

# PROGRAMA INTEGRADO DE ECOLOGIA - PIE

## CHAMADA 3: SUBPROGRAMA PESQUISAS ECOLOGICAS DE LONGA DURAÇÃO - PELD

SITE: ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E REGIÃO COSTEIRA ADJACENTE (PELD - ELPC)

TITULO: O EFEITO DE PERTURBAÇÕES NATURAIS E IMPACTOS ANTRÓPICOS NA ECOLOGIA DO ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS E DAS DUNAS COSTEIRAS ADJACENTES

### PREFÁCIO

A planície costeira do extremo sul do Brasil é dominada pelo maior complexo lagunar do mundo (aprox. 14.000 km<sup>2</sup>), composto pelas Lagoas dos Patos e Mirim, e por grandes sistemas de dunas litorâneas. A orla marítima desta planície, entre a cidade de Rio Grande e a fronteira com o Uruguai, é caracterizada por dunas costeiras frontais (400 km<sup>2</sup>) e pelo estuário da Lagoa dos Patos (900 km<sup>2</sup>), os quais desempenham funções críticas de interface entre os ambientes marinho e terrestre da planície costeira e límnicos da bacia de drenagem Patos-Mirim (cerca de 200.000 km<sup>2</sup>) (Seeliger e Odebrecht 1997). O grande volume acumulado de dados ambientais, florísticos e faunísticos desde o início do século XIX, a importante função ecológica e diversidade específica (cerca de 3200 espécies) deste litoral, a alta produtividade pesqueira e as crescentes atividades industriais e portuárias no estuário da Lagoa dos Patos levaram à escolha desta região como um dos "sites" para desenvolvimento do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD) brasileiro.

Entre os cinco temas de estudos priorizados pelo PELD, o projeto aqui apresentado enquadra-se, principalmente, no tema de **Padrões e Frequência de Perturbações Naturais e Impactos Antrópicos**", entretanto pode-se dizer que os resultados deste projeto também irão parcialmente atender aos outros quatro temas (Fluxo de Energia, Conservação da Diversidade Biológica, Dinâmica de Nutrientes, Dinâmica de Populações e Organização de Comunidades e Ecossistemas). A proposta ainda enfatiza a importância: 1. da pesquisa multi- e interdisciplinar e da intercomunicação ("networking"), 2. da construção de base de dados e 3. do aumento da capacitação de recursos humanos para o estudo e manejo de **Estuários e Zonas Costeiras, Áreas Alagáveis e Dunas**, priorizados no Edital PIE 001/97.

## 1. REVISÃO DA LITERATURA SOBRE O TEMA CENTRAL ESCOLHIDO

Uma perturbação representa o deslocamento de um sistema biológico ou abiótico de um estado de equilíbrio momentâneo para um outro estado de maior entropia. A imensa variedade de condições físico-químicas do sistema estuarino-costeiro resulta na existência de diferentes estados de “equilíbrio dinâmico” das populações e comunidades animais e vegetais (Huston 1979), mas também na ocorrência de distintas frequências e intensidades de perturbações, que podem ser episódicas, cíclicas ou apresentarem-se de forma caótica (Connell 1978, Souza 1979). Em qualquer escala de perturbação a energia cinética das massas d’água em movimento é capaz de causar estresse, danos físicos e mortalidade de organismos. Adicionalmente, a ação de atividades biológicas (predação e herbivoria) promove formas de perturbação do ambiente, cujas consequências sobre a diversidade e produtividade da zona estuarina-costeira ainda são pobremente compreendidas (Woodin 1974, Robertson 1992, Barnes 1994).

Nas duas últimas décadas, estudos demonstraram que a frequência das perturbações naturais é maior do que esperada, podendo provocar modificações no ambiente antes que o mesmo possa retornar a uma situação “não perturbada” (Connell 1978, Connell e Keough 1985). Em estuários e na zona costeira, as marés e as condições meteorológicas produzem variabilidade físico-química de curto prazo (entre 12 horas a vários dias), sendo o principal sinal em medidas de séries temporais. Em consequência, estudos de curta duração frequentemente provocam interpretações equivocadas, enquanto o monitoramento de longa duração poderia identificar e quantificar as variações naturais (Oxley 1997). Os ecossistemas estuarino-costeiros brasileiros podem também experimentar dois ou três eventos do fenômeno de grande escala de El-Niño (oscilação da temperatura da água no Oceano Pacífico) ao longo de uma década, cujos impactos estruturais e funcionais excedem qualquer mudança ambiental natural ou induzida pelo homem. A ausência de estudos de longo prazo pode induzir a uma visão simplista deste ecossistema devido a uma descontinuidade no acompanhamento temporal das comunidades e/ou a fragmentação das informações sobre o papel dos processos físico-químicos e biológicos.

No ambiente costeiro, os estuários e as dunas costeiras desempenham funções críticas de interface (Clark 1977; Seeliger e Odebrecht 1997). As dunas frontais atenuam a energia de fortes ondas e ventos sobre a costa, assegurando sua integridade e manutenção da biodiversidade (Van der Maarel 1979). Nos estuários, a passagem de água doce da bacia hidrográfica e as trocas de água com a região costeira, determinam as características físico-químicas das águas estuarinas, influenciam no transporte e na migração de organismos e atuam diretamente na estrutura das comunidades e na produção biológica dos estuários, controlando os processos ecológicos vitais.

Como no passado distante, as mudanças do nível do mar e os padrões climatológicos globais são ainda responsáveis pela formação e diversificação das regiões estuarinas e de dunas costeiras. No entanto, atualmente mais de 60% da população mundial vive próximo à costa sendo assim, o ecossistema costeiro também vem sofrendo modificações antropogênicas em grande escala, resultantes do desenvolvimento urbano-industrial e da utilização degradatória de suas bacias de drenagem. Apenas estudos de longa duração poderão propiciar uma análise

fidedigna das respostas bióticas e abióticas às perturbações naturais e antrópicas em curso nestes ecossistemas.

## **2. IDENTIFICAÇÃO CLARA DO PROBLEMA, DO MODELO CONCEITUAL E DAS HIPÓTESES**

Os estudos de longo prazo são de grande utilidade para diferenciar impactos antropogênicos e perturbações naturais de larga escala da variabilidade natural do sistema (Oxley 1997). Estes estudos registram os efeitos e a ação sobre a biota de eventos raros e infreqüentes, documentam processos que se desenvolvem lenta e gradativamente e revelam tendências que são sutis porém consistentes. Este tipo de informação é particularmente importante em ecossistemas de zonas biogeográficas transicionais, tais como o estuário da Lagoa dos Patos e a região costeira adjacente, os quais apresentam atividades portuárias, industriais e são grandemente influenciadas por fatores meteorológicos, cujo comportamento e intensidade são de difícil previsão (Coutinho e Seeliger 1986, Cordazzo e Seeliger 1988a).

