

DIEGO ZANLORENZI

**CARACTERIZAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES DEMERSAIS
E SUAS RELAÇÕES COM UM GRADIENTE AMBIENTAL EM UM
ESTUÁRIO SUBTROPICAL BRASILEIRO**

CURITIBA
2011

DIEGO ZANLORENZI

**CARACTERIZAÇÃO DAS ASSEMBLÉIAS DE PEIXES DEMERSAIS
E SUAS RELAÇÕES COM UM GRADIENTE AMBIENTAL EM UM
ESTUÁRIO SUBTROPICAL BRASILEIRO**

Projeto de Tese apresentado ao Programa de Pós-graduação em Ciências Biológicas - Zoologia, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro

Diego Zanlorenzi
Candidato

Prof. Dr. Luís Fernando Fávaro
Orientador

CURITIBA
2011

SUMÁRIO

RESUMO	iv
INTRODUÇÃO	1
OBJETIVOS	4
Objetivo geral	4
Objetivos específicos	4
MATERIAL E MÉTODOS	5
Área de estudo	5
Amostragem	6
Procedimentos laboratoriais	8
Análise dos dados	9
INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL	14
Espaço físico	14
Equipamentos e materiais	14
CRONOGRAMA	15
REFERÊNCIAS	16

RESUMO

Os estuários são ambientes fundamentais para o desenvolvimento de diversas espécies de peixes, sendo importantes áreas de alimentação, crescimento e reprodução. Nestes ambientes, a distribuição dos organismos e a estrutura das comunidades são influenciadas por um conjunto de fatores físicos, químicos e biológicos, que atuam sob diferentes escalas, levando a uma zonação da comunidade. Fatores abióticos determinam a distribuição e estrutura geral da comunidade, em grande escala, enquanto interações biológicas refinam padrões de distribuição e abundância dentro da comunidade. A Baía de Guaratuba, localizada no litoral sul do Estado do Paraná, é um estuário de pequenas dimensões que consiste em uma área de aproximadamente 45 Km², onde foram registradas 90 espécies de peixes, muitas de importante valor comercial e esportivo. Neste sistema duas áreas são bem marcadas, uma sob influência continental e outra sob influência marinha. Na primeira, as espécies são principalmente residentes, e na segunda predominam espécies migratórias e de presença ocasional. É um local importante para o ciclo de vida de diversas espécies, e estima-se que metade das espécies que constituem a assembléia utilizam as áreas de manguezal no processo reprodutivo, na maturação das gônadas, desova e/ou recrutamento. Portanto, é importante entender como as variáveis ambientais influenciam na composição e estrutura da comunidade, para compreender o funcionamento do ambiente e preservar as espécies. O presente projeto pretende avaliar a estrutura das assembléias de peixes da Baía de Guaratuba ao longo do gradiente ambiental e determinar as variáveis que influenciam na referida estrutura. Os resultados promoverão a melhor compreensão do funcionamento do ecossistema estuarino, bem como do local e do período de utilização do ambiente pelas diferentes espécies de peixes. Ainda, oferecerá subsídios na implementação de planos de manejo e conservação das espécies e do ambiente, almejando uma gestão sustentável dos recursos pesqueiros.

INTRODUÇÃO

Estuários são áreas onde ocorre intercâmbio de águas oceânicas e continentais, e devido à mistura dessas massas de água de origens distintas associadas às forças geradoras de movimento (a geomorfologia do ambiente, ventos, correntes e marés) são reconhecidos como corpos de água dinâmicos que apresentam flutuações nos fatores abióticos (MIRANDA *et al.*, 2002).

Os estuários tropicais e subtropicais possuem grande biodiversidade, caracterizando-se por apresentar fauna e flora altamente adaptáveis às pressões ambientais e estabilidade ecológica em um ambiente fisicamente variável, porém frágil às mudanças introduzidas pelo homem (YANEZ-ARANCIBIA, 1986). São frequentemente citados como ambientes de grande importância no desenvolvimento gonadal, desova ou fases iniciais de desenvolvimento de diversas espécies de peixes, sendo conhecidos como berçários de muitas espécies costeiras, muitas destas de valor econômico, mas todas ecologicamente importantes (BLABER *et al.*, 1995; BLABER, 2000; VENDEL & CHAVES, 2006). Estes ambientes oferecem locais de abrigo e forrageio, sendo importantes áreas de alimentação e crescimento, beneficiando espécies residentes, migratórias ou que desovam nestes locais (BLABER, 2000; ELLIOTT & HEMINGWAY, 2002).

Nos ambientes estuarinos a distribuição dos organismos é influenciada por um conjunto de mecanismos físicos, químicos e biológicos. REMMERT (1983) propôs que, em larga escala, os padrões de distribuição dos peixes são resultados da resposta das espécies ao seu ambiente físico, pois as variáveis abióticas agem como fatores limitantes para as espécies, tendo um papel vital na estruturação da comunidade (SNICKARS *et al.*, 2009). Fatores abióticos (salinidade, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido, pH, etc) atuam sob grande escala espacial, e acredita-se que determinam a estrutura geral da comunidade, enquanto as interações bióticas refinam os padrões de abundância e distribuição dentro da comunidade (SANDERS, 1968; MENGE & OLSON, 1990; MARTINO & ABLE, 2003).

As principais combinações de variáveis ambientais que interferem na diversidade e composição da fauna de peixes dos estuários mundiais são o tamanho, a profundidade e o regime físico do estuário; os tipos de habitats, principalmente, a composição e extensão dos manguezais; a natureza e

profundidade das águas marinhas e dos ambientes dulcícolas adjacentes; a localização geográfica do estuário, em termos de latitude e características marinhas, tais como correntes oceânicas, cânions e recifes de corais (BLABER, 2002). Fatores físicos e químicos da água como salinidade, temperatura, turbidez, oxigênio dissolvido e velocidade da corrente, são determinantes para distribuição espacial das espécies. A heterogeneidade física apresentada por estes ambientes reflete em uma grande diversidade de habitats, como marismas, manguezais, gamboas, planícies de marés, canais de maré e praias, que também são importantes na distribuição dos organismos ao longo dos estuários (VENDEL *et al.* 2003). Interações biológicas de competição (intra e interespecífica) e predação, também apresentam um importante papel na ocorrência temporal e espacial das espécies de peixes, e na estruturação da fauna local (KENNISH, 1986; HOLBROOK & SCHMITT, 1989; OGBURN-MATTHEWS & ALLEN, 1993; BARRY *et al.*, 1996).

