maior exemplar foi registrado na LA, com 62,3 cm, na primavera. Costa *et al.* (2021) identificaram variações significativas de tamanho entre lagoas, não detectáveis quando analisadas seguindo a sequência geográfica, o que sugere um gradiente de comprimentos com exemplares menores na LP-I e maiores na LA.

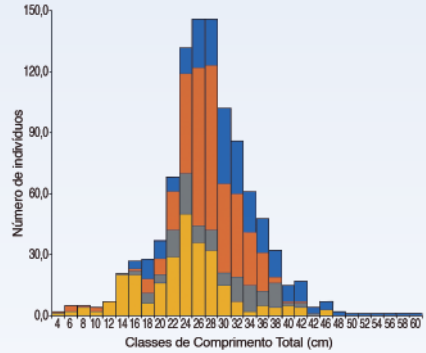


Figura 1. Distribuição de frequências de CT por classes de tamanho de ubarana nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## RELAÇÃO PESO COMPRIMENTO

A espécie apresentou crescimento alométrico positivo em todas as lagoas. Nas LP-I:  $a = 0,003$ ,  $b = 3,1758$ ,  $R^2 = 0,94$  e  $p < 0,001$ ; LM:  $a = 0,0029$ ,  $b = 3,1884$ ,  $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,0001$ ; LS:  $a = 0,0016$ ,  $b = 3,3391$ ,  $R^2 = 0,94$  e  $p < 0,001$ ; LA:  $a = 0,0023$ ,  $b = 3,1857$ ,  $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,0001$  (Fig. 2). Para todas as lagoas, o padrão de crescimento foi similar ao observado por Oliveira *et al.* (2021).

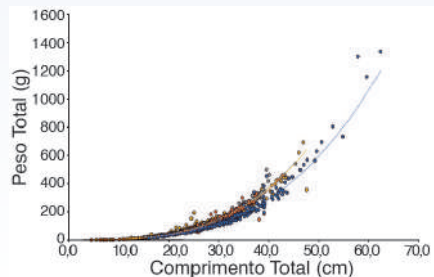


Figura 2. Curvas de relação de peso-comprimento de *Elops smithi* nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## REPRODUÇÃO

Os índices obtidos (IHS e Kn) indicam que os indivíduos da espécie utilizam os ambientes para alimentação e acúmulo de energia, com os principais picos de IHS na LP-I no inverno e verão, LM no verão e outono, LS no inverno e primavera, e na LA no inverno e verão (Fig. 3A). Já a condição dos peixes apresentou um padrão semelhante para as LP-I e LM nos meses de verão enquanto na LS a melhor condição ocorreu nos meses de primavera e início do verão. Na LA, a melhor condição da espécie foi observada na transição da primavera para o verão (Fig. 3B). As variações temporais observadas em ambos os índices reforçam a hipótese de uso do hábitat como área de criação para a espécie.

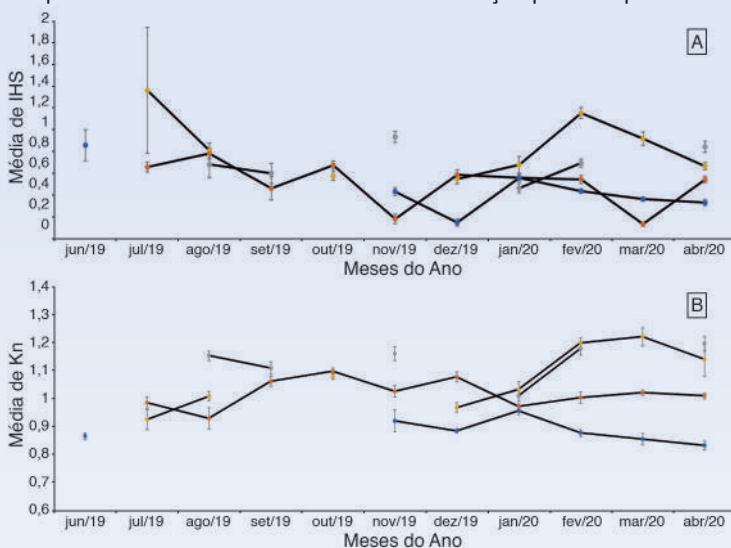


Figura 3. Variação mensal nos valores médios de (A) IHS e (B) Kn de ubarana nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul). As barras verticais indicam erro padrão.

## ALIMENTAÇÃO

Os principais itens alimentares consumidos pela ubarana nas lagoas costeiras estudadas são peixes, com especial destaque para manjubas (*Anchoa januaria*). Além dos peixes, foi registrado o consumo de poliqueta e camarões (Fig. 4), indicando um comportamento carnívoro.

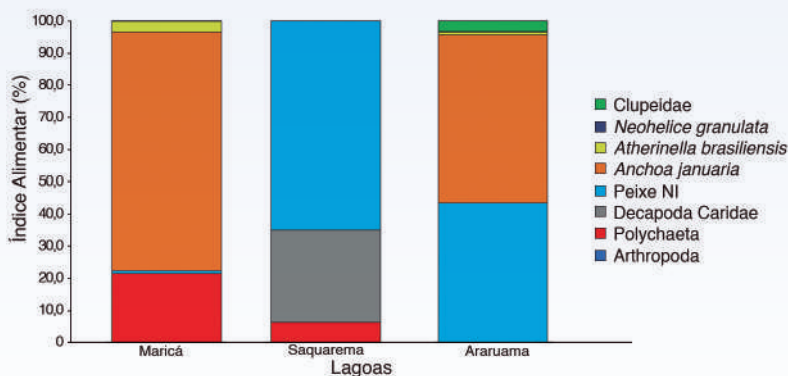


Figura 4. Importância relativa dos itens alimentares na dieta de ubarana nas LM, LS e LA.

## PESCA

Nos ambientes, estudados a ubarana apresenta pouca importância comercial, participando timidamente da produção pesqueira lagunar. Em contrapartida, exemplares maiores e adultos, que ocorrem em áreas de mar aberto, apresentam relevância em pescarias.



## HISTÓRIA DE VIDA

Peixe marinho-visitante/opportunista e onívoro. É a maior espécie da família Gerreidae (Eiras-Stofella & Chavert-Almeida, 2000; Santos & Rocha, 2007; Andrade-Tubino *et al.*, 2008). Se distribui desde o sul dos Estados Unidos ao sul do Brasil. É um dos recursos demersais mais abundantes e importantes em lagoas costeiras (Menezes & Figueiredo, 1980), onde é capturado na pesca artesanal. Pode atingir até 50 cm de comprimento e nove anos de idade (García-Arteaga *et al.*, 1997).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Ocorre nos quatro SLLF, contudo é menos abundante na LM. Foram capturados um total de 689 indivíduos entre junho de 2019 e maio de 2020 nas LP-I (157), LM (40), LS (136) e LA (256), posteriormente sendo biometrados e processados para obtenção dos parâmetros de história de vida.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Os indivíduos variaram entre 4,8 e 39,0 cm de CT. Os comprimentos médios registrados nas LP-I foi de 17,7 ( $\pm 5,2$  DP) cm, na LM foi de 20,2 ( $\pm 2,5$  DP) cm, na LS foi de 22,1 ( $\pm 3,61$  DP) cm e na LA foi de 26,8 ( $\pm 4,7$  DP) cm. Na LP-I, a espécie apresentou maior frequência de ocorrência nas menores classes de tamanho, na LS nas classes intermediárias (entre 8 e 10 cm), na LA nas classes a partir de 11,0 cm, e na LM com frequências apenas nas classes entre 6,0 e 11,0 cm (Fig. 1). O maior peixe foi registrado na LA, com 39,0 cm CT.

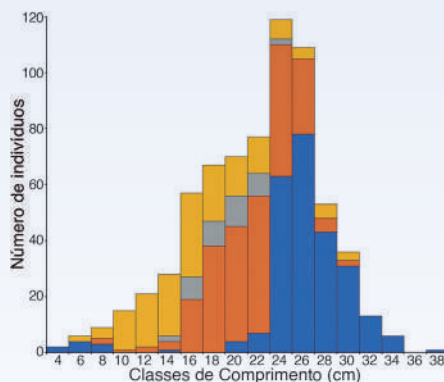


Figura 1. Distribuição de frequências de CT por classes de tamanho de carapeba nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## RELAÇÃO PESO COMPRIMENTO

A espécie apresentou crescimento alométrico positivo em três dos sistemas avaliados:  
LP-I:  $a = 0,0077$ ,  $b = 3,1697$ ,  $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$ ;  
LS:  $a = 0,008$ ,  $b = 3,1882$ ,  $R^2 = 0,98$  e  $p < 0,0001$ ;  
e LA:  $a = 0,0052$ ,  $b = 3,2552$ ,  $R^2 = 0,93$  e  $p < 0,0001$ .  
Na LM foi registrado crescimento alométrico negativo:  
 $a = 0,0197$ ,  $b = 2,9059$ ,  $R^2 = 0,92$  e  $p < 0,0001$  (Fig. 2).

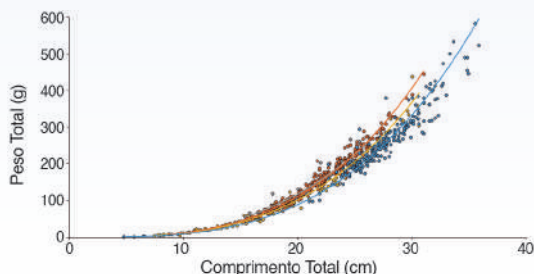


Figura 2. Relação peso-comprimento para os indivíduos de carapeba nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul).

## REPRODUÇÃO

O índice de IGS utilizado para sugerir o período de reprodução das carapebas apresentou maiores valores no período de verão (dezembro/19 e março/20) na LP-I. Na LM, os maiores valores deste índice foram observados durante o inverno e verão (agosto/19, setembro/19 e fevereiro/20), enquanto na LS foram na primavera e verão (novembro/19 – fevereiro/20). Já na LA foram observados três picos reprodutivos durante o inverno, primavera e outono (junho/19, outono, novembro/19, março, abril/20) (Fig. 3A). As melhores condições dos peixes foram registradas nos meses julho/19 e dezembro/19 na LP-I, novembro/19 e fevereiro na LM, outubro/19 na LS, outubro/19, novembro/19 e janeiro/20 na LA (Fig. 3B). De modo geral, a espécie apresenta desova parcelada.

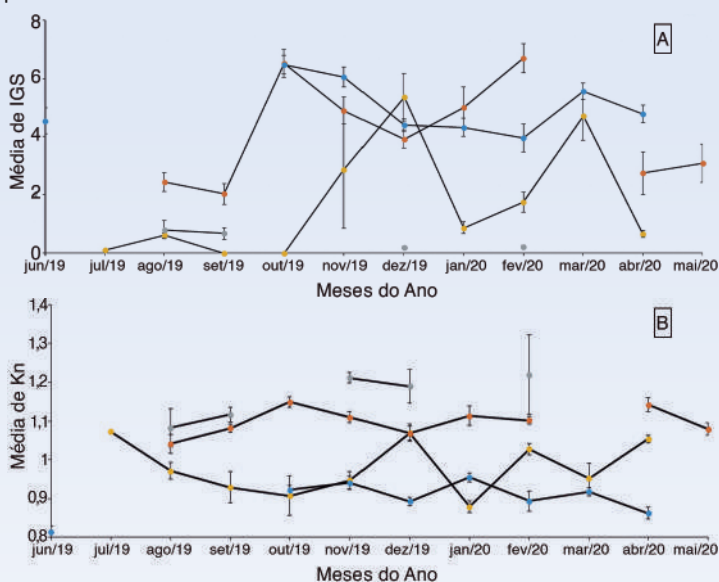


Figura 3. Variações mensais nos valores médios de (A) IGS e (B) Kn de carapeba em nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul). As barras verticais indicam erro padrão.

## ALIMENTAÇÃO

O item alimentar mais importante na dieta desta espécie na LS foi poliqueta. Também foi registrado o consumo de outros itens bentônicos com menor importância, indicando um comportamento alimentar onívoro bentívoro (Fig. 4).

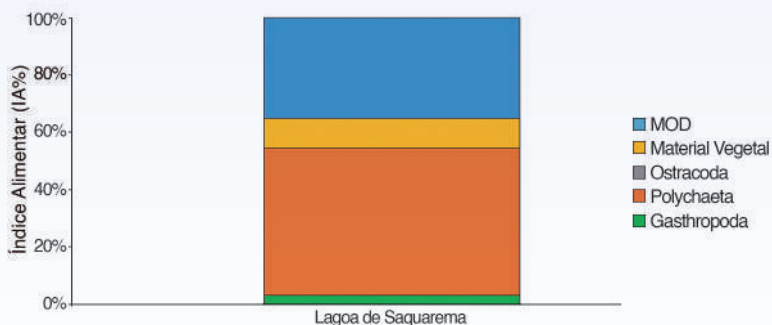


Figura 4. Importância relativa dos itens alimentares na dieta de carapeba na LS.

## PESCA

Tem importância comercial nas pescarias lagunares, especialmente na LA onde participa com cerca de 30% da produção anual e atingem os maiores tamanhos. É capturada principalmente por pescarias de cerco e redes de emalhar (mijuada). Também aparece com alguma representatividade nas pescarias realizadas na LS, onde contribui com cerca de 10% da produção total.

# TILÁPIA OU TILÁPIA DO NILO

*Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758)

STATUS DE CONSERVAÇÃO  
ICMBio: Não avaliado  
IUCN: Pouco preocupante (LC)

## HISTÓRIA DE VIDA

Uma das espécies conhecidas popularmente como tilápia, que pertence a família Cichlidae. É um peixe de água doce que pode sobreviver em uma grande amplitude de salinidade, apresentando hábito alimentar onívoro além de um longo período reprodutivo (Oliveira *et al.*, 2007). Possuem maturidade sexual precoce com ciclo de vida curto, com as fêmeas incubando seus ovos na boca como proteção à prole (Mendes & Carvalho, 2016). Nativa da África, está distribuída em diversos países, onde foi introduzida pela na aquicultura ou para aumentar a produtividade pesqueira em ambientes naturais. Foi introduzida no Brasil na década de 1970, sendo considerada hoje como uma importante espécie para a produção de pescado no século XXI (Andrade & Yasui, 2003; Honorato *et al.*, 2013). Pode alcançar até 60 cm de comprimento e viver até nove anos (Eccles, 1992; Noakes & Balon, 1982).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

A tilápia ocorre nas LP-I, LM e LS. E contudo, é menos abundante nos compartimento das lagoas com salinidade mais elevada. Entre julho de 2019 e abril de 2020 foram capturados 342 indivíduos. LP-I (151), LM (166) e na LS (25).

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Os indivíduos variaram entre 5,8 e 38,0 cm de CT. Médias de 16,7 ( $\pm 5,9$  DP) cm na LP-I, 22,0 ( $\pm 3,8$  DP) cm na LM e 21,4 ( $\pm 2,9$  DP) cm na LS. A LP-I apresentou as maiores frequências nas classes menores (até 17 cm), enquanto na LM as maiores frequências foram registradas nas classes a partir de 18 cm. Na LS, poucos indivíduos estiveram entre 16 e 25 cm (Fig. 1). O maior indivíduo foi capturado na LM, com 38 cm.

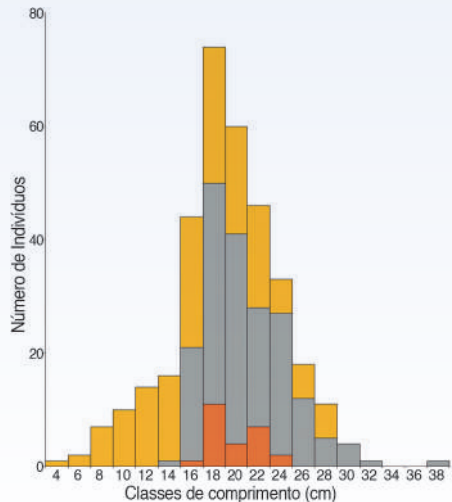


Figura 1. Distribuição de frequências de CT por classes de tamanho de tilápia nas LP-I (amarelo), LM (cinza) e LS (laranja).

**RELAÇÃO  
PESO  
COMPRIMENTO**

A espécie apresentou crescimento alométrico positivo na LP-I:

$\alpha = 0,0177$ ,  $b = 3,0753$ ,  
 $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,0001$ ;  
e alométrico negativo na LM:  
 $\alpha = 0,0312$ ,  $b = 2,896$ ,  
 $R^2 = 0,96$  e  $p < 0,0001$ ;  
e LS:  
 $\alpha = 0,0485$ ,  $b = 2,7378$ ,  
 $R^2 = 0,85$  e  $p < 0,0001$  (Fig. 2).

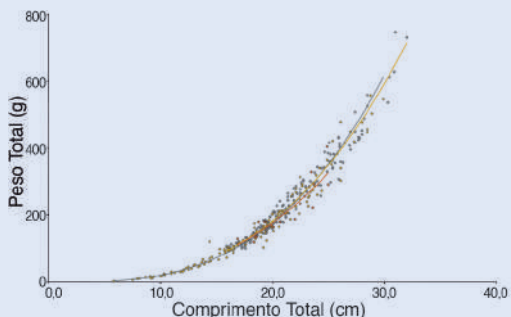


Figura 2. Curvas de relação peso-comprimento para os indivíduos de tilápia nas LP-I (amarelo), LM (cinza) e LS (laranja).

**REPRODUÇÃO**

O IGS evidenciou picos na primavera para os três sistemas lagunares, sendo no mês de outubro de 2019 com maior média para LP-I, novembro de 2019 para LM e setembro de 2019 para LS. Já o Kn teve picos na primavera, com maior média em novembro de 2019 para LP-I e LM, enquanto LS teve pico no outono, com maior média no mês de abril de 2020 (Fig. 3A e 3B).

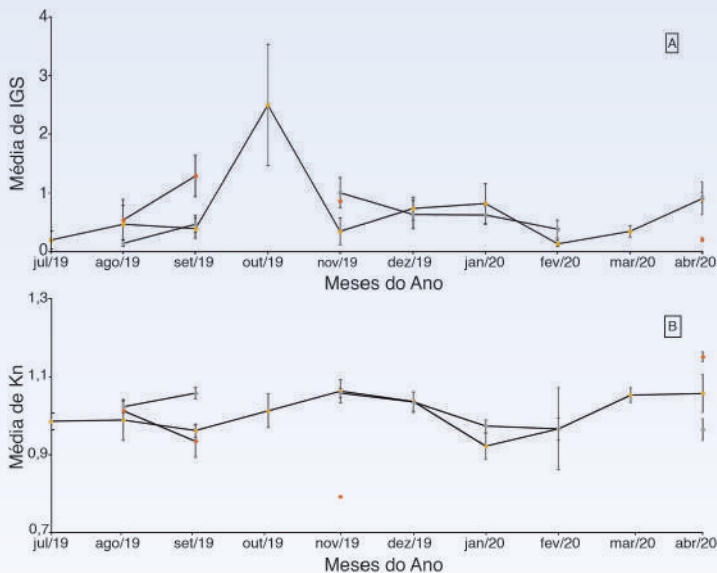


Figura 3. Variações mensais nos valores médios de (A) IGS e (B) Kn de tilápia em nas LP-I (amarelo), LM (cinza), LS (laranja) e LA (azul). As barras verticais indicam erro padrão.

**ALIMENTAÇÃO**

Baseada essencialmente no consumo de matéria orgânica depositada no substrato no fundo das lagoas costeiras, caracterizando a espécie como detritívora. Além de detrito foram registrados pequenos fragmentos de algas filamentosas em alguns estômagos.

**PESCA**

Tem importância para a pesca lagunar em todos os sistemas que ocorre com abundância, com destaque na LP, onde participa com cerca de 70% da produção total e na LM, onde contribui com cerca de 10%. Sua captura é realizada principalmente com redes de espera e tarrafa.

## HISTÓRIA DE VIDA

É um crustáceo da família Portunidae com ampla distribuição geográfica, desde o Atlântico Ocidental, nos Estados Unidos (costa Leste), até a Argentina. No Atlântico Oriental, está presente no Mar do Norte, Mediterrâneo, Mar Adriático, Mar Negro. No Indo-Pacífico, ocorre na costa do Japão (Melo, 1996). Nas lagoas do Leste Fluminense está presente em todos os sistemas. Uma característica marcante é a coloração alaranjada da extremidade das quelas, com exceção dos machos, que adquirem tons azulados nas extremidades quando adultos (Austin, 1974). Sendo uma das maiores espécies do gênero, são mais atraentes para a pesca. Habita preferencialmente em águas de baixa salinidade e substrato lamoso, em regiões estuarinas, como os sistemas lagunares. Podem, porém, ocorrer em profundidades de até 90 m em mar aberto (Melo, 1996). Sua desova ocorre frequentemente na primavera e no início do verão, podendo ocorrer mais de uma ao ano. A estimativa de ovos varia de 700 mil a 8 milhões por desova (Austin, 1974; Branco & Avilar, 1992; Rodrigues & D’Incao, 2018).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Esta é uma espécie bastante abundante nos sistemas lagunares e baías do Sudeste, frequentemente capturada como *bycatch* nas pescarias com rede de espera em todos esses sistemas. Entre junho de 2019 e dezembro de 2020, foram coletados 839 indivíduos durante as campanhas de amostragem nas LP-I (19) e LS (820). Apesar da sua maior ocorrência nas regiões mais internas da LS, onde é registrada menor salinidade e substrato lamoso, se distribui por praticamente todas as áreas, porém, com menor abundância na região do canal de conexão com o mar.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

Na LS, o tamanho (LC) das fêmeas variou de 11,4 a 156,6 mm; média de 84,5 ( $\pm 32,7$  DP) mm. Os maiores picos modais ocorreram entre as classes 50 e 80 mm, onde também foi observada maior abundância. O comprimento dos machos variou de 20,7 a 143,2 mm; média de 80,8 ( $\pm 32,6$  DP) mm (Fig. 1) e os maiores picos modais também foram observados entre as classes 50 e 80 mm.

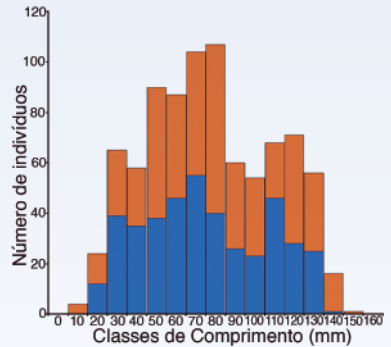


Figura 1. Distribuição das frequências de largura do cefalotórax do *Callinectes sapidus* na LS. Machos (azul), Fêmeas (laranja), N = 820.

## RELACÃO PESO COMPRIMENTO

Na LS, as fêmeas apresentaram crescimento alométrico negativo, com os valores:  $a = 0,00022$ ,  $b = 2,791$ ,  $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,01$ . Já os machos, apresentaram crescimento isométrico:  $a = 0,0000845$ ,  $b = 2,972$ ,  $R^2 = 0,96$  e  $p < 0,01$  (Fig. 2).

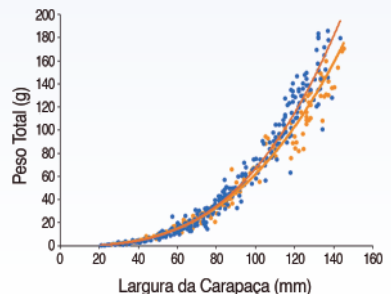


Figura 2. Relação peso-comprimento para fêmeas (laranja) e machos (azul) do *Callinectes sapidus* na LS, N = 456.

## REPRODUÇÃO

Os machos se mantêm nas zonas interiores do estuário, com tendência a migrar para as mais internas, onde a salinidade é mais baixa, enquanto as fêmeas vivem mais próximas à desembocadura do estuário, devido aos processos reprodutivos e migratórios. As fêmeas migram para o interior dos estuários, onde irão acasalar. O esperma, transferido para as fêmeas, fica armazenado na espermateca para que seja utilizado na fecundação dos óvulos. Se o acasalamento ocorrer no final do verão, a fêmea pode reter espermatóforos suficientes para dois ciclos reprodutivos (Rodrigues & D’Incao, 2018). Após a fecundação, as fêmeas, já com a massa ovígera no abdômen, migram novamente para a desembocadura de estuários e lagoas, onde desovam durante o período noturno, seguindo o fluxo da maré vazante (Tankersley *et al.*, 1998; Branco & Avilar, 1992). Em um ciclo reprodutivo, a fêmea pode carregar de 700 mil a 8 milhões de ovos (Fig. 3).



Figura 3. Fêmeas ovadas de *Callinectes sapidus* em diferentes estágios reprodutivos. Ovos com cor alaranjada-escura (estágio III), o pigmento ocular do embrião se torna visível; ovos com tonalidade marrom (estágio IV), o embrião já possui apêndices; e coloração cinza-escuro (estágio V), a larva está pronta para eclodir.

## ALIMENTAÇÃO

Sua alimentação é bem diversificada, moluscos, pequenos crustáceos, anelídeos, restos de insetos, e até pequenos peixes podem figurar como presas, além de plantas aquáticas. Indivíduos adultos são considerados onívoros-opportunistas, enquanto os jovens apresentam hábito generalista-opportunista (Oliveira *et al.*, 2006).

## PESCA

O siri-azul é um recurso pesqueiro importante para diversas regiões, sendo explorado em estuários e baías de toda costa leste do continente americano, especialmente na América do Norte, ou como subproduto da pesca de outros peixes e crustáceos, principalmente do camarão (Branco & Fracasso, 2004). No Brasil, existem poucos trabalhos científicos voltados para sua pesca. Nos SLLF, ganhou importância como alternativa de renda devido às baixas safras de pesca do camarão e da tainha. Na LS, as pescarias chegam a render até 60 kg em um dia bom e a comercialização do siri-azul de casca mole (período de ecdise) pode render até R\$80,00/kg. Na LM, a pesca do siri-azul teve seus maiores rendimentos em junho de 2019 e abril de 2020 (Fig. 4), porém, a produção não chega a alcançar os níveis de produção e mercado observados na LS. Mesmo apresentando elevada biomassa nos demais sistemas, a pressão de pesca sobre *C. sapidus* é menor devido ao baixo valor de mercado praticado, tornando a exploração pouco atraente.



Figura 4. Rendimento pesqueiro de *Callinectes sapidus* nas Lagoas de Maricá, Barra e Padre.

## HISTÓRIA DE VIDA

Da família Portunidae, ocorre no Atlântico Ocidental, desde as Bermudas, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Brasil (Pará, Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul) até a Argentina (Melo, 1996). Nas lagoas costeiras do Leste Fluminense está presente em todos os sistemas. É uma espécie eurihalina que habita águas salobras (manguezais e estuários) e marinhas (mar aberto), desde a zona costeira até 75 m de profundidades, onde as fêmeas atingem a maturidade sexual e, provavelmente, realizam a desova (Severino-Rodrigues *et al.*, 2018). Apresenta as maiores taxas de crescimento durante a fase juvenil, atingindo a maturidade sexual em um ano e a idade máxima pode chegar a quatro anos (Branco & Masunari, 1992). Considerado um predador voraz, é quase que exclusivamente carnívoro. Tem como predadores naturais as aves litorâneas e peixes.



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Dos 1.967 indivíduos (28,5 kg) capturados entre julho de 2019 e dezembro de 2020 na LS, 87 (4,4%) foram classificados como fêmeas adultas, 662 (33,7%) como fêmeas juvenis, 110 (5,6%) como machos adultos e 1.106 (56,3%) como machos juvenis.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

O tamanho das fêmeas variou de 12,6 a 102,0 mm; média = 53,9 ( $\pm 17,8$  DP) mm. Os maiores picos modais ocorreram entre as classes 45 e 60 mm. Entre os machos, o tamanho variou de 9,0 a 124,0 mm média = 58,7 ( $\pm 20,4$  DP) mm e os maiores picos modais foram observados entre as classes 46 a 68 mm (Fig. 1). As maiores quantidades de indivíduos, independente do sexo, foram registradas no entorno dessas classes de tamanho.

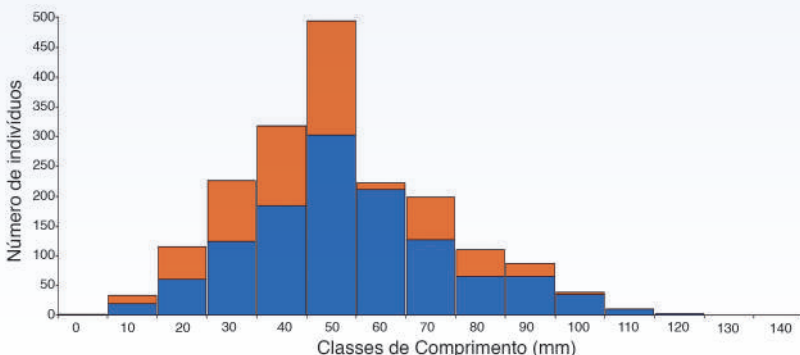


Figura 1. Distribuição das frequências de LC de *Callinectes danae* capturados na LS. Machos (azul) e fêmeas (laranja). N = 1857.

**RELAÇÃO**  
**PESO**  
**COMPRIMENTO**

Apresentou crescimento alométrico negativo para ambos os sexos, com valores:

$a = 0,00010$ ,  $b = 2,865$ ,  $R^2 = 0,95$  e  $p < 0,01$ , para machos; e

$a = 0,00016$ ,  $b = 2,757$ ,  $R^2 = 0,95$  e  $p < 0,01$ , para fêmeas (Fig. 2).

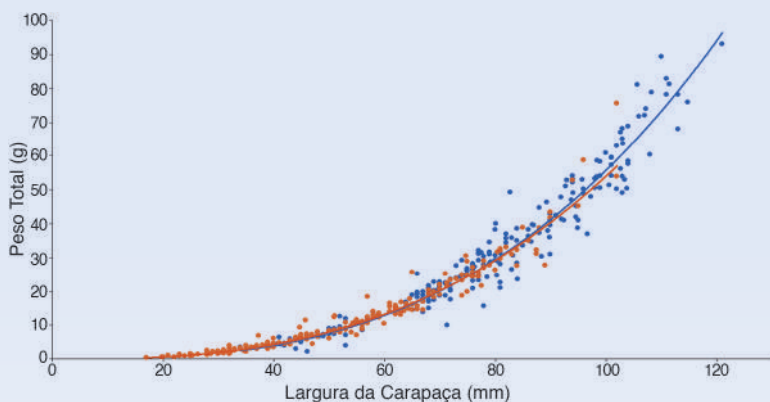


Figura 2. Relação peso-comprimento para fêmeas (laranja) e machos (azul) de *Callinectes danae* capturados na LS.