### **2.1. ESTUÁRIO DA LAGOA DOS PATOS**

As características hidrográficas do estuário da Lagoa dos Patos em muito se aproximam dos ciclos hidrológicos da região, devido a alta precipitação, a complexa drenagem na grande bacia hidrográfica e a ausência expressiva de marés astronômicas (aprox. 0,5 m). O fluxo de água doce para o estuário varia de forma significativa durante (Herz 1977) e entre anos (Castello e Möller 1978), com vazão muito acima da média em anos de El Niño (Garcia 1997). Além disto, o estreito canal de acesso do estuário (0,7 km) atua como um filtro redutor das trocas de águas entre a lagoa e o Oceano Atlântico (Calliari 1980, Toldo 1991). Desde o fim do século passado, identificou-se os ventos dominantes de NE e SE como os principais fatores forçantes do nível de água, da circulação e da distribuição da salinidade no estuário (Bicalho 1883, von Ihering 1885, Malaval 1922). Sob influência de ventos de NE forma-se um gradiente de pressão ao longo do eixo principal da Lagoa em direção à região costeira, concomitante com a transferência de águas costeiras adjacentes para o oceano, favorecendo a vazão de água doce. Por outro lado, ventos dos quadrantes SE e SW resultam numa inversão do fluxo forçando a entrada de água do mar no estuário através do Canal de Acesso (Costa et al. 1988, Mata e Möller 1993). Condições de homogeneidade da coluna de água, são efêmeras e resultam da grande vazão fluvial associada à ventos NE, ou da pequena vazão fluvial combinada com ventos do quadrante SE. A variação horizontal da salinidade apresenta uma zona de mistura que pode se estender até a região costeira adjacente, coincidindo com descargas fluviais acima de  $3000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  e ventos de NE (Garcia 1997). As altas velocidades de penetração de água salgada ( $1,3 \text{ m s}^{-1}$ , Möller et al. 1991), de vazão de água doce ( $1,9 \text{ m s}^{-1}$ , Gafree 1927) e as trocas imprevisíveis de salinidade influenciam diretamente não só a biota deste ecossistema, mas também as condições de navegação e as atividades do Porto de Rio Grande.

Flutuações inter-anuais da Clorofila-a fitoplanctônica e da produção primária aérea líquida das plantas dominantes das marismas parecem depender,

respectivamente, do padrão de precipitação sobre a bacia de drenagem-estuário (Abreu et al. 1995a) e da temperatura média do ar-água (Cunha 1994). Os padrões sazonais de abundância e diversidade de organismos zooplanctônicos também se relacionam com o regime hidrológico. Durante a primavera/verão ocorre um aumento na diversidade e abundância de ovos e larvas de espécies de peixes e crustáceos decápodos (Muelbert e Weiss 1991) e dos demais organismos do zooplâncton (Montú *et al.* 1997) provenientes da região costeira. Tal diversidade diminui durante o período de maior vazão de água doce (Montú *et al.* 1997, Sinque e Muelbert 1997). As variações inter-anuais observadas para estas comunidades parecem estar ligadas à fenômenos meteorológicos de larga escala como o El-Niño, que gera um aumento de chuvas sobre o Sul do Brasil (Seeliger et al. 1997b). Durante anos de estiagem, relacionados com eventos de Anti-El Niño ou La Niña, observa-se uma intensa salinização do estuário, o que pode levar à uma redução na disponibilidade da biomassa fitoplanctônica, mortalidade de alguns organismos, e interferência nos ciclos de vida, abundância e diversidade de muitas espécies que utilizam o estuário da Lagoa dos Patos para reprodução e crescimento.

Variações hidrológicas de larga escala podem também estar relacionadas com a variabilidade inter-anual da ocorrência, permanência e distribuição dos habitats formados por pradarias de fanerógamas submersas de *Ruppia maritima*. Tal fenômeno pode ser parcialmente explicado pelas variações na dinâmica dos sedimentos decorrente de diferenças hidrológicas ocorridos em anos de El Niño e La Niña. A variabilidade na extensão das pradarias, com até 40% de diferença na extensão total (Moreno 1994), repercute na quantidade de detrito disponível para os consumidores primários no estuário e águas costeiras adjacentes, impondo uma limitação de habitats para o recrutamento dos estoques pesqueiros estuarinos (D’Incao 1991). Entretanto, a redução da abundância dos peixes de importância ecológica e econômica no estuário na última década, que se reflete no declínio da pesca artesanal, pode também ser explicado pelo incremento da atividade pesqueira (inclusive durante o período reprodutivo), captura de alta proporção de juvenis (Haimovici et al. 1989, Reis 1992, Reis et al. 1994, Haimovici e Umpierre 1996, Vieira et al. 1996, Haimovici et al. 1997, Marques 1997) e pelas alterações dos habitats naturais do estuário (Almeida et al. 1993, Asmus 1997, Seeliger e Costa 1997).

As perturbações antropogênicas da região estuarina da Lagoa dos Patos têm atingido magnitudes capazes de alterar os processos naturais. A média anual da vazão de água doce no estuário ( $109 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$ ; Seeliger e Costa 1997) tem se modificado devido às crescentes demandas de água para a agricultura, indústria e uso doméstico. Em anos de estiagem (vazão de cerca  $75 \text{ km}^3 \text{ ano}^{-1}$ ), os desvios da água doce para as atividades acima citadas podem atingir até 13% (Seeliger e Costa 1997), alterando o balanço hídrico e condições de salinidade e nutrientes no estuário, bem como modificando o aporte de matéria orgânica (Abreu et al. 1995a). Áreas estuarinas, que recebem efluentes pluviais, domésticos e industriais (Almeida et al. 1993), já apresentam concentrações médias elevadas de fosfato ( $2,7\text{-}3,4 \text{ } \mu\text{M}$ ) e demonstram características de ambientes eutrofizados (Baumgarten et al. 1995). A água do estuário da Lagoa dos Patos tem alta turbidez, devido à grande quantidade de sedimentos naturalmente adicionados através da drenagem fluvial, as atividades de dragagem de grandes quantidades ( $24.390.182 \text{ m}^3$  entre 1980-96) de sedimento nos canais de navegação e seu despejo ( $4.044.671 \text{ m}^3$ ) em águas

rasas (Fonte: Superintendência do Porto de Rio Grande) e os frequentes e fortes ventos que geram ondas com força ascendente, ressuspensando os sedimentos para a coluna d'água (Calliari e Abreu 1984, Borzone e Griep 1991, Calliari e Fachin 1993). A combinação dos efeitos de grande aporte de material em suspensão, regimes de correntezas altamente variáveis e alta incidência de ondas favorece rápidas e pronunciadas mudanças espaço-temporais nos processos de erosão e deposição do sedimento.

A resposta de micro- e macroprodutores primários do estuário à condições climáticas regionais estabelece padrões sazonais de produção, sendo a magnitude de produção dependente da turbidez e das condições nutritivas da coluna de água. Entretanto, o aumento da radiação UV-B, devido a redução (13 a 20%) primaveril da concentração de Ozônio na região Sul do Brasil (Kirchoff et al. 1994), poderá influenciar na produção primária com um crescimento massivo de espécies antes pouco abundantes na comunidade fitoplanctônica no estuário (Odebrecht et al. 1987, 1988, 1995, Bergesch 1990).

## **2.2. DUNAS COSTEIRAS FRONTAIS**

A heterogeneidade ambiental espaço-temporal das dunas costeiras frontais é resultante da influência da energia das ondas e do vento sobre o transporte de areia e/ou estabilidade edáfica, bem como da seleção de espécies vegetais dominantes que, por sua vez, interagem com o transporte, deposição e erosão da areia (Seeliger 1992). Apesar da ausência de medidas conservativas para traçar tendências seculares do nível do mar no Atlântico sudoeste (Schmack 1993), evidências de erosão nas margens na Lagoa dos Patos e ao longo da costa (Villwock e Tomazelli 1995) sugerem um aumento do nível do mar entre 2 e 3 mm ano<sup>-1</sup>. A se confirmar estas taxas, O impacto das ondas e do vento sobre a prais e as dunas durante tormentas (Bernardi e Seeliger 1989, Calliari e Klein 1993) será mais frequente do que no passado, com efeito imediato na estrutura, estabilidade e diversidade das dunas frontais (Costa et al. 1996, Seeliger 1992, 1997e).