Nos estuários, as comunidades são geralmente distribuídas ao longo de gradientes ambientais em uma complexa rede de contínuos, que pode levar a uma zonação da comunidade (BERGEN *et al.*, 2001). A dificuldade em separar os efeitos das características dos habitats de outras influências ambientais, cria um problema para entender como as assembléias de peixes respondem às características específicas dos habitats (MCCOY & BELL, 1991; RAEDEMAECKER *et al.*, 2010). Determinar quais fatores dentro dos habitats são mais importantes na organização das assembléias e quais fatores ao longo de gradientes são limitantes para a estruturação das mesmas são componentes necessários para definir condições de referência (HUGHES *et al.*, 1986), tendo um importante papel para a gestão dos ecossistemas estuarinos.

Sendo assim, conhecer o funcionamento dos ambientes estuarinos é de fundamental importância para a conservação das espécies de peixes e gestão dos recursos costeiros (BLABER, 2000). Identificar a estrutura e as interações das assembléias com as características físicas, químicas e biológicas dos habitats estuarinos é necessário para o entender como distúrbios (naturais ou origem antrópica) alteram os padrões de distribuição, abundância, diversidade, reprodução, crescimento, alimentação, sobrevivência e comportamento das espécies (transientes e residentes) (BLABER, 2000; WHITFIELD & ELLIOT, 2002; VENDEL *et al.*, 2003).

No Brasil, ao longo dos 8500 km de litoral, existem centenas de estuários, sistemas estuarinos e lagoas costeiras, com dimensões que variam de poucos até centenas de quilômetros. A maior parte dos estuários brasileiros encontra-se sob influência dos climas tropical e subtropical, existindo poucas regiões sob características temperadas quentes (LOWE-MCCONNELL, 1999). Muitos dos ambientes estuarinos contribuíram para o desenvolvimento de grandes e médias cidades brasileiras sofrendo, como consequência, muitos impactos antrópicos (MIRANDA *et al.*, 2002).

O litoral do estado do Paraná possui 98 km de extensão e uma plataforma continental com largura variando de 175 a 190 km, estendendo-se desde seu limite norte na foz do rio Viradouro-Vila Ararapira até seu limite sul na foz do rio Saí-Guaçu, entre as coordenadas 25° 12' 44" S; 48° 01' 15" O e 25° 58' 38" S; 48° 35' 26" O (BIGARELLA *et al.*, 1978). Apresenta dois importantes estuários, na porção norte encontra-se o complexo estuarino de Paranaguá e na porção sul situa-se o estuário da baía de Guaratuba, sendo o último o local de realização do presente estudo.

Estudos realizados na baía de Guaratuba, especificamente em áreas de mangue, ao norte da baía e em uma parcela próxima a conexão com o Oceano Atlântico, registraram 90 espécies integrando a ictiofauna (CHAVES & CORREA, 1998; CHAVES & VENDEL, 2001). A ictiofauna do referido estuário é composta, em sua maior parte, por espécies não residentes (CHAVES & BOUCHEREAU, 2000), representadas por indivíduos de pequeno porte. Sazonalmente, a assembléia mantém uma estrutura geral, com aproximadamente quinze espécies mais abundantes, sendo no outono registrados maiores valores de abundância e diversidade de peixes (CHAVES & BOUCHEREAU, 1999).

Duas áreas são bem marcadas na baía de Guaratuba, uma sob influência continental e outra sob influência marinha, sendo que a abundância é maior na primeira, mas a riqueza específica é maior na segunda (BOUCHEREAU & CHAVES, 2003). A dupla influência, continental e marinha, a que a baía está submetida reflete também no comportamento alimentar das espécies de peixes (CHAVES & PICHLER, 2000; CHAVES & UMBRIA, 2003). A disponibilidade sazonal dos recursos alimentares faz com que espécies, residentes e migradoras, utilizem diferentemente os recursos, sendo que peixes residentes tendem a se alimentar da meiofauna e macrofauna bêmicas, enquanto os migradores

consomem principalmente invertebrados e peixes (CHAVES & BOUCHEREAU, 2004).

O presente projeto tem como objetivo caracterizar a estrutura das assembléias de peixes da baía de Guaratuba, relacionado-as com as variações dos fatores ambientais ao longo do gradiente ambiental.

A hipótese sugere que fatores abióticos, tais como oxigênio dissolvido, pH, salinidade, temperatura e transparência, promovem zonação das comunidades de peixes estuarinos ao longo de um gradiente ambiental, mesmo quando minimizamos a heterogeneidade ambiental em habitats bênticos estuarinos.

A realização desta proposta se justifica pelos seguintes aspectos:

- os resultados promoverão a melhor compreensão do funcionamento do ecossistema estuarino, bem como do local e do período de utilização do ambiente pelas diferentes espécies de peixes;
- os resultados oferecerão subsídios na implementação de planos de manejo e conservação das espécies e do ambiente, almejando uma gestão sustentável dos recursos pesqueiros.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Caracterizar as assembléias de peixes ao longo do gradiente ambiental do eixo leste-oeste do estuário subtropical baía de Guaratuba, litoral do Paraná, analisando a biologia reprodutiva e alimentar das espécies de maiores freqüências e abundâncias.