**REPRODUÇÃO**

O período de desova ocorre entre dezembro e fevereiro, segundo observações em regiões tropicais, embora ocorra continuidade do processo reprodutivo durante todo o ano. O tamanho de primeira maturação se dá entre 52,7 e 60,5 mm para fêmeas e machos, respectivamente (Baptista-Metri *et al.*, 2005).

**ALIMENTAÇÃO**

É considerada uma espécie predadora voraz, e apresenta um comportamento alimentar quase que exclusivamente carnívora. Moluscos, crustáceos, equinodermas, poliquetas e matéria orgânica animal são os principais itens alimentares. Este padrão pode variar sazonalmente devido à disponibilidade de presas e ao desenvolvimento ontogenético da espécie (Sandes *et al.*, 2021).

**PESCA**

O *C. Danae* é um importante recurso pesqueiro, sendo capturado como fauna acompanhante na pesca comercial de arrasto de camarões, realizada no sudeste e sul do Brasil (Costa *et al.*, 2016). Nos sistemas lagunares, a espécie é um *bycatch* frequente nas pescarias de rede de espera, mas é pouco explorada devido ao baixo valor de mercado. Na LS, os pescadores exploram esse recurso utilizando o puçá como principal arte de pesca, obtendo um rendimento médio de 50 kg por pescaria.



## HISTÓRIA DE VIDA

Crustáceo da Família Penaeidae, comum no litoral Sul/Sudeste do Brasil. Os adultos habitam regiões oceânicas, onde ocorre a reprodução e o desenvolvimento das primeiras fases larvais. Essas larvas migram para áreas costeiras com o auxílio de correntes marítimas onde encontram habitats adequados para o seu desenvolvimento. O camarão-rosa depende dos estuários, tais como baías e lagoas para completar seu ciclo de vida, entrando nestes sistemas durante a fase de pós-larva, carregados pela pluma salina, onde permanecem se alimentando e crescendo até atingirem a fase adulta. O ciclo se completa com o retorno ao mar, onde irão integrar o estoque adulto e reproduzir (Instituto Chico Mendes, 2016; Dall *et al.*, 1990; D’Incao, 1991).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Se distribui da Bahia (Brasil) até o Mar del Plata (Argentina). Juntamente com *F. brasiliensis*, foi intensamente pescada até a década de 1990 quando entrou em colapso. Desde então, a frota camaroneira industrial do Sudeste/Sul não considera a espécie como único alvo, mas como um dos componentes de uma pescaria multiespecífica. Os juvenis seguem ocorrendo anualmente em abundâncias significativas nos ambientes lagunares ao longo da costa SE/S do Brasil, onde também são alvo de pescarias artesanais (D’Incao, 2002; Instituto Chico Mendes, 2016). Nos SLLF em especial nas LP, LI, LS e LA, foram registradas duas espécies de camarão-rosa, *F. paulensis* e *F. brasiliensis*.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

O comprimento dos indivíduos de *F. paulensis* coletados durante o estudo realizado na LS variou entre 26,3 e 116,0 mm; média = 59,8 ( $\pm 14,9$  DP) mm. O maior pico modal ocorreu entre as classes de tamanho de 40 a 70 mm, indicando a prevalência de camarões de pequeno porte no sistema lagunar (Fig. 1).

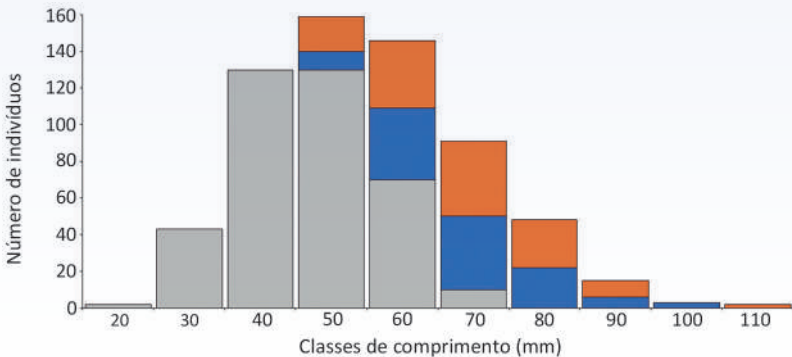


Figura 1. Distribuição de tamanho (comprimento total) de camarão-rosa na LS. Indivíduos jovens (cinza), machos (azul) e fêmeas (laranja). N = 639.

**RELAÇÃO**  
**PESO**  
**COMPRIMENTO**

A espécie apresentou crescimento alométrico negativo tanto em jovens como para ambos os sexos. Os valores apresentados foram:  
 $a = 0,00007$ ,  $b = 2,416$ ,  $R^2 = 0,95$  e  $p < 0,01$ , para jovens;  
 $a = 0,00004$ ,  $b = 2,568$ ,  $R^2 = 0,94$  e  $p < 0,01$ , para machos;  
 $a = 0,00002$ ,  $b = 2,753$ ,  $R^2 = 0,95$  e  $p < 0,01$ , para fêmeas, indicando que na fase de desenvolvimento, os indivíduos aumentam mais em comprimento do que em peso (Fig. 2).

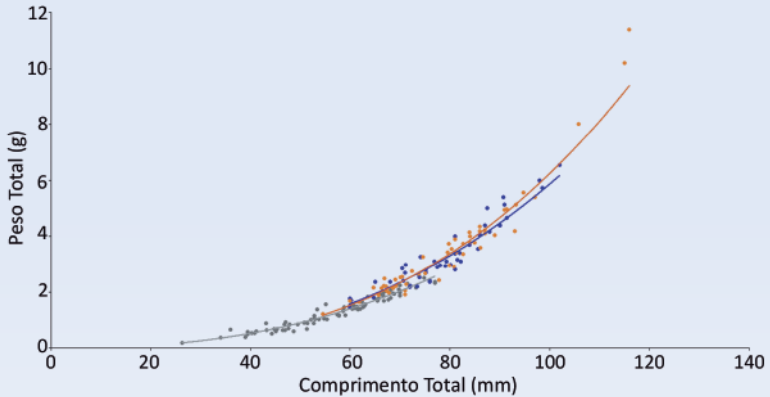


Figura 2. Relação peso-comprimento de camarão-rosa na LS. Indivíduos jovens (cinza), machos (azul) e fêmeas (laranja). N = 184.

**REPRODUÇÃO**

A reprodução de *Farfantepenaeus paulensis* ocorre no oceano, na plataforma continental, em profundidades entre 40 e 100 m. As fêmeas possuem telioco fechado, composto por placas laterais que formam um receptáculo onde o espermatóforo é depositado no momento da cópula. A cópula ocorre no período da noite e em fêmeas que recém sofreram muda (ecdise). O espermatóforo transferido para a fêmea pode ser utilizado para várias desovas até a próxima muda, quando é eliminado juntamente com a carapaça. Os ovos são bentônicos (ficam depositados no leito dos oceanos) e após a eclosão, seguem-se três etapas larvais planctônicas: náuplios, zoea e misis (Dall *et al.*, 1991).

**ALIMENTAÇÃO**

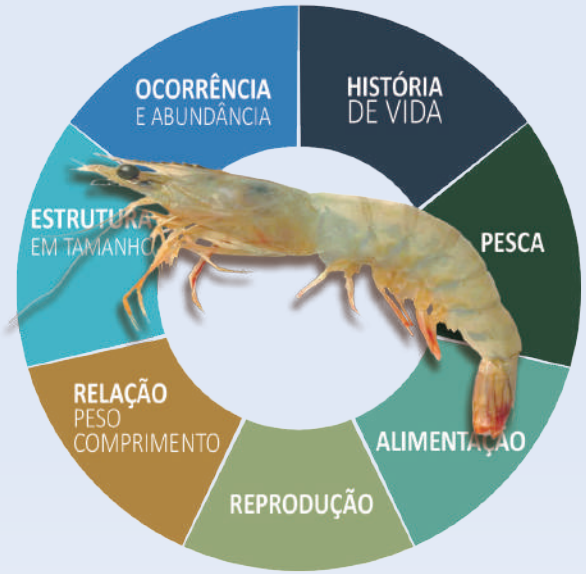
A alimentação de *F. paulensis* é bastante diversificada, podendo ser considerada uma dieta onívora oportunista. Em estuários e lagunas, a espécie alimenta-se principalmente de poliquetas, tanaidáceos, microalgas, macroalgas, detritos, nematoides, rotíferos, protozoários ciliados, copépodos e outros microcrustáceos (Soares *et al.*, 2005).

**PESCA**

O camarão-rosa tem grande importância econômica para as comunidades pesqueiras tradicionais dos SLLF. O valor de mercado varia com o tamanho dos indivíduos, com preços que vão de R\$20,00/kg para camarões médios, até R\$45,00 para os maiores na classificação “VG”. A pesca do camarão-rosa é fonte de renda para uma das comunidades de pescadores na LA. No período de novembro de 2020 a julho de 2021, a produção pesqueira estimada foi de 40 toneladas e a principal arte de pesca utilizada na região foi a “troia”. O período de maior produtividade foi de dezembro a julho. Já nas Lagoas de Maricá, Barra e Padre, a pesca do camarão-rosa é mais produtiva nos meses de agosto a novembro, com média 9,0 kg por pescaria. Na LS, a principal espécie pescada é o camarão-branco, responsável por mais de 80% do volume capturado. O camarão-rosa ocorre em menor proporção, sendo capturado principalmente na pescaria de “estacada”.

## HISTÓRIA DE VIDA

É um crustáceo típico do Atlântico Ocidental, com distribuição na região caribenha das Antilhas, na América Central, Venezuela, e na costa brasileira até a cidade de Laguna-SC (Perez-Farfante, 1969). Nas lagoas costeiras do leste fluminense a espécie está presente em todos os sistemas. Pertence à família Penaeidae, encontrado frequentemente em estuários, baías e lagoas costeiras do litoral brasileiro (Miazaki *et al.*, 2018; Freire *et al.*, 2019), sendo um importante recurso pesqueiro. Como os demais peneídeos, juvenis da espécie chegam às áreas estuarinas e lagunares no inverno para alimentação e crescimento dos juvenis. Após este período, indivíduos maiores migram para o mar aberto para reproduzir e concluir seu ciclo de vida. Possuem um crescimento rápido, podendo atingir cerca de 20 cm, porém, vida curta, atingindo uma longevidade de aproximadamente dois anos (Freitas *et al.*, 2021).



## OCORRÊNCIA E ABUNDÂNCIA

Entre junho de 2019 e fevereiro de 2020 foram coletados um total de 159 indivíduos de *L. schmitti* nas LP-I (27) e LS (132). Dados produzidos pelo Laboratório ECOPECA-UFF em estudos pretéritos nas LM e de LA indicam a ampla distribuição da espécie nos SLLF. Devido esta característica, o camarão-branco é alvo de diferentes pescarias, sendo a principal espécie alvo da pesca de camarão na LS.

## ESTRUTURA EM TAMANHO

O CT dos exemplares medidos na LP-I variou entre 38,0 e 107,3 mm; média = 76,7 ( $\pm 20,4$  DP) mm. Em Saquarema, o comprimento total dos exemplares variou entre 28,0 mm e 88,8 mm; média = 54,7 ( $\pm 12,8$  DP) mm, com pico modal ocorrendo na classe de tamanho de 50 mm (Fig. 1). Apesar do maior número de indivíduos na LS, os maiores exemplares foram obtidos na LP-I.

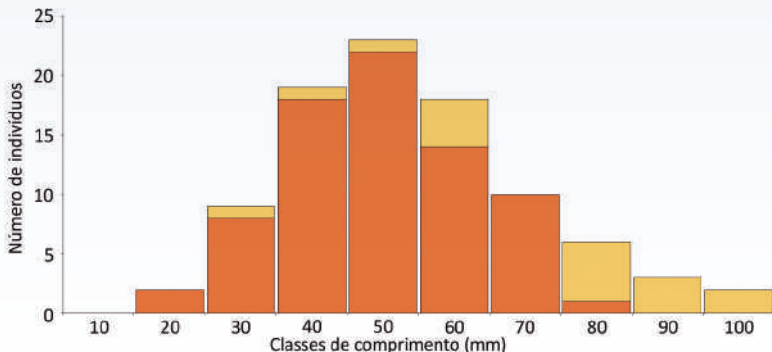


Figura 1. Distribuição das frequências de CT de camarão-branco nas LP-I (amarelo) e LS (laranja). N = 92.

**RELAÇÃO**  
**PESO**  
**COMPRIMENTO**

A espécie apresentou crescimento alométrico negativo na LS, onde apresentou  $a = 0,00001$ ,  $b = 2,90$ ,  $R^2 = 0,97$  e  $p < 0,01$  (Fig. 2).

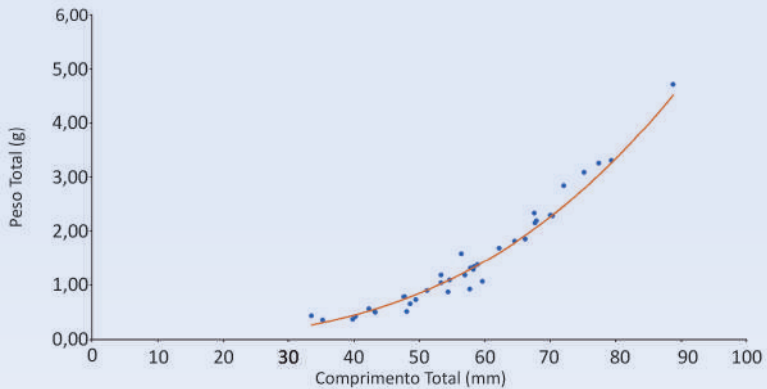


Figura 2. Relação peso-comprimento de camarão-branco na LS.

**REPRODUÇÃO**

O período reprodutivo da espécie ocorre nos meses de verão no Sudeste brasileiro. A reprodução ocorre no mar, em profundidades que variam de 15 a 20 m, após a desova, as pós-larvas são carregadas para áreas costeiras, onde recrutam em regiões estuarinas e lagunares (Freitas *et al.*, 2021). O recrutamento geralmente ocorre nos meses de inverno. O tamanho de primeira maturação das fêmeas em torno de 100 mm, enquanto os machos entre 100 e 125 mm (Perez-Farfante, 1969; Carvalho *et al.*, 2021).

**ALIMENTAÇÃO**

Possui uma dieta onívora, baseada principalmente em microalgas, detritos orgânicos e uma variedade de microinvertebrados, tais como: nematódeos, anelídeos, moluscos e outros crustáceos (Vasconcelos Filho *et al.*, 1987).

**PESCA**

O camarão-branco é um recurso bastante valioso nos sistemas lagunares, sendo capturado por uma variedade de artes de pesca, incluindo o arrasto de calão, tarrafa e estaca. Nas LM e LS há pescadores que atuam praticamente apenas na captura deste recurso, que pode atingir o valor comercial de R\$65,00/kg na região de Maricá, dependendo do tamanho (Tomás, 2016). Na LS, o camarão-branco é capturado com rede de lance e na safra, a produção média é superior a 15,0 kg/pescaria.



PARTE III

---

# Pesca e pescadores





# 6. A TÉCNICA DE INVESTIGAÇÃO PARTICIPATIVA

## VALORIZAÇÃO DO CONHECIMENTO TRADICIONAL E ENGAJAMENTO LOCAL NA PESQUISA CIENTÍFICA

*Maurício Düppré de Abreu, Rafael de Almeida Tubino,  
Cassiano Monteiro-Neto, Caio de Marco, Eurico Penetra,  
Júlia Benevenuto Soares, Taillan Moreti,  
Marcus Rodrigues da Costa e Ronaldo Angelini.*

O SLLF buscou no conhecimento tradicional das comunidades pesqueiras um panorama socioeconômico dos ambientes lagunares estudados. As estratégias usadas envolveram estes sujeitos locais, estabelecendo uma relação de parceria, facilitando o diálogo e ampliando a participação das comunidades pesqueiras lagunares no levantamento de informações.

A forma empregada para incorporar este conhecimento na pesquisa ocorreu através da utilização planejada de abordagens e ferramentas comuns em Diagnóstico Rápido Participativo – DRP. O método é direcionado para a aquisição de novas informações e hipóteses sobre os recursos dos meios de vida das populações tradicionais/pesqueiras de forma rápida e eficiente (Campbell & Salagrama, 2001).

Assim, o SLLF lançou mão destas técnicas de investigação participativa, engajando a comunidade na ação de pesquisa para: i) caracterizar a atividade pesqueira lagunar nos seus mais diversos aspectos; ii) planejar demais ações do projeto de forma integrada às dinâmicas locais da pesca; iii) estabelecer parcerias locais através do engajamento pessoal ou institucional; e iv) mobilizar pescadores lagunares como participantes ativos do projeto.

Estes movimentos proporcionados pela investigação participativa, além de contribuir na caracterização pesqueira, facilitaram a inserção dos pesquisadores nas comunidades, permitindo a coleta de amostras biológicas, de dados biométricos e pesqueiros, assim como o registro de eventos relacionados à dinâmica lagunar, tais como aberturas de barras, mortandades de peixes e ocorrência de espécies atípicas, dentre outras.

No presente capítulo, serão apresentadas as bases metodológicas da investigação, as adaptações realizadas em virtude das circunstâncias estabelecidas pela pandemia do coronavírus, e uma síntese dos resultados da caracterização da pesca lagunar.



## Sujeitos da ação investigativa

A seleção dos participantes seguiu os critérios descritos em pesquisas similares, com adaptações ao contexto local (Schensul, 2013; Düppré *et al.*, 2015), que qualificam os grupos representativos e facilitam a identificação dos especialistas e informantes-chave:

- a) **Pescadores em atividade:** são reconhecidos pelo seu saber e competência nas “fainas” pesqueiras, contribuindo com informações atuais sobre a pesca de suas regiões e adjacências. Este grupo de profissionais em atividade é mais propenso a informar e registrar as capturas atuais, auxiliar no controle de descargas e venda de pescado, fornecendo valores de comercialização e formas de venda. Logo, assumem condições privilegiadas de conhecimento prático, que facilitam o acesso e a compreensão da atividade pesqueira em cada sistema lagunar;
- b) **Mestres da pesca:** são lideranças locais com bastante tempo de profissão e notório saber na pesca. Devido à idade avançada, geralmente não estão em atividade. São nascidos e criados na comunidade e denotam conhecimentos de pesca que atravessam décadas e gerações. Seus relatos proporcionam informações sobre a evolução e a diversidade das artes de pesca, dinâmica das capturas, diminuição, desaparecimento ou surgimento de recursos alvos na pesca, dentro de uma perspectiva espacial e temporal;
- c) **Lideranças formais:** presidentes e diretores de entidades representativas da classe pesqueira, como colônias, sindicatos, associações e cooperativas de pescadores. Estes representantes são norteadores de todas as ações sócio-políticas que envolvem a pesca profissional local, seja pela representação e reivindicação da classe nos fóruns cabíveis, como pela organização de informações que permitam a seus filiados o acesso a direitos e políticas de Estado;
- d) **Representantes do primeiro setor:** interlocutores de órgãos de governo municipal e estadual que tem entre suas atribuições o fomento, a assistência e/ou a fiscalização sobre a atividade pesqueira lagunar;
- e) **Cadeia produtiva:** interlocutores que trabalham nos distintos elos da pré- ou pós-colheita da cadeia produtiva. Contribuem para a compreensão do alcance da atividade pesqueira lagunar para além da captura de pescado;
- f) **Especialistas:** pesquisadores, técnicos de pesca (vinculados à órgãos públicos ou não governamentais), coletores de dados, monitores do projeto SLLF.

## Desenvolvimento da investigação participativa

Foi organizado um roteiro estruturado, utilizando oito ferramentas derivadas do DRP para a obtenção das informações almejadas para caracterizar a realidade dos trabalhadores da pesca lagunar:

- a) **Cartografia da pesca:** utiliza dimensões espaciais, abordando as representações no espaço (marcos geográficos) aplicadas às comunidades,

ao uso das modalidades e dinâmica das pescarias. Foi útil nas primeiras abordagens para a identificação e quantificação de outros informantes chave e dos principais pontos a serem pesquisados no decorrer da pesquisa (Fig. 1);

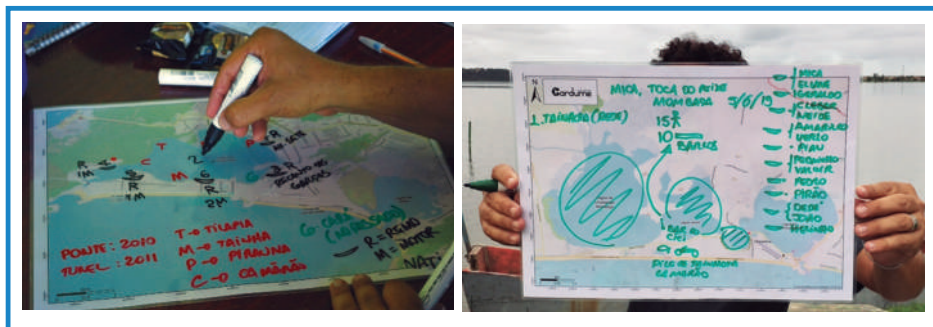


Figura 1. Exemplo do emprego de cartografia da pesca (lagoas costeiras de Piratininga e Saquarema). Identificação das comunidades pesqueiras lagunares (*esquerda*) e espacialização da área de pesca e identificação do contingente de embarcações e pescadores em uma comunidade pesqueira (*direita*). Fotos: Júlia Benevenuti Soares.

- b) **Calendário sazonal:** descreve os ciclos sazonais e as diferenças que marcam determinados aspectos da realidade, tais como a disponibilidade dos recursos pesqueiros no sistema lagunar ao longo do ano;
- c) **Matriz “Entra e Sai”:** lista as entradas (insumos) e saídas (produção pesqueira) em unidades produtivas ou pescarias, permitindo identificar a origem dos insumos e o destino da produção;
- d) **Fluxograma da cadeia produtiva:** representação esquemática que mostra o caminho que o recurso pesqueiro segue após sua captura até chegar ao consumidor final;
- e) **Matriz de pesca:** consiste na organização das informações da pesca, detalhes dos petrechos e espécies-alvo, entre outros;
- f) **Esquema de pescaria:** representação gráfica das modalidades de pesca, detalhando aspectos de sua produção, materiais, tamanho e modo de operação;
- g) **Matriz de conflitos:** descrição e organização de informações sobre conflitos e problemas vivenciados pelos entrevistados;
- h) **Linha do tempo:** organização temporal dos fatos, de modo a tornar os acontecimentos lineares (meses, ano, décadas).

As entrevistas foram realizadas de forma aberta, a partir de conversas individuais ou em pequenos grupos, promovendo o diálogo de questões específicas sobre o uso dos recursos naturais e fatos considerados importantes na atividade pesqueira lagunar. Todas as abordagens foram realizadas em sessões informais com pelo menos uma dupla de pesquisadores, onde algumas perguntas predeterminadas foram colocadas como estimulantes da conversa.

No entanto, a maior parte das questões surgiu durante a conversa, evitando-se, assim, perguntas indutivas, que poderiam direcionar ou influenciar as respostas dadas pelos participantes.



Figura 2. Entrevistas e abordagens informais realizadas com diferentes interlocutores nos sistemas lagunares. Fotos: Maurício Düppré e Júlia Benevenuto Soares.

Durante as visitas às comunidades, alguns interlocutores foram convidados a se tornar parceiros do projeto e se responsabilizaram em registrar regularmente a produção pesqueira. Assim, foram confeccionados “caderninhos de produção” (Fig. 3) contendo fichas para registro da produção de pescarias lagunares. Esta ação foi denominada de Automonitoramento Pesqueiro, onde o parceiro local passou a registrar a sua produção e/ou de seus pares e, em alguns casos, de toda a sua comunidade.

Ainda durante a etapa de levantamento de dados, em março de 2020, foi declarada pandemia de coronavírus no estado do Rio de Janeiro. As medidas oficiais determinando o isolamento social e restrições de circulação entre a segunda quinzena de março e setembro de 2020, e, posteriormente, em março de 2021, devido a segunda onda, interromperam as atividades de campo. Além do atraso gerado no levantamento de dados primários, esta nova realidade imprimiu a necessidade de adaptações na coleta de dados e no programa de automonitoramento, levando ao uso de ferramentas digitais para a realização de abordagens e entrevistas. Neste cenário, a comunicação por meio de aplicativos de mensagens se intensificou sendo necessária a transformação dos caderninhos de produção, utilizados no automonitoramento, em formulários digitais foi realizada. Curiosamente, o volume de informações se intensificou, pois,

desta maneira, os pesquisadores tinham contato remoto com as comunidades pesqueiras lagunares diariamente e não mais apenas durante as atividades de campo. Esse volume de informações levou a adoção de uma nova dinâmica na sistematização das informações, com a transcrição de áudios de aplicativos de mensagens, arquivamento de imagens, dentre outros desafios impostos pelo cenário estabelecido.

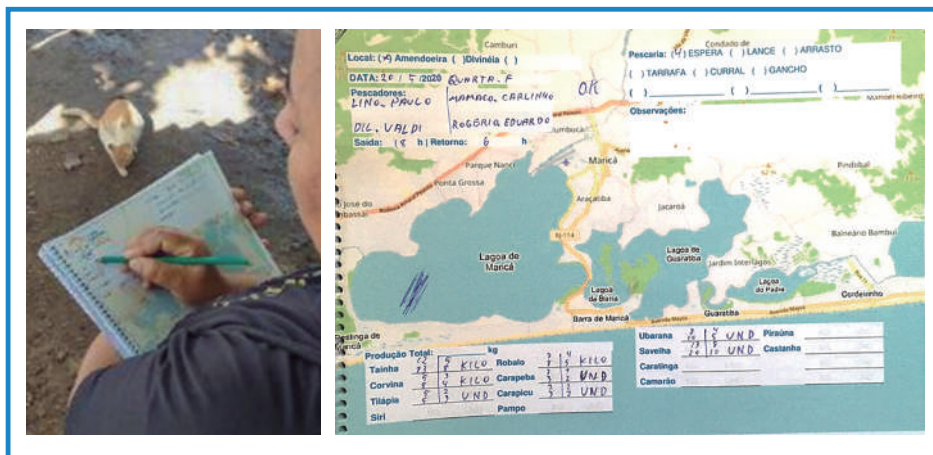


Figura 3. Modelo de ficha do “caderninho” de automonitoramento pesqueiro distribuído entre os pescadores parceiros do projeto. Fotos: Maurício Düppré.

## Resultados

### *Perfil dos participantes da investigação participativa*

Entre março de 2019 e novembro de 2020 foram realizadas 148 abordagens com a participação de 221 pessoas, incluindo pescadoras, pescadores e demais interlocutores envolvidos na pesca lagunar. A comunicação por consulta remota, desenvolvida a partir de março de 2020, através de 25 grupos de aplicativos de mensagens, contou com a adesão de 90 participantes de distintas comunidades pesqueiras previamente engajadas (Tab. 2).

Tabela 2. Número de participantes em abordagens presenciais e grupos de mensagens na pesquisa remota, discriminados por sistema lagunar e total.

Locais pesquisados	Pesquisa presencial		Pesquisa remota	
	Abordagens	Participantes	Grupos de mensagens	Participantes
SL-Piratininga-Itaipu	21	40	5	44
SL-Maricá Guarapina	36	45	6	14
Lagoa Saquarema	21	33	5	6
Lagoa de Araruama	70	103	9	26
<b>Total</b>	<b>148</b>	<b>221</b>	<b>25</b>	<b>90</b>

O conjunto dos participantes foi composto majoritariamente por mestres e pescadores em atividade (76%), seguido de representantes da cadeia produtiva (13%), especialistas e/ou representantes de agências governamentais (4%), lideranças locais (3%) e outros, geralmente moradores locais sem dependência direta da pesca lagunar (4%) (Fig. 4). Do total de pescadores e mestres consultados (N=168), 56% declararam que a pesca lagunar é sua principal fonte de renda há mais de 20 anos, e 28%, há mais de 10 anos. Este aspecto reforça a qualificação deste seguimento de especialistas, enquanto conhecedores do ambiente e da atividade investigada.

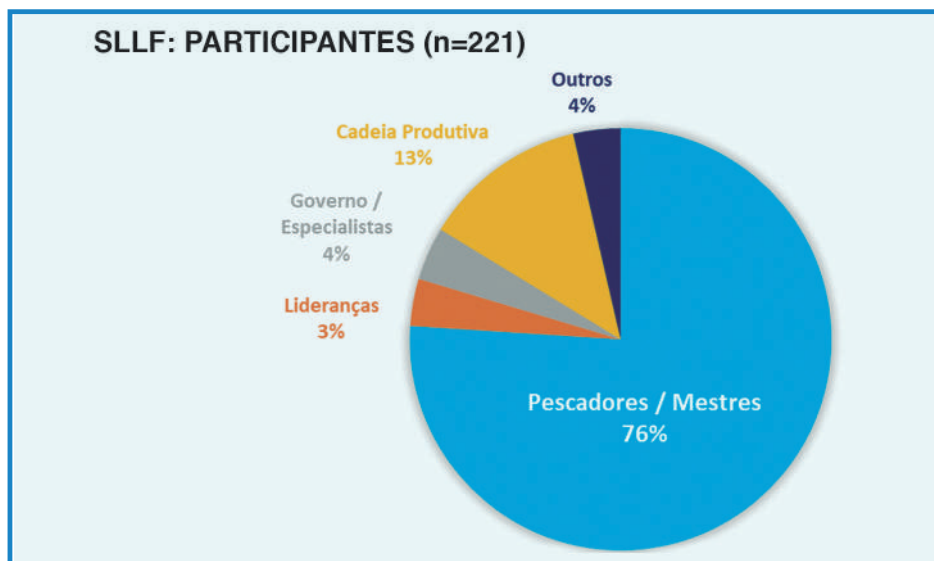


Figura 4. Composição geral dos participantes engajados na pesquisa.

### *Síntese da atividade pesqueira lagunar*

Foram identificadas 54 comunidades pesqueiras lagunares nos quatro sistemas estudados. O contingente de pescadores ativos e dependentes da pesca lagunar foi de 1.260 pessoas. O número estimado de embarcações foi de 527 unidades produtivas (Fig. 5).

Dentre os petrechos de pesca utilizados, a rede de emalhar foi o mais comum e presente em todas as lagoas costeiras. De um modo geral, a rede de emalhar é utilizada pela maioria dos pescadores, principalmente em duas modalidades de captura: a rede de espera (mijuada) e a rede de lance (cerco). O tamanho das redes, o tamanho da malha e a resistência do fio varia bastante, dependendo da localidade, da modalidade de captura e do recurso almejado. Em alguns dos sistemas lagunares, a legislação de ordenamento da pesca local estabelece limites para estas variações para cada embarcação, como o número de panos de rede e o tamanho da malha.