O efeito dos processos naturais é ainda alterado por perturbações geradas por atividades humanas, as quais podem modificar irreversivelmente a estabilidade edáfica e os padrões de ocorrência, distribuição e extensão dos habitats e da vegetação associada (Seeliger 1992, 1997e, Costa et al. 1996, Seeliger e Costa 1997). A maior parte das dunas tem sido invadida pelo gado proveniente de fazendas próximas. A hoje pastagem extensiva sobre gramínea dominante *Panicum* é capaz de reduzir em até 70 cm ano<sup>-1</sup> a acumulação de areia, acarretando em transporte massivo de areia sobre os habitats dos brejos e de banhados (Costa et al. 1984, 1991). A partir de 1975, os banhados e campos úmidos imediatamente atrás das dunas frontais têm sido utilizados como áreas de reflorestamento com *Pinus* e *Eucalyptus* (mais de 150 km<sup>2</sup>). Uma vez que o alagamento sazonal dos banhados controla diretamente o nível do lençol freático nas dunas frontais e da vegetação associada, sua drenagem artificial antes do plantio de mudas de árvores, associada as altas taxas de evapotranspiração das florestas já estabelecidas, provavelmente têm prejudicado, de forma crescente, o balanço hídrico natural. Os efeitos da perturbação antrópica estão provavelmente causando uma crescente perda de estabilidade edáfica, de cobertura e diversidade

de espécies vegetais associadas aos ambientes de dunas costeiras frontais e habitats de brejos (Seeliger 1992, 1997e, Seeliger e Costa 1997).

### **2.3. IDENTIFICAÇÃO DAS PERTURBAÇÕES NATURAIS E ANTRÓPICAS**

Apesar de serem ambientes altamente dinâmicos, o estuário da Lagoa dos Patos e a região costeira adjacente estão sujeitos à perturbações naturais e antropogênicas que podem alterar significativamente seu funcionamento ecológico, afetando a integridade socio-econômica da região.

As perturbações naturais são relacionadas com às mudanças climáticas globais, tais como o aumento da temperatura do globo terrestre pela acumulação de gases na atmosfera (“efeito estufa”), a oscilação da temperatura no Oceano Pacífico Sul (fenômeno El-Niño) e o aumento da radiação Ultravioleta na região do Atlântico Sudoeste. O “efeito estufa” pode gerar a elevação do nível médio dos mares e, neste caso, as dunas costeiras e marismas exercem uma papel importante como anteparo para a energia das ondas. Além do aumento do nível médio dos mares, modelos matemáticos tem apontado para um incremento significativo da pluviosidade e da descarga hídrica nos ecossistemas costeiros (EcoPlata Team 1996) e comprovadamente a ocorrência do fenômeno El-Niño aumenta o nível de pluviosidade no Sul do Brasil (Seeliger et al. 1997). O fenômeno El-Niño La-Niña é provavelmente a principal perturbação do ambiente estuarino e costeiro, uma vez que a alteração da descarga dos rios poderá gerar: a) mudança da hidrodinâmica local, afetando a dinâmica de sedimentos (sedimentação e ressuspensão/erosão), o processo de salinização e o tempo de residência da água, b) aumento dos níveis de nutrientes dissolvidos, alterando sua disponibilidade para os produtores primários; c) incremento das concentrações de material particulado, alterando a quantidade de energia luminosa para os produtores primários na coluna de água nestes ecossistemas. Apesar da forte atenuação da radiação de UV na coluna de água, existem evidências que os níveis atuais de radiação de UV-B induzem forte estresse na maioria dos produtores primários aquáticos (Karentz et al. 1991) e inibem significativamente o processo de fotossíntese do fitoplâncton (Vernet et al. 1994). Em conjunto, esses fatores podem afetar significativamente a produção primária e pesqueira.

As perturbações antrópicas, como a aceleração do processo de eutrofização devido o esgotos domésticos e industriais e o incremento do material particulado por atividades de dragagem portuária e aterros, pastagem, reflorestamento e a atividade pesqueira descontrolada podem também alterar o funcionamento destes ecossistemas de maneira similar às perturbações naturais de larga escala (mudanças globais), porém em tempo menor. Devido à importância da pesca para a economia da região, além da grande atividade portuária e industrial, que está intimamente relacionada ao MERCOSUL, qualquer perturbação natural ou antrópica no estuário da Lagoa dos Patos e na região costeira adjacente poderá ter consequências catastróficas não só para o meio ambiente, mas também para a economia da região e do estado, além de afetar a vida da população que habita suas margens.

## **2.4. HIPÓTESES DE TRABALHO**

A hipótese geral do projeto:

O efeito de perturbações naturais e antrópicas no estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente pode ser identificada através da análise de longo prazo, tanto de fatores abióticos, quanto da mudança estrutural (composição específica, abundância, produtividade) das comunidades biológicas ali existentes.

As hipóteses específicas:

A) As perturbações na hidrodinâmica e disponibilidade dos nutrientes, provocadas pela alteração da vazão hídrica, modificam os padrões espaciais e temporais do recrutamento, da distribuição, produção e da biodiversidade das comunidades planctônicas e nectônicas no estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente.

B) As perturbações na dinâmica dos sedimentos, provocadas pela alteração dos processos hidrodinâmicos de ondas e correntes, modificam os padrões espaciais e temporais da distribuição, produção e da biodiversidade das comunidades bentônicas no estuário da Lagoa dos Patos.

C) O incremento nos níveis de radiação ultravioleta pode alterar a composição específica, biomassa e produtividade do fitoplâncton da região.

D) Variações acentuadas no regime meteorológico (vento/precipitação), do aporte de sedimentos arenosos e de atividades antropicas, principalmente reflorestamento e pastagem, modificam a morfodinâmica das dunas costeiras frontais e alteram os habitats, a distribuição, abundância e diversidade da vegetação associada.

## **3. JUSTIFICATIVA DO LOCAL ESCOLHIDO E REVISÃO DOS ESTUDOS REALIZADOS NO LOCAL**

No estuário da Lagoa dos Patos, a passagem de água doce que chega da enorme bacia hidrográfica e as trocas de água com a região costeira, determinam as características físico-químicas das águas estuarinas, controlando os processos ecológicos e os habitats vitais no estuário. A presença de águas com baixa salinidade e ricas em nutrientes dissolvidos e a diversidade de habitats oferecendo proteção física e abundância de recursos alimentares, beneficiam o crescimento e a reprodução de muitas espécies de crustáceos e peixes de importância comercial do Atlântico Sul-Occidental. As características únicas da enorme diversidade específica (cerca de 3200 espécies, Seeliger et al. 1997) deste litoral, da produtividade pesqueira e da atividade portuária do estuário da Lagoa dos Patos têm imprimido a esta região uma importância histórica (von Ihering 1887). Os interesses econômicos de longa data neste ambiente costeiro-marinho tem proporcionado dados pretéritos florísticos e faunísticos e registros climatológicos, batimétricos e hidrológicos desde o início do século XIX, e os interesses científicos estimularam à fundação do Museu Oceanográfico já na década de 1950 e a criação da Base Oceanográfica Atlântica e

dos cursos de Graduação e Pós-Graduação na área de Oceanografia a partir dos anos de 70 da FURG na cidade de Rio Grande. O conjunto destes fatores geraram uma situação singular do ponto de vista da avaliação evolutiva deste ecossistema costeiro-marinho, e da compreensão dos processos ecológicos envolvidos, bem como das modificações gradativas do meio ambiente geradas a partir de processos naturais e/ou antrópicos de longa duração as quais foram sintetizados no livro "*Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*" editado por U. Seeliger, C. Odebrecht e J. Castello e impresso e distribuído pela Editora Springer-Verlag.