Objetivos específicos

- Identificar os fatores abióticos e suas respectivas importâncias na formação do gradiente ambiental, ao longo do eixo leste-oeste, da baía de Guaratuba;
- Verificar a variação espaço-temporal das variáveis abióticas e a existência de zonação ao longo do estuário baía de Guaratuba;
- Descrever a composição ictiofaunística de áreas profundas do eixo leste-oeste da baía de Guaratuba;

- Determinar a variação espaço-temporal das assembléias de peixes ao longo do estuário, relacionado com as variáveis ambientais;
- Identificar os padrões temporais de abundância de espécies ictíicas;
- Determinar e avaliar os descritores de comunidade (riqueza (S), diversidade (H'), equitatividade (J), biomassa e abundância), mensalmente, em cada ponto amostral;
- ❖ As espécies mais representativas serão analisadas quanto aos processos reprodutivo, alimentar e crescimento;
 - Descrever microscopicamente os estádios de desenvolvimento gonadal;
 - Identificar o período reprodutivo e o tipo de desova;
 - Verificar a proporção sexual mensal e por classes de comprimento;
 - Estimar o comprimento de primeira maturação gonadal para os sexos;
 - Descrever a dieta alimentar, indicando a importância de cada item na dieta, bem como as variações espaciais, temporais e ontogenéticas;
 - Avaliar o porte das espécies ao longo do período de estudo e identificar o tipo de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A baía de Guaratuba (25°52'S; 48°39'O) consiste em uma área de aproximadamente 45 Km², localizada no litoral do estado do Paraná, sul do Brasil (Figura 1). Comunica-se com o mar por uma abertura de aproximadamente 500 m e prolonga-se continente adentro por cerca de 15 km no sentido leste-oeste, com largura máxima de 5 km na direção norte-sul. Na região oeste encontra-se o setor com influência continental, onde há maior aporte fluvial com contribuição principal dos rios São João e Cubatão, que drenam parte do Planalto de Curitiba.

Quanto à vegetação, a baía de Guaratuba está inserida no domínio da Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica) e compreende uma vegetação típica de planície litorânea com áreas de formações pioneiras, conforme o setor da baía. O clima da região é classificado como Cfa ou subtropical úmido, com verão quente e sem estação seca definida com influência direta das massas de ar quente e úmido do Oceano Atlântico e das chuvas intensas e bem distribuídas ao longo do ano (RODERJAN *et al.*, 2002).

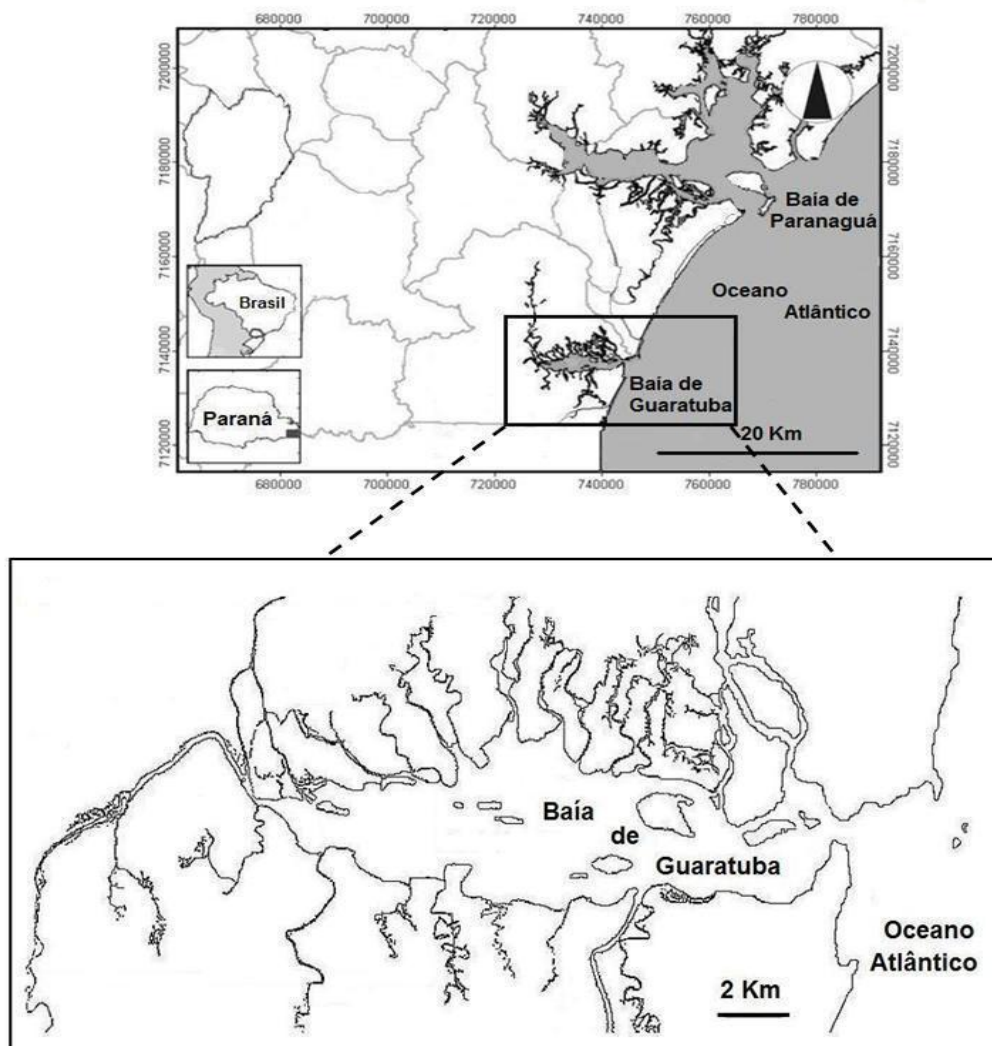


Figura 1: Localização da Baía de Guaratuba no litoral sul do Brasil.

Amostragem

O trabalho será realizado em duas etapas: 1) Determinação dos pontos amostrais no eixo leste-oeste da baía de Guaratuba; 2) Análise da estrutura da assembléia de peixes e estudo da biologia reprodutiva, alimentar e crescimento das principais espécies.

Para a determinação dos pontos amostrais faz-se necessário controlar a profundidade e o sedimento, pois estudos recentes demonstraram que estas duas variáveis estão intimamente relacionadas com a estrutura da comunidade de peixes. Assim, controlando as variáveis profundidade e sedimento, poderemos analisar e avaliar de forma mais precisa a relação das assembléias de peixes com as variáveis físicas e químicas da água, responsáveis pelo gradiente ambiental.

A etapa 1 será realizada no mês de setembro de 2012, em 6 pontos amostrais distribuídos ao longo do eixo leste-oeste da Baía de Guaratuba (Figura 2; Tabela I) quando serão realizadas as coletas de sedimento e verificadas as profundidades e amostras de sedimento serão coletadas. As amostras de sedimento serão obtidas com o uso de uma draga do tipo Van-Veen, a fim de serem determinadas a sua composição granulométrica e teor de matéria orgânica. Os dados de profundidade serão obtidos através do uso de um ecobatímetro. Com as informações de composição sedimentológica e de profundidade, poderemos assegurar que os pontos amostrais estarão sob a influência de profundidades similares e composição sedimentológica semelhante, evitando assim que estas variáveis interfiram nos resultados.