As categorias de pescado mais relevantes para a pesca incluem a tainha e o parati/saúba (*Mugil spp.*), o camarão rosa (*Farfantepenaeus spp.*) e branco

(*Litopenaeus schmitti*), a perumbaba/piraúna (*Pogonias cromis*), a carapeba (*Eugerres* spp.), e, a depender do sistema, a corvina (*Micropogonias furnieri*), o robalo (*Centropomus* spp.), o siri (*Callinectes* spp.) e a tilápia (*Oreochromis niloticus*)<sup>1</sup>.



Figura 5. Síntese de informações sobre a atividade pesqueira desenvolvida nos SLLF. a) Número de embarcações, b) nº de pescadores, c) número de comunidades, d) principais modalidades de pesca, e) principais categorias de pescado-alvo.

### a) Sistema Lagunar de Piratininga-Itaipu

Nas lagoas costeiras de Piratininga e de Itaipu foram identificados sete núcleos de pesca, que agregam 68 pescadores na ativa e 26 embarcações. Atualmente, o principal recurso pesqueiro em Piratininga é a tilápia, capturada praticamente o ano todo, principalmente com redes na modalidade de lance. Na Lagoa de Itaipu, as capturas de peixes, realizadas com redes de emalhar, se concentram nos robalos e na perumbaba (ou piraúna). Já os siris e camarões são capturados com puçás e tarrafas, respectivamente (Fig. 6).

Segundo relatos dos pescadores, a qualidade da água da Lagoa de Piratininga se deteriorou muito nos últimos anos, devido à pequena renovação de água do mar em virtude do fechamento parcial do Túnel do Tibau, construído em 2008. Somente entre dezembro de 2018 e setembro de 2021, foram registrados nove eventos de mortandade de peixes na Lagoa de Piratininga. Um dos mestres de pesca deu o seguinte depoimento:

Ainda entra muito peixe na Lagoa de Piratininga. O problema é que o peixe morre, a Lagoa de Piratininga é mais alta que a Lagoa de Itaipu, então a água não circula direito. [...] Eu matava era 20 a 30 caixas de peixe por dia tainhota, robalo; robalo matava menos, mas sempre matava 50 a 100 kg. Agora mato nada se conseguirei 20 kg é muito!

Neste contexto, a tilápia, uma espécie exótica, é o único recurso pesqueiro que tem suportado as pressões antrópicas que o sistema vem sofrendo (vide Cap. 2).

<sup>1</sup> Maiores detalhes sobre as artes de pesca, a biologia e a produção pesqueira destas espécies podem ser encontrados nos Capítulos 5 e 7.

## Segundo relatos dos participantes da pesquisa:

A tilápia apareceu na lagoa há 25 anos atrás e levou a redução do bagre-veludo [*Genidens genidens*] e do cará [*Geophagus brasiliensis*]; ela come os filhotinhos do cará, e por isso acabou com as carás da lagoa. Começou quando um dique do rio estourou e a tilápia então invadiu a lagoa.

Com sua grande rusticidade e adaptabilidade a ambientes de salinidade variável e baixas concentrações de oxigênio, a tilápia compete e exclui espécies nativas, reduzindo a biodiversidade. No entanto, é uma espécie apreciada e com valor comercial, o que a torna um recurso importante neste sistema lagunar.

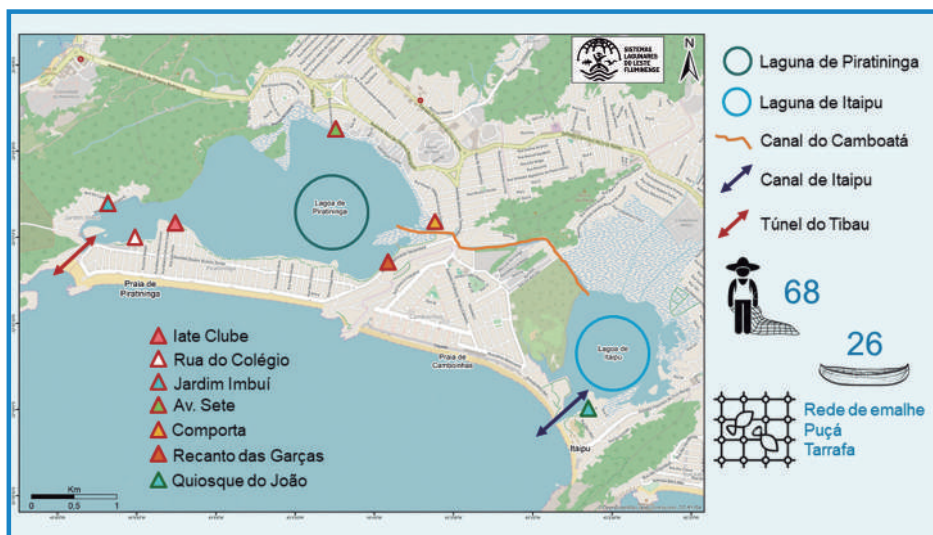


Figura 6. Síntese de informações sobre a pesca nas lagoas costeiras de Piratininga e Itaipu, indicando o número de pescadores, de embarcações e as principais modalidades de pesca. Os triângulos indicam a localização dos núcleos de pesca.

A comercialização da produção pesqueira ocorre através dos intermediários e negociadores que encaminham o pescado para o mercado São Pedro (MSP), em Niterói. Durante a pandemia, com o fechamento do MSP, a venda direta nos bairros próximos foi intensificada. Os pescadores especialistas na captura da tilápia passaram a beneficiar o peixe, produzindo o filé para a venda direta a fregueses e clientes conhecidos, através de grupos em aplicativos de mensagens.

Contudo, a pesca lagunar resiste, apesar da baixa renovação da água, assoreamento e a grande carga de esgoto que ainda é despejada nas lagoas costeiras. As diversas intervenções realizadas no sistema no passado aumentaram o processo de degradação ou surtiram os efeitos desejados de recuperação das lagoas costeiras. Em Piratininga, os pescadores estão apreensivos em virtude de obras atuais de urbanização no entorno da Lagoa, temerosos da possibilidade de perda de território, principalmente no que se refere aos espaços necessários à guarda e manuseio de embarcações e petrechos de pesca nas margens. Além disso, pleiteiam estruturas adequadas para o desembarque do pescado, armazenamento e escoamento da produção.

## b) Sistema Lagunar de Maricá-Guarapina

Foram identificados 12 núcleos pesqueiros que agregam 120 pescadores e 60 embarcações (Fig. 6). A pesca é realizada majoritariamente com o emprego de redes de emalhar, nas modalidades de lance e espera, ambas direcionadas à captura de peixes. Os recursos mais frequentes nas capturas são as tainhas e paratis, a corvina, o robalo, a tilápia e a carapeba.

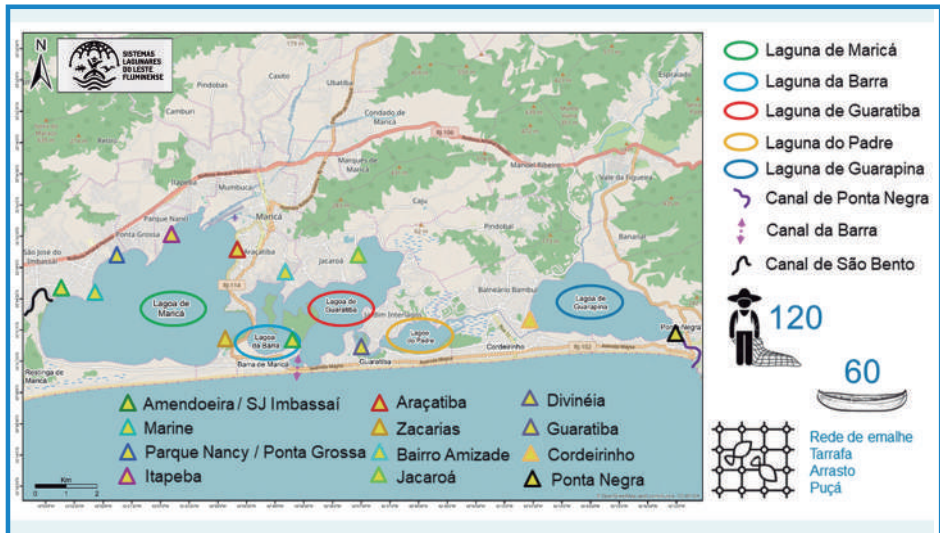


Figura 7. Síntese de informações sobre a pesca desenvolvida no Sistema Lagunar de Maricá-Guarapina, indicando o número de pescadores, de embarcações e as principais modalidades de pesca. Os triângulos indicam a localização dos núcleos de pesca.

Entre as modalidades de pesca usadas na Lagoa de Maricá, a pesca de galho para a captura de robalos é a mais tradicional, característica dos pescadores da comunidade de Zacarias. A tarrafa é frequentemente utilizada nos canais para captura de camarões e de peixes formadores de cardume (como a tainha), em movimento de entrada ou saída nas lagoas. Esta arte também é utilizada de modo complementar nas pescarias de lance e de galho. Neste caso, após fechar o lance, a tarrafa é usada para capturar o peixe no interior da área cercada onde se encontra o cardume. O puçá é usado predominantemente nas margens para a captura de siris.

Segundo relato de um dos pescadores participantes, em Maricá:

É bom de tainha no verão; em maio se a tainha puder, ela sai da lagoa. Corvina é o ano todo. Perumbeba foi boa em 2018. Robalo entra na lagoa principalmente no inverno, junto com as frentes frias e ressacas, pelo Canal de Ponta Negra. O camarão também entra com as ressacas no inverno, aí tem camarão no verão, dá tempo de ele crescer. Ponto bom de Siri é na Lagoa do Padre que é raso, e em Ponta Negra, porque o siri entra pelo canal [...] Quando a ressaca é forte a pescaria dos meses seguintes é boa!



O ordenamento pesqueiro no Sistema Lagunar de Maricá-Guarapina é regulamentado pela Portaria Interministerial nº 48 de 24 de setembro de 2018, que define as regras para o uso dos petrechos de pesca, embarcações, entre outros. No entanto, estas regras só são válidas para os pescadores que possuem o Registro Geral de Pesca (RGP). Isso tem gerado conflitos entre pescadores ativos não inscritos no RGP, que, ao exercerem a pesca na ilegalidade, correm o risco de apreensão do material de pesca e equipamentos nas operações de fiscalização.

A comercialização do pescado ocorre por intermédio de uma rede de negociadores que visitam as comunidades periodicamente e compram a produção diretamente com os pescadores. Estes intermediários escoam a produção para peixarias locais, para o MSP e ocasionalmente para a CEASA no Rio de Janeiro. Sendo os principais negociantes e responsáveis pelo escoamento da produção, eles muitas vezes forçam os pescadores a reduzir o preço da venda, alegando muita oferta de peixe nos mercados. Novamente, um dos reflexos da pandemia foi a paralisação temporária na circulação de produtos entre municípios, fato que direcionou os pescadores ao beneficiamento e a venda direta de pescado aos consumidores. Este movimento reduziu elos na cadeia produtiva, melhorando o valor de venda nas comunidades.

### c) Lagoa de Saquarema

Foram identificados oito núcleos pesqueiros com 92 pescadores ativos e 46 embarcações (Fig. 8). Na Lagoa de Saquarema, embora tenha sido observado o uso de uma maior variedade de artes de pesca para captura de peixes e crustáceos, a rede de emalhar também representa o principal petrecho utilizado em capturas de lance e espera.

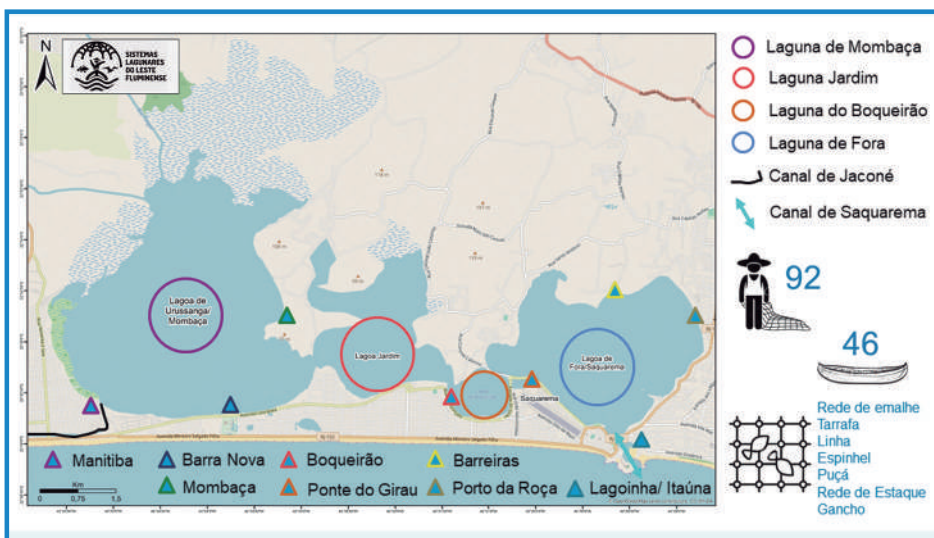


Figura 8. Síntese de informações sobre a pesca desenvolvida na Lagoa de Saquarema, indicando o número de pescadores, de embarcações e as principais modalidades de pesca. Os triângulos indicam a localização dos núcleos de pesca.

Tradicionalmente, a tainha é um dos principais recursos pesqueiros capturados na lagoa costeira. Porém, segundo relatos dos pescadores, a partir da construção dos molhes de pedra que perenizaram o canal da Barra Franca, em 2001, “o peixe não fica mais na lagoa”, sobretudo a tainha. “Depois que abriu o canal, acabou: peixes como caraúna, acará brasileiro, tilápia e traíra, sumiram. A abertura salgou muito a água. Já o siri aumentou. No inverno fica fraco de peixe, o que salva é o siri.” Apesar disso, desde que ocorreu tal intervenção, não houve mais relatos de mortandade, fato que demonstra a melhoria na qualidade da água lagunar.

A pescaria de camarão é bastante abundante em sua safra (de setembro a janeiro), mobilizando também pescadores marinhos e moradores locais, na busca de uma renda complementar, considerando o alto valor comercial deste recurso (R\$50,00/kg).

Em Saquarema, a Portaria IBAMA nº 41 de 30 de maio de 1996, proíbe a prática de pescarias com redes de arrasto e troia, e limita o emprego de alguns petrechos de pesca em canais e em cima das pontes (Brasil, 1996).

A comercialização da produção é controlada pelos negociadores que realizam a primeira compra direta do pescador e encaminham a produção para diferentes mercados localizados em Araruama e para o MSP. Em algumas comunidades ocorre o beneficiamento do pescado e venda direta ao consumidor, principalmente durante as temporadas de verão e feriados prolongados, quando o fluxo de turistas aumenta na região. Alguns pescadores mais experientes também fornecem seus produtos para peixarias e restaurantes locais, principalmente quando o pescado é de valor comercial mais elevado ou maior tamanho.

#### d) Lagoa de Araruama

Ao longo do projeto, foram identificadas 27 comunidades pesqueiras, que, juntas, envolvem cerca de 980 pescadores e 395 embarcações em atividade. Na prática, a pesca profissional artesanal desenvolvida nesta lagoa está setorizada em três áreas: Área I, onde a atividade pesqueira é proibida, com exceção da pesca de estacada (camarão); Área II, onde as pescarias de estacada, arrasto e troia são direcionadas à captura do camarão e a pescaria de gancho para peixe; Área III, onde todas as modalidades acima, além da rede de emalhar, espinhel, linha e tarrafa são permitidas e direcionadas principalmente na captura da perumbeba, carapebas, tainhas, saúbas e robalos (Fig. 9).

A Lagoa de Araruama possui uma política de ordenamento bastante consolidada. A legislação pesqueira local, regida pela Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 2, de 16 de maio de 2013, também estabelece um período anual de defeso total, entre agosto e outubro, interrompendo o exercício da atividade pesqueira lagunar.

Das 27 comunidades pesqueiras locais, cinco estão localizadas na Área II: Praia do Siqueira, no município de Cabo Frio; Baixo Grande, Ponta do Ambrósio, Mossoró e Camerum, no município de São Pedro da Aldeia. Todas se dedicam prioritariamente à captura do camarão (*Farfantepenaeus* spp. e *Litopenaeus schmitti*), utilizando a troia como arte de pesca principal, além do arrasto e da estacada. A comunidade da Praia do Siqueira foi a mais engajada

durante a execução do projeto, permitindo a implantação do programa de automonitoramento diário dos desembarques, o que gerou um registro de 1.342 pescarias, das quais 81% foram pescarias de troia, 7% de arrasto e 2% de estacada (vide Cap. 7). Os pescadores de camarão reclamam que o período de defeso definido nas normativas está vinculado ao ciclo de vida dos peixes, como a tainha, fazendo com que a pesca do camarão seja interrompida geralmente no melhor da safra. Sendo assim, os pescadores de camarão reivindicam a equiparação do defeso lagunar ao mesmo período do defeso do camarão no mar, ou seja, de março a maio.

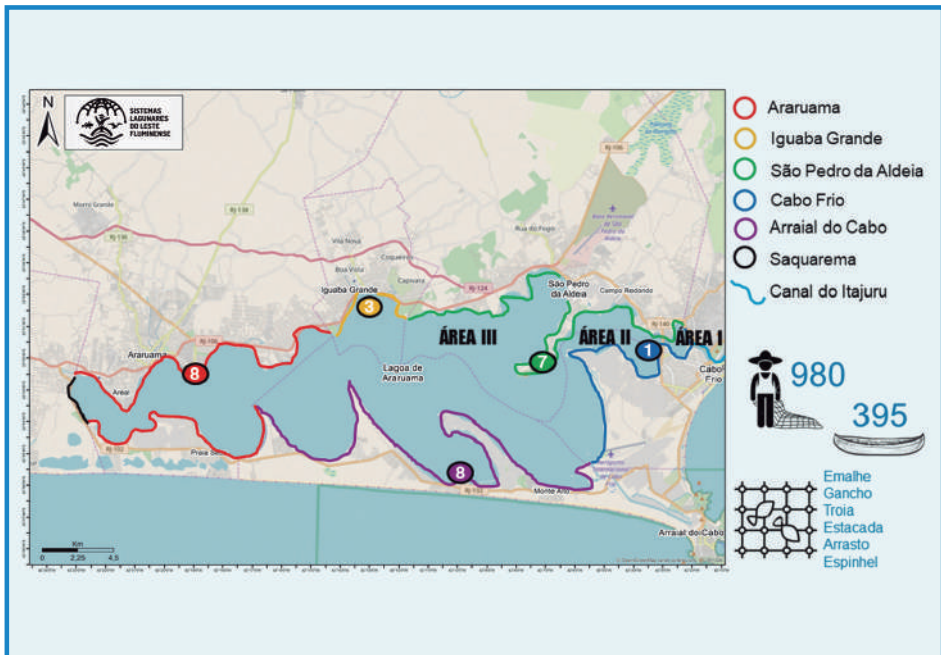


Figura 9. Síntese de informações sobre a pesca desenvolvida na Lagoa de Araruama, indicando o número de pescadores, de embarcações e as principais modalidades de pesca.

Também na Área II ocorre outra pescaria importante, a pesca de gancho. Esta é uma pescaria tradicional e secular, e consiste numa arte de pesca fixa, semelhante a um curral de pesca, que direciona o cardume de peixes para o interior das suas câmaras, onde fica preso até a despesca. De acordo com o ordenamento lagunar, este tipo de pescaria é permitido anualmente entre 1º de março e 30 de junho com tribobó (rede auxiliar que captura as tainhas que pulam do gancho), e sem tribobó até 31 de julho. Atualmente são cerca de 40 ganchos instalados na Área II.

Na Área III, a maior porção lagunar, onde estão localizadas grande parte das comunidades de pesca, a atividade é direcionada à captura de peixes, principalmente os “rasteiros”, como a perumbeba, as carapebas e carapicus. As tainhas e saúbas também são recursos importantes, assim como a corvina e o robalo. A captura ocorre majoritariamente através do uso da rede de

emalhar, em estratégias diversas, como lances, ao qual denominam de cerco, e na espera, denominada mijuada. O camarão também é capturado na Área III, quando da sua ocorrência, através do emprego de gancho específico. Dentre as várias comunidades pesqueiras, é importante destacar, tanto em número de pescadores quanto em produção pesqueira, as praias da Baleia e da Pitória, em São Pedro da Aldeia, Pedra da Salga e Túnel, em Iguaba Grande, Hospício, Colônia/Areal, Ponte dos Leites e Pontinha, em Araruama, Figueira e Monte Alto, em Arraial do Cabo. De acordo com um dos mestres de pesca:

Nunca deu tanto peixe perumbeba grande como agora, a perumbeba começou a comer a savelha e a ubarana que a gente descarta quando está pescando, o descarte destas espécies na pesca de rede é imenso. Como notamos isso: a perumbeba só é pescada no espinhel quando colocamos estes peixes na isca.

Pelo engajamento comunitário, e graças à parceria com a Colônia de Pescadores Z-28 de Araruama, e a Colônia de Pescadores Z-5 de Arraial do Cabo, foi registrada durante a pesquisa a produção de 6.642 descargas de pescado em comunidades pesqueiras destes dois municípios, além da Praia da Baleia, em São Pedro da Aldeia. Pelo fato de ser a maior de todas as lagoas costeiras do leste fluminense, e por estar próxima a região dos lagos, que recebe grande fluxo de turistas durante o ano todo, a comercialização da produção pesqueira encontra uma ampla rede de distribuição local, envolvendo restaurantes, pousadas, peixarias, além da venda direta nas próprias comunidades. Boa parte da produção é comercializada pelos intermediários que redistribuem para mercados atacadistas maiores, como a CEASA/RJ, o MSP, para o interior do estado e até para outros estados e para a região Nordeste.

### Considerações finais

O uso da abordagem de Diagnóstico Rápido Participativo – DRP demonstrou ser uma ferramenta eficaz na caracterização da atividade pesqueira lagunar no leste fluminense, potencializando a integração entre os conhecimentos acadêmico e tradicional. Da mesma forma que a coleta de dados físicos, químicos e biológicos desenvolvidas nos capítulos anteriores, o conhecimento empírico e tradicional dos principais usuários dos ecossistemas, os pescadores, aportou informações importantes sobre o status das pescarias e os recursos naturais explorados de cada lagoa costeira. Este conhecimento é essencial em uma atividade tão dinâmica quanto a pesca, influenciada por diferentes vetores naturais e antrópicos. Por um lado, há a natureza, que tem seus diferentes ciclos ocorrendo em escalas que variam de horas a décadas, por outro, as constantes ameaças impostas por projetos de urbanização, que influenciam na gentrificação das comunidades e na deterioração ambiental lagunar. O aporte de esgotos domésticos, o assoreamento dos corpos d'água, as obras de engenharia para recuperar ambientes nem sempre bem sucedidas, foram preocupações manifestadas pelos interlocutores da pesca, indicando seus impactos na atividade ao longo dos anos. Mais grave ainda tem sido a invisibilidade dos pescadores lagunares frente às políticas de

desenvolvimento local/regional, ou seja, no planejamento de intervenções nos sistemas. Eles poucas vezes são ouvidos, e raramente considerados, quanto aos impactos negativos dessas mudanças na produção pesqueira e no modo de vida destas comunidades tradicionais.

A pesca lagunar tem seu grande potencial na segurança alimentar das famílias de pescadores, mas também assume papel importante na geração de renda local e regional. Embora algumas espécies exploradas ocorram em praticamente todas as lagoas costeiras estudadas, algumas desempenham papel importante no fluxo de pescado local. É o caso da tilápia na Lagoa de Piratininga, dos robalos na Lagoa de Maricá, do siri na Lagoa de Saquarema, e do camarão, perumbeca e tainha na Lagoa de Araruama. Múltiplos petrechos de pesca são utilizados, obedecendo a uma lógica determinada pelo conhecimento ecológico local, onde cada pescaria é regulada pelas safras das espécies-alvo – período de maior ocorrência de determinada espécie – e pela melhor estratégia de pesca adequada ao ambiente onde a espécie ocorre.

Assim, a sazonalidade de cada pescaria é o resultado de um conjunto de conhecimentos adquiridos com o passar do tempo, baseado na observação, competências e habilidades. Incorporar este conhecimento no cotidiano acadêmico foi uma experiência inovadora deste projeto. O uso de mapas, matrizes de pesca e cadernos de automonitoramento da produção auxiliaram no entendimento da variabilidade das capturas. A cartografia foi além, evidenciando as áreas mais vulneráveis à pesca. Através deste instrumento, pescadores identificaram áreas em que não ocorrem mais peixes devido aos impactos ambientais imputados às diferentes lagoas. Parcerias foram estabelecidas com conhecimento e aprendizado mútuo para o melhor entendimento do significado da pesca lagunar.

A chegada da pandemia de coronavírus no território das lagoas, em março de 2020, impactou diretamente as comunidades pela ruptura nos elos da cadeia de valores. Com mercados e restaurantes fechados, intermediários responsáveis pela distribuição do pescado reduziram suas compras, forçando os pescadores a buscar novas formas de escoamento da produção. Os impactos da pandemia também atingiram nossa equipe de trabalho, justo no momento de coleta de informações através da investigação participativa. Como dar continuidade ao trabalho sem arriscar pescadores e pesquisadores? Assim como os pescadores buscaram o apoio nas redes sociais para vender o peixe, a equipe buscou nos mesmos veículos uma forma de manter o engajamento dos interlocutores. Pescadores, membros das comunidades e lideranças na pesca foram encorajados a participar nas postagens em aplicativos como o Facebook e Instagram. Também utilizamos formulários digitais e aplicativos de mensagens, para que, na ausência física, pudéssemos nos manter próximos de nossos parceiros, acompanhando remotamente o dia a dia da atividade pesqueira lagunar.

Apesar de todas as limitações, foi um momento bastante rico, com depoimentos emocionantes, registros fotográficos das capturas de espécies

incomuns ou de tamanho e peso acima do usual, bem como das mortandades e de alterações no ambiente lagunar. Apesar destas adaptações realizadas para enfrentar os cenários adversos da pandemia, sentimos falta de não termos realizado um encontro presencial para discussão e validação dos resultados. Esta etapa ampliaria a qualidade dos resultados finais e proporcionaria a proposição de novas ações de pesquisa e medidas de ordenamento, objetivando a sustentabilidade da atividade pesqueira lagunar.



# 7. A PRODUÇÃO PESQUEIRA NOS SISTEMAS LAGUNARES DO LESTE FLUMINENSE

*Rafael de Almeida Tubino, Maurício Düppré de Abreu,  
Caio de Marco, Cassiano Monteiro-Neto,  
Marcus Rodrigues da Costa*

Assim como em outros pontos da costa brasileira, as lagoas costeiras do Leste Fluminense servem à obtenção de alimento pela pesca desde os tempos pré-coloniais, quando populações de caçadores-coletores e índios habitavam seu entorno. A grande quantidade de sítios arqueológicos espalhados em mais de 67 pontos próximos destes sistemas lagunares do estado do Rio de Janeiro guardam valiosos registros da captura de diferentes espécies de peixes, crustáceos e moluscos, que, ainda hoje, são de interesse aos pescadores locais (Lopes *et al.*, 2016; Cap. 1 deste livro).

Mais recentemente, a pesca de pequena escala, incluindo a lagunar, ganhou importância não só como fonte de alimento, mas como emprego e renda para uma grande quantidade de pescadores e suas famílias (FAO, 2020). Atualmente, estimamos que existam mais de 1.250 pescadores que atuam nas lagoas costeiras do Leste Fluminense, sustentando uma cadeia produtiva de grande importância local e regional (Cap. 6). Apesar disso, a pesca lagunar ainda é frequentemente negligenciada por agências oficiais responsáveis pelo seu manejo e ordenamento, permanecendo excluída de programas de acompanhamento e avaliação econômica e ambiental, levando a um cenário de pouca informação e muitas incertezas em relação a atividade pesqueira. As alterações ambientais provocadas pelo processo histórico de urbanização e a consequente eutrofização das lagoas costeiras, bem como das frequentes intervenções realizadas pelo poder público em canais e rios que se conectam a estes ambientes, têm modificado de forma representativa os regimes hidrológicos originais, provocando alterações nas populações de peixes, crustáceos e moluscos tradicionalmente considerados como espécies-alvo para a pesca lagunar.

Visando ampliar e aprofundar o conhecimento sobre a pesca desenvolvida nestes ambientes costeiros, apresentamos, a seguir, diferentes aspectos desta atividade nas lagoas costeiras do Leste Fluminense, geradas no âmbito do projeto SLLF, procurando fornecer informações a respeito das principais modalidades de pesca utilizadas, composição das capturas, produção e rendimento pesqueiro, e suas variações sazonais.



## Modalidades de Pesca, Embarcações e Petrechos

A atividade pesqueira desenvolvida nas lagoas costeiras do Leste Fluminense apresenta características tipicamente de pequena escala, empregando pouca tecnologia aplicada à navegação ou na busca de espécies-alvo. As embarcações usadas são de pequeno porte, em sua grande maioria de madeira, movidas a remo, vara, velas e/ou motores de pouca potência. As maiores embarcações e que possuem maior autonomia de navegação são encontradas na Lagoa de Araruama (Fig. 1).



Figura 1. Exemplos de embarcação à vela (*esquerda*) e com motor de centro (*direita*) usadas na pesca lagunar na Lagoa de Araruama.

Normalmente, as pescarias embarcadas tem curta duração (ida e volta) e não há conservação do pescado a bordo. A produção diária é descarregada em diferentes pontos distribuídos no entorno das lagoas, onde geralmente ocorre a primeira venda e posterior envio do pescado para centros locais e regionais de comercialização (Fig. 2).



Figura 2. Descarga da produção de uma pescaria na Lagoa de Araruama no dia de abertura da safra 2020/21 (*esquerda*) e transporte da produção para segunda comercialização (*direita*).

Nas capturas são empregadas uma variedade de técnicas e petrechos de pesca, que incluem desde aparelhos individuais, como a tarrafa e o puçá, ou coletivos, como as redes de emalhar – utilizadas em diferentes modalidades de captura –, o arrasto de calão e a troia (Fig. 3, 4 e 5). Dentre estas várias modalidades de pesca, é possível observar forte conexão entre as técnicas e petrechos empregados nas capturas com os recursos alvo (Tab. 1), definindo o acesso a diferentes espécies de acordo com os períodos de maior disponibilidade (safras).