### 3.1. Habitats Planctônico-Pelágicos do Estuário da Lagoa dos Patos

A heterogeneidade fisiográfica do estuário, com marismas, zonas rasas abertas ou protegidas (com ou sem cobertura vegetal) e canais profundos oferece uma grande diversidade de extensos habitats (Fig. 1), os quais interagem entre si e com a costa adjacente através de processos de produção primária, transporte do plâncton e do detrito, e da migração de organismos (Vieira e Scalabrin 1991, Abreu et al. 1995b, Abreu e Castello, 1997). As condições meteorológicas (precipitação e vento) que controlam as trocas de água entre o estuário da Lagoa dos Patos e a região costeira, são também responsáveis pelos transportes de organismos do fito- e do zooplâncton, larvas de invertebrados e ovos e larvas de peixes para o estuário. Como resultado deste processo, existem variações sazonais e inter-anuais marcantes na composição de espécies da comunidade planctônica. Durante períodos de intensa vazão de água doce, organismos como cianobactéria (*Microcystis aeruginosa*), diatomáceas de regiões oligohalinas (*Skeletonema subsalsum*), cladóceras, copépodos de água doce e ovos e larvas de peixes de ambientes límnicos se tornam os componentes mais importantes da comunidade planctônica do estuário (Montú et al. 1997, Rieger e D'Incao 1991). Por outro lado, a penetração de água salgada introduz espécies eurihalinas de diatomáceas (*Skeletonema costatum*, *Cerataulina daemon*) (Odebrecht e Abreu, 1997), provenientes da região costeira, juntamente com espécies de copépodos marinhos, larvas de poliquetas, moluscos e crustáceos que se tornam dominantes, aumentando a diversidade planctônica. Durante períodos prolongados de penetração de água salgada e elevada temperatura da água no verão, diatomáceas marinhas (*Chaetoceros*, *Rhizosolenia*, *Coscinodiscus*, *Odontella*) e dinoflagelados ocorrem em conjunto com espécies neríticas de cladóceras (ex. Ctenophoros, Siphonophoros, Medusae, Chaetognatas) e misidáceos costeiros (Montú 1980, Rieger e D'Incao 1991). Estas condições também coincidem com as maiores abundâncias de ovos e larvas de peixes no estuário, sendo que 88% dos ovos e 66% das larvas pertencem a espécies das famílias Clupeidae (ex. *Brevoortia pectinata*), Engraulididae (*Lycengraulis grossidens*), e do Scianídeo *Micropogonias furnieri*, enfatizando a importância do estuário como região de reprodução, alimentação e crescimento destas espécies (Weiss e Krug 1977, Castello e Krug 1978, Chao et al. 1982, Muelbert e Weiss 1991, Sinque e Muelbert 1997).

O efeito controlador da penetração de água salgada, através do estreito Canal de Acesso, no transporte de larvas de muitos invertebrados e peixes é claramente indicado pela relação negativa existente entre a grande vazão de água doce na primavera e baixa produção pesqueira do camarão *Penaeus paulensis* no

verão do ano seguinte (Castello e Möller 1978). Somente organismos estuarinos típicos dependem menos de mecanismos de transporte de água para assegurar sua presença e permanência no estuário. Estes organismos ajustam processos de migração e reprodução à dinâmica hidrológica (ex. copépodo *Acartia tonsa*, Duarte 1986). Ovos e larvas de espécies de peixes residentes (*Odonthestes argentinensis*, *Atherinella brasiliensis*, *Achirus garmanii*, *Genidens genidens*) são componentes constantes do ictioplâncton, uma vez que todo o seu ciclo de vida se dá no estuário (Vieira e Castello 1997).

Cerca de 100 espécies de peixes marinhos e anádromos (ex. *Netuma*) migram para o estuário para se beneficiar de condições abrigadas e da abundância de alimentos, o que contribui significativamente para a alta produção biológica da região. A maioria dos peixes marinhos são migradores facultativos ou oportunistas entretanto, os juvenis e sub-adultos de algumas espécies parecem ser usuários obrigatórios dos criadouros no estuário (Chao et al. 1982, 1985, Vieira 1991). Muitas destas espécies (*Mugil* spp., *Micropogonias furnieri*, *Netuma barba*, *Macrodon ancylodon*, *Menticirrhus americanus*, *Paralichthys brasiliensis*, *Cynoscion guatucupa*, *Umbrina canosai*) representam uma fração importante das capturas da indústria pesqueira no Sul do Brasil (Chao et al. 1985, Vieira e Musick 1994). Por mais de um século, as pescarias na região de canal e com redes de emalhar se beneficiaram da migração de crustáceos e peixes que entram ou saem do estuário (von Ihering 1896) e estas atividades têm representado a base sócio-econômica para a sobrevivência de muitos pescadores artesanais. A partir de 1945, a introdução de barcos com motores, redes feitas de fibras sintéticas e meios mais modernos de transporte e armazenamento do pescado, levou a uma intensificação da pesca. A sobre-pesca, captura indiscriminada de juvenis e pesca no período de reprodução dos estoques de peixes teleósteos demersais como *Pogonias cromis*, de bagres (*Netuma barba*, *Netuma planifrons*) e *Micropogonias furnieri* geraram um colapso destas pescarias nos anos de 80 (Haimovici et al. 1989, Reis 1992, Reis et al. 1994). Entretanto, e apesar das previsões de que o esforço de pesca excessivo sobre juvenis de camarões poderia causar um colapso na pesca deste crustáceo no estuário (Valentin et al. 1991), a média anual de desembarques manteve-se próxima àquela dos 20 anos anteriores (3106 t), o que sugere que condições variáveis de recrutamento (Castello e Möller 1977; D’Incao 1991) e de crescimento afetam mais as capturas de camarão do que a pressão exercida pela pescaria (Haimovici et al. 1997).

### **3.2. Habitats bentônicos do Estuário da Lagoa dos Patos**

As extensas áreas rasas e a entrada de grandes volumes de sedimento em suspensão de origem fluvial do complexo Patos-Mirim fazem do estuário da Lagoa dos Patos uma bacia de deposição (Calliari 1980) sendo que diferentes tipos de fundos, com proporções variáveis de argila, lama e areia, resultam dos diferentes níveis de energia hidrodinâmica (Calliari 1980, 1997, Moreno 1994). O substrato não consolidado do estuário, as distintas frequências de alagamento/exposição (Costa e Seeliger 1989, Costa 1997a) e variações de salinidade (Coutinho e Seeliger 1986, Costa et al. 1988) fornecem as condições para estabelecimento de habitats sub- e intermareais (Fig. 1), os quais têm diminuído naturalmente durante os últimos 150 anos devido ao processo de assoreamento (Seeliger e Costa 1997).

Boa parte do estuário (aprox. 300 km<sup>2</sup>) é caracterizada por habitats de planos intermareais e submareais. Os consumidores destes habitats são os invertebrados do meiobentos, in- e epifauna (Bemvenuti 1983, 1987b, 1992, Capítoli et al. 1978), bem como todos peixes estuarinos (Araújo 1984, Asmus 1984, Bemvenuti 1990), que se alimentam do detrito proveniente da produção autóctona de micro- (fitoplâncton e fitobentos) e macroalgas, ou das áreas adjacentes vegetadas por fanerógamas (Bemvenuti 1997b, c, Costa et al. 1997).

As pradarias da fanerógamas submersas *Ruppia maritima* representam extensos habitats (aprox.120 km<sup>2</sup>) no estuário (Moreno 1994, Costa et al. 1997, Seeliger 1997a) e oferecem proteção e fontes de alimentação para o crescimento e/ou reprodução de inúmeros organismos (Bemvenuti 1992, Capítoli e Ortega 1993). As folhas, hastes, raízes e rizomas de *Ruppia maritima* que ocorrem entre 0,3 e 1,5 m de profundidade, servem ainda como substrato para formação de biomassa e de grande diversidade de outros macro- (Coutinho e Seeliger 1984, 1986, Seeliger 1997c) e microprodutores (Ferreira e Seeliger 1985; Bergesch et al. 1995).