Na etapa 2, que será realizada mensalmente de outubro de 2012 a setembro de 2013, será verificada a composição e estrutura da assembléia de peixes ao longo do eixo leste-oeste da baía de Guaratuba e o estudo da biologia das espécies mais relevantes. Os exemplares serão coletados nos 6 pontos de áreas profundas (Figura 2; Tabela I), através de arrasto de porta com duração de 5 minutos, utilizando rede com 8 m de boca, 7 m de ensacador, malha de 2,5 cm entre nós adjacentes nas mangas, malha de 1,2 cm entre nós adjacentes no ensacador e portas com aproximadamente 8 Kg. Os espécimes serão acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados segundo o ponto amostral, e conservados resfriados em gelo sendo, em seguida, transportados até o laboratório.

Quase simultaneamente a coleta de material biológico, em cada ponto amostral, será realizada a caracterização ambiental, sendo tomados valores das seguintes variáveis físicas e químicas da água: potencial hidrogeniônico (pH), utilizando medidor de pH digital de campo, com precisão 0,01; oxigênio dissolvido, utilizando oxímetro digital de precisão 0,1; temperatura da água, utilizando termômetro digital de precisão de 0,1°C; salinidade, utilizando refratômetro; transparência da água, utilizando disco de *Secchi*. Os dados de pluviosidade mensal acumulada, de temperatura e de fotoperíodo, para o período de estudo na região de Guaratuba, serão cedidos pelo Instituto Tecnológico SIMEPAR (SIMEPAR).

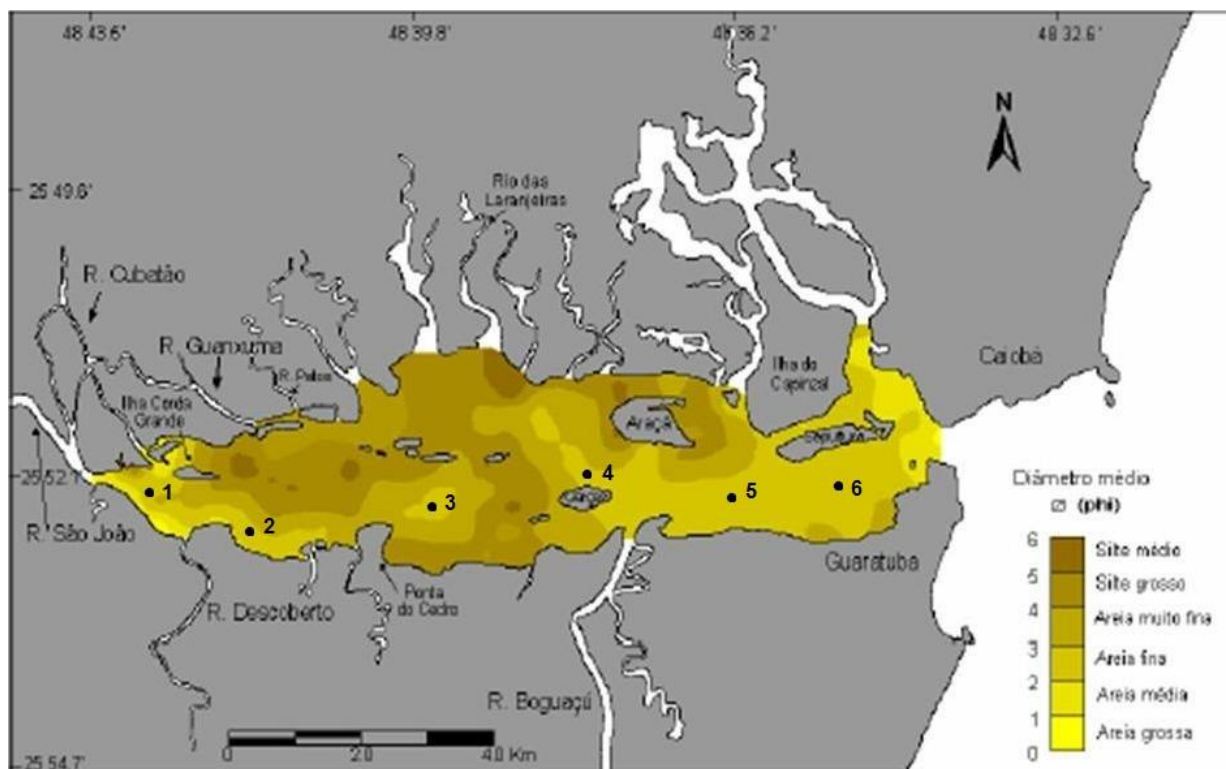


Figura 2: Mapa sedimentológico da Baía de Guaratuba, indicando os 6 pontos amostrais ao longo do seu eixo leste-oeste. Modificado de LAMOUR (2007).

Tabela I: Coordenadas geográficas dos pontos amostrais ao longo do eixo leste-oeste da Baía de Guaratuba

Ponto	Latitude (S)	Longitude (W)
1	25°52'13"	48°42'53"
2	25°52'34"	48°41'42"
3	25°52'16"	48°39'42"
4	25°51'54"	48°38'07"
5	25°52'11"	48°36'03"
6	25°51'58"	48°34'51"

Procedimentos laboratoriais

No laboratório os exemplares serão identificados ao nível de espécie, segundo FIGUEIREDO (1977), FIGUEIREDO & MENEZES (1978; 1980; 2000), MENEZES & FIGUEIREDO (1980; 1985), CERVIGON *et al.* (1992) e FROSE & PAULY (2011). Serão tomados dados biométricos, como o comprimento total (CT) e comprimento padrão (CP) em centímetros, e peso total (PT) em gramas, utilizando balança digital de precisão 0,01 g.

Para cada espécie, por ponto de coleta, um número máximo de 60 exemplares terão os dados morfométricos tomados, o excedente terá o número e a biomassa registrados. Trinta exemplares de cada espécie, por ponto de coleta, serão seccionados ventralmente para a verificação do sexo, determinação do desenvolvimento gonadal e para posterior análise alimentar.