Vale destacar que algumas modalidades de pesca são comumente utilizadas em todas as lagoas costeiras. É o caso das redes de espera ou mijuada, lance ou cerco, tarrafa e puçá. Apesar disso, existem diferenças com relação ao tamanho das redes (comprimento e altura) e a malha usada, a depender do recurso alvo. A pequena profundidade que predomina na maior parte das lagoas costeiras impõe limitação de altura para as redes e áreas de uso. Por outro lado, esta condição facilita o acesso à pesca sem embarcações, especialmente junto as margens, onde são comuns as pescarias com tarrafa, puçá e arrasto de calão. Apesar disso, em áreas de maior profundidade, como em alguns pontos da Lagoa de Araruama, são usadas redes com até nove metros de altura para a captura de tainhas ou perumbecas.

Algumas modalidades de pesca são tipicamente restritas a determinadas lagoas costeiras. É o caso das pescarias com gancho, estruturas fixas distribuídas em áreas próximas aos canais de conexão com o mar, onde espécies que realizam movimentos de entrada e saída destes sistemas são comumente capturadas (ex.: tainhas, paratis, carapicus e camarões). Estas estruturas são encontradas em grande número na Lagoa de Araruama, e operam de forma muito incipiente na Lagoa de Saquarema (Tab. 1; Fig. 3, 4 e 5). Vale destacar ainda a pesca de galho praticada na Lagoa de Maricá. Esta modalidade de pesca guarda forte caráter tradicional, e ainda hoje é usada por pescadores que criam um ambiente para agregação de espécies de peixes em torno de galhos afundados em pontos estrategicamente escolhidos.

Com exceção da Lagoa de Araruama, onde a atividade pesqueira é completamente paralisada pelo defeso entre os meses de agosto a outubro, em todas as outras lagoas costeiras a pesca é desenvolvida ao longo de todo o ano, respeitando restrições específicas impostas pela legislação. Além do período de defeso aplicado a toda a pesca na Lagoa de Araruama, outras medidas de manejo são aplicadas à pesca lagunar, que incluem restrições ao uso de petrechos, tamanho de malha das redes e zoneamento de áreas de pesca (Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 2, de 16 de Maio de 2013; Portaria Interministerial nº 48, de 24 de Setembro de 2018; Portaria Ibama nº 110, 24 de setembro de 1997; Portaria Ibama nº 41, 30 de maio de 1996).

Tabela 1. Artes de pesca utilizadas nos SLLF, características dos petrechos de pesca empregados, espécies-alvo e descrição geral da dinâmica pesqueira. Lagoas: Piratininga (P), Itaipu (I), Maricá (M), Guarapina (G), Saquarema (S) e Araruama (A).

Artes de pesca	Descrição geral	Espécies-alvo	Lagoa					
			P	I	M	G	S	A
Rede de Espera	Também chamadas de mijuada, são redes de emalhe, fixas, normalmente lançadas no final de tarde/noite e recolhidas no início da manhã. O tamanho das redes e o número de panos variam em cada sistema lagunar, entre 10 e 20 panos de rede (500 a 1000 m de comprimento). O tamanho da malha é variável e depende da espécie-alvo (30 a 60 mm). Na Lagoa de Araruama a altura da rede varia entre 1,5 e 12 m.	Corvinas, tilápias, perumbebas, tainhas, carapebas e robalos	X	X	X	X	X	X
Rede de Lance	Também chamada de rede de cerco, emprega a rede de emalhe na tarefa de circundar o cardume de espécie-alvo. Em algumas localidades, os pescadores lagunares batem na água e/ou na embarcação de dentro do lance para estimular que os peixes nadem de encontro à rede. Em algumas ocasiões a tarrafa é usada dentro do lance como estratégia complementar de captura. Cada lance dura entre 20 minutos e 1 hora, o número de panos e comprimento total de redes variam de acordo com a lagoa e a legislação, entre 10 e 20 panos (550 a 2.000 m) e malhas a depender do recurso alvo, variando de 35 a 70 mm.	Tainhas, robalos, carapebas, tilápias, corvinas e perumbebas	X	X	X	X	X	X
Pesca de Galho	Estratégia que consiste em selecionar galhos e deixá-los na água até adquirirem incrustações, para posterior colocação em pontos definidos pelos pescadores, onde ficam de 15 a 60 dias no intuito de agregar peixes, sobretudo o robalo. Depois deste período, os pescadores vão ao local, cercam os galhos com uma rede de emalhe grossa (rede de robalo), retiram os galhos, tarrafeiam no interior do cerco e recolhem a rede. É uma modalidade tradicional da comunidade de Zacarias, na Lagoa de Maricá, também observada na Lagoa de Saquarema, e outras formas de agregação do robalo na Lagoa de Araruama.	Robalos, tainhas, caratingas e carapebas			X			X
Lanceio	Empregada na captura de camarões durante sua safra, consiste em uma rede de emalhe “esticada”, com 250 a 400 m de comprimento (4 a 7 panos de rede) e malha de 25 mm, normalmente empregada à noite ou em dias nublados. Permanece na água durante todo o tempo de pescaria, com o pescador passando a rede a cada 30 minutos.	Camarões						X
Tarrafa	Rede circular lançada pelo pescador, embarcado ou não, sobre a espécie-alvo. Muito utilizada em áreas próximas às saídas e entradas de barras e canais, durante a movimentação de peixes e camarões. É utilizada também como petrecho complementar em pescarias que agregam cardumes. Tamanho variado, com malha de 12 mm (camarão) até 50 mm.	Camarões, tainhas, carapebas e robalos	X	X	X	X	X	X

Puçá	Aro de metal com rede em formato cônico entalhado. Utilizado na captura de siris, que são atraídos para o interior do puçá pela isca colocada no centro (geralmente, pedaços de peixe, como a cabeça de bagre). Os puçás são dispostos separadamente no fundo da lagoa por um tempo determinado. O pescador confere a captura periodicamente, retirando os siris capturados e retornando o puçá à água. Este tipo de pescaria pode ser realizado com ou sem auxílio de embarcação. A quantidade de puçás varia entre 30 e 150 unidades.	Siris	X	X	X	X	X
Estacada	Também chamada de marca de barragem, rede em formato de funil que fica fixada por estacas e opera na correnteza de marés vivas de sizírias de vazante durante a noite, capturando camarões. De tempos em tempos (30 minutos a 1 hora), o pescador vai até a marca e retira o camarão do saco da rede, mantendo-a na estaca até o término da maré. As redes tem entre 4 e 5 m de largura de boca e até 10 m de comprimento. A malha permitida é de 12 mm.	Camarões				X	X
Arrasto Manual	Também chamada de arrasto de dois calões, rede de 4 a 15 m de boca e 1 a 2 m de altura. A malha varia de 12 mm (camarão) a 100 mm (peixes). Possui calões nas extremidades utilizados para tracionar a rede pelos próprios pescadores nas margens das lagoas.	Camarões e siris		X			X
Troia	Utilizada nas margens e coroa (bancos rasos) com emprego de redes de malha de 12 mm, de até 60 m de comprimento e altura máxima de 3 m. Usa a técnica de cerco e aperto (caracol), fechando o pesqueiro de forma manual, com um dos quatro pescadores dentro d'água, conduzindo a rede. Em áreas de maior profundidade, exige dos pescadores o uso de tamancos e embarcação.	Camarões					X
Gancho	Arte de pesca fixa, tipo curral, disposta na lagoa para direcionar e aprisionar a espécie-alvo em seu interior, onde é despescada. Muito empregada na Área II da Lagoa de Araruama, principalmente na captura de tainhas e saúbas, quando o gancho é munido de uma rede complementar (trimbobó), posicionada horizontalmente ao longo da parede interna do gancho, para evitar o escape das tainhas que saltam pra fora. Sem o trimbobó, é utilizada na captura de carapicu. Uma versão mais simples é utilizada na captura de camarão.	Tainhas, saúbas, carapicus e camarões				X	X
Linha e Anzol	Muito utilizada por pescadores amadores, é realizada com caniço (vara). A pesca profissional artesanal foi registrada apenas na Lagoa de Saquarema, tanto embarcada quanto desembarcada, utilizando camarão vivo, filé de parati ou polvo.	Corvinas, robalos, bagres e perumbebas				X	
Espinhel	Consiste em uma linha principal ligada a várias linhas secundárias que possuem um anzol em sua extremidade. Realizada principalmente embarcada, utiliza-se de 10 a 150 anzóis. As iscas mais comumente usadas são filé de parati, camarão e polvo.	Bagres, corvinas, robalos e perumbebas		X			X

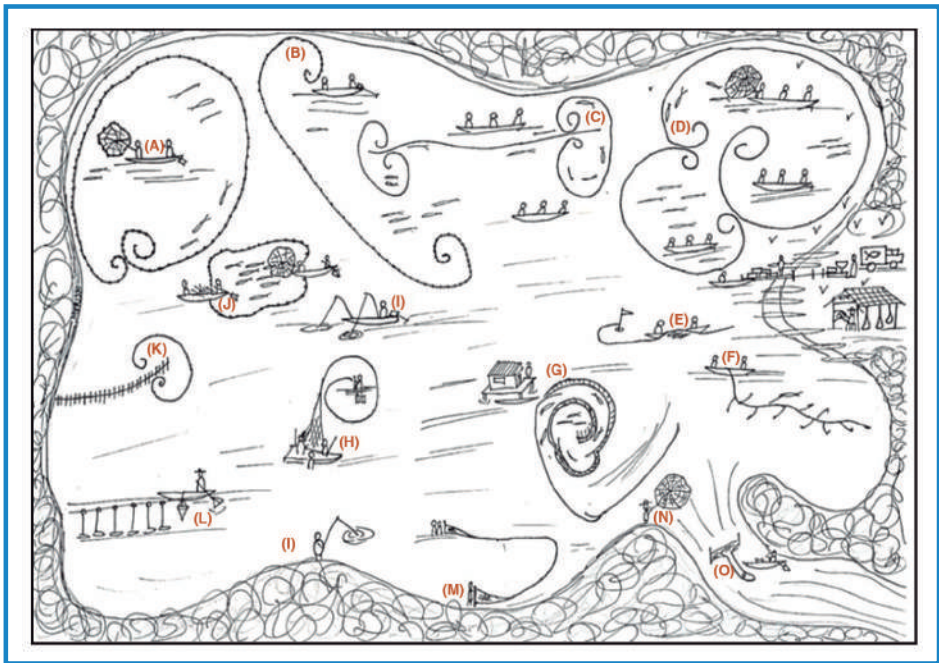


Figura 3. Panorama esquemático sintético mostrando as diferentes artes de pesca praticadas nas lagoas costeiras do leste fluminense: A) Lance/Cerco; B) Espera/Mijuada; C) Cerco de curral; D) Cerco; E) Gancheio; F) Espinhel; G) Gancho de tainha; H) Troia; I) Linha; J) Pesca de galho; K) Gancho de camarão; L) Puçá; M) Arrasto; N) Tarrafa; O) Estacada.



Troia

Rede de emalhe

Rede de emalhar (alta)

Gancho

Figura 4. Imagens de diferentes modalidades de pesca praticadas nas lagoas costeiras do leste fluminense.



Figura 5. Imagens de diferentes modalidades de pesca praticadas nas lagoas costeiras do leste fluminense.

### Sistema lagunar Piratininga-Itaipu

A pesca nestas lagoas é desenvolvida por pescadores que utilizam pequenas embarcações de madeira, movidas principalmente a remo ou com auxílio de uma vara de bambu – em função da pequena profundidade –, mas algumas embarcações também possuem motor. As principais artes de pesca praticadas fazem uso de redes de espera, de lance, tarrafa e puçá.

As capturas na Lagoa de Piratininga se concentram sobre a tilápia (68,6% da produção total) e a tainha (30,4% da produção total), provenientes das pescarias que utilizam redes de espera, que correspondem a 99% da produção total. A participação de siris é muito pequena e praticamente não há capturas relevantes de camarões. A produção total monitorada entre setembro de 2020 a julho de 2021 foi de 3,4 toneladas.

A pequena profundidade, a presença de vegetação enraizada e extensas áreas com vegetação do tipo taboa em suas margens contribuem para que esta lagoa costeira funcione como um ambiente de criação, abrigando peixes relativamente menores em comparação à Lagoa de Itaipu. As frequentes mortandades registradas ao longo do ano representam eventos indesejáveis, que levam a perda de biomassa, causando prejuízo imediato à atividade pesqueira local. Estes eventos influenciam diretamente a dinâmica populacional das diferentes

espécies, comprometendo a renovação dos estoques pelas falhas no recrutamento dos juvenis para os estratos adultos de interesse comercial. Durante o período do projeto, foram registradas ao menos nove eventos de mortandade. Estes eventos podem acarretar a perda imediata de volumes consideráveis de pescado, que podem chegar a mais de duas toneladas.

Apesar da Lagoa de Itaipu possuir uma área menor em relação a Lagoa de Piratininga, a ligação com o mar e maior profundidade são fatores que permitem o trânsito mais frequente de peixes e crustáceos entre a área costeira adjacente e a lagoa, resultando na ocorrência de uma maior variedade de espécies (Fortes *et al.*, 2014), bem como, a presença de indivíduos maiores, influenciando diretamente a composição das capturas. Os robalos e a perumbeba (chamada localmente de piraúna) são as espécies de maior importância e contribuíram juntas com 67% da produção total monitorada entre novembro de 2019 e dezembro de 2021 (880,6 kg) (Fig. 6). As capturas realizadas com redes de espera são as mais importantes, e participam com 72% do total. Já as pescarias de lance e de puçá representam respectivamente 25% e 3%, e seus alvos são siris e outras espécies de menor valor agregado. Apesar da pequena participação na produção total, siris e camarões são mais abundantes e disponíveis para a pesca quando comparados com a Lagoa de Piratininga, contribuindo com 4% e 3% do total registrado, respectivamente. Vale ressaltar ainda que, eventualmente, os pescadores de Piratininga também pescam na Lagoa de Itaipu, acessando a mesma pelo canal de Camboatá.

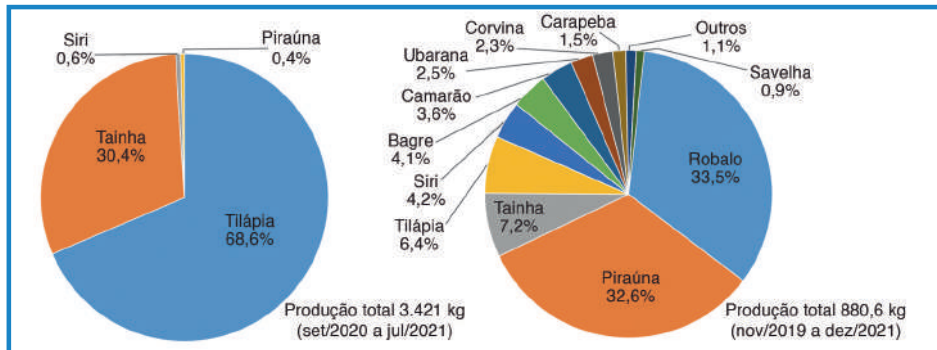


Figura 6. Participação relativa das categorias de pescado nas capturas nas lagoas costeiras de Piratininga (esquerda) e Itaipu (direita).

### Sistema lagunar Maricá-Guarapina

A produção pesqueira monitorada entre setembro de 2019 e agosto de 2020 no conjunto de lagoas que compõem o sistema lagunar de Maricá (Lagoas de Maricá, Barra e Padre) foi de 85,1 toneladas. As principais artes de pesca usadas foram o lance e a rede de espera. Outras modalidades também ocorrem em menor proporção (Fig. 7). As tainhas participaram com mais da metade deste volume, e são capturadas principalmente por redes de lance, que representam metade da produção total (Fig. 7). Além da tainha, também merecem destaque a corvina (14%), a tilápia e os robalos, que participaram com 10% da produção total individualmente. Os siris, capturados principalmente nas pescarias de puçá, participaram apenas com 1,7%.

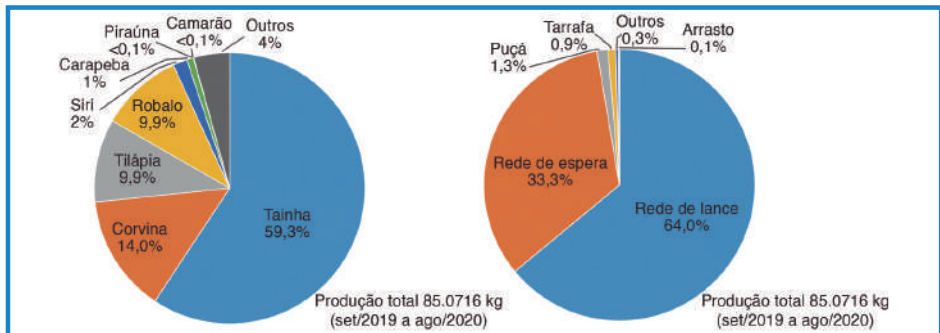


Figura 7. Participação relativa das modalidades de pesca na produção total (*direita*). Participação relativa das categorias de pescado no volume total monitorado (*esquerda*) nas Lagoas de Maricá, Barra e Padre entre maio e agosto de 2020.

Os maiores rendimentos pesqueiros foram registrados entre os meses de março e maio, quando as capturas atingiram valores superiores a 50 kg por pescaria, puxados principalmente pelas tainhas, no início da safra da espécie. Já os menores rendimentos ocorreram entre setembro e novembro (Fig. 8A). As capturas de tainhas mostraram grandes variações ao longo do ano, com maiores rendimentos marcadamente no final do verão e no outono (Fig. 8B), mesmo período em que foram registrados os menores valores para a tilápia (Fig. 8C). A produtividade de siris se mostrou baixa ao longo de todo o ciclo anual com um único pico em abril (Fig. 8D).

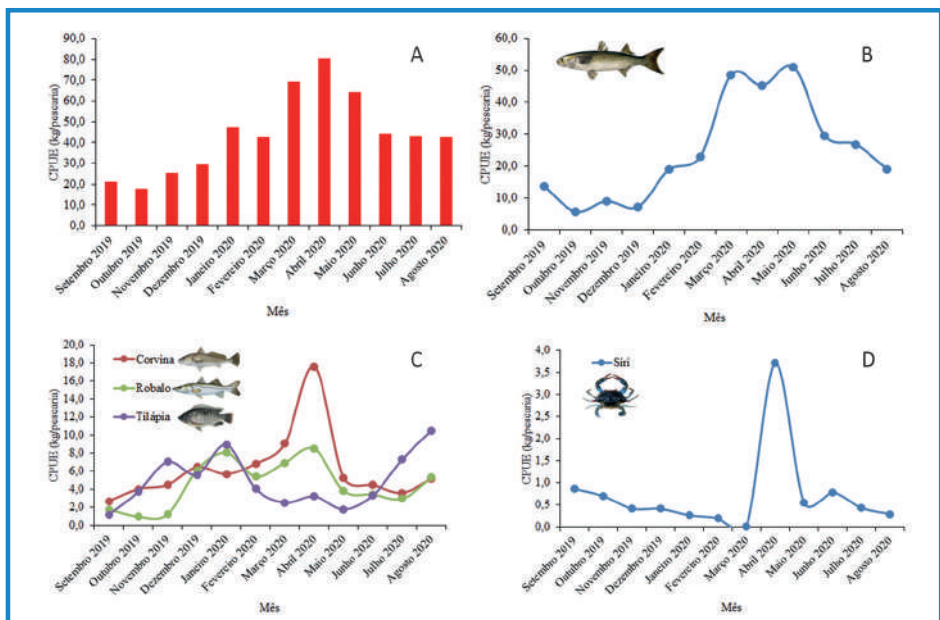


Figura 8. Variação mensal de rendimento pesqueiro (kg/pescaria) nas lagoas de Maricá, Barra e Padre. Variação mensal de rendimento total (A) e das principais categorias de peixes e crustáceos: (B) tainha, (C) corvinas, robalos e tilápias, e (D) siris.



Dados históricos de capturas diárias nas lagoas costeiras de Maricá, Barra e Padre entre os anos de 2011 a 2017, fornecidos por um importante intermediário local, mostram padrões de variação sazonal de rendimento (kg/pescaria) para as principais espécies (Fig. 9). Os maiores rendimentos pesqueiros de tainha foram registrados no verão e no outono. Já os rendimentos de tilápia e corvina mostraram um padrão marcadamente vinculado aos meses de primavera e verão. Os robalos não mostraram nenhum padrão sazonal marcante. Já os siris apresentaram os maiores rendimentos nos meses mais secos de inverno.

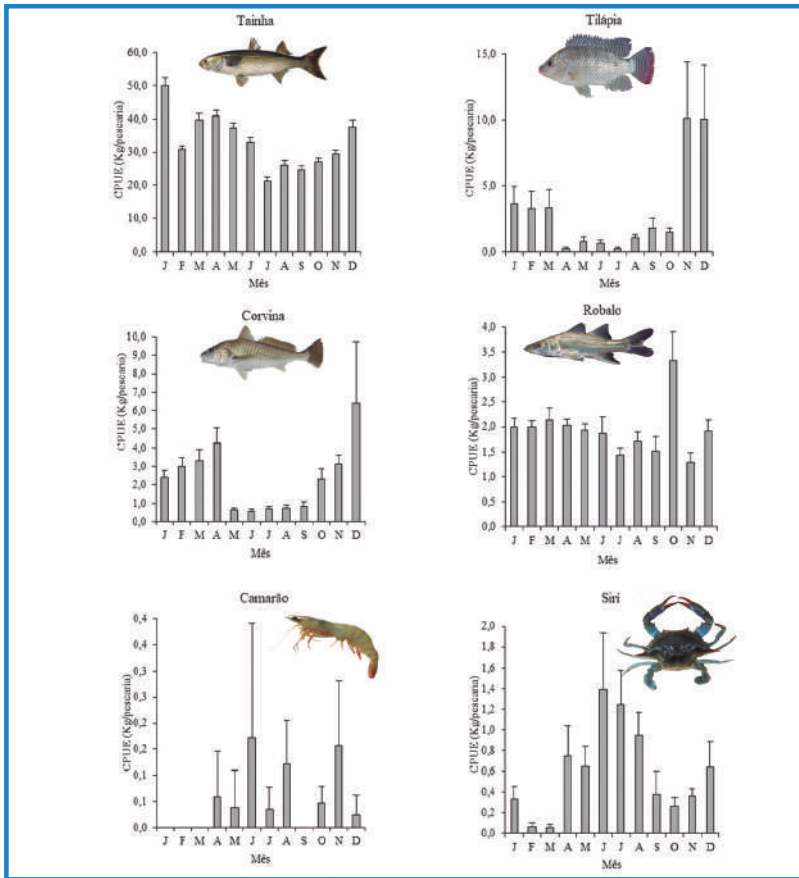


Figura 9. Variação mensal de produtividade pesqueira (colunas verticais em cinza) e respectivos desvios padrões (barras verticais) das principais categorias de pescado entre os anos de 2011 e 2017 nas Lagoas de Maricá, Barra e Padre.

As informações obtidas através do Diagnóstico Rápido Participativo (Cap. 6) com os pescadores da Lagoa de Guarapina indicam que as capturas nesta lagoa costeira são direcionadas à tainha, com uso de redes de lance. Nesta localidade, a produção total monitorada deste recurso correspondeu a 95% entre agosto e novembro de 2019. Além da tainha, foram registradas capturas de siris com puçá (aproximadamente 3%), corvina, robalos e outras espécies de menor valor.

Tomando-se como base a produção reportada de 880,4 kg em quatro meses (220,1 kg/mês), podemos estimar uma produção anual de 2,6 toneladas. Vale ressaltar, no entanto, que tal estimativa guarda alguma incerteza, uma vez que não considera as variações sazonais de produção e esforço de pesca, representando apenas uma tentativa de estabelecer valores referenciais de produção pesqueira total para esta lagoa costeira.

## Lagoa de Saquarema

Assim como na Lagoa de Maricá, em Saquarema são usados diversos petrechos de pesca. Os mais comuns são a rede de lance e o puçá. Entre maio e agosto de 2020, a rede de lance foi responsável por 60% da produção total registrada, de 4,85 toneladas (38,8 kg/pescaria) (Fig. 10). As pescarias de puçá contribuíram com 30%. Ambas, juntamente com as pescarias de rede de espera, apresentam também as maiores produtividades individuais (Fig. 11).

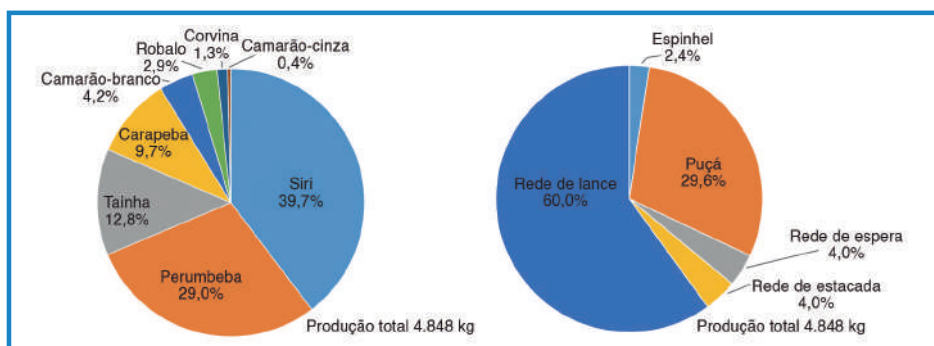


Figura 10. Participação relativa das modalidades de pesca na produção total (direita). Participação relativa das categorias de pescado no volume total monitorado (esquerda) na Lagoa de Saquarema entre maio e agosto de 2020.

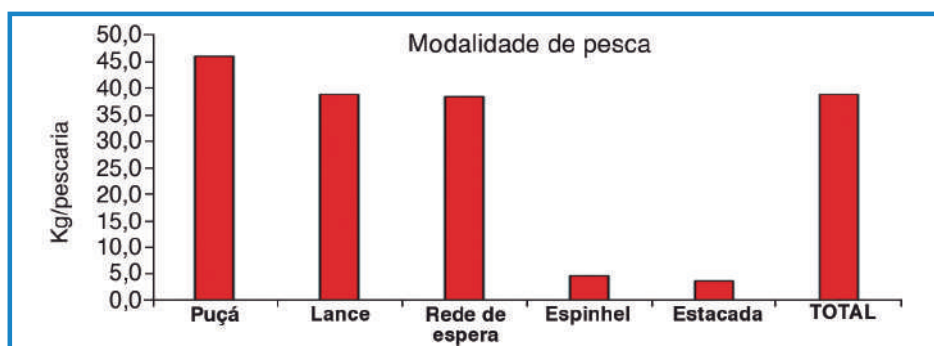


Figura 11. Rendimento pesqueiro total (kg/pescaria) e por modalidade de pesca na Lagoa de Saquarema.

As principais categorias de pescado registradas neste período foram siris e perumbaba, capturados pelas pescarias de puçá e rede de lance, respectivamente. A elevada participação de siris no volume total descarregado merece destaque, indicando a importância deste recurso neste sistema.

## Lagoa de Araruama

A pesca na Lagoa de Araruama é uma das atividades mais antigas e importantes da região, fornecendo alimento, emprego e renda a cerca de 980 pescadores (Cap. 6), concentrados em 27 núcleos de pesca. As grandes dimensões e a variedade de ambientes da lagoa permitem que a pesca ocorra em praticamente toda a sua extensão, explorando diferentes espécies. Atualmente, a pesca ainda mantém o caráter artesanal, com modalidades que remontam aos primeiros habitantes que se estabeleceram na região. As artes de pesca utilizadas atualmente são o cerco, a rede de espera “mijuada”, o arrasto de calão, a troia e as artes “fixas”, como o gancho e a estacada.

Os dados gerados a partir do programa de automonitoramento pesqueiro implementado no âmbito do projeto SLLF nas localidades da praia da Baleia, em São Pedro da Aldeia (novembro/2019 a julho/2021), em Araruama (dezembro/2019 a março/2021) e na Praia do Siqueira (novembro/2020 a julho/2021), adicionados a dados de controle de desembarques realizados nos portos lagunares de Arraial do Cabo, disponibilizados pela Colônia de Pesca de Arraial do Cabo (maio/2019 a dezembro/2020), nos permitiram identificar diferentes aspectos da pesca na Lagoa de Araruama. Os 8.346 desembarques registrados neste período geraram um volume total de 784,1 toneladas de pescado, resultando em um rendimento pesqueiro de 93,4 kg por pescaria, com destaque para a perumbeba (52,6%), a carapeba (29,4%) e a tainha (13,5%). As demais categorias representaram juntas 4,5%. Este mesmo padrão foi verificado em todas as localidades consideradas, com exceção da Praia do Siqueira onde a pesca é direcionada especificamente para a captura de camarões (Fig. 12). A perumbeba e a carapeba são capturadas principalmente pelo cerco e rede mijuada, enquanto que a maior parcela da produção de tainhas é proveniente das pescarias de ganchos.

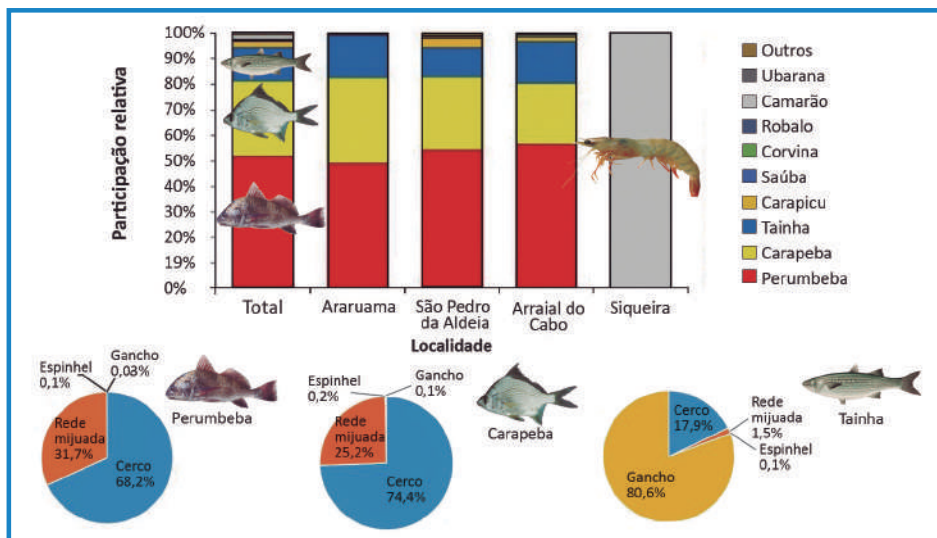


Figura 12. Variação mensal de rendimento pesqueiro (kg/pescaria) das três principais categorias de pescado descarregadas na Praia da Baleia entre novembro de 2019 e julho de 2020. Os meses de agosto a outubro de 2020 correspondem o período de defeso.