As marismas do estuário (aprox. 70 km<sup>2</sup>) são irregularmente alagadas e oferecem uma grande diversidade estrutural, que vai desde gramíneas reptantes de pequeno porte até pequenos arbustos (Costa e Davy 1992, Costa 1997b, Costa et al. 1997). Os planos vegetados e não vegetados, canais e poças de maré presentes nas marismas, apesar de possuírem topografia pouco acidentada, apresentam marcados gradientes verticais (zona inferior- zona superior) e horizontais de salinidade da água intersticial (Bastos et al. 1993, Silva et al. 1993), além do sedimento apresentar uma heterogeneidade granulométrica (Costa 1997a). As espécies estuarinas dominantes da epi- e infauna, bem como os organismos terrestres (isópodes, insetos, aranhas, aves e mamíferos), alternam-se em abundância no espaço e no tempo explorando a grande quantidade de matéria orgânica (Capítoli et al. 1977, 1978, D’Incao et al. 1990, 1992) e de presas (Bemvenuti 1990, Vieira e Scalabrin 1991) nas marismas. Além dos processos naturais de assorimento do estuário inferior, a área vital das marismas tem diminuído significativamente devido as atividades humanas. A dragagem no canal de navegação a partir de 1833 e a expansão do Porto de Rio Grande (1909-14) gerou um enorme volume de material dragado (Calliari 1980). A deposição deste material ao redor de ilhas e ao longo das margens estuarinas reduziu em pelo menos 10% a área das marismas (Seeliger e Costa 1997) e, devido ao provável aumento na turbidez da água, as áreas de pradarias submersas também devem ter sido afetadas (Seeliger 1997b). A remobilização de grandes volumes de sedimentos tem causado mudanças nos padrões naturais da circulação e da deposição no estuário e na costa adjacente (Calliari 1980, Borzone e Griep 1991, Calliari e Fachin 1993).

### **3.3. Relações Ecológicas e Tróficas no Estuário da Lagoa dos Patos**

Fanerógamas emergentes e submergentes, macroalgas bentônicas e flutuantes, cianobactérias e microalgas epibênticas, epifíticas e planctônicas são os principais produtores primários do estuário da Lagoa dos Patos. A variação sazonal

da fixação de carbono nos diferentes grupos é um processo funcional que sustenta a produtividade estuarina em altos níveis, sendo resultado de suprimento contínuo de alguns produtores (ex. marismas) e de pulsos sequenciais de biomassa de outros (ex. micro- e macroalgas, *Ruppia maritima*) (Seeliger et al. 1997a).

Nas marismas, os ciclos alternados de crescimento das plantas C3 (*Scirpus maritimus*, *Juncus effusus*) no inverno-primavera (Gaona et al. 1996, Costa 1997c) e C4 (*Spartina alterniflora*, *S. densiflora*) no verão-outono (Silva et al. 1993, Cunha 1994) resultam em grande quantidade de biomassa aérea viva e morta sobre a zona intermareal durante todo o ano, com produções primárias anuais aéreas e subterrâneas, respetivamente, de 287,7 a 2237,9 g C m<sup>-2</sup> e 727,9 a 2282,9 g C m<sup>-2</sup>. As pradarias de *Ruppia maritima* são responsáveis pela maioria da biomassa de fanerógamas submersas, com picos de biomassa no verão de 82,8 g C m<sup>-2</sup> (Cafruni 1983, Moreno 1994) e biomassa de microalgas epífitas que pode representar 50 a 70% da biomassa total da pradaria (Ferreira e Seeliger 1985). Os picos de biomassa das macroalgas bentônicas são determinadas pelas condições de luz, temperatura, disponibilidade e exposição de substrato adequados para fixação. Durante o inverno e início da primavera *Rhizoclonium riparium* (308,0 g C m<sup>-2</sup>), *Vaucheria longicaulis* (70,4 g C m<sup>-2</sup>), *Enteromorpha* spp. (34,3 g C m<sup>-2</sup>) e *Ulothrix flacca* (2,2 g C m<sup>-2</sup>) são as espécies mais abundantes. As cianobactérias *Lyngbya confervoides* (55,7 g C m<sup>-2</sup>) e *Microcoleus chthomoplates* (19,8 g C m<sup>-2</sup>) dominam, respectivamente, no verão e no outono (Coutinho e Seeliger 1986, Seeliger 1997c). A biomassa de microalgas bentônicas (6-22 g C m<sup>-2</sup>) é dominada por diatomáceas penadas, que frequentemente são resuspensas na coluna d' água e apresentam pico de biomassa durante o inverno (Bergesch et al. 1995). A biomassa fitoplanctônica no estuário (0,03-7,00 g C m<sup>-2</sup>) é composta principalmente por flagelados com menos de 20 µm que apresentam máximas abundâncias na primavera e no verão, relacionadas com altas intensidades luminosas e temperaturas (Abreu et al. 1994a). As taxas de produtividade primária do fitoplâncton variam entre 2 e 350 mg C m<sup>-3</sup> h<sup>-1</sup>, sustentando grande parte da produção de peixes planctófagos no estuário (Abreu et al. 1994 a, b)

A enorme produção primária, além de sustentar a teia trófica estuarina composta por cadeias interrelacionadas de pastadores e detritívoros (Bemvenuti 1983, 1992, Asmus 1984), constitui uma importante conexão trófica com águas adjacentes do Oceano Atlântico (Hartmann et al. 1980, Castello 1985). No entanto, a reduzida permanência de biomassa vegetal e incorporação de matéria orgânica no sedimento, e a grande atividade de microorganismos e presença de organismos detritívoros sugere a predominância de reciclagem interna sobre mecanismos de exportação/importação (Moreno 1994, Copertino 1995, Brepohl, et al. 1996; Costa 1997b). A comunidade de meiobentos de fundos moles no estuário é dominada por nematóides, ostracóides e em menor abundância por copépodos harpaticóides e turbelários. As altas taxas de renovação populacional e a utilização de detrito e microorganismo de camadas anaeróbicas do sedimento fazem do meiobentos um importante elo trófico. Os invertebrados macrobentônicos da infauna e epifauna do estuário apresentam diversas estratégias alimentares para explorar a diversidade espaço-temporal do suprimento alimentar. A infauna apresenta baixa diversidade e pequenas cadeias tróficas dominadas por comedores de depósito (*Laeonereis acuta*, *Heteromastus similis*), suspensívoros cavadores (*Tagelus plebeius*, *Kalliapseudes schubartii*) e predadores não seletivos (*Nephtys fluviatilis*) (Capítoli et

al. 1978, Bemvenuti 1994). Vários consumidores primários da epifauna se alimentam de folhas de macrófitas (*Heleobia australis*), diatomáceas epibentônicas (*Tanais stanfordii*) e macroalgas (*Mellita mangrovi*). Decápodes com grande mobilidade são frequentemente omnívoros oportunistas e atuam em diferentes níveis tróficos, sejam eles preferencialmente cavadores intermareais (*Chasmagnathus granulata*, *Metasesarma rubripes*), predadores da epifauna-infauna (*Cyrtograpsus angulatus*, *Callinectes sapidus*, *Rhithropanopeus harrissi*, *Penaeus paulensis*) do sub-litoral (Bemvenuti 1983, 1992, Capítoli e Ortega 1993). Áreas estuarinas com maiores profundidades (2-6 m) são dominadas por suspensívoros (*Erodona mactroides*, *Balanus improvisus*) (Bemvenuti 1987a, Bemvenuti et al. 1992), cujos adultos e larvas-juvenis são predados por peixes e decápodos no próprio local (Araújo 1984) e nas enseadas rasas adjacentes (Bemvenuti et al. 1978, Asmus 1984, Bemvenuti 1997a).