As gônadas serão classificadas macroscopicamente, quanto ao sexo e ao estágio de maturação gonadal segundo escala adaptada de VAZZOLER (1996): A - imaturas ou virgens; B - maturação; C - maduras; SD - semidesovadas para fêmeas; D - desovadas e/ou recuperadas, para fêmeas, e espermiados, para os machos. As gônadas serão observadas quanto à coloração, vascularização e ao volume relativo que ocupam na cavidade abdominal e pesadas em balança digital de precisão 0,001g. Uma parcela das gônadas será fixada em ALFAC durante 20 horas, sendo processadas de forma rotineira para a confecção de lâminas histológicas e posterior coloração com Hematoxilina-Eosina (HE). Os cortes histológicos serão observados em microscópio de luz, analisados quanto à morfologia, organização, disposição das células e fases do desenvolvimento com base em VAZZOLER (1996).

O sistema digestório de cada exemplar será separado e fixado em solução de formol 10% durante 24 horas, e transcorrido esse tempo será conservado em álcool 70%, até a triagem do conteúdo estomacal. O conteúdo estomacal será depositado em placa de Petri, e utilizando microscópios estereoscópico e de luz, os itens alimentares serão identificados até o menor nível taxonômico possível, com auxílio de bibliografia específica. Quando possível, cada item será pesado em balança de precisão 0,001g.

Análise dos dados

Os dados ambientais serão analisados através da análise de componentes principais (PCA), buscando avaliar possíveis padrões espaciais e temporais das variáveis mensuradas e descrever suas relações. A análise de correspondência canônica (CCA) será utilizada para visualizar e descrever as relações entre as espécies de peixes e as variáveis ambientais. A análise multidimensional (MDS), seguida pela análise de similaridade entre os agrupamentos formados (ANOSIM) e pela análise de contribuição das espécies para formação dos grupos (SIMPER) serão efetuadas, a partir de uma matriz de

similaridade de Bray-Curtis, no intuito de avaliar a variação na composição e abundância das espécies capturadas entre os pontos.

Para avaliar a composição e a estrutura da comunidade serão utilizadas análises de proporção de captura (PC), cluster, análise multidimensional não-métrica (MDS), análise de similaridade das percentagens (SIMPER), de dominância (ID), de constância de ocorrência (C), de riqueza específica (S), de diversidade de Shannon - Wiener (H'), de equitatividade de Pielou (J), distribuição em classes de comprimento, proporção sexual e relação peso-comprimento.

A proporção de captura (PC) das espécies será calculada pelo número total de indivíduos de uma determinada espécie em relação em relação ao número total de exemplares coletados, expressa em percentagem. Esta análise será realizada para pontos amostrais separados e grupados, ambos os casos de maneira sazonal.

A comparação entre a variação da abundância (número de indivíduos) sazonalmente e por ponto amostral será realizada através de ANOVA fatorial, considerando cada mês de amostragem como uma réplica para a estação (três réplicas por estação), os dados serão transformados através de logaritmo de base 10, e assim atenderão os pressupostos da normalidade e homogeneidade das variâncias. Para correlacionar a abundância da espécie e os parâmetros abióticos será utilizada a análise de componentes principais (PCA).

As análises de Cluster e MDS serão utilizadas para avaliar padrões na abundância dos indivíduos coletados, a partir da similaridade de Bray-Curtis. A determinação dos grupos formados será através da análise conjunta do dendrograma e do gráfico bidimensional gerado pelo MDS.

A análise das similaridades das percentagens (SIMPER) será utilizada para evidenciar a contribuição das espécies responsáveis pela similaridade dentro de cada grupo ou subgrupo, formados a partir das análises de cluster e MDS.

A dominância será estimada através do índice Ponderal, expresso pela fórmula: $ID (\%) = (N_i \cdot P_i) \cdot 100 / \sum (N_i \cdot P_i)$, onde: N_i = número de indivíduos da espécie i e P_i = peso dos indivíduos da espécie i . Esta análise será realizada para pontos amostrais separados e grupados, ambos os casos de maneira sazonal.

A constância de ocorrência (C) das espécies será calculada através da fórmula: $C = (ni / N) \times 100$, onde C = constância de ocorrência, n = número de

coletas onde a espécie *i* ocorreu e N = número total de coletas, sendo grupadas em constantes ($C > 50\%$), acessórias ($25\% \leq C \leq 50\%$) e acidentais ($C < 25\%$).

A riqueza de espécies (S), a diversidade (H') e a equitatividade (J) serão analisadas sazonalmente para pontos grupados e separados. A riqueza de espécies (S) será considerada como o número de espécies coletadas no ponto amostrado. A diversidade de Shannon - Wiener (ZAR, 2010) será estimada pela fórmula: $H' = - \sum (p_i \cdot \log p_i)$, onde p_i = frequência relativa de cada espécie *i*. A equitatividade, segundo PIELOU (1984), será calculada através da expressão $J = (H'/H_{max}) \times 100$, onde H' = índice de diversidade; Hmax = diversidade máxima.

Para as análises reprodutivas serão consideradas apenas as espécies que tiverem as maiores freqüências de ocorrência e representatividade numérica ao longo do ano.

A proporção sexual será calculada para todo o período de estudo e mensalmente, bem como entre classes de comprimento, definidas segundo a diretriz de Sturges (VIEIRA, 1980) e possíveis diferenças serão testadas através do teste de "Qui-quadrado" (χ^2 , $\alpha=0,05$) (ZAR, 2010).

Para cada espécie será analisada a distribuição da frequência dos estádios de desenvolvimento gonadal (A - imaturo, B - maturação, C - maduro, SD - semidesovado (fêmeas), D - desovado e/ou recuperado (fêmeas) / esvaziado (machos)), utilizando os sexos separados, buscando determinar as espécies que utilizam as áreas para a reprodução e/ou recrutamento.

A análise da proporção de jovens e adultos será realizada para sexos grupados, sendo considerados indivíduos jovens aqueles que apresentaram gônadas no estágio imaturo (A) e adultos os exemplares que apresentaram gônadas nos outros estádios de desenvolvimento (maturação (B), maduro (C), semidesovado (SD) e desovado/esvaziado (D)).