Os dados de produção diária provenientes do programa de automonitoramento conduzido na Praia da Baleia (novembro de 2019 a julho de 2020) permitiram o acompanhamento de duas safras consecutivas e revelaram uma variação de rendimento distinta entre as principais espécies capturadas, notadamente para a perumbeba, que, ao contrário das demais (carapeba e tainha), mostrou uma tendência de aumento nos rendimentos entre dois a três meses após as aberturas de ambas as safras (Fig. 12).

O declínio dos rendimentos observados para carapeba e tainha na Praia da Baleia nos meses subsequentes a abertura das duas últimas safras são semelhantes aos padrões observados nas séries históricas de produção fornecidas pela Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Pesca de Iguaba Grande para os anos de 2017 a 2019 (três safras consecutivas), que mostram, de um modo geral, um rápido decréscimo para todas as categorias desembarcadas (Fig. 13).

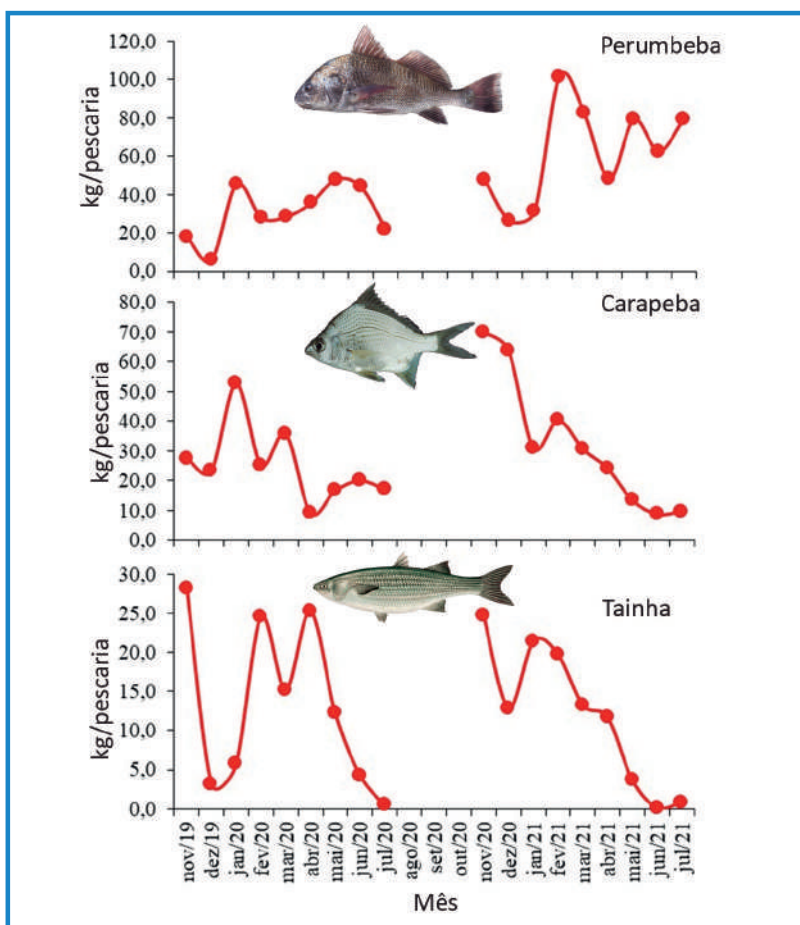


Figura 13. Variação mensal de produção pesqueira por espécie desembarcada em Iguaba Grande entre os meses de março de 2017 e maio de 2019. Os meses de agosto a outubro correspondem ao período de defeso da lagoa costeira. Dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Agricultura, Abastecimento e Pesca de Iguaba Grande.

Informações fornecidas por informantes-chave, pescadores da ativa de gancho e técnicos da Secretaria Municipal de Pesca durante a realização do DRP indicam uma produção de 240 toneladas de tainhas em 2019 e 156 toneladas em 2020, nos 40 ganchos em operação.

A pesca de camarões se concentra na área chamada de “triângulo do camarão”, sendo praticada principalmente com o uso da troia, estacada e arrasto de calão pelas comunidades de pescadores baseados na praia do Siqueira, Ponta do Ambrósio e Camerum. O acompanhamento das capturas monitoradas junto aos pescadores da praia do Siqueira entre novembro de 2020 e julho de 2021 revelou um total de 13,6 toneladas, e uma produtividade de 18,2 kg por pescaria (Fig. 14). Estimativas geradas na década de 1990 nesta mesma comunidade de pesca indicavam uma produção semanal de 3,5 toneladas (Bidegain & Bizerril, 2002), valor muito superior aos valores registrados atualmente (0,8 toneladas semanais).

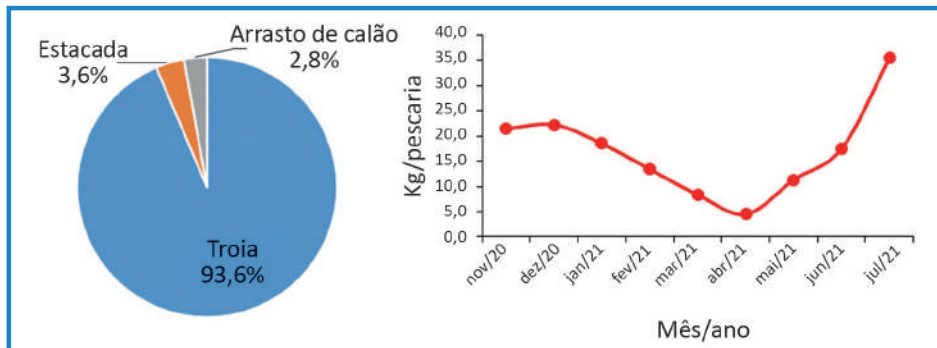


Figura 14. Participação relativa das modalidades de pesca de camarão praticadas pela comunidade de pescadores da praia do Siqueira registradas entre novembro de 2020 e julho de 2021.

## Síntese

Ao observarmos a pesca desenvolvida nas lagoas costeiras do Leste Fluminense sob uma perspectiva mais ampla, verificamos que esta atividade continua mobilizando uma parcela importante de pescadores artesanais dedicados à pesca marítima e costeira no estado do Rio de Janeiro. Sob o ponto de vista das suas características, podemos dizer que a pesca lagunar utiliza uma grande variedade de técnicas e petrechos direcionados à captura de um número limitado de espécies-alvo. A produção é baseada em unidades produtivas individuais ou coletivas, vinculadas às características destes sistemas costeiros, que oferecem abrigo e disponibilidade de alimento para espécies que ocorrem ao longo da costa. A pesca mais peculiar nas lagoas costeiras é baseada principalmente nos movimentos migratórios de peixes entre a lagoa costeira e o mar, e envolve um profundo conhecimento tradicional dos pescadores sobre a ecologia e o comportamento das espécies.

Uma das características da pesca lagunar é a sazonalidade das capturas, vinculada às variações de abundância das espécies-alvo. Estas variações estão relacionadas não só a dinâmica das características físico-químicas do ambiente, mas também refletem variações na dinâmica populacional das espécies.

Entre as espécies consideradas mais importantes do ponto de vista econômico para os Sistemas Lagunares do Leste Fluminense (SLLF), podemos destacar: a tainha (*Mugil liza*), comum a todas as lagoas costeiras, os siris, a tilápia (*Oreochromis niloticus*), os robalos (*Centropomus undecimalis* e *C. parallelus*) e a perumbeba ou piraúna (*Pogonias cromis*), comuns a pelo menos três sistemas. Outras espécies com menores volumes de capturas são a carapeba (*Eugerres brasiliensis*), a corvina (*Micropogonias furnieri*) e os camarões rosa (*Farfantepenaeus spp.*) e branco (*Litopenaeus schmitti*), comuns a pelo menos dois sistemas (Tab. 2).

Ao longo do período de estudo, foram observadas algumas peculiaridades como as elevadas capturas de tilápia na Lagoa de Piratininga, a tainha na Lagoa de Maricá, a grande diversidade de siris na Lagoa de Saquarema, assim como as elevadas capturas de camarões na praia do Siqueira, na Lagoa de Araruama. Reiteramos que todos esses resultados são fruto do engajamento das comunidades pesqueiras parceiras do projeto SLLF.

A tainha é uma das espécies mais importante em todas as lagoas costeiras, contribuindo de forma representativa nos volumes de produção em praticamente todas elas, com especial destaque naquelas lagoas costeiras conectadas diretamente ao mar, e em áreas internas próximas a esta conexão. A perumbeba também constitui uma espécie importante, participando de modo representativo na produção total, especialmente nas lagoas costeiras maiores e conectadas permanentemente ao mar, como as lagoas de Saquarema e de Araruama. Nestes sistemas, a carapeba figura como uma espécie relevante, fato não observado nas demais. Já a tilápia apresenta relevante importância nas lagoas costeiras tipicamente confinadas, mais rasas, eutrofizadas e com maior tempo de residência das águas, como a Lagoa de Piratininga e, em menor proporção, as lagoas de Maricá e de Saquarema. Por fim, apesar da menor representatividade geral, os robalos são importantes recursos pesqueiros nestas lagoas costeiras, especialmente pelo seu valor de mercado, com destaque nas lagoas de Itaipu e Maricá (Tab. 2).

Com relação aos crustáceos, os siris estão presentes nas pescarias desenvolvidas em praticamente todas as lagoas costeiras, especialmente na Lagoa de Saquarema, onde constitui um recurso com boa disponibilidade na maior parte do ano. Já os camarões demandam maiores estudos nestes sistemas, uma vez que completam parte de seu ciclo de vida nas lagoas. Além disso, a forte redução observada na produção atual de camarão na Lagoa de Araruama em relação às décadas passadas, reforça ainda mais a necessidade de monitoramento destas pescarias.

Para estimar a produção pesqueira anual de cada lagoa costeira, estabelecemos uma metodologia de cálculo baseada em valores de Captura por Unidade de Esforço (kg/pescaria), gerados a partir dos dados obtidos no programa de automonitoramento e informações colhidas no Diagnóstico Rápido Participativo (vide Cap. 6). Estes valores foram, então, multiplicados pelo número de unidades produtivas efetivamente envolvidas na atividade pesqueira em cada lagoa costeira, que, multiplicado pelo número de dias efetivos de pesca por semana e pelo número de semanas ao ano (Tab. 2), nos forneceram uma estimativa de produção anual.

Tabela 2. Principais categorias de pescado e participação relativa na produção pesqueira total de cada lagoa costeira do Leste Fluminense. Principais artes de pesca na produção. Parâmetros usados no cálculo das estimativas de produção pesqueira anual por lagoa.

Lagoa	Principais categorias de peixes e participação relativa na produção total	Categorias de crustáceos e participação relativa na produção total	Participação relativa das principais artes de pesca na produção total	Número de unidades produtivas	CPUe (Kg/pescaria)	Dias efetivos de pesca por semana	Semanas efetivas de pesca ao ano	Estimativa de produção anual (t)
Piratininga	Tilápia (70%) Tainha (30%)	Siri (1%)	Rede de espera (98%)	22	51,3	1	44**	49,7
Itaipú	Robalo (34%) Piraiúna (33%)	Siri (4%) Camarão (4%)	Rede de espera (73%) Lance (25%)	4	44,0	1	48	8,4
Maricá, Barra e Padre	Tainha (59%) Corvina (14%) Tilápia (10%) Robalo (10%)	Siri (2%)	Lance (64%) Rede de espera (33%)	60	48,8	1	44**	128,8
Guarapina*	Tainha (96%)	Siri (3%)	Lance (64%) Rede de espera (33%)					2,6
Saquarema	Perumbeba (29%) Tainha (13%) Carapeba (10%)	Siri (40%) Camarão (4,6%)	Lance (60%) Puçá (30%)	46	38,8	1	48	85,7
Araruama	Perumbeba (52,6%) Carapeba (29,4%) Tainha (13,5%)	Camarão (1,7%)	Cerco (70%) Rede de espera (26%)	395	93,3	2	36***	2653,5
Araruama ganchos*	Tainha (100,0%)		Gancho (100,0%)	40				198,0
Araruama Total								2851,5

\*Estimativa obtida através do Diagnóstico Rápido Participativo.

\*\*Subtraído um mês em função dos eventos de mortandade.

\*\*\*36 semanas = 9 meses (3 meses de defeso da lagoa costeira).

Os valores referentes a número de dias efetivos de pesca foram definidos considerando as seguintes situações: nas lagoas costeiras que apresentaram eventos frequentes de mortandade, como as lagoas de Piratininga e Maricá, foi excluído um mês de atividade de pesca (tempo mínimo necessário para que a atividade de pesca reinicie); para a Lagoa de Araruama, consideramos apenas nove meses de pesca ao ano, já que o período de defeso ocorre durante três meses.

A Lagoa de Araruama, a maior de todas do Leste Fluminense e que detêm a maior frota de embarcações atuando na pesca artesanal, também foi a que mais produziu durante o período de monitoramento do projeto SLLF. As estimativas geradas apontam a Lagoa de Araruama como a de maior produção anual. As lagoas costeiras que apresentaram as menores estimativas foram as de Guarapina e de Itaipu, ambas com uma produção menor que 10 toneladas/ano (Tab. 2). No total, estimamos que as lagoas costeiras juntas fornecem cerca de três mil toneladas de produtos aquáticos, que suprem toda a cadeia produtiva de pescado com reconhecida importância regional.

Além da grande variedade na oferta de proteína de qualidade, as estimativas geradas com base na produção total monitorada demonstraram a elevada capacidade de resiliência que estas lagoas costeiras apresentam frente aos diferentes impactos que vem sofrendo. Mesmo que sub ou sobrestimados, os dados de produção anual são essenciais para melhorar o entendimento do funcionamento da pesca lagunar e para a manutenção dos serviços ecossistêmicos. Aliado a isto, soma-se o estabelecimento de normas e regras de conduta para o correto gerenciamento da pesca lagunar. Todas estas estimativas reforçam a necessidade de implementação de programas permanentes de monitoramento e coleta de dados sistematizadas que melhorem a compreensão dos múltiplos usos dos recursos pesqueiros e todos os seus benefícios, não só para os trabalhadores deste setor, mas também para as comunidades e sociedade civil, que usufruem das lagoas costeiras como um bem público.





PARTE IV

---

# Ecosistema





# 8. INTEGRANDO INFORMAÇÕES E DADOS EM MODELOS ECOLÓGICOS

## BUSCA DE PADRONIZAÇÃO E ENTENDIMENTO SISTÊMICO

*Ronaldo Angelini, Aguinaldo Nepomuceno,  
Marcus Rodrigues da Costa, Cassiano Monteiro-Neto,  
Tailan Moretti, Leticia Fernandes Alvarenga Monteiro,  
Mariana Bello, Pedro Henrique de Almeida Silva,  
Mauricio Cerda Lema, Thaís Erbas, Leandro Alves,  
Fernando Lamego, Gwenael Abril, Rafael de Almeida Tubino*

Nos capítulos anteriores vimos aspectos relacionados a qualidade da água, uso da bacia hidrográfica do Sistema Lagunar do Leste Fluminense e, principalmente, conhecemos uma grande variedade de organismos aquáticos: peixes, invertebrados e algas. O conhecimento das partes que compõem um ecossistema é fundamental para o seu entendimento, mas ainda deixa muito a desejar quando se trata da necessidade de respostas gerais sobre todo o ambiente. Assim, é preciso também se atentar às conexões das partes para compreender o “todo”, não como um único objeto, mas como um sistema com componentes conectados que se autorregulam, pois exercem diferentes funções que otimizam o uso da energia, visando o desenvolvimento e o crescimento do ecossistema.

Esta integração dos compartimentos, neste caso, se dá pela ferramenta da modelagem matemática, que nada mais é que um conjunto de regras que quantifica o crescimento, a reprodução, o consumo e a troca de energia/matéria entre as diferentes partes (grupos de organismos e ambientes interligados). A matematização destas variáveis em parâmetros, que estão dispostos nas equações matemáticas do modelo, nos ajudam a compreender o sistema como uma unidade funcional e observar se está equilibrado e é capaz de suportar distúrbios naturais ou impactos humanos. Mais do que isto, a modelagem nos permite prever o futuro respondendo a perguntas do tipo “e se?”, isto é, “E se a lagoa aquecer, haverá mais absorção de Carbono?”; “E se o número de pescadores aumentar, a atividade pesqueira continuará sustentável?”; “E se a poluição da lagoa aumentar, o que acontece com os peixes?”, entre outras questões de manejo de recursos naturais.

### **Diferentes modelos matemáticos para alcançar diferentes objetivos**

A abordagem da modelagem matemática é bastante variada, desde modelos simples, com poucas variáveis, até modelos muito mais complexos, mas todos tentam descrever o presente para prever o futuro. Desta forma, inúmeros modelos matemáticos e estatísticos são usados por cientistas de todos

os ramos do saber. Aqui, nós nos concentramos em dois modelos: o LOICZ (*Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone*<sup>1</sup>), desenvolvido pelo *International Geosphere Biosphere Programme* (IGBP), com foco na influência das mudanças globais no funcionamento das áreas costeiras que afetam do espaço e os recursos naturais costeiros (Gordon *et al.*, 1996); e o Ecopath, que constrói uma teia alimentar quantificada, capaz de calcular índices ecossistêmicos para comparar os ambientes, além de simular o futuro.

## O Modelo LOICZ

O LOICZ foi desenvolvido a partir da premissa de que as zonas costeiras mundiais vêm sendo impactadas de forma significativa pela ação antrópica, e estes impactos têm relação direta com as mudanças globais. Essas pressões são muito perceptíveis através da drenagem continental e da descarga de efluentes não tratados, que carregam altas concentrações de matéria orgânica particulada e dissolvida (MOP e MOD) e nutrientes inorgânicos dissolvidos (por exemplo: nitrato, amônia, ortofosfatos) para os ambientes aquáticos costeiros (no caso, o Sistema Lagunar). O aporte dessas substâncias afeta o metabolismo destes ecossistemas (Fig. 1), causando, assim, alterações importantes nos serviços ecossistêmicos que estes ambientes prestam à sociedade (Jessen *et al.*, 2015). O metabolismo de um ecossistema aquático costeiro pode ser avaliado de diferentes formas, dentre elas, pelo comportamento de constituintes ao longo de um gradiente salino, pela confecção de balanços de massa de nutrientes e pela quantificação das taxas dos processos de produção e respiração no ecossistema. Uma vez que estas pressões causam alterações nos regimes hidrológicos e nos ciclos biogeoquímicos do carbono, do nitrogênio e do fósforo nestes ecossistemas, esses parâmetros são objetos alvo do LOICZ (Penna *et al.*, 2004).

O programa LOICZ tem por objetivo geral determinar, em escala regional e global, os fluxos de materiais entre a interface costeira da terra, do oceano e da atmosfera. Através do conhecimento destes fluxos, pretende estimar a capacidade dos ecossistemas costeiros em transformar e estocar matéria orgânica particulada e dissolvida, assim como dimensionar os efeitos causados pelas alterações de fluxos na estrutura e no funcionamento destes ecossistemas.

## Como funciona o LOICZ?

O LOICZ trabalha com balanços de massas envolvendo basicamente os seguintes constituintes: Água, Sais e Nutrientes. O Balanço Hídrico é obtido através de dados relativos a parâmetros que descrevem as Entradas (vazão, precipitação, esgoto e água subterrânea) e Saídas (Evaporação) de água para o ecossistema. O Balanço Salino visa estabelecer taxas de troca de água entre sistemas aquáticos conectados pelos processos de advecção e mistura. Finalmente, o componente Nutrientes está relacionado ao Balanço de Materiais Não Conservativos, no qual se mede a diferença da concentração de materiais dissolvidos entre os sistemas conectados, e ao Balanço Estequiométrico, através do qual são estimados fluxos e trocas de componentes essenciais a vida: carbono (C), nitrogênio (N) e fósforo (P).

<sup>1</sup> "Interações Oceano-Terra nas Zonas Costeiras".

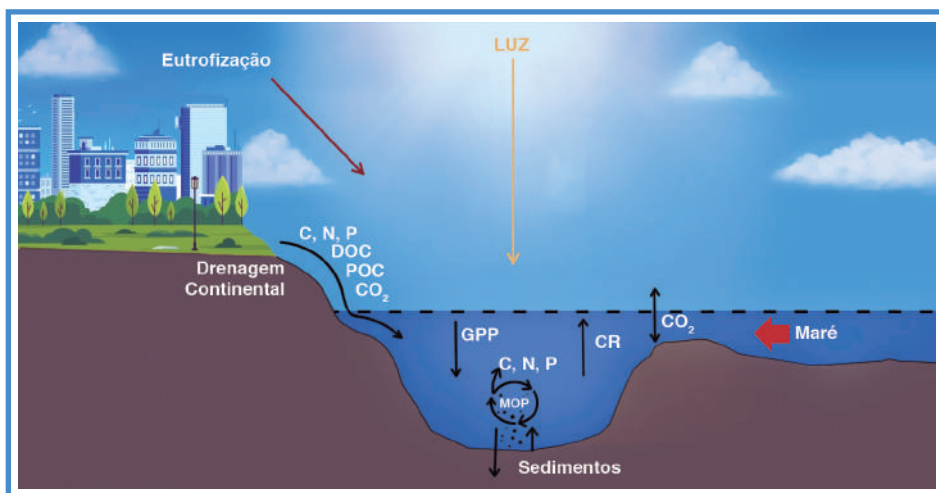


Figura 1. Acoplamento dos processos biogeoquímicos na área costeira. Metabolismo dos nutrientes e carbono orgânico em lagoas costeiras influenciadas pela eutrofização. As setas em preto indicam as entradas e saídas de carbono para o ecossistema. C (Carbono), N (Nitrogênio), P (Fósforo), DOC (Carbono Orgânico Dissolvido), POC (Carbono Orgânico Particulado), CO<sub>2</sub> (Gás Carbônico), GPP (Produção Primária Bruta), CR (Respiração da Comunidade Planctônica), MOP (Matéria Orgânica Particulada).

## O LOICZ nos Sistemas Lagunares Fluminenses

Os resultados do balanço de água e sal obtidos pelo modelo LOICZ para o ano de 2019 nos sistemas lagunares de Piratininga-Itaipu e de Saquarema apontam que, neste período, o volume de evaporação supera o de precipitação em ambos os sistemas. Da mesma forma, os dois sistemas lagunares também funcionam como sumidouros de Carbono, ou seja, absorvem e estocam carbono. É oportuno ressaltar que, apesar de possuir um volume cerca de 6 vezes menor, o Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu absorve cerca de 11 vezes mais carbono que a Lagoa de Saquarema (146,3 mmolC/m<sup>2</sup>/dia, para o primeiro, e 12,7 mmolC/m<sup>2</sup>/dia, para o segundo). Essa grande diferença está principalmente associada às altas taxas de produção primária observadas no Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu. Resultados do balanço de fósforo e NID (Nitrogênio Inorgânico Dissolvido; Fig. 2), com valores mais negativos na Lagoa de Saquarema que no Sistema Lagunar de Piratininga-Itaipu, e de medições da pressão parcial do CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) e de parâmetros físico-químicos auxiliares, como COD (Carbono Orgânico Dissolvido), COP (Carbono Orgânico Particulado), clorofila a (Chl-*a*) e alcalinidade total, durante a mesma época na Lagoa de Saquarema também corroboram esta interpretação. Estas medições foram feitas ao longo de toda essa lagoa costeira (Fig. 3a) e apontam, com o LOICZ, a predominância da autotrofia neste ambiente.

Outro aspecto relevante sobre o metabolismo dos sistemas lagunares fluminenses foi obtido através do monitoramento da pressão parcial do CO<sub>2</sub> (pCO<sub>2</sub>) durante um ciclo de maré no canal de comunicação da Lagoa de Saquarema com o mar adjacente. Este ciclo, em particular, foi caracterizado pela

entrada da ACAS (Água Central do Atlântico Sul), águas frias (~18°C) e ricas em nutrientes e CO<sub>2</sub>, na lagoa costeira. Os resultados demonstraram desvios importantes com relação ao modelo preditivo do comportamento da pCO<sub>2</sub>, o que esteve relacionado aos efeitos da temperatura e da atividade biológica no CO<sub>2</sub> dissolvido. Em outras palavras, nas condições observadas de temperatura e salinidade, a pCO<sub>2</sub> deveria aumentar até um valor máximo na salinidade de 29 e diminuir até a salinidade 10. No entanto, o que se observa nas medições de campo é uma rápida diminuição da pCO<sub>2</sub>, indicando que a captação biológica de CO<sub>2</sub> pela comunidade autotrófica foi de tal forma intensa, que absorveu o excesso de CO<sub>2</sub> carregado pelas águas de ressurgência e o resultante do aquecimento dessas águas frias (Fig. 3). A captação de CO<sub>2</sub> pode ser explicada pela eutrofização, que aumenta a autotrofia (altas concentrações de Chl-*a* observadas), atestando o papel de sumidouro de CO<sub>2</sub> pela lagoa costeira.

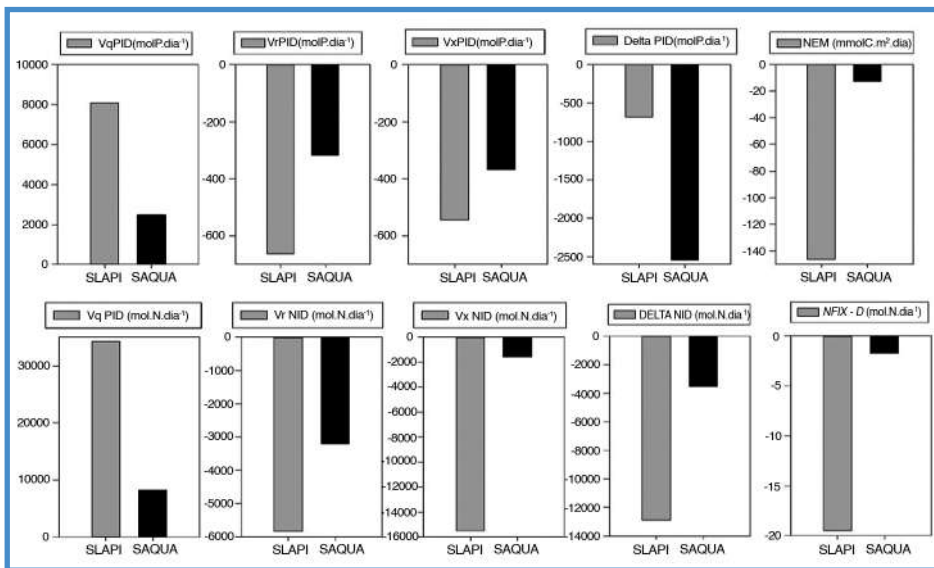


Figura 2. Fluxos de NID (Nitrogênio Inorgânico Dissolvido) e PID (Fósforo Inorgânico Dissolvido), Metabolismo líquido ecossistêmico (NEM) e diferença relativa entre fixação de nitrogênio e denitrificação (Nfix-Ndenit) no mês de setembro de 2019, no Sistema Lagunar de Piratininga-Itaipu e na Lagoa de Saquarema.

Outro ponto importante diz respeito a origem da matéria orgânica para o sistema lagunar. O COD e COP de sistemas estuarinos podem ter três origens: produção primária terrestre, marinha e estuarina (Bauer *et al.*, 2013). As altas concentrações de COT (Carbono Orgânico Total = COD+COP) estão associadas a altas concentrações de Chl-*a* (Fig. 3c), e o aumento de COT abaixo de 200ppm de pCO<sub>2</sub> indica que a produção fitoplanctônica ocorre prioritariamente dentro da lagoa (Fig. 3d). Durante as marés enchentes, as concentrações de COD e COP foram muito maiores que nas enchentes, sugerindo que a lagoa atuaria exportando estas formas de Carbono para as águas marinhas. Estes resultados também convergem com aqueles obtidos com o modelo LOICZ.

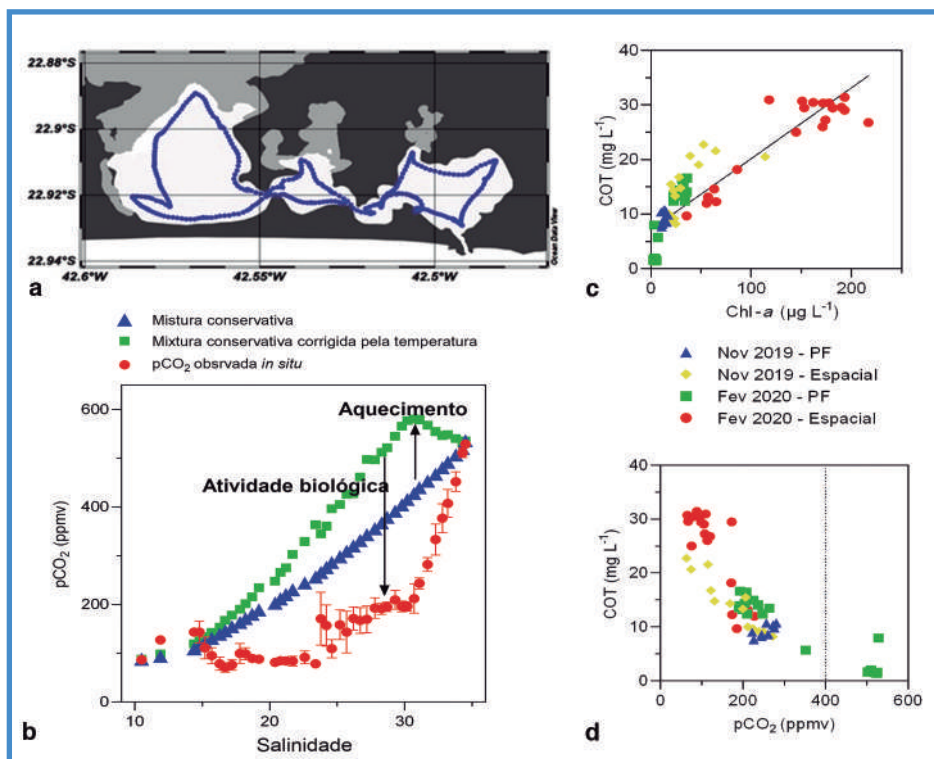


Figura 3. (a) Trajeto percorrido pelo barco durante a amostragem espacial para medições de parâmetros físico-químicos na Lagoa de Saquarema; (b) Modelo de mistura termodinâmica do pCO<sub>2</sub> em função da salinidade, destacando alterações dos resultados preditivos devido a atividade biológica e a temperatura da água; (c) Correlação entre carbono orgânico total (COT) e clorofila *a* (Chl-*a*), indicando a incorporação de carbono pelo fitoplâncton; e (d) Correlação entre COT e pCO<sub>2</sub>, indicando a absorção do gás carbônico dissolvido pelo fitoplâncton.