### 3.4. Dunas Costeiras Frontais

As dunas litorâneas no Sul do Brasil entre Cassino e Uruguai são similares porque regressões e transgressões marinhas no Holoceno resultaram na formação sequencial de cristas e depressões, as quais terminaram em um sistema de dunas frontais com 1,0 a 1,5 km de largura (Seeliger 1997e). Ao longo dos últimos séculos, a energia das ondas e os ventos dominantes de NE e SE têm influenciado diferentemente a estabilidade das dunas frontais e têm induzido mudanças na ocorrência, distribuição e extensão destes habitats e da vegetação associada ao longo da costa (Cordazzo e Seeliger 1987, 1988a). Ao Sul da latitude 33° S, os planos de deflação eólica tornaram-se o habitat dominante com cobertura vegetal praticamente ausente, devido ao baixo fluxo de areia da praia e forte erosão em direção ao continente provocada por ventos de SE (Seeliger 1992, 1997e, Costa et al. 1996). O transporte de areia no sentido do continente têm formado grandes habitats de dunas transgressivas, as quais têm coberto os banhados de água doce e se misturado com antigos cordões de dunas (Gomes et al. 1987). Mais ao Norte, as condições de vento têm favorecido o crescimento clonal agrupado da gramínea *Spartina ciliata*, que possui limitada capacidade de retenção de areia, formando um extensivo habitat de dunas tipo “hummock”, com habitats entrelaçados de brejos secos e úmidos. Ocasionalmente manchas de *Acacia* detem o transporte de areia em direção ao continente e formam extensos habitats de dunas de retenção (Seeliger 1992, 1997e, Costa et al. 1996). Na parte Norte da costa, abaixo dos 33° S, os ventos NE provenientes do mar induzem um considerável transporte de areia da praia para as dunas (Calliari e Klein 1993). Além da influência das marés de tempestades, o crescimento clonal horizontal e vertical da gramínea *Panicum racemosum* provoca uma eficiente deposição de areia e tem conduzido à formação de um habitat de dunas altas, as quais protegem um mosaico de habitats de brejos secos e úmidos no sentido do continente (Costa et al. 1984, 1991, Cordazzo e Seeliger 1987, 1988a, 1993, Seeliger 1992). Os brejos úmidos são geralmente inundados durante o inverno e são dominados por *Androtrichum trigynum*, acompanhados por espécies tolerantes à inundações (*Phyla canensis*, *Bacopa monnieri*, *Paspalum vaginatum*, *Hydrocotyle bonariensis*) e espécies remanescentes dos pântanos de água doce (*Juncus acutus*, *Typha domingensis*) (Cordazzo e Seeliger 1987, 1993). Os habitats de brejo seco, com reduzido estresse de inundação, são caracteristicamente ocupados por *Andropogon arenarius*. Os brejos

e os pântanos de água doce adjacentes servem de locais para nidificação de diversas aves e são habitadas pelo gavião *Conepathus chinga*, o tatu *Dasyopus hybridus*, e pelo cachorro do mato *Dusicyon gymnocercus* (Gianuca 1997, Vooren 1997).

#### 4. DESCRIÇÃO E JUSTIFICATIVA DO DESENHO EXPERIMENTAL PROPOSTO

Estudos ecológicos de longa duração concentram-se em diferentes escalas temporais de quantificação das perturbações naturais e antrópicas (Southwick e Pine 1975, Bakker et al. 1996, Miller et al. 1996, Winkler e Klotz 1997). Estes estudos são limitados espacialmente de acordo com os objetivos específicos e, de uma forma geral, quanto maior a escala espacial analisada, maior passa a ser o intervalo temporal necessário para distinção das modificações (“respostas”) nas populações, comunidades ou dos ambientes estudados como um todo (Herben e Krahulec 1996). Esta observação pode ser também interpretada como um corolário da “Lei dos Retornos Minguantes”, observado quando do estudo de impactos ecológicos de perturbações onde se diz que: associado a um aumento de escala (tamanho ou complexidade), existe uma maior estabilidade do sistema enfocado frente as perturbações (Odum 1983). Adicionalmente, o dimensionamento espacial é uma abordagem natural, dentro das restrições físicas de utilização de equipamentos e tecnologias, limitação de pessoal e de recursos (dinheiro, equipamento de monitoramento ambiental, embarcações, viaturas, etc.).

A presente proposta de estudos a serem desenvolvidos no “site” é apresentada sob a forma de um “Enquadramento Dimensional dos Estudos Temporais”. Neste sentido, o universo de estudo tem três dimensões. As duas primeiras são as coordenadas geográficas que definem a escala espacial na região estuarino-costeira. Cada um dos estudos da proposta PELD-ELPC pode ser encaixado em uma das seguintes escalas espaciais:

- a. Superfícies ou Regiões do Estuário e Costa
- b. Vetores, Perfís ou Gradientes
- c. Pontos ou Áreas Descontínuas

A projeção destas escalas no tempo, terceira dimensão, possibilita a avaliação adequada dos padrões e frequências de perturbações naturais e antrópicas. Do ponto de vista estratégico, esta abordagem possibilita uma racionalização da coleta e apresentação dos dados. As informações obtidas, além de serem utilizadas para atingir os objetivos específicos de cada estudo, poderão ser integradas e empregadas no desenvolvimento de modelos interpretativos e preditivos das perturbações. Para tal, Sistemas Geográficos de Informação serão implementados.

Adicionalmente, uma clara distinção pode ser feita entre canais e outras áreas costeiras de maior profundidade e os ambientes estuarino-lagunares rasos. Nestes últimos, o meio bentônico apresenta um forte efeito estruturador, regulando ou modificando a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos (Day *et al.*

1989). De forma a testar as hipóteses citadas no item 2 deste projeto, os Estudos Ecológicos de Longa duração no Estuário da Lagoa dos Patos e Região Costeira Adjacente combinam avaliações dos impactos das perturbações naturais e antropogênicas sobre habitats bentônicos, planctônico-pelágicos e das dunas costeiras frontais, tanto em escala pontual, como ao longo de gradientes ambientais e extensões regionais.

#### **4.1. HIDRODINÂMICA E DINÂMICA DE SEDIMENTAR NO ESTUÁRIO**

O estudo de hidrodinâmica reside em coleta de dados de salinidade e temperatura em secções transversais e longitudinais à região estuarina da Lagoa dos Patos, fundeios periódicos em área de baxios, séries temporais contínuas obtidas por equipamentos registradores em posições fixas e utilização de imagens de satélites e fotos aéreas do material em suspensão (Hartmann 1988, Hartmann e Sano 1989, Mendes 1991, Fernandes da Silva e Hartmann 1990, Hartmann et al. 1982). As séries temporais de longa duração a partir de coletas no campo e de dados pretéritos (imagens) servirão para inicializar e calibrar os modelos hidrodinâmicos de circulação (POM - Princeton Ocean Model) (Blumberg e Mellor 1987) e de ondas.