Para determinar o período reprodutivo de cada espécie, serão analisadas as variações mensais do Índice Gônado-Somático (IGS) e do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR). O Índice Gônado-Somático (IGS), $IGS = Pg / PT \times 100$ onde Pg = peso da gônada e Pt = peso total do indivíduo, será utilizado para cada indivíduo, separadamente para fêmeas e machos, possibilitando analisar o período de maior frequência de indivíduos com os altos valores de IGS, assumindo ser este o período reprodutivo. Serão calculados também os valores

de IGS médio mensal para fêmeas, para posterior cálculo do Índice de Atividade Reprodutiva (IAR) (AGOSTINHO *et al.* 1993), expresso pela fórmula:

$$IAR = \frac{\ln N_i \left[\frac{n_i}{\sum_{j: 1 \rightarrow 13} n_{i,j}} + \frac{n_i}{N_i} \right] \frac{IGS_i}{IGS_e}}{\ln N_m \left[\frac{n_m}{\sum_{j: 1 \rightarrow 13} n_{i,j}} + 1 \right]} 100$$

sendo N_i = número de indivíduos na unidade amostral (u.a.) “i”; n_i = número de indivíduos em reprodução na u.a. “i”; N_m = número de indivíduos na maior u.a., considerando o conjunto de 12 meses (j); n_m = número de indivíduos em reprodução (estádios C ou D) na maior u.a., considerando o conjunto de 12 meses (j); IGS_i = valor médio de IGS dos indivíduos em reprodução na u.a. “i”; IGS_e = valor individual mais alto de IGS, considerando o conjunto de 12 meses (j).

O comprimento de primeira maturação (CT50) compreende o menor tamanho onde 50% da população apresentam-se adulta e será determinado para sexos separados, através da equação que relaciona a frequência relativa de indivíduos adultos (estádios B, C, D, SD, D) com o ponto médio das classes de comprimento total, $Fr = 1 - e^{-a * Ct^b}$, onde Fr é a frequência relativa de indivíduos adultos; e é base do logaritmo neperiano; a e b são os coeficientes estimados pela transformação das variáveis; e Ct é o ponto médio das classes de comprimento.

Será descrita a dieta das espécies mais abundantes e frequentes em todas as estações do ano, através de métodos qualitativos e quantitativos.

Para a análise qualitativa, será utilizado o método de Frequência de Ocorrência, $FOi = Ni / N \times 100$ sendo “ N_i ” o número de estômagos que contêm o item “ i ” e “ N ” o número de estômagos com conteúdo identificável, que corresponde à frequência percentual do número de estômagos em que ocorre determinado item alimentar em relação ao número de estômagos com alimento (HYNES 1950; ZAVALA-CAMIN 1996).

Quantitativamente a importância numérica dos itens alimentares será avaliada utilizando a frequência gravimétrica (FG%), $FG\% = FGi / FGt \times 100$ sendo “ FGi ” o peso total do item “ i ” e “ FGt ” o peso total do conjunto de itens,

pesando os itens em balança digital de precisão 0,001 g, após secagem com papel absorvente. Os itens que tiverem peso abaixo da precisão da balança serão considerados com peso 0,001 g para fins de análise. Para algumas espécies, com dieta planctófaga, por exemplo, será utilizada uma adaptação do método de contagem de pontos, $CPI = qi / q \times 100$ sendo “ q_i ” o número de quadrículas ocupadas pelo item “ i ” e “ q ” o número de quadrículas do conteúdo total, de modo que a quantidade relativa dos itens é estimada pela área de cobertura do item sobre quadrículas em uma superfície plana (papel milimetrado), sendo que cada item recebe uma pontuação proporcional à área de cobertura deste dado item em relação à área ocupada pelo conjunto de itens (HYSLOP, 1980)

Para estimar a importância de cada item na dieta das espécies, os métodos qualitativos e quantitativos serão conjugados através do Índice Alimentar (modificado de KAWAKAMI & VAZZOLER, 1980)

$$IA_i = 100 \times \frac{(FO_i \times CP_i)}{\sum_{i=1}^n (FO_i \times CP_i)}$$

sendo “ n ” o total de itens “ i ” identificados no conteúdo estomacal da espécie em questão.

Para avaliar a partição de recursos, a dieta das “ n ” espécies analisadas serão comparadas quanto a eventuais variações espaciais, sazonais e ontogenéticas, com classes de comprimento, determinadas pelas diretrizes de Sturges (VIEIRA, 1980). Para isso, serão empregadas análises de similaridade, cluster, utilizando o índice de similaridade de Bray-Curtis, e de ordenamento, MDS, sendo que a determinação dos grupos similares será através da análise conjunta do dendograma e do gráfico gerado pelo MDS. Para determinar a contribuição de cada item ou categoria alimentar na discriminação ou na coesão de dois grupos, intra ou interespecíficos, será utilizada a análise das similaridades das percentagens (SIMPER).

Para avaliar a diversidade da dieta entre as espécies, será calculado o valor de amplitude de nicho trófico de Levins (H'), $H' = - \sum (Fi \times \ln Fi)$, multiplicando-se a frequência gravimétrica ou contagem de pontos de cada item (FG% ou CP%) pelo seu logaritmo neperiano.

Será avaliada a distribuição de fêmeas, machos e sexos grupados em classes de comprimento, determinadas pelas diretrizes de Sturges (VIEIRA, 1980). A proporção sexual será testada para pontos grupados, considerando todo

o período de estudo e sazonalmente, através do teste de “Qui-quadrado” (χ^2 , $\alpha = 0,05$), avaliando possíveis diferenças significativas (ZAR, 1999). A relação peso-comprimento (LE-CREN, 1951) será avaliada através da fórmula: $P_T = a \cdot C_T^b$ onde P_T = peso total em gramas; C_T = comprimento total em centímetros; a = logaritmo neperiano do coeficiente linear da regressão $\ln P_T \times \ln C_T$ (fator de condição) e b = coeficiente angular da regressão $\ln P_T \times \ln C_T$ (coeficiente de alometria). Os parâmetros a e b serão obtidos respectivamente a partir do método dos mínimos quadrados, obtendo-se a intersecção (A) e declividade (B) da regressão linear entre o logaritmo neperiano das variáveis dependente (P_T) e independente (C_T). Os valores de b próximos a 3 (2,5 a 3,5) serão considerados como indicativos de crescimento isométrico (FROESE, 2006), enquanto que valores muito superiores ou inferiores a 3 serão considerados crescimento alométrico positivo ou negativo, respectivamente. O valor de b será comparado entre sexos através do teste t-Student para comparações entre as significâncias de declividades, verificando se o valor de t' referente à significância da declividade entre as retas era menor do que o valor de t tabelado para (N -2) graus de liberdade e $\alpha=0,05$.