Modelos LOICZ também foram elaborados para o sistema lagunar Piratininga-Itaipu na década passada, mais especificamente em dois períodos (2005-06 e 2009-10), épocas nas quais o sistema lagunar se encontrava em diferentes condições de circulação de suas águas. Isto é, antes e depois da reativação de um antigo canal de comunicação da Lagoa de Piratininga com o mar, o Canal do Tibau. O período I (2005-06) representa a condição de baixa circulação da Lagoa de Piratininga e o Período II (2008-09) representa a condição de aumento de circulação da Lagoa de Piratininga (Tab. 1). A obra, que foi finalizada no ano de 2008, visou a renovação das águas da Lagoa de Piratininga através do restabelecimento da comunicação desta lagoa costeira com o mar. Os resultados obtidos apontaram que o metabolismo da lagoa costeira apresentou alterações importantes em função desta intervenção. O modelo LOICZ, por sua vez, foi sensível para detectar as alterações, tanto no balanço hídrico-salino, quanto na exportação/importação de nutrientes (PID e NID) e nas condições de autotrofia e heterotrofia do ambiente lagunar (Tab. 1). O tempo de residência de água ( $\tau$ ) da Lagoa de Piratininga, assim como do sistema lagunar como um todo, foi reduzido à metade em função da intervenção no canal.



No mesmo sentido, através do LOICZ, foi possível identificar que a Lagoa de Piratininga passou de uma condição de um sistema exportador de fósforo (PID), durante o período de 2005-06, para um ecossistema importador no período pós-obra (2009-10). Foi também notável o aumento da carga de exportação de fósforo durante o segundo período pela Lagoa de Itaipu. Os resultados do LOICZ também indicaram que o Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu atuou sempre como um ambiente denitrificante, isto é, em ambos os períodos liberou nitrogênio para a atmosfera. Finalmente, o balanço Produção-Respiração (P-R), um índice adimensional calculado para as duas lagoas costeiras, indicou que ambas, Piratininga e Itaipu, passaram de uma condição heterotrófica para autotrófica após a reabertura do canal, em 2008. Informações mais detalhadas podem ser encontradas no trabalho de Cerda *et al.* (2013).

Tabela 1. Resultados gerados pelos modelos LOICZ, elaborados em duas condições distintas de circulação do Sistema Lagunar Piratininga-Itaipu. O período I (2005-06), condição de baixa circulação da Lagoa de Piratininga. Período II (2008-09) condição de aumento de circulação da Lagoa de Piratininga.

			Lagoa de Piratininga	Lagoa de Itaipu	Sistema Piratininga-Itaipu (Total)
Hídrico-Salino	Tempo de Residência de Água ( $\tau$ )	2005-06	83 dias	9 dias	91 dias
		2008-09	39 dias	8 dias	47 dias
Materiais não conservativos	Fósforo (P) ( $\text{mol} \cdot \text{ano}^{-1}$ )	2005-06	+ 20x10 <sup>3</sup>	+ 18x10 <sup>3</sup>	+ 38x10 <sup>3</sup>
			(exportação)	(exportação)	(exportação)
		2008-09	- 45x10 <sup>3</sup>	+ 35x10 <sup>3</sup>	- 10x10 <sup>3</sup>
			(importação)	(exportação)	(importação)
	Nitrogênio (N) ( $\text{mol} \cdot \text{ano}^{-1}$ )	2005-06	- 1.200 x10 <sup>3</sup>	- 892x10 <sup>3</sup>	- 2.092x10 <sup>3</sup>
			(importação)	(importação)	(importação)
		2008-09	- 1.180x10 <sup>3</sup>	- 1.370x10 <sup>3</sup>	- 2.550x10 <sup>3</sup>
			(importação)	(importação)	(importação)
(P - R)	2005-06	- 2.100	- 1.910	- 4010	
	2008-09	4.800	822	+ 5.622	

## O Modelo Ecopath

O Ecopath é um software<sup>2</sup> utilizado para construir modelos de teia trófica. Assim, com informações específicas para cada espécie ou compartimento da teia trófica é possível fazer o modelo. As informações necessárias são biomassa, crescimento (produção) e consumo (o quanto se alimenta e do que se alimenta) dos grupos e espécies (Christensen & Pauly, 1992). Assim, por exemplo, vimos no Capítulo 5 que o robalo-flecha tem um comprimento médio de 33 cm, podendo chegar até 66 cm, se alimentando de pequenos peixes, camarões e mesmo caranguejos. Temos ainda uma estimativa de quanto deste peixe é pescado e isto também entra no modelo, pois é parte do impacto humano sobre esta espécie e seu ambiente. Para alguns componentes, como plantas e algas, não é necessário o consumo, apenas a biomassa e uma estimativa de crescimento.

Com estas informações, o Ecopath contabiliza o ecossistema buscando o equilíbrio para os componentes. Assim, tudo o que o organismo consome é convertido em crescimento e alimento para seus predadores, para a pesca e ainda em partes que são perdidas por respiração ou para detrito. Desta forma, o modelo respeita as características fisiológicas dos organismos de acordo com as informações repassadas a ele (dados de entrada). Para saber mais sobre o modelo Ecopath, sugerimos algumas referências em português: Angelini & Tubino (2018), Angelini *et al.* (2017) e Angelini & Gomes (2004).

Com esta base, o Ecopath calcula índices ecológicos que analisam o ecossistema como um todo, assim como renda per capita e Produto Interno Bruto analisam a economia de uma nação. Os atributos (índices) ecossistêmicos aqui escolhidos para comparar as seis lagoas costeiras que integram o Sistema Lagunar Fluminense foram divididos em categorias, que são Biomassa, Maturidade de Ecossistemas e Estrutura de Teia Trófica. Antes desta comparação, vamos falar um pouco mais em detalhes sobre a Lagoa de Maricá, ambiente em que temos os melhores dados de captura pesqueira, que consiste em uma série temporal entre 2011 e 2019. A teia trófica de Maricá se mostra bastante complexa, com muitas trocas de fluxos entre os organismos e quatro tipos de petrechos de pesca (Fig. 4).

Além de quantificar os fluxos da teia trófica (Fig. 4), o Ecopath calcula a Matriz de Impacto Trófico (Fig. 5), que representa a simulação do impacto do aumento da biomassa de um componente sobre a biomassa de todos os outros componentes, permitindo verificar os impactos diretos e indiretos de um componente sobre os demais. Em Maricá, nota-se que o aumento de aves e de zooplâncton pode desencadear muitos impactos negativos (Fig. 5).

---

<sup>2</sup> [www.ecopath.org](http://www.ecopath.org)

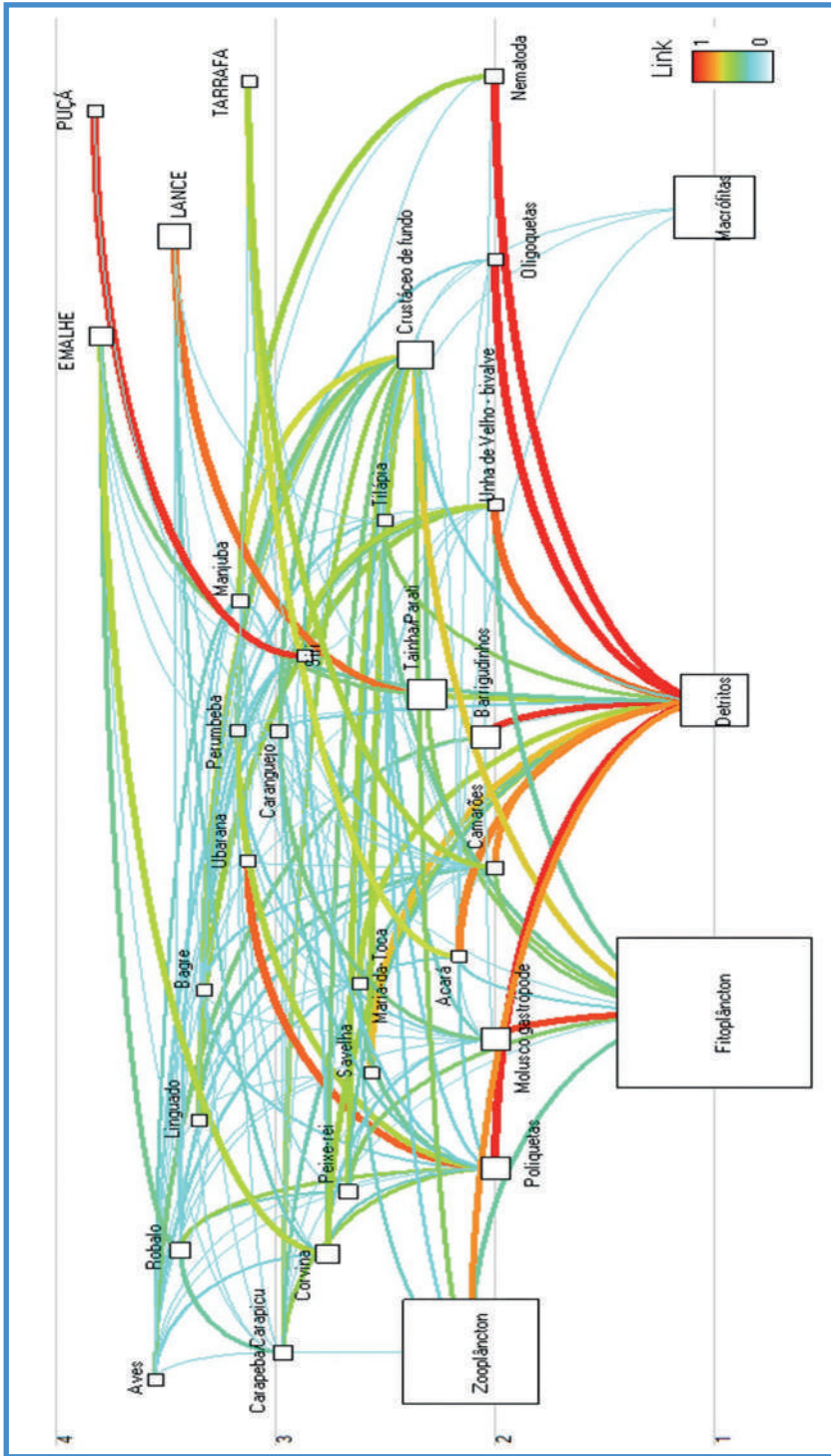


Figura 4. Modelo de Teia Trófica (Ecopath) para a lagoa de Maricá. O eixo Y é organizado pelo Nível Trófico do compartimento. O tamanho dos quadradinhos é proporcional a biomassa do compartimento. Os fluxos vermelhos são maiores que os azuis. Os quatro compartimentos superiores à direita representam predadores de pesca: emalhe, puçá, lance e tarrafa.

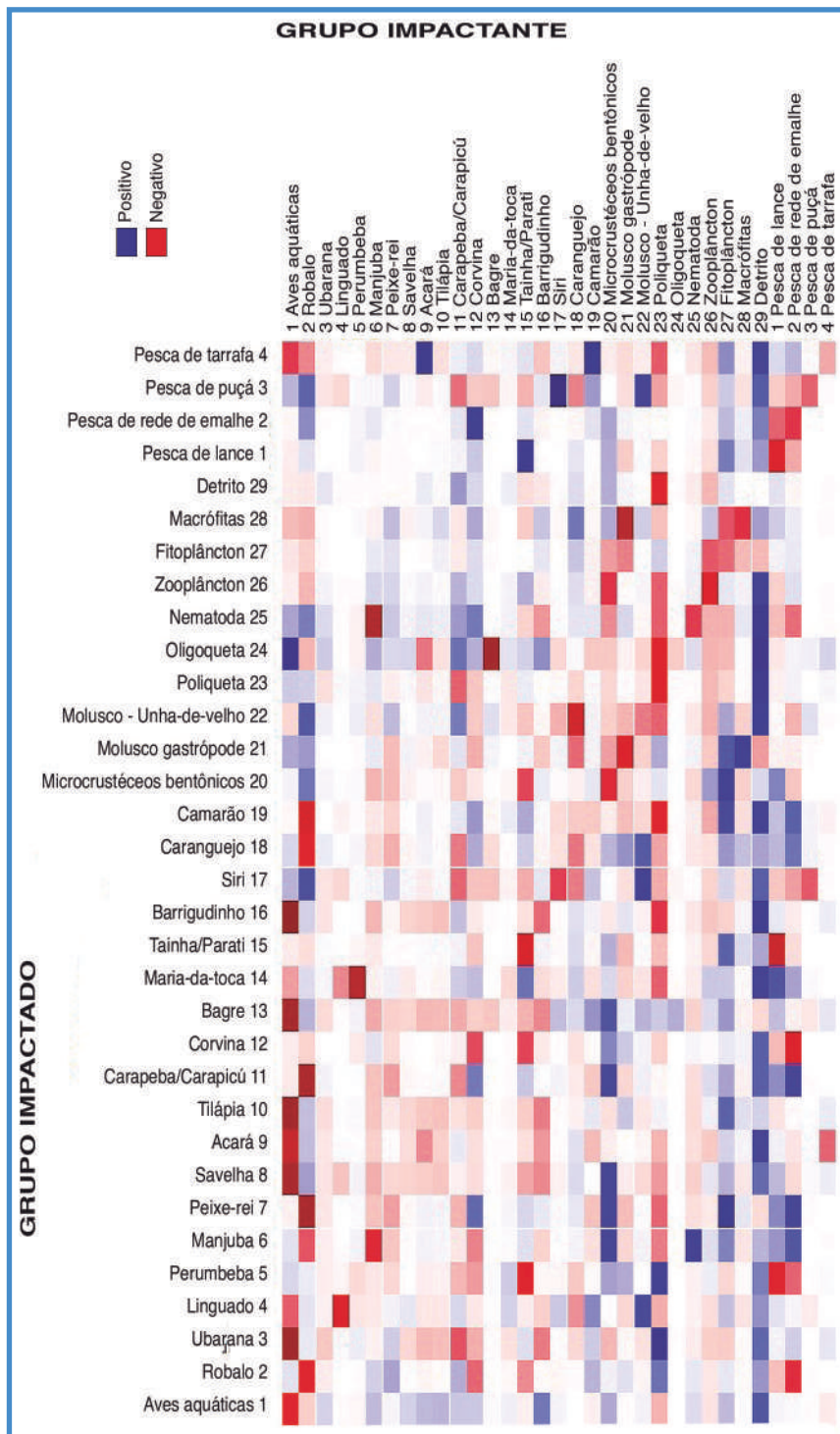


Figura 5. Matriz de Impacto Trófico calculada pelo Ecopath. Nas linhas está o Grupo Impactante, cuja biomassa é aumentada em 20%, e nas colunas o Grupo Impactado. A cor vermelha indica impacto negativo (o Grupo Impactante reduz a biomassa do Grupo Impactado), a cor azul indica impacto positivo, quando o Grupo Impactante aumenta a biomassa do impactado.

Por outro lado, o aumento de detritos, fitoplâncton e crustáceos de fundo tendem a exercer maiores impactos positivos, tanto direto (na teia alimentar) quanto indireto (por efeito cascata).

O desenvolvimento do modelo de balanço de massas do Ecopath ocorreu quando Walters *et al.* (1997) transformaram a equação estática do Ecopath numa equação diferencial dinâmica, na qual a biomassa dos componentes varia com o tempo (módulo Ecosim). Desta forma, o “Ecopath with Ecosim” (EwE) permite a calibração do modelo Ecopath (estático) com séries temporais, de biomassa ou captura, e posteriormente a simulação de cenários futuros, testando alterações em variáveis abióticas e esforço pesqueiro para influenciar a teia trófica e respondendo a perguntas como: o que aconteceria se dobrássemos o esforço pesqueiro sobre a tainha, na Lagoa de Maricá, nos próximos anos depois de 2019? A resposta (Fig. 6) mostra que, com o esforço dobrado, há um grande aumento de captura da tainha, mas que vai quase a zero no ano de 2029. No entanto, a manutenção do esforço nos mesmos níveis de 2019, mantém a captura sustentável, sem redução ou aumento (Fig. 6). Para o robalo, o aumento do esforço sobre a tainha não faz diferença, pois a espécie tem tendência a desaparecer da Lagoa de Maricá a partir de 2022 (Fig. 6).

O modelo nos permite ainda uma abordagem mais ampla, assim, nota-se que não apenas a captura de tainha cai a partir de 2025 se o esforço de pesca for dobrado (Fig. 6), mas também a captura total de Maricá (Fig. 7), bem como o nível trófico da captura, que é um indicador sobre a sustentabilidade da pesca, pois uma pescaria normalmente se inicia tendo como alvo principal espécies de maior porte que, em geral, têm maior nível trófico. Posteriormente, quando os estoques destes predadores vão se extinguindo, eles são substituídos por espécies de menor porte e de menor nível trófico<sup>3</sup>. A queda da captura em nossas simulações coincide também com a queda do nível trófico (Fig. 7).

Também foi possível simular o impacto da queda da qualidade da água a partir de 2020 na Lagoa de Maricá, refletidos na biomassa total de peixes e nas capturas total e de tainha (Fig. 8). Isto foi feito com a inclusão de uma função forçante (com a forma de uma exponencial negativa) no modelo de Maricá sobre o fitoplâncton. A queda da captura, e mesmo da biomassa de peixes no ambiente, mostra um cenário preocupante (Fig. 8).

Em virtude do espaço limitado deste capítulo, não é possível simular todas as lagoas costeiras. Nossa preferência por Maricá se deu pela série temporal de captura (vide valores observados na Fig. 6) que nos permite ter mais confiança no modelo e, por conseguinte, fazer melhores simulações futuras. No entanto, é possível comparar as lagoas costeiras com o uso dos indicadores ecossistêmicos estimados pelo Ecopath para cada uma delas (Tab. 2).

<sup>3</sup> Hipótese conhecida como *fishing-down food web*. Vide [www.fishingdown.org](http://www.fishingdown.org).

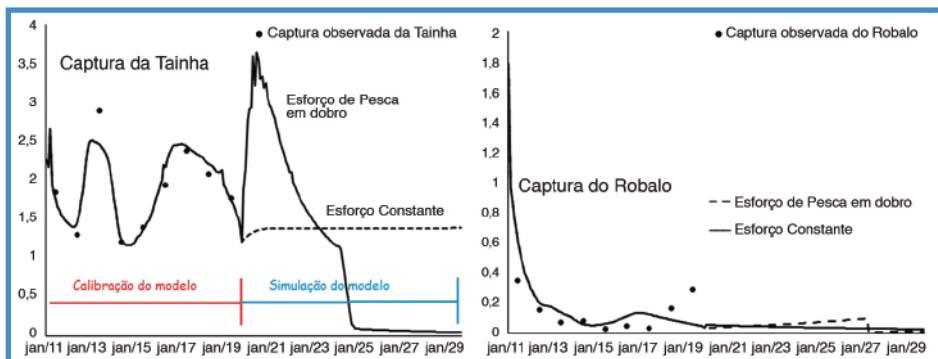


Figura 6. Calibração e simulação do modelo EwE para a Lagoa de Maricá. A calibração foi feita pelo modelo com base nos valores observados de captura para tainha e robalo (2011-2019), e as simulações foram feitas até dezembro de 2029, com o esforço constante (referente a 2019) e dobrado sobre a tainha. Valores em  $t/km^2$ .

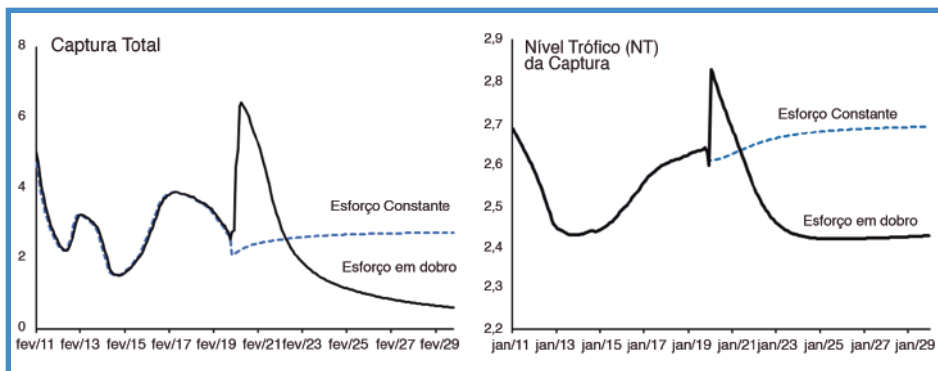


Figura 7. Captura total e nível trófico da captura entre os anos de 2011 e 2029 para a Lagoa de Maricá, como estimada pelo modelo EwE. Cenários de simulação: constante, referente aos valores de esforço pesqueiro de 2019, e em dobro, quando os valores de 2019 foram duplicados. Captura:  $t/km^2$ ; Nível trófico, sem unidade.

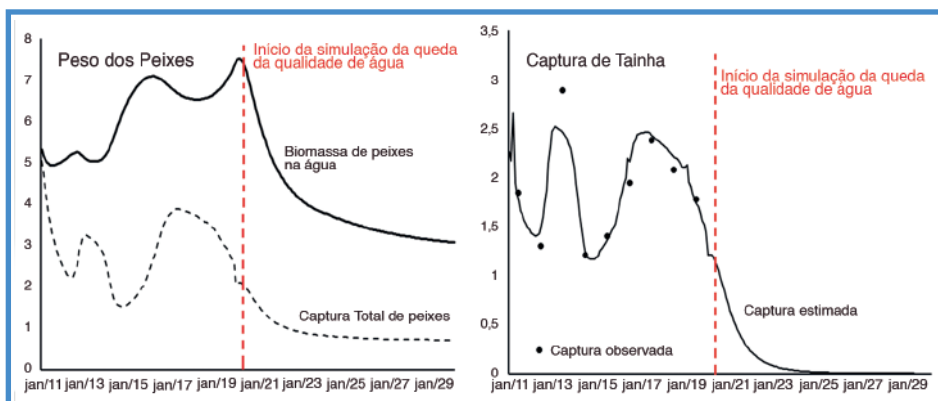


Figura 8. Peso dos peixes (captura e biomassa) e captura da tainha para a Lagoa de Maricá estimadas pelo EwE entre 2011 e 2029. O cenário simulou uma queda na qualidade de água a partir de 2020, que se refletiu em drásticas quedas de biomassa e de captura para a lagoa costeira.

Tabela 2. Atributos ecossistêmicos calculados pelo modelo Ecopath para as seis lagoas costeiras.

Categoria de Atributo	Lagoa					
	Piratininga	Itaipu	Maricá	Guarapina	Saquarema	Araruama
<b>BIOMASSA</b>						
Biomassa de Peixes (t/km <sup>2</sup> )	7,2	15,4	7,9	4,4	5,4	2,4
Biomassa de Invertebrados (t/km <sup>2</sup> )	10,2	23,8	38,0	33,9	9,4	24,1
Biomassa de Prod. Primários (t/km <sup>2</sup> )	36,1	74,8	85,9	66,3	21,8	22,1
Captura Total (t/km <sup>2</sup> /ano)	3,3	1,7	3,0	0,1	2,8	2,2
<b>MATURIDADE ECOSSISTÊMICA</b>						
Prod.Prim.Total/Respiração Total	6,3	11,2	17,6	7,4	39,4	38,3
Ascendência (% - maturidade)	39,0	51,8	55,2	39,3	76,4	63,7
Overhead (% - resiliência)	60,9	48,1	44,7	60,6	23,5	36,2
<b>ESTRUTURA DA TEIA TRÓFICA</b>						
Índice de Conectividade	0,23	0,23	0,18	0,18	0,19	0,28
Índice de Onivoria	0,135	0,167	0,158	0,206	0,097	0,142
Índice de Ciclagem de Finn (%)	6,4	4,8	2,7	6,5	0,24	0,87
Taxa Herbivoria/Detritivoria	0,35	0,37	0,45	0,29	1,01	1,27
Eficiência de Transferência Total (%)	3,5	6,2	6,4	5,3	11,3	8,2
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>						
Área (km <sup>2</sup> )	2,8	1,2	30,7	6,5	22,6	210
Profundidade média (m)	0,7	1,3	1,5	3,5	1,1	300
Salinidade	20,4	23,4	16,4	17,2	22,9	52
Ligação com o mar	<b>Eventual</b>	<b>Constante</b>	<b>Eventual</b>	<b>Constante</b>	<b>Constante</b>	<b>Constante</b>
Estado trófico	Hipertrofico	Mesotrofico	Hipertrofico	Eutrofico	Eutrofico	Oligotrofico

Destacando que os valores de biomassa estão em t/km<sup>2</sup> (Tab. 2), a Lagoa de Itaipu parece ter a maior biomassa, mas também é a lagoa costeira com menor área. Neste sentido, a captura é maior em Araruama (maior área) e Piratininga. Duas lagoas costeiras, Araruama e Saquarema, são ecossistemas com maiores valores da taxa de Produção Primária Total/Respiração Total, mostrando que são ambientes com menor maturidade (sensu Odum, 1969), o que é confirmado pelo baixo valor de ciclagem de nutrientes e pela maior dependência de herbivoria em relação à detritivoria, ao contrário das outras lagoas costeiras. De qualquer forma, a estrutura da teia trófica destas duas lagoas costeiras é compensada e mantida por maiores eficiências de transferência de energia/matéria entre os níveis tróficos. Uma característica física importante é que Araruama e Saquarema tem ligações diretas e constantes com o ambiente marinho.

## Discussão

Os modelos aqui relacionados (LOICZ e EwE) mostram a importância desta abordagem na análise global de cada uma das lagoas costeiras, bem como a necessidade de se buscar padrões no Sistema Lagunar Fluminense como um todo. As lagoas costeiras são, em geral, eutrofizadas, porém, mais dependentes da cadeia de detritos do que diretamente da cadeia de produtores primários (com exceção de Araruama e Saquarema). Também reafirmam a característica de alta produtividade primária em quase todas as lagoas costeiras, com exceção, talvez, de Araruama.

Mesmo assim, os modelos aqui apresentados têm que ser vistos com cuidado, especialmente as simulações temporais para a Lagoa de Maricá. Isto porque, apesar da inegável colaboração e atualização de informações ocorrida com o Projeto SLLF, ainda falta um monitoramento mais constante, especialmente sobre o plâncton, os invertebrados bentônicos e a captura pesqueira de todas as lagoas costeiras. A carência destas informações fragiliza a confiança nos resultados do modelo, à despeito do fato de que as simulações aqui presentes parecem coerentes do ponto de vista ecológico.

Apesar disto, os modelos integradores, como os apresentados, explicitam a necessidade de uma abordagem mais ampla, uma vez que apenas o estudo das espécies comercialmente importantes (como a tainha, por exemplo) é insuficiente, pois esta e outras espécies importantes de peixes dependem de suas presas, incluindo o plâncton e invertebrados de fundo, que, por sua vez, são dependentes dos nutrientes, que chegam às lagoas costeiras influenciados pelo uso do solo da bacia hidrográfica. Assim, a cadeia de eventos que culmina nos serviços ecossistêmicos das lagoas, como a pesca e a absorção de carbono, depende de vários processos que podem e devem ser quantificados para auxiliar o manejo destes sistemas.

De qualquer forma, o Projeto SLLF pode ser o ponto de partida para um monitoramento mais eficiente e constante dos compartimentos e processos que, então, serviriam para enriquecer e alimentar os modelos, fornecendo uma ferramenta útil para responder não apenas às questões acadêmicas, mas também de auxílio prático de manejo dos ecossistemas, permitindo o uso racional dos recursos, com destaque aos recursos pesqueiros que são fonte de renda para inúmeras famílias, como mostrado no Capítulo 6.





---

# Considerações Finais





Esta publicação foi organizada com o objetivo difundir o conhecimento produzido sobre os sistemas lagunares da costa leste fluminense. Buscamos enfocar aspectos considerados importantes para a sustentabilidade destes ecossistemas, das comunidades tradicionais de pesca lagunar e de todos os usuários que são beneficiados pelos serviços prestados pelas lagoas costeiras.

Os resultados aqui apresentados são a síntese de esforços conjuntos de pesquisadores e estudantes reunidos em um projeto de pesquisa interdisciplinar, combinando estudos sobre distintos aspectos físicos, químicos e biológicos dos ambientes lagunares. O ponto de partida desse projeto foi a pesca lagunar, um dos mais importantes serviços ambientais disponibilizados pelas lagoas costeiras, e que constitui um ponto de fusão entre o homem, a natureza e a conservação, fundamental para o desenvolvimento sustentável.

Entender como os recursos naturais, peixes e crustáceos, são pescados e comercializados, melhorou a compreensão sobre a importância da biodiversidade para a socioeconomia local e regional das lagoas costeiras. Assim, obter essas informações, a partir de uma perspectiva histórica, fornecida pelos pescadores artesanais, principais agentes deste processo, demonstra a importância ecológica, econômica e social que os ambientes lagunares representam para quem tem a pesca como o seu modo de vida.

As pesquisas buscaram mensurar a diversidade biológica destes sistemas, e um cuidado foi avaliar o potencial que cada lagoa apresenta para a produção pesqueira, a partir de um programa piloto de monitoramento continuado e sistematizado de coleta de dados. Elas também permitiram a ampliação e a atualização de informações sobre diversos componentes biológicos e parâmetros ambientais, trazendo avanços no conhecimento destes ambientes costeiros permanentemente pressionados pelo homem. Sendo assim, as informações reunidas durante o período do projeto constituem registros das transformações da paisagem lagunar ao longo deste curto período.

A escassez ou inexistência de séries históricas das condicionantes ambientais, do status da biodiversidade e da produção pesqueira, limitaram nossa capacidade de avaliar as mudanças temporais e fazer estimativas futuras assertivas. Entretanto, as entrevistas realizadas com os pescadores trouxeram outros conhecimentos, até então, não documentados sobre as lagoas costeiras e a atividade pesqueira. Ainda assim, estes importantes relatos muitas vezes carecem de informações precisas, que só a observação direta pode proporcionar.

Considerando os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável propostos pela Organização das Nações Unidas, é incontestável a necessidade permanente

de monitoramento para acompanhar as transformações que ocorrem nestes ecossistemas, especialmente os objetivos relacionados a Educação de qualidade (ODS 4), as Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), Consumo e Produção Responsáveis (ODS 12), Vida na Água (ODS 14) e Parcerias e Meios de Implementação (ODS 17).