A quantificação das taxas de deposição ou erosão do estuário requer o monitoramento das condições *in situ* e das oriundas de fenômenos externos. A comparação das informações batimétricas pretéritas com dados futuros contínuos proporcionará a elaboração de um banco de dados importantes para o gerenciamento do estuário. O monitoramento e a extração de testemunhos, bem como o acompanhamento da dinâmica do fundo mediante perfis ao longo do tempo, utilizando equipamento de sondagem de precisão, constituem dados básicos para a descrição e previsões das taxas de erosão/acumulação de sedimentos na distribuição e extensão das pradarias submersas de *Ruppia maritima* neste estuário (Seeliger 1997b, Seeliger e Costa 1997). Populações de *Ruppia* toleram uma certa instabilidade do substrato (Cornelius 1975, Ward e Armstrong 1980), entretanto, a esporádica deposição de grandes quantidades de sedimentos sobre as pradarias pode reduzir suas chances de sobrevivência. Em contraste, um aumento do fluxo de corrente, especialmente em pradarias com baixa densidade foliar, pode erodir os sedimentos superficiais, deslocando as plantas e removendo pradarias inteiras.

#### **4.2. VARIAÇÃO TEMPORAL DA EXTENSÃO DA COBERTURA VEGETAL DAS PRADARIAS SUBMERSAS, MARISMAS E DUNAS FRONTAIS.**

Pradarias submersas (Moreno 1994, Costa et al. 1997, Seeliger 1997b), marismas (Costa e Davy 1992, Costa 1997b, Costa et al. 1997) e dunas costeiras frontais (Seeliger 1992, 1997e) são sistemas característicos de diversidade estrutural e vegetal. A utilização de técnicas de levantamento aéreo proporciona o nível de detalhamento necessário para visualização e mapeamento das unidades vegetais segundo sua estrutura e padrões de distribuição espaço-temporal (Civco et al., 1986). Especialmente em regiões sob perturbação natural e/ou antropogênica, levantamentos aéreos em intervalos regulares fornecem informação de maneira econômica e precisa para facilitar a compreensão das complexas modificações espaço-temporais (Myhre, 1992).

Informações sobre os processos erosivos, deposicionais e modificações da cobertura vegetal no estuário e da costa adjacente no passado podem ser resgatadas através da digitalização e análise de fotografias aéreas verticais de grande escala (1:20000 a 1:60000) de domínio público, no entanto, a avaliação de trocas graduais na composição, distribuição, e extensão da vegetação requer a elaboração de mapas em pequena escala (1:5.000) (Dijkema 1983a,b). A integração da videografia digital aérea de alta resolução (500 linhas) à tecnologia de GPS e sistemas de SIG estabelece uma excelente ferramenta para mapear e monitorar mudanças espaço-temporais de comunidades vegetais costeiras e de unidades de paisagem que não ignoram componentes menos abundantes da vegetação em favor de tipos dominantes (Bobbe e Ishikawa, 1992; Everitt et al., 1991a,b; Myhre, 1992). As coordenadas são incorporadas nas imagens digitais aéreas, as quais são transferidas sem perda de qualidade para um computador e processadas por programas baseados em tecnologia SIG (Everitt et al., 1996)

#### **4.3. ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA COMUNIDADE PLANCTÔNICA**

Estudos já realizados demonstram que a periodicidade mensal é indicada para a caracterização de variações de larga escala nestes ambientes (Abreu 1984). Além disto, os estudos de longa duração que vem sendo realizados indicam que a periodicidade mensal de coleta em pontos fixos permite uma análise acurada da variabilidade inter-anual do plâncton na região de estudo (Odebrecht e Abreu, 1997). A estratégia amostral proposta representa um compromisso entre o esforço necessário para resolução de escalas espaciais e temporais curtas, e a continuação do projeto a longo prazo. Desta forma, as coletas de plâncton serão realizadas mensalmente na estuário e a cada três meses na região costeira. Isto permitirá a obtenção de réplicas representativas das variações esperadas, propiciando a precisão necessária para a compreensão dos mecanismos de troca entre o estuário e a costa.

#### **4.4. VARIAÇÃO TEMPORAL DA ESTRUTURA E DA ABUNDÂNCIA DA ASSEMBLÉIA DE PEIXES**

O estudo de ecologia, da biodiversidade e de produção pesqueira da ictiofauna utilizará uma amostragem com frequência e cobertura espacial compatível com os dados históricos existentes para o estuário (Chao et al., 1985; Vieira e Castello, 1997). Isto possibilitará a comparação com coletas mensais do Laboratório de Ictiologia (FURG) em pontos fixos do estuário desde 1979 (Chao et al, 1985), com desembarque desde 1954 (SUDEPE, IBAMA). As estatística de desembarques mensais da pesca artesanal e industrial no Rio Grande do Sul dos ultimos 40 anos devem ser analisados com precaução porque são subestimadas, imprecisas e incompletas (Reis et al. 1994), além de registrar somente as capturas das espécies de importância comercial. Entretanto, estes registros representam uma série de dados de grande valia para observar tendências nas pescarias e flutuações de origem natural ou antropogênica na abundância das espécies de importância econômica (Chao et al. 1986, Reis et al. 1994). O estudo de longa duração pretende diagnosticar o declínio das pescarias artesanais no estuário (Reis et al. 1994; Haimovici et al., 1997) a partir do relação das informações sobre as variações temporais da estrutura e abundância da assembléia de peixes com as estatísticas

de pesca, fatores ambientais (salinidade, temperatura, oxigênio) e dados de qualidade e estrutura ambiental (e.g. ação antropogênica e estrutura de habitats).

#### **4.5. ANÁLISE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DE MACRÓFITAS, COMPOSIÇÃO E ABUNDÂNCIA DOS MACRO-INVERTEBRADOS EM ÁREAS RASAS DO ESTUÁRIO**

Variações sazonais e interanuais na produtividade das marismas podem ser atribuídas a diferenças nas temperaturas (Cunha 1994) e do nível de água do estuário (Copertino 1995, Copertino et al. 1997), enquanto a produtividade das pradarias submersas de *Ruppia maritima* está relacionada com a irradiação solar (Costa e Seeliger 1988). A colheita periódica de biomassa destas plantas durante o ano constitui uma forma simples, rápida e barata de estimar sua produção aérea e subterrânea. O método é especialmente sensível em áreas temperadas, sujeitas a marcada variação sazonal de temperatura e radiação solar, que induzem ciclos sazonais de crescimento (Linthurst e Reimold 1978, Long e Mason 1983, Hsieh 1996, 1997). A técnica mais simples para estimar a variação na produção primária líquida aérea (PPLA) é a utilização do valor de pico de biomassa (Turner 1976, Long e Mason 1983) que possibilita avaliar os impactos de perturbações naturais e antrópicas na produtividade, visto que os valores máximos anuais de biomassa mantêm uma relação positiva e altamente significativa com a PPLA para várias espécies de marisma (Morris 1990, Hsieh 1997).

A macrofauna bentônica das enseadas estuarinas demonstra ciclos temporais. No verão ocorre um incremento da atividade reprodutiva, que resulta na reposição populacional através do recrutamento, e especialmente a predação aumenta devido a utilização das áreas rasas como criadouro por várias espécies consumidores (Bemvenuti 1997b). No inverno, as interações biológicas apresentam menor intensidade pela redução quali-quantitativa dos predadores nos ambientes rasos e a menor atividade reprodutiva de algumas espécies de invertebrados (Bemvenuti 1987). A confirmação deste modelo conceitual depende do acompanhamento temporal de longa duração dos cenários de inverno e verão da comunidade bentônica, que possibilitará demonstrar a consistência da periodicidade na intensidade das interações bióticas, além da importância relativa destes fenômenos em relação aos extremos dos fatores abióticos como temperatura e salinidade na estruturação da comunidade.