INFRAESTRUTURA DISPONÍVEL

Espaço físico

O presente projeto conta com a estrutura do Laboratório de Reprodução e Comunidade de Peixes; localizado no Departamento de Biologia Celular, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Equipamentos e materiais

MATERIAL DE CONSUMO	
Formol	Ácido periódico
Álcool etílico	Corantes (hematoxilina, eosina, reativo-Schiff e alcian blue)
Ácido acético	Lâminas histológicas
Xilol	Lamínulas
Parafina histológica	Filmes fotográficos
Resina permount	Canetas a prova d'água

MATERIAL PERMANENTE E EQUIPAMENTOS	
Mobiliário em fórmica (armários, bancadas com gavetas, mesas)	Rede de pesca tipo picaré (arrasto de praia) de 15m x 1,6m com malha de 05 mm
01 Micrótopo manual	3 Redes de arrasto com portas
02 Navalhas de aço para micrótopo	01 GPS
02 Banho-maria	02 Termômetros de mercúrio
04 Microscópios de luz binocular	01 Refratômetro
01 Lupa (binocular)	01 pH-metro de campo
01 Capela de exaustão de gases (pequena)	01 Disco de <i>Secchi</i>
01 Balança digital com 3 dígitos	01 Oxímetro
01 Estufa para inclusão em parafina (com termostato e sensor de segurança digital)	Vidrarias de laboratório (provetas, beckers, placas de petri, etc)
01 Balança digital com 4 dígitos	02 Isopores grandes (80 l)
01 Geladeira	01 Isopor pequeno (30 l)
01 Freezer horizontal (2 portas)	08 Bandejas plásticas
04 Computadores	Conjunto de pinças e tesouras (material cirúrgico)
01 Câmera fotográfica digital	02 Ictiômetros
02 Roupas de borracha para coletas	Laminários de madeira (tipo gaveteiros)

O Laboratório de Reprodução e Comunidade de Peixes conta com praticamente todo o material permanente necessário para viabilizar a execução do projeto, além de contar com todo o material de consumo necessário para a fase inicial de coleta e processamento do material biológico. O presente projeto ainda será enviado a órgãos de fomento, na tentativa de aquisição de recursos para custear a compra de materiais de consumo e gastos provenientes com as atividades de campo, como aluguel de barco, alimentação e estadia da equipe e remuneração de pescadores.

CRONOGRAMA

Ano	2012		2013		2014		2015		2016
	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º
Disciplinas		■	■		■				
Coleta do Material		■	■	■					
Triagem das Amostras		■	■	■	■	■			
Análise dos dados					■	■	■		
Revisão Bibliográfica	■	■	■	■	■	■	■	■	
Semana do Doutorado		■		■		■		■	
Submissão de Artigo		■		■	■		■		
Redação da Tese					■	■	■	■	
Participação em Eventos			■				■		
Exame de Qualificação				■					
Pré-tese								■	
Defesa									■

REFERÊNCIAS

- Agostinho, A. A.; Mendes, V. P.; Suzuki, H. I. & Canzi, C. 1993. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR** 15: 175-189.
- Barry, J. P.; Yoklavich, M. M.; Cailliet, G. M.; Ambrose, D. A. & Antrim, B. S. 1996. Trophic ecology of the dominant fishes in Elkhorn Slough, California, 1974-1980. **Estuaries**, 19: 115-118.
- Bergen, M.; Weisberg, S. B.; Smith, R. W.; Cadien, D.; Dalkey, A. & Montagne, D. 2001. Relationship between depth, sediment, latitude, and the structure of benthic infaunal assemblages on the mainland shelf of southern California. **Marine Biology**, 138: 637-647.
- Bigarella, J. J.; Becker, R. D.; Matos, D. J. & Werner, A. 1978. **A Serra do Mar e a porção oriental do Estado do Paraná - um problema de segurança ambiental e nacional (contribuição à geografia, geologia e ecologia regional)**. Curitiba, Governo do Estado do Paraná, Secretaria de Estado do Planejamento/Associação de Defesa e Educação Ambiental (ADEA). 248 p.
- Blaber, S. J. M., Brewer, D. T. & Salini, J. P. 1995. Fish Communities and the Nursery Role of the Shallow Inshore Waters of a Tropical Bay in the Gulf of Carpentaria, Australia. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 40: 177-193.
- Blaber, S. J. M. 2000. **Tropical estuarine fishes: ecology, exploitation and conservation**. Queensland, Blackwell Science, 372 p.
- Blaber, S. J. M. 2002. 'Fish in hot water': the challenges facing fish and fisheries research in tropical estuaries. **Journal of Fish Biology**, 61(Supplement A): 1-20.
- Bouchereau, J-L.; Chaves, P. T. 2003. Ichthyofauna in the ecological organisation of a South-west Atlantic mangrove ecosystem: the Bay of Guaratuba, Brazil (25°52'S; 48°39'W). **Vie et Milieu**, 53 (2-3): 103-110.
- Cervigón, F.R.; Cipriani, W.; Fischer, L.; Garibaldi, M.; Hendrickx, A.J.; Lemus, R.; Márquez, J.M.; Poutiers, G.; Rodriguez, B. 1992. FAO Fichas de identificación de especies para los fines de la pesca. **Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América**. Rome: FAO, 513 p.
- Chaves, P. T. & Bouchereau, J-L. 1999. Biodiversity and dynamics of ichthyic communities in the mangrove of Guaratuba, Brazil. **Acta Oceanologica**, 22(3): 353-364.
- Chaves, P. T. & Bouchereau, J-L. 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish assemblage in the Guaratuba Bay, Brazil. **Acta Oceanologica**, 23(3): 273-280.
- Chaves, P. T. & Bouchereau, J-L. 2004. Trophic organization and functioning of fish populations in the Bay of Guaratuba, Brazil, on the basis of a trophic contribution factor. **Acta Adriatica**, Split, 45(1): 83-94.
- Chaves, P. T. & Corrêa, M. F. M. 1998. Composição Ictiofaunística da área de manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 15(1): 195-202.
- Chaves, P. T. & Pichler, H. A. 2000. Variações espaço-temporais na atividade alimentar de peixes num ambiente estuarino (Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil). **Acta Biológica Leopoldensia**, 22(2): 277-287.
- Chaves, P. T. & Umbria, S. C. 2003. Changes in the diet composition of transitory fishes in coastal systems, estuary and Continental Shelf. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 46(1): 41-46.
- Chaves, P. T.; Vendel, A. L. 2001. Nota complementar sobre a composição ictiofaunística da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, Curitiba, 18(Suplemento 1): 349-352.
- Elliott, M. & Hemingway, K. L. (Eds.). 2002. **Fishes in Estuaries**. Blackwell Science, Oxford, 636 p.