Ressaltamos ainda que os objetivos são interligados, e a chave para o êxito de um sempre envolve questões associadas aos outros. Como exemplo, esta publicação ressaltou os saberes tradicionais da pesca lagunar nesta região, apresentou informações sobre a biodiversidade e dados sobre produtividade das lagoas costeiras. Assim, disponibilizar esse conjunto de conhecimentos tem como objetivo compartilhar informações relevantes e compreensíveis sobre os sistemas lagunares e a sua dinâmica. As peculiaridades nas capturas realizadas em cada sistema lagunar auxiliaram e ampliaram o desenvolvimento de pesquisas científicas e a transferência de informações, que visam a melhoria da qualidade do ambiente, o acesso dos pescadores artesanais aos recursos naturais e a novos mercados, conforme proposto nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS.

As circunstâncias geradas pela pandemia de Covid-19, durante o desenvolvimento do projeto, obrigaram os pescadores artesanais lagunares a buscarem alternativas para subsistência, em alguns casos, para garantir a sobrevivência. Neste contexto, constatamos que os pescadores artesanais representam um grupo social bastante vulnerável. Ao mesmo tempo, eles são agentes geradores de renda, geradores de emprego, além de contribuírem fortemente no abastecimento dos mercados locais e regionais com pescados, crustáceos e mariscos.

O forte engajamento dos pescadores parceiros do projeto, em cada sistema lagunar, permitiu a continuidade nos programas amostrais previstos, mesmo no cenário adverso da pandemia. No entanto, a impossibilidade de monitorar a produção pesqueira de forma sistemática e presencial, nos obrigou a realizar um exercício de estimativa da produtividade pesqueira total dos SLLF, com a finalidade de sintetizar as informações para todos os envolvidos, pescadores, pesquisadores e gestores, que almejam um ambiente saudável e sustentável. Segundo nossas estimativas, a produção anual de pescado nas lagoas costeiras estudadas na costa leste fluminense é em torno de 3.100 toneladas ao ano, dado que representa 5,6% da produção pesqueira estuarina e marinha, equivalendo a 14% da produção artesanal do estado do Rio de Janeiro no ano de 2018. Ainda estimamos que cerca de 1.260 pescadores trabalham rotineiramente nessas lagoas e delas retiram parte do sustento de suas famílias. Considerando um valor médio de primeira venda de pescado em torno de R\$5,00 por kg, estimamos um rendimento bruto, por pescador, de R\$12.408,73 ao ano, ou seja, R\$1.034,06 por mês. Isso equivale dizer que a pesca lagunar no leste fluminense gera cerca de 15,5 milhões de reais ao ano, sem considerar a cadeia produtiva.

Para chegar a estas estimativas, tivemos que estabelecer certas premissas, que, neste momento, representam as melhores aproximações com relação ao número de unidades produtivas, valores de captura por unidade de esforço e da quantidade de pescarias realizadas durante o ano para as diferentes artes de pesca que predominam em cada lagoa costeira ou sistema lagunar. Cabe salientar que estas estimativas podem não espelhar de forma fidedigna o que acontece em

cada lagoa ou em cada arte de pesca separadamente, já que os valores gerados têm como base médias globais.

Fica bastante claro na leitura dos capítulos que as lagoas costeiras são bastante diferenciadas umas das outras, seja fisicamente, seja na produção dos seus componentes biológicos e na pesca. Assim, permanece o desafio futuro de se estabelecer uma forma participativa para o registro da produção pesqueira lagunar, como instrumento de gestão e de incentivo ao protagonismo das comunidades. É fundamental conhecer a riqueza gerada pela pesca para que tenham visibilidade no processo decisório da gestão lagunar.

A cadeia produtiva econômica sustentada pela pesca lagunar está bastante ameaçada por impactos provocados pelo desordenamento e falta de planejamento urbano, conforme apontado pelos estudos realizados no âmbito do Projeto. A poluição, como consequência, leva a perda de habitats, provoca a diminuição da qualidade da água e altera as dinâmicas planctônicas, que são a base da teia trófica, a ponto de ocorrerem eventos de eutrofização que produzem mortandades de peixes.

Nossos esforços consistiram em tentar entender, na totalidade, o ambiente e os impactos que os degradam, mas não é tarefa fácil apontar soluções. No entanto, deixamos algumas sugestões baseadas em nossa recente experiência adquirida com as entrevistas, as coletas e a síntese do nosso trabalho. Apesar de todas as limitações apontadas, construímos cenários futuros no sentido de conectar todos os componentes do ecossistema numa abordagem quantitativa. Assim, os modelos ecossistêmicos apresentados proporcionam uma visão mais integrada dos processos ecológicos, fornecendo uma base para o entendimento da estrutura trófica e o funcionamento dos ecossistemas estudados. Esses dados estão disponíveis para serem usados como referência para avaliação e elaboração de ações de manejo e políticas públicas locais, a fim de manter a viabilidade dos recursos naturais e das atividades econômicas envolvidas.

Vale ressaltar também que o aporte contínuo de informações provenientes de programas de monitoramento sistemáticos aos modelos elaborados, torna-os mais confiáveis ao longo do tempo, podendo ser aproveitados para a tomada de decisões importantes para a conservação ambiental nos sistemas lagunares, através de simulações de cenários de interesse.

Dentre as várias ameaças às lagoas costeiras, podemos destacar o contínuo processo de eutrofização provocado pelo aumento progressivo das populações que vivem no entorno das lagoas costeiras, associado a falta de um programa eficaz de coleta e tratamento de esgoto. Também, a diminuição do espelho d'água em função de ocupação inadequada das margens e rios que compõem as bacias hidrográficas pode levar ao assoreamento das lagoas costeiras, além da perda e fragmentação de micro habitats fundamentais para o ciclo de vida de diferentes espécies de peixes, crustáceos e moluscos.

A possibilidade da instalação de parques aquícolas no ambiente lagunar, para aumentar a oferta de proteína animal e ser uma alternativa de renda dos pescadores, deve ser avaliada com muita cautela, sob risco de trazer prejuízos para funcionamento de todo o sistema. Para que esta atividade consiga um retorno econômico com lucros minimamente desejados em torno de 15%, ela precisa ser realizada num ambiente com ótima qualidade de água, para que o

peixe cresça rápido. No entanto, nós demonstramos que a qualidade de água ainda é insuficiente em muitos locais dos SLLF. Os eventos de mortandade ocorridos nos últimos anos certamente atingiriam os parques aquícolas, causando prejuízos aos produtores e ao ambiente, aumentando ainda mais o problema de contaminação e deterioração das águas.

Devemos também estar preparados para as mudanças climáticas em escala global, em especial a questão da elevação do nível do mar, cujas ameaças podem ter influências regionais e locais, alterando o balanço hídrico dos sistemas lagunares, com impactos sobre a flora e fauna.

Por fim, é fundamental deixarmos aqui algumas recomendações, visando a sustentabilidade destes importantes ecossistemas costeiros. Destacamos a importância da adoção de políticas públicas adequadas e comprometidas com o manejo e a conservação das bacias hidrográficas associadas às lagoas costeiras, diminuição urgente da carga orgânica e da eutrofização, manutenção do espelho d'água e habitats, bem como a manutenção da conectividade com o mar naquelas lagoas costeiras que já possuem esta situação. Tais medidas podem trazer melhorias ao estado trófico destes ambientes, impedindo, assim, a degradação ambiental e a consequente perda de serviços ecossistêmicos como pesca, turismo, esporte e lazer.

É importante salientar a necessidade da participação de diferentes setores da sociedade para o reconhecimento dos sistemas lagunares como ambientes relevantes do ponto de vista socioambiental. Neste contexto, a adoção de políticas públicas que considerem o planejamento integrado destes sistemas com ambientes adjacentes deve ter papel central. Além disso, chamamos a atenção para a necessidade da difusão do conhecimento para a sociedade sobre a relevância das lagoas costeiras, especialmente aos estudantes, gestores e formuladores de políticas públicas, além de usuários diretos e indiretos.

Este reconhecimento deve considerar o conjunto das lagoas costeiras, além de suas funções na regulação ambiental local, regional e climática. Esse conjunto de lagoas costeiras é reconhecido como Áreas Úmidas, protegidas pela Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional (RAMSAR), por fornecerem elementos fundamentais para a conservação de espécies da fauna e flora, e garantirem os serviços ambientais que asseguram o bem-estar das populações humanas. Portanto, além de regular o regime hídrico, essas áreas funcionam como fonte de biodiversidade em todos os níveis, cumprindo, ainda, papel relevante de caráter econômico, cultural e recreativo. Ou seja, disponibilizam água e alimentação para uma ampla variedade de espécies e para comunidades humanas, rurais e urbanas.







# AGRADECIMENTOS

A realização do projeto Sistemas Lagunares do Leste Fluminense e a consequentemente elaboração deste livro só foram possíveis por que contaram com a participação de uma grande quantidade de pessoas e instituições que colaboraram de diferentes formas.

Por isso, gostaríamos de agradecer primeiramente aos pescadores, pescadoras e demais trabalhadores da pesca lagunar pela confiança e parceria.

Nas lagoas costeiras de Piratininga e Itaipu, agradecemos especialmente aos pescadores Luiz Mendonça, Mestre Nati, Vandeco, Serração, Glicério (Jacaré) e Seu João do Bar.

Nas lagoas de Maricá, da Barra, Padre e Guarapina, agradecemos a parceria dos amigos Lélío do Peixe (*In memoriam*), Lino (Linderlei), Dill (Adilson), Vilson, Michael e Beto.

Na Lagoa de Saquarema, agradecemos a Cinira Maria da Silva, Rubens Ferreira da Silva e Giliard Ferreira da Silva (Toca do Siri), aos amigos Werlon e Amarildo (Mombaça), e a Carina da Colônia de Pescadores Z-24.

Na Lagoa de Araruama, gostaríamos de agradecer ao Marquinhos, Seu Eli e Angeline (Praia da Siqueira), ao Alexandre da Colônia Z-4 de Cabo Frio, ao Bebeto da Ponta do Ambrósio. Aos amigos da Praia da Baleia, Tio Reis (Reginaldo) e Silvane, ao Diego, Ronaldinho e Eliana. Ao amigo Thiago Dutra de Iguaba Grande, ao Cícero da Colônia Z-29 de Iguaba Grande. Ao Chico Pescador, da Praia da Pitória, ao Henrique da Secretaria de Pesca e da Associação Pescadores da Praia da Baleia, ao Joel de Monte Alto, Paulinho (Colônia Z-5 de Arraial do Cabo), ao Dudu e a Nadrijane (Colônia Z-28 de Araruama). Além disso, agradecemos a todos os demais pescadores que de forma direta ou indireta auxiliaram o projeto a atingir os resultados aqui apresentados.

Agradecemos também a equipe de apoio ao projeto, Caroline Rodrigues e Carla Moretti Mattos, que atuaram como secretárias executivas em diferentes momentos. Ao João Luiz de Jesus Mattos, pelo resgate da equipe de pesquisadores durante a realização da campanha amostral na Lagoa de Saquarema.

Agradecemos o empenho da equipe de comunicação formada por Juliana Nunes, Flavia Moreira e Wilson Venâncio da Cardume Socioambiental & Comunicação, que nos ajudaram na concepção da marca e na divulgação do projeto nas redes sociais e diferentes meios de comunicação.

Agradecemos também às instituições envolvidas, Universidade Federal Fluminense, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Universidade Federal do Paraná (Palotina), Universidade do Porto/CIIMAR (Portugal), Universidade Fernando Pessoa (Portugal), Instituto de Pesca de São Paulo, Cardume Socioambiental & Comunicação.

Agradecemos de modo especial a Fundação Educacional Ciência e Desenvolvimento, e toda a equipe envolvida no gerenciamento administrativo do projeto.

Agradecemos a toda a equipe do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade pelo apoio técnico permanente fornecido durante todo o projeto.

Finalmente, agradecemos a todos os pesquisadores e alunos que fizeram parte das equipes de trabalho que se dedicaram a coleta, processamento, consolidação e análise de dados, enfrentando as mais variadas situações naturais e dificuldades impostas pela pandemia.

### **Participaram desta edição (em ordem alfabética):**

**Acácio Ribeiro Gomes Tomás** - Oceanógrafo, Mestre e Doutor em Ciências Biológicas, Pós-Doutor em Ecologia Pesqueira. Pesquisador Científico VI, Laboratório de Estudos Estuarinos, Instituto de Pesca (APTA-SAA-SP). Atua em dinâmica populacional de recursos pesqueiros costeiros.

E-mail: argtomas@gmail.com

**Aguinaldo Nepomuceno Marques Jr** - Doutor em Geociências pela *Université de Nice-Sophia Antipolis* – França. Professor e Pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Pesquisador na área de Biogeoquímica Aquática.

E-mail: aguinaldonepomuceno@id.uff.br

**Alberto Teodorico Correia** - Doutor em Ciências do Meio Aquático. Pesquisador no Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR), Professor na Faculdade de Ciência da Saúde da Universidade Fernando Pessoa (UFP) e no Instituto Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto (ICBAS). Pesquisador nas áreas da ecologia e toxicologia de peixes, e uso da estrutura, morfologia e química de otólitos para estudo de ciclos de vida de peixes.

E-mail: atcorreia.ciimar@gmail.com

**Allan Diniz Barbosa** - Graduando em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Vem desenvolvendo estudos sobre a ecologia trófica de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: allan.dbarbosa15@gmail.com

**Ana Luiza Bastos** - Doutora em Biologia (Biociências Nucleares) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro, professora Associado III da Universidade Federal Fluminense. Membro do Grupo DIECI UFF (Desenvolvimento e Inovação em Ensino de Ciências - UFF). Tem experiência na área de Morfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: fetos, pênis humano, matriz extracelular, alcoolismo fetal e malformações.

E-mail: aluizabastos@gmail.com

**Ana Tereza Rodrigues Ribeiro** - Graduada de Ciências Biológicas pela Faculdade Maria Thereza (FAMATH) e Tecnóloga em fotografia digital pela *Advanced Learning Interactive Systems Online*. Possui experiência em identificação, anatomia, estudos morfométricos e ecologia de elasmobrânquios e peixes ósseos.

E-mail: at.rodrigues.ribeiro@gmail.com

**André Martins Vaz dos Santos** - Doutor em Ciências, área de Oceanografia Biológica pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Professor Associado do Departamento de Biodiversidade da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Coordenador do Laboratório de Esclerocronologia (LABESC). Pesquisador na área de dinâmica de populações de peixes, com ênfase em idade e crescimento.

E-mail: andrevaz@ufpr.br

**Beatriz Ramos da Costa** - Doutora em Arqueologia pela UFPel, Especialista na gestão do patrimônio arqueológico, povoamento das Américas, indústria lítica arqueológica.

E-mail: bia\_science@yahoo.com.

**Caio de Marco Oliveira do Nascimento** - Mestrando em Ecologia na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisador nas áreas de ecologia de peixes e caracterização pesqueira.

E-mail: caiodemarcoflu@gmail.com

**Daniela Hunder de Andrade** - Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Atua no estudo da biologia de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: dhandrade@homail.com.

**Domênica Teixeira de Lima** - Doutora em Oceanografia. Qualitec do Laboratório de Ecologia e Cultivo de Fitoplâncton Marinho, Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Atua na área de Ficologia - cultivo, identificação e ecologia de fitoplâncton marinho.

E-mail: domenicatlima@hotmail.com

**Eurico José Giacoia Penetra** - Graduando em Ciências Biológicas na Faculdade Maria Thereza (FAMATH). Atua no estudo da biologia de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: eurico.1903.ep@gmail.com

**Fábio Ferreira Dias** - Doutor em Geologia, Professor Associado do Departamento de Análise Geoambiental da Universidade Federal Fluminense, Líder do grupo de pesquisa Núcleo de Estudos em Ambientes Costeiros e Geotecnologias. Especialista em Geomorfologia costeira, gerenciamento costeiro e geotecnologias.

E-mail: fabioferreiradias@id.uff.br

**Felipe Douglas Mendonça Cadilho** - Bacharel em Sistemas de Informação. Graduando em Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Atua no estudo da biologia de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: sr.cadilho@gmail.com

**Fernando Lamego** - Pós-Doutor em Geoquímica Marinha. Professor e pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense. Atua nas áreas de poluição marinha e impacto das mudanças climáticas.

E-mail: flamego66@gmail.com

**Gisela Mandali Figueiredo** - Doutora em Biologia Marinha. Professora do Departamento de Biologia Marinha da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Coordenadora do Laboratório de Ecologia Trófica (EcoTrof). Atua nas áreas de ecologia do plâncton, experimental e trófica.  
E-mail: gimandali@gmail.com

**Gwenaël Yves Abril** - Doutor em Biogeoquímica Ambiental. *Centre National de la Recherche Scientifique*, França, Diretor de Pesquisa, Coordenador do Projeto Internacional de Pesquisa VELITROP (França-Brasil). Atua no estudo dos ciclos do carbono e de nutrientes e das emissões de gases de efeito estufa pelos ecossistemas aquáticos.  
E-mail: gwenael.abril@mnhn.fr

**Júlia Benevenuti Soares** - Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Pesquisa sobre parâmetros biológicos de recursos pesqueiros, modelagem ecossistêmica e cadeia de valores na pesca.  
E-mail: jubenevenuti@hotmail.com

**Leandro da Silva Alves** - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Atua na área de Biogeoquímica de Ambientes Costeiros.  
E-mail: leandro\_alves@id.uff.br

**Leticia Alvarenga Fernandes Monteiro** - Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Educação inclusiva.  
E-mail: leticia\_monteiro@id.uff.br

**Marcello Andrade da Silveira Lobo** - Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Atua na área de concentração das ciências ambientais.  
E-mail: marcello.a.s.lobo@gmail.com

**Mariana Bello** - Mestre em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros na Universidade Federal Fluminense.  
E-mail: bellommari@gmail.com

**Maurício Düppré de Abreu** - Mestre em Engenharia de Pesca, Sócio-Diretor da Cardume Socioambiental & Comunicação, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC/UFF). Atua em projetos e diagnósticos socioambientais de base comunitária na pesca artesanal.  
E-mail: duppre@cardumebrasil.com.br

**Maurício Lorenzo Cerda Lema** - Doutor em Biologia Marinha e Pesquisador Pós-Doutor do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Pesquisador na área de Biogeoquímica Aquática.  
E-mail: mauriciolorenzo@id.uff.br

**Nayara Bento Oliveira** - Graduanda discente do Bacharelado em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (UFPR), com formação na área de ecologia de peixes, com ênfase em idade e crescimento.

E-mail: onayara847@gmail.com

**Paulo Roberto Camponez de Almeida** - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Estuda peixes marinhos e costeiros a fim de estimar os parâmetros populacionais de espécies de importância ecológica e econômica e de suas relações com o ecossistema.

E-mail: prcalmeida@id.uff

**Pedro Arialdo Gaspechoski da Costa** - Mestrando do Programa de Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Paraná (PGADS-UFPR). Pesquisador na área de dinâmica de populações de peixes, com ênfase em otólitos e interações ambiente-organismo.

E-mail: pedro.agc2018@gmail.com

**Pedro Henrique de Almeida Silva** - Doutor em Biologia Marinha pela Universidade Federal Fluminense, Professor de Biologia e Ecologia do Instituto Federal do Rio de Janeiro – IFRJ. É Pesquisador nas áreas de biologia de peixes, ecologia trófica e modelagem ecossistêmica.

E-mail: pedro.silva@ifrrj.edu.br

**Raiane Soares Cirino de Oliveira** - Graduanda em Ciências biológicas (licenciatura) pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Biociências e Biotecnologia. Atua no estudo da biologia de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: raiane1299@gmail.com

**Rebeca Dias de Souza Coutinho** - Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Federal Fluminense. Atua no estudo da biologia de peixes marinhos e estuarinos.

E-mail: rebecadsc@id.uff.br

**Ruan Vargas** - Doutorando em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros, pesquisador do grupo de pesquisa Núcleo de Estudos em Ambientes Costeiros e Geotecnologias, Universidade Federal Fluminense, especialista em geomorfologia costeira, gerenciamento costeiro e geotecnologias.

E-mail: ruanvargas@id.uff.br

**Samara Macedo Pinto** - Doutora em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros pela Universidade Federal Fluminense. Possui experiência em ecologia de peixes, com enfoque na pesca artesanal e comunidades pesqueiras. Ênfase na compreensão dos processos ecológicos relacionados as interações entre a ictiofauna e gradientes ambientais em baías e estuários.

E-mail: smp.bio@gmail.com

**Tailan Moretti Mattos** - Pós-doutorando do Programa de Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense – UFF, trabalha com modelagem trófica, diversidade funcional da ictiofauna, interações peixe-hábitat com ênfase na tolerância aos efeitos antropogênicos em ambientes aquáticos continentais.

E-mail: [tailanmoretti@hotmail.com](mailto:tailanmoretti@hotmail.com)

**Tháís Erbas** - Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Atua na área de Biogeoquímica Aquática.

E-mail: [thaiserbass@hotmail.com](mailto:thaiserbass@hotmail.com)

**Vinicius Vogel de Azevedo Ramos** - Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (PBMAC-UFF). Atua na área de Biogeoquímica Aquática.

E-mail: [vog.ramos@gmail.com](mailto:vog.ramos@gmail.com)

**Vitor Manoel Rodrigues do Nascimento** - Doutorando em Museologia e Patrimônio, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Exatas, Biológicas e da Terra da Universidade Federal Fluminense. Integrante do Grupo de Pesquisa em Geodiversidade e Memórias da Terra, atuando em educação e geoconservação do patrimônio geológico.

E-mail: [vitornascimento@id.uff.br](mailto:vitornascimento@id.uff.br)

## Organizadores

**Marcus Rodrigues da Costa** - Doutor em Ciências pela UFRRJ, Professor Adjunto do Departamento de Biologia Marinha da Universidade Federal Fluminense e Subcoordenador do Laboratório ECOPESCA. Pesquisador nas áreas de ecologia de peixes, recursos pesqueiros e interações entre espécies e condicionantes ambientais.

E-mail: marcusrc@id.uff.br



**Cassiano Monteiro-Neto** - Oceanólogo, Doutor em Ciências do Mar pelo *College of William and Mary*. Professor Titular do Departamento de Biologia Marinha da Universidade Federal Fluminense (UFF), Coordenador do Laboratório ECOPESCA, atua no estudo de comunidades de peixes, modelagem ecossistêmica e pesca.

E-mail: cmneto@id.uff.br

**Rafael de Almeida Tubino** - Doutor em Biologia Marinha pela UFF, Professor Adjunto do Departamento de Biologia Animal da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Coordenador do Laboratório de Biologia Pesqueira e Modelagem Trófica de Ecossistemas Aquáticos. É pesquisador nas áreas de biologia de peixes, ecologia trófica e modelagem ecossistêmica.

E-mail: rattubino@gmail.com



**Ronaldo Angelini** - Doutor em Ecossistemas Aquáticos Continentais, Professor Associado II do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Especialista em Modelagem de Ecossistemas Aquáticos.

E-mail: angelini@ct.ufrn.br





---

# Referências Bibliográficas





- Abrantes, F.; Sancetta, C. Diatom assemblages in surface sediments reflect coastal upwelling off southern Portugal. *Oceanologica Acta*, v. 8, 1985, p. 7-12.
- Almeida, E.V.; Santos, J.O.; Silva, G.A.; Miranda, R.G.B. Distribuição espaço-temporal de crustáceos decápodes meroplanctônicos, com ênfase nas larvas do caranguejo-uçá, na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Revista CEPSUL - Biodiversidade e Conservação Marinha*, v. 6, 2017, p. 1-19. DOI: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol6.651e2017001>.
- Andrade, D.R.; Yasui, G.S. Manejo da reprodução natural e artificial e sua importância na produção de peixes no Brasil. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 27, n. 2, 2003, p. 166-172.
- Andrade, G.Q.; Bispo, E.S.; Druzian, J.I. Avaliação da qualidade nutricional em espécies de pescado mais produzidas no Estado da Bahia. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 29, n. 4, 2009, p. 721-726.
- Andrade-Tubino, M.F.; Ribeiro, A.L.R.; Vianna, M. Organização espaço-temporal das ictiocenoses demersais nos ecossistemas estuarinos brasileiros: uma síntese. *Oecologia Brasiliensis*, v. 12, 2008, p. 640-661.
- Angelini, R.; Araújo, J.N.; Falcão, A.P. (eds.). *Modelagem Ecológica para Integração e Manejo na Bacia de Campos (Atlântico Sudoeste)*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9788535228526>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- Angelini, R.; Gomes, L.C. (org.). *O artesanato dos ecossistemas: construindo modelos com dados*. Maringá: Eduem, 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/354581896\\_O\\_artesao\\_dos\\_ecossistemas\\_construindo\\_modelos\\_com\\_dados](https://www.researchgate.net/publication/354581896_O_artesao_dos_ecossistemas_construindo_modelos_com_dados). Acesso em: 28 nov. 2021.
- Angelini, R.; Tubino, R.A. Parametrização dos dados para construção de modelos de teia trófica. In: Amaral, A.C.Z.; Turra, A.; Ciotti, A.M.; Wongtschowski, C.; Schaeffer-Novelli, Y. (Org.). *Métodos de Estudo em Ecossistemas Costeiros: Biodiversidade e Funcionamento*. Campinas: UNICAMP, 2018, p. 211-222. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=80457&opt=1>. Acesso em: 28 nov. 2021.
- Bandeira, M.D.G.A.; Nascimento, J.S. Estudo prospectivo relativo à atividade da tilápia para a indústria de alimentos no período de 2006 a 2016. *Cadernos de Prospecção*, Salvador, v. 10, n. 3, 2017, p. 552-562.

- Baptista-Metri, C.; Pinheiro, M.A.; Blankensteyn, A.; Borzone, C.A. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea, Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 22, 2005, p. 446-453.
- Barbour, M.T.; Gerritsen, J.; Snyder, B.D.; Stribling, J.B. *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: periphyton, benthic macroinvertebrates and fish*. 2nd ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water, Washington, D.C., 1999.
- Barletta, M.; Barletta-Bergan, A.; Saint-Paul, U.; Hubold, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. *Journal of Fish Biology*, v. 66, n. 1, 2005, p. 45-72.
- Barquín, J.; Fernández, D.; Álvarez-Cabria, M.; Peñas, F. Riparian quality and habitat heterogeneity assessment in Cantabrian rivers. *Limnetica*, v. 30, n. 2, 2011, p. 329-346.
- Barroso, L.V.; Fabiano, F.F.C. Estudo da Pesca com Artes Fixas na Lagoa de Araruama-RJ. *Oecologia Brasiliensis*, v. 1, n. 1, 1995, p. 569-585.
- Bauer, J.E.; Cai, W.J.; Raymond, P.A.; Bianchi, T.S.; Hopkinson, C.S.; Regnier, P.A.G. The changing carbon cycle of the coastal ocean. *Nature*, v. 504, 2013, p. 61-70. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature12857>.
- Beckman, D.W.; Stanley, A.L.; Render J.H.; Wilson, C.A. Age and growth of black drum in Louisiana waters of the Gulf of Mexico. *Trans. Am. Fish. Soc.*, v. 119, n. 3, 1990, p. 537-544.
- Bidegain, P.; Bizerril, C.R.S.F. *Lagoa de Araruama: perfil ambiental do maior ecossistema lagunar hipersalino do mundo*. Rio de Janeiro: Semads, 2002.
- Bird, E.C.F. Physical Setting and Geomorphology of Coastal Lagoons. In: Kjerfve, B. *Coastal Lagoon Processes*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers. 1994. p. 9-39.
- Borges, A.C.; Sanders, C.J.; Santos, H.I.R.; Araripe, D.R.; Machado, W.; Patchineelam, S.R. Eutrophication history of Guanabara Bay (SE Brazil) recorded by phosphorus flux to sediments from a degraded mangrove area. *Baseline/Marine Pollution Bulletin*, v. 58, 2009, p. 1739-1765.
- Bozelli, R.L.; Farias, D.S.; Lima, S.K.F.; Lira, R.T.S.; Nova, C.C.; Setubal, R.B.; Sodré, E.O. Pequenas áreas úmidas: Importância para conservação e gestão da biodiversidade brasileira. *Diversidade e Gestão*, v. 2, n. 2, 2018, p. 122-138.
- Branco, J.O.; Avilar, M.G. Fecundidade em *Callinectes danae* Smith 1869 (Decapoda, Portunidae) da lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 9, n. 3-4, 1992, p. 167-173.

- Branco, J.O.; Fracasso, A. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, 2004, p. 91-96.
- Branco, J.O.; Masunari, S. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 9, 1992, p. 53-66.
- Brasil. Instrução Normativa Interministerial MPA/MMA nº 2 de 16 de maio de 2013. Estabelece critérios para pesca na Lagoa Araruama no Rio de Janeiro. *Diário Oficial da União*, 17 mai. 2013. Brasília, Seção 01, p. 127, 2013.
- Brasil. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. *Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa*. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 26 set. 2021.
- Brasil. Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988. *Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências*. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm). Acesso em: 26 set. 2021.
- Brasil. Portaria IBAMA nº 41 de 30 de maio de 1996. *Regulamenta a pesca na Lagoa de Saquarema*. Publicada em 31 mai. 1996.
- Bruun, P. Sea level rise as a cause of shore erosion. *Amer. Soc. Civil Engineers Proc. Jour. Waterways and Harbors Div.*, v. 88, n. 1, 1962, p. 117-130
- Calbet, A.; Landry, M.R.; Scheinberg, R.D. Copepod grazing in a subtropical bay: species-specific responses to a midsummer increase in nanoplankton standing stock. *Marine Ecology Progress Series*, v. 193, 2000, p. 75-84.
- Campbell, J.; Salagrama, V. New approaches to participation in fisheries research. *In: FAO fisheries circular 965*, 2001.
- Carloni, F.B.B.A.; Wasserman, J.C.; Pereira, L.F.M.; Moreira, M.F. Mudanças na qualidade de água de uma laguna do leste fluminense, geradas pela abertura permanente de conexão com o mar. *Geochimica Brasiliensis*, v. 24, n. 1, 2010, p. 29-40.
- Carvalho, A.S.; Silva, A.P.C.; Diniz, A.L.C.; Nascimento, I.R.M.A.; Souza, J.P.; Almeida, Z.S. Biologia reprodutiva do camarão-branco, *Penaeus schmitti* (Decapoda, Penaeidae), na Área de Proteção Ambiental do Delta do Parnaíba -MA. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, 2021, p. 1-9. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i10.18554>.
- Cerda, M.; Nunes-Barboza, C.D.; Scali-Carvalho, C.N.; Andrade-Jandre, K.; Marques Jr., A.N. Nutrient budgets in the Piratininga-Itaipu lagoon system (southeastern Brazil): effects of sea-exchange management. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 41, n. 2, 2013, p. 226-238. DOI: <https://dx.doi.org/10.3856/vol41-issue2-fulltext-3>.

- Christensen, V.; Pauly, D. Ecopath II: a software for balancing steady-state ecosystem models and calculating network characteristics. *Ecological Modelling*, v. 61, n. 3/4, 1992, p. 169-185.
- Claro, R. Características generales de la ictiofauna. In: Claro, R. (ed.). *Ecología de los peces marinos de Cuba*. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo, 1994, p. 55-70.
- Cloern, E.J. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, v. 210, 2001, p. 223-253.
- Costa, B.R. *Babingtona 10.000 AP: Caçadores-Coletores no Holoceno Inicial na Baixada Norte de Santa Catarina*. 2021. 442 f. Tese de Doutorado. PPGAnt – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.
- Costa, P.A.G.; Oliveira, N.B.; Tubino, R.A.; Costa, M.R.; Vaz-dos-Santos, A.M. Estrutura em tamanho de *Elops smithi* nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense. In: *II Simpósio Paranaense de Zoologia – Curitiba – PR*, 2021. Disponível em: <https://www.doity.com.br/anais/2simposioparanaensedezooologia/trabalho/204045>. Acesso em: 24 nov. 2021.
- Costa, R.C.; Carvalho-Batista, A.; Herrera, D.R.; Pantaleão, J.A.F.; Teodoro, S.S.A.; Davanzo, T.M. Carcinofauna acompanhante da pesca do camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* em Macaé, Rio de Janeiro, sudeste brasileiro. *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 42, n. 3, 2016, p. 611-624.
- Couto, B.V. *Fluxos de amônia e óxido nitroso na interface ar-água do sistema lagunar de Maricá-Guarapina*. 2008. 77 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geociências – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2008.
- D’Incao, F. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlântica*, v. 13, 1991, p. 159-169.
- D’Incao, F.; Valentini H.; Rodrigues, L.F. Avaliação da pesca de camarões nas regiões sudeste e sul do Brasil. *Atlântica*, v. 24, n. 2, 2002, p. 103-116.
- Dall, W.; Hill, B.J.; Rothlisberg, P.C.; Staples, D.J. *The Biology of the Penaeidae*. Advances in Marine Biology. London: Academic Press, 1990.
- Dam, H.G.; Miller, C.A.; Jonasdottir, S.H. The trophic role of mesozooplankton at 47°N, 20°W during the North Atlantic Bloom Experiment. *Deep-sea Research II*, v. 40, 1993, p. 197-212.
- Dias, J.J.N.F.; Dias Jr., O.F. Ancestralidades: o povo de Maricá. In: Instituto Municipal de Informação e Pesquisa Darcy Ribeiro – IDR (Org.). *Estudos Maricaenses: O Município de Maricá em Debate*. Maricá: Editora Instituto Darcy Ribeiro, 2021.

- Dufrêne, M.; Legendre, P. Species assemblages and indicator species: the need for a flexible asymmetrical approach. *Ecological Monographs*, v. 67, 1997, p. 345-366.
- Düppré, M.; Coelho-Souza, S.; Fraga, A.; Silva, G. O uso de pesquisa participativa como ferramenta para a caracterização da frota pesqueira dos “bótons de Camocim”. *XIX Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca - São Luís - MA*. 2015, p. 2647-2652.
- Eccles, D.H. *FAO species identification sheets for fishery purposes*. Field guide to the freshwater fishes of Tanzania. Prepared and published with the support of the United Nations Development Programme (project URT/87/016). Rome: FAO, 1992.
- Eiras-Stofella, D.R.; Charvet-Almeida, P. Gills scanning images of the seawater fish *Eugerres brasilianus* (Gerreidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 43, n. 4, 2000, p. 55-67.
- Elliot, M.; Quintino, V. The estuarine quality paradox, environmental homeostasis and the difficulty of detecting anthropogenic stress in naturally stressed areas. *Marine Pollution Bulletin*, v. 54, 2007, p. 640-645.
- Esteves, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. Rio de Janeiro: Interciência, 1998.
- Flynn, K.J.; Stoecker, D.K.; Mitra, A.; Raven, J.A.; Glibert, P.M.; Hansen, P.J.; Granéli, E.; Burkholder, J.M. Misuse of the phytoplankton-zooplankton dichotomy: the need to assign organisms as mixotrophs within plankton functional types. *Journal of Plankton Research*, v. 35, 2013, p. 3-11.
- Fontenelle, T.H.; Corrêa, W.B. Uso e cobertura do solo (1976-2011) e os desafios do planejamento urbano-ambiental integrado na Região Oceânica de Niterói (RJ). *Revista Geonorte*. Edição especial, v. 3, n. 4, 2012, p. 1345-1357.
- Fortes, W.L.; Almeida-Silva, P.H.; Prestrelo, L.; Monteiro-Neto, C. Patterns of fish and crustacean community structure in a coastal lagoon system, Rio de Janeiro, Brazil. *Marine Biology Research*, v. 10, n. 2, 2014, p. 111-122.
- Franco, T.P. *Variação espacial na estrutura das assembleias de peixes jovens em três lagunas com diferentes gradientes de salinidade no Estado do Rio de Janeiro*. 2013. 71 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.
- Franco, T.P.; Neves, L.M.; Araujo, F.G. Better with more or less salt? The association of fish assemblages in history strategies across environmental gradients in estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 188, 2019, p. 18-26.
- Freire, M.; Freire, K.; Rosa, L.; Bonfim, C. Estrutura Populacional e Morfometria do camarão branco *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) capturado pela pesca artesanal em Sergipe, Brasil. *Tropical Oceanography*, v. 47, n. 1, 2019, p. 1-16. DOI: <https://doi.org/10.5914/tropocean.v47i1.242992>.



- Freitas, F.; Schroeder, R.; Hillesheim, J.; Wahrlich, R.; Diehl, F.; Branco, J. Bio ecology of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* in Babitonga Bay. Do the current regulation of closed seasons is suitable to the lifecycle of this species? *Regional Studies in Marine Science*, v. 46, 101859, 2021, p. 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101859>.
- Friedman, G.M.; Sanders, J.E.; Kopaska-Merkel, D.C. *Principles of sedimentary deposits: stratigraphy and sedimentology*. New York: Macmillan Publishing Company, 1992.
- Frimodt, C. *Multilingual illustrated guide to the world's commercial warmwater fish*. Osney Mead: Fishing News Books, 1995.
- García-Arteaga, J.P.; Claro, R.; Valle, S. Length-weight relationships of Cuban marine fishes. *Naga ICLARM Q*, v. 20, n. 1, 1997, p. 38-43.
- Gordon, D.C.; Boudreau, P.R.; Mann, K.H.; Ong, J-E.; Silvert, W.L.; Smith, S.V.; Wattayakorn, G.; Wulff, F.; Yanagi, T. *LOICZ Biogeochemical Modelling Guidelines*. Netherlands Institute for Sea Research, Texel, 1996.
- Guerra, L.V.; Savergnini, F.; Silva, F.S.; Bernardes, M.C.; Crapez, M.A.C. Biochemical and microbiological tolls for the evaluation of environmental quality of a coastal lagoon sytem in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, v. 71, n. 2, 2011, p. 461-468.
- Haimovici, M.; Andriguetto Filho, J.M.; Sunye, P.S. *A pesca marinha e estuarina no Brasil: estudos de caso multidisciplinares/organizadores*. Rio Grande: Editora da FURG, 2014.
- Hallegraeff, G.M.; Anderson, D.M.; Cembella, A.D. *Manual on harmful marine microalgae. Monographs on Oceanographic Methodology*, 11. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) Publishing, 2003.
- Hansen, B.; Wernberg-Møller, T.; Wittrup, L. Particle grazing efficiency and specific growth efficiency of the rotifer *Brachionus plicatilis* (Muller). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 215, 1997, p. 217-233.
- Heymans, J.J.; Coll, M.; Libralato, S.; Morissette, L.; Christensen, V. Global patterns in ecological indicators of marine food webs: A modelling approach. *PLoS ONE*, v. 9, n. 4, 2014, p. 1-21. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095845>.
- Honorato, C.A.; Stech, M.R.; Borges, M. Dietas microencapsuladas para reversão sexual de Tilápias do Nilo-Revisão. *Revista Eletronica Nutritime*, v. 11, n. 2, 2013, p. 2300-2313.
- Hoyt, J.H. Barrier island formation. *Geol. Soc. America Bull.*, v. 78, 1967, p. 1125-1136.

- Hugg, D.O. *MAPFISH georeferenced mapping database*. Freshwater and estuarine fishes of North America. Life Science Software. Dennis O. and Steven Hugg, 1278 Turkey Point Road, Edgewater, Maryland, USA. 1996.
- Instituto Chico Mendes. *Avaliação do risco de extinção dos crustáceos no Brasil: 2010-2014*. CEPSUL, Itajaí, 2016. Disponível em: [http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos\\_tecnicos/pub\\_2016\\_avaliacao\\_crustaceos\\_2010\\_2014.pdf](http://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/biblioteca/download/trabalhos_tecnicos/pub_2016_avaliacao_crustaceos_2010_2014.pdf). Acesso em: 5 out. 2021.
- Jessen, C.; Bednarz; V.N.; Rix, L.; Teichberg, M.; Wild, C. Marine Eutrophication. In: Armon, R.; Hänninen, O. (eds.). *Environmental Indicators*. Dordrecht: Springer, 2015.
- Jesus, P.B.; Dias, F.F.; Muniz, R.A.; Macário, K.C.D.; Seoane, J.C.S; Quattrociocchi, D.G.S.; Cassab, R.C.T.; Aguilera, O.; Souza, R.C.C.L.; Alves, E.Q.; Chanca, I.S.; Carvalho, C.R.A.; Araujo, J.C. Holocene Paleo-Sea Level in Southeastern Brazil: An Approach Based On Vermetids Shells. *Journal of Sedimentary Environments*, v. 2, 2017, p. 35-48.
- Jones, C.M.; Wells, F. Age, Growth, and Mortality of Black Drum, *Pogonias cromis*, in the Chesapeake Bay Region. *Fishery Bulletin*, v. 96, 1998, p. 451-461.
- Junk, W.J.; Piedade, M.T.F.; Lourival, R.; Wittmann, F.; Kandus, P.; Lacerda, L.D.; Bozelli, R.L.; Esteves, F.A.; Nunes da Cunha, C.; Maltchik, L.; Schöngart, J. Schaeffer-Novelli, Y.; Agostinho, A.A. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.*, v. 24, 2014, p. 5-22.
- Khanaychenko, A.N. How diatom *Cylindrotheca closterium* vanquish invasive copepod *Oithona davisae*. *Marine Biological Journal*, v. 3, 2018, p. 77-85.
- Kingston, M.B. Growth and motility of the diatom *Cylindrotheca closterium*: implications for commercial applications. *Journal of the North Carolina Academy of Science*, v. 125, 2009, p. 138-142.
- Kjerfve, B. *Coastal Lagoon Processes*. Elsevier Oceanography Series 60. Amsterdam: Elsevier, 1994.
- Kjerfve, B.; Knoppers, B.A.; Moreira, P.F.; Turcq, B.J. Hydrological regimes in lagoa de Guarapina, a shallow Brazilian coastal lagoon. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 3, 1990, p. 931-949.
- Klökler, D. Animal para toda Obra: fauna ritual em sambaquis. *Revista Habitus*, Goiânia. v. 14, n. 1, jan./jun. 2016, p. 21-34. DOI: <http://dx.doi.org/10.18224/hab.v14.1.2016.21-34>.
- Knoppers, B.; Carmouze J.P.; Moreira-Turcq, P.F. Nutrient dynamics, metabolism and eutrophication of lagoons along the east Fluminense coast, state of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoppers, B.; Bidone, E.D.; ABRÃO, J.J. (eds.). *Environmental geochemistry of coastal lagoons systems of Rio de Janeiro, Brasil*. Niterói: UFF/Programa de Geoquímica Ambiental, 1999, p. 123-154.

- Knoppers, B.; Kjerfve, B. Coastal lagoons of southeastern Brazil: physical and biogeochemical characteristics. In: Perillo, G.M.E.; Piccolo, M.C.; Pino-Quivira, M. *Estuaries of South America*. Berlin-Heidelberg: Springer, 1999, p. 35-66.
- Knoppers, B.; Kjerfve, B.; Carmouze, J.P. Trophic state and water turn-over in six choked coastal lagoons in Brazil. *Biogeochemistry*, v. 14, 1991, p. 149-166. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF00002903>.
- Krstolic, J.L.; Hayes, D.C.; Ruhl, P.M. *Physical Hábitat Classification and Instream Flow Modeling to Determine Hábitat Availability During Low-Flow Periods, North Fork Shenandoah River, Virginia*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2006-5025, 2006.
- Lacerda, S.R.; Koenig, M.L.; Neumann-Leitão, S.; Flores-Montes, M.J. Phytoplankton nictemeral variation at a tropical river estuary (Itamaracá – Pernambuco – Brazil). *Brazilian Journal of Biology*, v. 64, 2004, p. 81-94.
- Lemos, V.M.; Varela Jr., A.S.; Schwingel, P.R.; Muelbert, J.H.; Vieira, J.P. Migration and reproductive biology of *Mugil liza* (Teleostei: Mugilidae) in south Brazil. *J. Fish. Biol.*, v. 85, n. 3, 2014, p. 671-687.
- Levin, L.A.; Boesch, D.F.; Covich, A.; Dahm, C.; Erseus, C.; Ewel, K.C.; Kneib, R.T.; Moldenke, A.; Palmer, M.A.; Snelgrove, P.; Strayer, D.; Weslawski, J.M. The function of marine critical transition zones and the importance of sediment biodiversity. *Ecosystems*, v. 4, 2001, p. 430-451.
- Ley, J.A.; McIvor, C.C.; Peebles, E.B.; Rolls, H.; Cooper, S.T. Defining fish nursery habitats: an application of otolith elemental fingerprinting in Tampa Bay, Florida. *Proceedings, Tampa Bay Area Scientific Information Symposium*, Florida, 2009, p. 331-346.
- Lieske, E.; Myers, R. *Coral reef fishes: Indo-Pacific & Caribbean including the Red Sea*. Collins Pocket Guide. New York: Haper Collins Publishers, 1994.
- Lopes, M.S.; Bertucci, T.C.P.; Rapagnã, L.; Tubino, R.A.; Monteiro-Neto, C.; Tomas, A.R.G.; Tenório, M.C.; Lima, T.; Souza, R.; Carrillo-Briceño, J.D.; Haimovici, M.; Macario, K.; Carvalho, C.; Aguilera Socorro, O. The path towards endangered species: prehistoric fisheries in southeastern Brazil. *PLoS ONE*, v. 11, n. 6, 2016, p. 1-36. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154476>.
- Mansur, K.L.; Ramos, R.R.C.; Godoy, J.M.O.; Nascimento, V.M.R. Beachrock de Jaconé, Maricá e Saquarema – RJ: importância para a história da ciência e para o conhecimento geológico. *Revista Brasileira de Geociências*, v. 41, n. 2, 2011, p. 290-303.
- Marques, A.N.; Monna, F.; Filho, E.V.S.; Fernex, F.E.; Filho, F.L.S. Apparent discrepancy in contamination history of a sub-tropical estuary evaluated through <sup>210</sup>Pb profile and chronostratigraphical markers. *Marine Pollution Bulletin*, v. 52, 2006, p. 532-539.

- Mattos, T.M.; Costa, M.R.; Pinto, B.C.T.; Borges, J.L.C.; Araújo, F.G. To what extent are the fish compositions of a regulated river related to physico-chemical variables and hábitat structure? *Environmental Biology of Fishes*, v. 97, n. 6, 2013, p. 717-730.
- Mello, M.A.D.S.; Vogel, A. *Gente das Areias: história, meio ambiente e sociedade no litoral brasileiro*. Niterói: EdUFF, 2004.
- Mello, T.B.M. *Caracterização biogeoquímica da lagoa de Araruama*, RJ. 2007. 82 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geoquímica Ambiental – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.
- Melo, G.A.S. Super-família Portunoidea Rasfinesque, 1815. In: Melo, G. *Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro*. São Paulo: Editora Plêiade, 1996, p. 305-331.
- Mendes, A.I.; Carvalho, M.C. Caracterização da piscicultura em tanques-rede no município de Rubinéia-SP: um estudo de caso. *Rev. do Agronegócio-Reagro*, Jales, v. 5, n. 1, 2016, p. 16-33.
- Menezes, M.; Branco, S.; Guimarães, R.B.; Sousa, V.L.M.; Alves-de-Souza, C.; Silva, W.J.; Domingos, P.; Gômara, G. Composição florística de cianobactérias e microalgas do Canal do Piraquê, Lagoa Rodrigo de Freitas, Sudeste do Brasil. *Oecologia Australis*, v. 16, 2012, p. 421-440. DOI: <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1603.08>.
- Menezes, N.A.; Figueiredo, J.L. *Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil: Teleostei*. Museu de Zoologia, Univ. de São Paulo, 1980.
- Miazaki, L.; Santos, A.; Salvati, D.; Simões, S.; Costa, R. Growth, longevity, and juvenile recruitment of the white shrimp *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) (Decapoda: Penaeoidea) in southeastern Brazil. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, v. 40, 2018, p. 1-10. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascibiolsci.v40i1.40379>.
- Muehe, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: Cunha, S.B.; Guerra, A.J.T. (orgs.). *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998, p. 273-349.
- Muller, R.G.; Taylor, R.G. *The 2000 stock assessment update of common snook, Centropomus undecimalis*. Florida: Florida Marine Research Institute, 2000.
- Murphy, M.D.; Taylor, R.G. Reproduction and growth of black drum, *Pogonias cromis* in northeast Florida. *Northeast Gulf Science*, v. 10, 1989, p. 127-137.
- Noakes, D.G.L.; Balon, E.K. Life histories of tilapias: an evolutionary perspective. In: Pullin, R.S.V.; Lowe-McConnell, R.H. (eds.). *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Conf. Proc. 7, 1982, p. 61-82.

- Odum, E.P. The Strategy of ecosystem development. *Science*, v. 164, 1969, p. 262-270.
- Oliveira, A.; Pinto, T.K.; Santos, D.P.; D’Incao, F. Dieta natural do siri-azul *Callinectes sapidus* (Decapoda, Portunidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, Rio Grande, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia-Série Zoologia*, v. 96, n. 3, 2006, p. 305-313. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212006000300006>.
- Oliveira, E.G.; Santos, F.D.S.; Pereira, A.M.L.; Lima, C.B. *Produção de tilápia: mercado, espécie, biologia e recria*. Embrapa Meio-Norte-Circular Técnica (INFOTECA-E), 2007.
- Oliveira, N.B.; Costa, P.A.G.; Tubino, R.A.; Costa, M.R.; Vaz-dos-Santos, A.M. Relações morfométricas de juvenis de *Elops smithi* nos sistemas lagunares do leste fluminense. In: *II Simpósio Paranaense de Zoologia – Curitiba – PR, 2021*. Disponível em: <https://www.doity.com.br/anais/2simposioparanaensedezooologia/trabalho/204046>. Acesso em: 24 nov. 2021.
- Penna, N.; Capellacci, S.; Ricci, F. The influence of the Po River discharge on phytoplankton bloom dynamics along the coastline of Pesaro (Italy) in the Adriatic Sea. *Marine Pollution Bulletin*, v. 48, n. 3–4, 2004, p. 321-326. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2003.08.007>.
- Perez-Farfante, I. Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fishery Bulletin*, v. 67, n. 3, 1969, p. 461-591.
- Potter, I.; Tweedley, J.; Elliott, M.; Whitfield, A. The ways in which fish use estuaries: A refinement and expansion of the guild approach. *Fish and Fisheries*, v. 16, 2013, p. 230-239. DOI: <https://doi.org/10.1111/faf.12050>.
- Prefeitura Municipal de Niterói. *Evolução histórica dos usos do sistema lagunar e seu entorno*. Secretaria Executiva, Niterói, 2018. Disponível em: [http://www.prosustentavel.niteroi.rj.gov.br/pdf/RE\\_P4\\_EVO.HIST%C3%93RICA\\_V02.pdf](http://www.prosustentavel.niteroi.rj.gov.br/pdf/RE_P4_EVO.HIST%C3%93RICA_V02.pdf). Acesso em: 28 nov. 2021.
- Quinlan, E.L.; Phlips, E.J. Phytoplankton assemblages across the marine to low-salinity transition zone in a blackwater dominated estuary. *Journal of Plankton Research*, v. 29, 2007, p. 401-416. DOI: <https://doi.org/10.1093/plankt/fbm024>.
- Ramos, V.V.A. *Avaliação da eutrofização em dois sistemas lagunares do Rio de Janeiro, utilizando ferramentas geoquímicas e de geoprocessamento*. 2016. 107 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.
- Ricevuto, E.; Vissini, S.; Lardicci, C.; Gomes, A.S. Spatial variability of macrozoobenthic community and trophic structure of a subtropical lagoon on southeastern Brazil’s Atlantic Coast. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 61, n. 2, 2013, p. 113-128.

- Rodrigues, M.A.; D’Incao, F. Biologia reprodutiva do siri-azul *Callinectes sapidus* no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Boletim do Instituto de Pesca*, São Paulo, v. 40, n. 2, 2018, p. 223-236. Disponível em: <https://www.pesca.agricultura.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1036>. Acesso em: 03 out. 2021.
- Rodrigues, M.L.; Santos, R.B.; Santos, E.J.; Pereira, S.M.; Oliveira, A.; Soares, E.C. Biologia populacional da carapeba listrada, *Eugerres brasilianus* (Cuvier, 1830), próximo à foz do Rio São Francisco (Brasil). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 43, n. 2, 2018, p. 152-163.
- Rubio, K.S.; Ajemian, M.; Stunz, G.; Palmer, T.A.; Lebreton, B.; Pollack, J.B. Dietary composition of black drum *Pogonias cromis* in a hypersaline estuary reflects water quality and prey availability. *Journal of Fish Biology*, v. 93, 2018, p. 250-262.
- Sandes, K.Q.T.C.; Santos, L.V.R.; Farias, M.C.L.; Coelho-Filho, P.A. Dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) em um estuário tropical. *Arq. Ciên. Mar*, Fortaleza, v. 54, n. 1, 2021, p. 106-121.
- Santos, M.N.; Rocha, G.R.A. Dieta e hábitos alimentares de *Eucinostomus gula* (Quoy & Gaimard, 1824) em Itacaré Caxambu, MG, sul da Bahia. In: VIII Congresso De Ecologia Do Brasil. Caxambu, 23-28 Set/2007. *Anais Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil*, 2007.
- Santos-Martínez, A.; Arboleda, S. Aspectos biológicos y ecológicos del macabí *Elops saurus* Linnaeus (Pisces: Elopidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta y costa adyacente, Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, v. 22, n. 1, 1993, p. 77-96.
- Schensul, J.J.; LeCompte, M.D. *Essential Ethnographic Methods: A Mixed Methods Approach*. Lanham: AltaMira Press, 2013.
- Severino-Rodrigues, E.; Musiello-Fernandes, J.; Branco, G.M.P.; Octã, V. Biologia reprodutiva de fêmeas de *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) no complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia (SP). *Boletim do Instituto de Pesca*, v. 38, n. 1, 2018, p. 31-41.
- Silva, C.G.; Patchineelam, S.M.; Baptista-Neto, J.A.; Ponzi, V.R.A. Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: Baptista-Neto, J.A.; Ponzi, V.R.A.; Sichel, S.E. (orgs.). *Introdução à Geologia Marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2004, p. 175-218.
- Silva, L.B.C.; Molisani, M.M. *Revisão histórica sobre o estado trófico de lagoas costeiras do estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Editora Essentia, 2019.
- Soares, R.B.; Peixoto, S.; Wasielesky, W.Jr.; D’Incao, F. Feeding rhythms and diet os *Farfantepenaeus paulensis* under pen culture in Patos Lagoon estuary, Brazil. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 322, 2005, p. 167-176.

- Souza, C.R.G.; Hiruma, S.T.; Sallun, A.E.M.; Ribeiro, R.R.; Azevedo-Sobrinho, J.M. *Restinga*: conceitos e empregos do termo no Brasil e implicações na legislação ambiental. São Paulo: Instituto Geológico, 2008.
- Sterza, J.M.; Loureiro-Fernandes, L. Zooplankton community of the Vitória bay estuarine system (Southeastern Brazil) characterization during a three-year study. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 54, 2006, p. 95-105. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-87592006000200001>.
- Suguio, K. *Dicionário de Geologia Marinha*: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol. São Paulo: T. A. Queiroz Editor, 1992.
- Suguio, K. *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Editora Blucher, 2003.
- Swift, D.J.P. Barrier-island genesis: evidence from the Central Atlantic Shelf, Eastern U.S.A. *Sedimentary Geology*, v. 14, n. 1, 1975, p. 1-43.
- Tankersley, R.A.; Wieber, M.G.; Sigala, M.A.; Kachurak, K.A. Migratory Behavior of Ovigerous Blue Crabs *Callinectes sapidus*: Evidence for selective tidal-stream transport. *The Biological Bulletin*, v. 195, n. 2, 1998, p. 168-173. DOI: <https://doi.org/10.2307/1542824>.
- Tas, S.; Yilmaz, I.N. Potentially harmful microalgae and algal blooms in a eutrophic estuary in the Sea of Marmara (Turkey). *Mediterranean Marine Science*, v. 16, 2015, p. 432-443.
- Taylor, R.G.; Whittington, J.A.; Grier, H.J.; Crabtree, R.E. Age, growth, maturation, and protandric sex reversal in common snook, *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of South Florida. *Fishery Bulletin*, v. 98, n. 3, 2000, p. 612-612.
- Teichert, N.; Pasquaud, S.; Borja, A.; Chust, G.; Uriarte, A.; Lepage, M. Living under stressful conditions: fish life coastal lagoons with different salinity ranges. *Hydrobiologia*, v. 828, 2017, p. 83-100.
- Thompson, B.A.; Deegan, L.A. Distribution of ladyfish (*Elops saurus*) and bonefish leptocephali in Louisiana. *Bull. Mar. Sci.*, v. 32, n. 4, 1982, p. 936-939.
- Tomás, A. *Integridade, conectividade e valoração dos recursos pesqueiros do Sistema Lagunar de Maricá*, RJ. Pós-Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.
- Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. *Estudo Socioeconômico 2007*: Saquarema. Secretaria Geral de Planejamento, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <https://www.tce.rj.gov.br/documents/10180/1092026/Estudo%20Socioecon%20C3%B4mico%202007%20-%20saquarema.pdf>. Acesso em: 28 nov. 2021.

- Tundisi, J.G.; Matsumura Tundisi, T. *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos Editora, 2008.
- Turcq, B.; Martin, L.; Flexor, J.M.; Suguio, K.; Pierre, C.; Tasayaco-Ortega, L. Origin and Evolution of the Quaternary Coastal Plain between Guaratiba and Cabo Frio, State of Rio de Janeiro, Brazil. In: Knoppers, B.; Bibdone, E.D.; Abrão, J.J. (eds.). *Environmental Geochemistry of Coastal Lagoon Systems, Rio de Janeiro, Brasil*. Niterói: Finep, 1999. p. 25-46.
- Vasconcelos Filho, A.; Galiza-Viana, E.; Rosa, S. Aspectos gerais sobre a alimentação dos camarões da família Penaeidae (*Penaeus* spp.), no canal de Santa Cruz, Itamaracá - PE. *Cadernos Ômega*. Série Biologia, Recife, n. 2, 1987, p. 41-62.
- Viana, T.V.; Fistarol, G.O.; Amario, M.; Menezes, R.B.; Carneiro, B.L.R.; Chaves, D.M.; Hargreaves, P.I.; Silva-Lima, A.W.; Valentin, J.L.; Tenenbaum, D.R.; Arruda, E.F.; Paranhos, R.; Salomon, P.S. Massive blooms of *Chattonella subsalsa* Biecheler (Raphidophyceae) in a hypereutrophic, tropical Estuary-Guanabara Bay, Brazil. *Frontiers in Marine Science*, v. 6, n. 85, 2019, p. 1-14. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00085>.
- Vianna, M. *Diagnóstico da cadeia produtiva da pesca marítima no Estado do Rio de Janeiro*: relatório de pesquisa. Rio de Janeiro: FAERJ; SEBRAE-RJ, 2009.
- Villwock, J.A.; Lessa, G.C.; Suguio, K.; Ângulo, R.J.; Dillenburg, S.R. Geologia e Geomorfologia de regiões costeiras. In: Souza, C.R.G.; Suguio, K.; Oliveira, A.M.S.; Oliveira, P.E. (orgs.) *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto: Holos, 2005, p. 94-113.
- Walters, C.; Christensen, V.; Pauly, D. Structuring dynamic models of exploited ecosystems from trophic mass-balance assessments. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 7, n. 2, 1997, p. 139-172.
- Wasserman, J.C. (coord.). *Estudo do Impacto Ambiental da Barra Franca na Lagoa de Saquarema-RJ*. Rio de Janeiro, 2000.
- Williams, A.B. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda: Portunidae). In: Lasker, R. *Fishery Bulletin*. U.S. Department of commerce, Seattle, 1974, p. 685-798.
- Ximenes-Carvalho, M.O.; Fonteles-Filho, A.A.; Paiva, M.P. Idade e crescimento do Robalo-flecha, *Centropomus undecimalis* (Bloch, 1792) e do robalo-peva, *Centropomus parallelus* (Poey, 1860), no Sudeste do Brasil. *Arquivo de Ciências do Mar*, v. 40, n. 1, 2007, p. 78-88.





Esta publicação é um dos produtos desenvolvidos pelo projeto “Mecanismos Reguladores da Produção Pesqueira nos Sistemas Lagunares do Leste Fluminense: estado atual e cenários futuros”, que teve início em 2019. É uma das pesquisas financiadas pelo Fundo Brasileiro para a Biodiversidade – FUNBIO, através do Projeto de Apoio à Pesquisa Marinha e Pesqueira no Rio de Janeiro. O objetivo geral da proposta foi caracterizar a estrutura e o estado trófico das lagoas costeiras do leste fluminense, identificando o papel dos fatores que controlam a produtividade biológica nestes ecossistemas e suas relações com a atividade pesqueira artesanal local e as respectivas comunidades pesqueiras locais. Para isso, reunimos uma equipe de várias instituições de pesquisa nacionais e internacionais nos campos das ciências biológicas e ambientais, com a finalidade de proporcionar uma visão mais holística sobre os processos que modulam a dinâmica destes ecossistemas costeiros tão importantes.



ISBN: 978-65-00-36450-7



9 786500 364507