- Figueiredo, J. L. 1977. **Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil - I. Introdução. Cações, raias e quimeras.** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 104 p.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. 1978. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil II. Teleostei (1).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 110 p.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil III. Teleostei (2).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 90 p.
- Figueiredo, J.L. & Menezes, N.A. 2000. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil VI. Teleostei (5).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 116 p.
- Froese, R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. **Journal of Applied Ichthyology**, 22: 241-253.
- Froese, R. & Pauly, D. 2011. (Editores) Fishbase. <http://fishbase.org/search.php>.
- Holbrook, S. J. & Schmitt, R. J. 1989. Resource overlap, prey dynamics, and the strength of competition. **Ecology** 70(6): 1943-1953.
- Hughes, R. M.; Larsen, D. P. & Omernik, J. M. 1986. Regional reference sites: a method for assessing stream potentials. **Environmental Management**, 10: 629-635.
- Hynes, H. B. N. 1950. The food of fresh water Sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pigosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of food of the fishes. **Journal of Animal Ecology**, 19(1): 36-58.
- Hyslop, E. P. 1980. Stomach contents analysis a review methods and their application. **Journal of Fish Biology**, 17: 411-429.
- Kawakami, E. & Vazzoler, G. 1980. Método gráfico e estimativo do índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 29(2): 205-207.
- Kennish, M. J. 1986. **Ecology of Estuaries**. CRC. Press, Boston, 391 p.
- Le-Cren, E. D. 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and conditions in the perch *Perca fluviatilis*. **Journal of Animal Ecology**, 20(2): 201-219.
- Lowe-McConnell, R. H. 1999. **Estudos Ecológicos de Comunidades de Peixes Tropicais**. Tradução de: Anna Emília A. de M. Vazzoler, Angelo Antônio Agostinho e Patrícia T. M. Cunningham. Universidade de São Paulo, ed. USP. 535 p.
- Martino, E. J. & Able, K. W. 2003. Fish assemblages across the marine to low salinity transition zone of a temperate estuary. **Estuarine Coastal and Shelf Science**, 56: 969-987.
- McCoy, E. D. & Bell, S. S. 1991. Habitat structure: the evolution and diversification of a complex topic. - In: Bell, S. S.; McCoy, E. D. & Mushinsky, H. R. (eds). *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*. Chapman and Hall, p. 3-27.
- Menezes, N. A. & Figueiredo, J. L. 1980. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil IV. Teleostei (3).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 96 p.
- Menezes, N. A. & Figueiredo, J. L. 1985. **Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil V. Teleostei (4).** Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 105 p.
- Menge, B. A. & Olson, A. M. 1990. Role of scale and environmental factors in regulation of community structure. **Trends in Ecology and Evolution**, 5: 52-57.
- Miranda, L. B.; Castro, B. M. & Kjerfve, B. 2002. **Princípios de Oceanografia Física de Estuários**. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 417p.
- Ogburn-Matthews, V. & Allen, D. M. 1993. Interactions among some dominant estuarine nekton species. **Estuaries**, 16: 840-850.
- Pielou, E. C. 1984. **The interpretation of ecological data: A primer on classification and ordination**. Wiley, New York, 420p.

- Raedemaeker, F. D.; Miliou, A. & Perkins, R. 2010. Fish community structure on littoral rocky shores in the Eastern Aegean Sea: effects of exposure and substratum. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 90: 35-44.
- Remmert, H. 1983. Studies and thoughts about the zonation along the rocky shores of the Baltic. **Zoologica**, 22: 121-125.
- Roderjan, C. V.; Galvão, F.; Kuniyoshi, Y. S.; Hatschbach, G. G. 2002. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Ciência e Ambiente**, 24: 76-92.
- Sanders, H. L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. **American Naturalist**, 102: 243-282.
- Snickars, M.; Göran, S.; Alfred, S. & Lars, L.; Ulf, B.; Gustav, J. & Johanna, M. 2010. Habitat selectivity of substrate-spawning fish: modelling requirements for the Eurasian perch *Perca fluviatilis*. **Marine Ecology Progress Series**, 398: 235-243.
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1996), **Biologia da Reprodução de Peixes Teleósteos: Teoria e Prática**. UEM/SBI, Maringá, 169 p.
- Vendel, A. L. & Chaves, P. T. 2006. Use of an estuarine environment (Barra do Saí lagoon, Brazil) as nursery by fish. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23(4): 1117-1122.
- Vendel, A. L.; Lopes, S. G.; Santos, C. & Spach, H. L. 2003. Fish assemblages in a tidal flat. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, 46(2): 233-242.
- Vieira, S. 1980. **Introdução à Bioestatística**. Rio de Janeiro: Campus. 196 p.
- Whitfield, A. K. & Elliott, M. 2002. Fishes as indicators of environment and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, 61(Supplement A): 229-250.
- Yanes-Aranciba, A. 1986. **Ecología de la zona costera**. AGT Editor, Mexico, D.F. 187p.
- Zar, J. H. 2010. **Biostatistical Analysis**. 5° ed. Prentice Hall, New Jersey, 944 p.
- Zavala-Camin, L. A. 1996. **Introdução aos Estudos Sobre Alimentação Natural em Peixes**. Maringá: EDUEM - SBI. 129 p.