#### **4.6. ANÁLISE DAS VARIAÇÕES TEMPORAIS DA DIVERSIDADE FLORÍSTICA DAS MARISMAS E DUNAS FRONTAIS ATRAVÉS DE QUADRADOS PERMANENTES**

As mudanças locais em comunidades vegetais ao longo do tempo são devido principalmente a modificação nas condições ambientais e/ou interações entre as espécies. Quadrados permanentes propiciam informação sobre os padrões espaço-temporais da vegetação, caracterizando modificações florísticas (e.g. sucessão) (Bakker et al. 1996) ou a dinâmica populacional de espécies selecionadas (Costa et al. 1991), a pesar interações competitivas tem sido pouco explorados (Tomás 1996). A utilização de medidas de frequência e de cobertura em quadrados permanentes possibilitam quantificar a variação temporal de aspectos estruturais e funcionais de comunidades vegetais. Em áreas pobremente

vegetadas, como dunas costeiras frontais, a frequência de ocorrência das espécies oferece uma medida comparativa e consistente para o estudo de modificações nas comunidades vegetais (Doing 1985, Costa et al. 1996). Nas marismas com densa vegetação, a cobertura é uma das medidas da abundância das espécies vegetais mais amplamente utilizadas na análise de populações e comunidades. Facilmente estimada, a medida de cobertura está diretamente relacionada com a biomassa e a produtividade, e oferece um parâmetro mais preciso da abundância do que as medidas de densidade, visto que estas desconsideram a enorme variedade de formas e tamanhos das plantas e têm sua aplicação complicada pela dificuldade de distinção dos “indivíduos” nas espécies de crescimento clonal (Dietz e Steinlein 1996).

## **5. DESCRIÇÃO DA EQUIPE E ESTUDOS CENTRAIS PROPOSTOS**

### **5.1. EQUIPE**

1. Björn Kjerfve, Belle Baruch Institute for Marine Biology and Coastal Research, University of South Carolina, USA.
2. César Serra Bonifacio Costa, Departamento de Oceanografia, FURG, Pesquisador 2B do CNPq.
3. César Vieira Cordazzo, Departamento de Oceanografia, FURG, Pesquisador 2C do CNPq.
4. Carlos Emílio Bemvenuti, Departamento de Oceanografia, FURG, Pesquisador 2C do CNPq.
5. Carlos Hartmann, Departamento de Geociências, FURG.
6. Clarisse Odebrecht, Departamento de Oceanografia, FURG. Pesquisadora 2A do CNPq.
7. João Paes Vieira Sobrinho, Departamento de Oceanografia, FURG. Pesquisador 2C do CNPq.
8. José Henrique Muelbert, Departamento de Oceanografia, FURG.
9. Osmar Möller, Departamento de Física, FURG.
10. Paulo Cesar Abreu, Departamento de Oceanografia, FURG. Pesquisador 2B do CNPq.
11. Ulrich Seeliger, Departamento de Oceanografia, FURG, Pesquisador 1A do CNPq.

### **5.2. ESTUDOS PROPOSTOS**

1- Determinação e modelagem dos processos de circulação, mistura e de ondas no estuário da Lagoa dos Patos (Osmar Möller e Björn Kjerfve).

2- Levantamento batimétrico e determinação dos processos de erosão e acreção de sedimentos nas margens, zonas rasas e canais do estuário da Lagoa dos Patos (Carlos Hartmann).

3- Variações naturais e por ação antrópica dos nutrientes Si:N:P e do incremento da radiação Ultra-Violeta sobre biomassa, produção e composição da comunidade fitoplanctônica, com ênfase na identificação de espécies potencialmente tóxicas (Clarisse Odebrecht e Paulo Abreu).

4- O efeito das principais perturbações na variação temporal da diversidade florística, da produtividade, extensão e integridade estrutural da vegetação das marismas e pradarias submersas do estuário da Lagoa dos Patos (Ulrich Seeliger e César S. B. Costa).

5- Os efeitos de perturbações naturais e antropogênicas sobre comunidades de macro-invertebrados bentônicos em águas rasas com ou sem vegetação no estuário da Lagoa dos Patos (Carlos Emílio Bemvenuti).

6- Variabilidade da biodiversidade zooplanctônica, e dinâmica do recrutamento, padrões de crescimento e condição de larvas de peixes no estuário da Lagoa dos Patos (José H. Muelbert).

7- Caracterização espaço-temporal da estrutura da assembléia de peixes no estuário da Lagoa dos Patos e diagnóstico das possíveis causas do decréscimo observado na produção pesqueira local (João Paes Vieira Sobrinho).

8- As mudanças morfodinâmicas das dunas costeiras frontais, dos habitats e da distribuição, abundância e diversidade da vegetação associada as perturbações naturais e atividades antrópicas (César V. Cordazzo e Ulrich Seeliger).

## **6. DESCRIÇÃO DAS INTERAÇÕES PREVISTAS ENTRE DIFERENTES INSTITUIÇÕES**

Os estudos relativos ao fitoplâncton (efeito da radiação ultra-violeta e identificação de algas tóxicas) são realizados em conjunto com pesquisadores da Universidade de Copenhagen (Dinamarca) (J. Lasen, O. Moestrup), do Instituto Nacional da Pesca - INAPE (Uruguai) (S. Mendez), com pesquisadores da Faculdade de Ciências do Mar da Universidade do Vale do Itajaí (Luis Antônio Proença e Leonardo Rörig) e da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (Lezilda Thogan).

Os estudos relativos à comunidade zooplanctônica complementam iniciativas voltadas para estudos de longa duração e mudanças globais iniciadas (NSF/IAI Startup Grant) (Hydroclimatology and dynamics of the Rio de la Plata System and the Patos-Mirim Complex and their influence on the fluxes and productivity of the adjacent shelf waters) desenvolvido em cooperação com a Universidad de la Republica-Uruguai (Gustavo Nagy), University of Hawaii, EUA (Fred Mackenzie), University of Miami, EUA (Guillermo Podestá) e Instituto Nacional de Ciencia y Tecnica Hidricas-Argentina (Angel Menendez).

Outros estudos neste projeto viriam a complementar objetivos do programa REVIZEE, envolvendo o intercâmbio com várias instituições de ensino e pesquisa do sul do Brasil. Também viriam ao encontro dos objetivos do programa Southwestern Atlantic Climate Change - Brazil, que esta sendo planejado pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (Edmo Campos) e contribuirá para intensificar o relacionamento com o Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (David M. Marques) sobre o comportamento de lagunas costeiras e seu efeito potencial nas comunidades planctônicas.

A participação do pesquisadore Björn Kerfve da University of South Carolina neste projeto devera facilitar o futuro intercâmbio entre esta equipe e a equipe de pesquisadores no “estuary site” North Inlet em South Carolina. Os resultados das pesquisas de longa duração nas dunas costeiras certamente servirão para estimular e implementar colaboração com os “sites” costeiros do programa PELD Uruguaio.

## **7. IDENTIFICAÇÃO DA CONTRIBUIÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE NOVOS DOUTORES**

Os estudos propostos fazem parte de diferentes linhas de pesquisa do Curso de Pós-Graduação em Oceanografia Biológica da Furg e deverão constituir a base de diversos projetos de doutorado durante o período de desenvolvimento do PELD. A tradição de inserir tese de Pós-Graduação nos projetos relativo ao “site” resultou até agora em 115 teses de Mestrado e 02 de Doutorado. Quase todos os membros da equipe deste projeto tem solicitadas quotas de bolsas de doutorado no CNPq ou tem disponibilidade de vagas para orientação em nível de doutorado. No ano de 1998 inicia uma tese de Doutorado, relacionada com o efeito da radiação Ultra-Violeta sobre a comunidade fitoplanctônica e orientada por Clarisse Odebrecht, que está inserida no escopo deste projeto. Certamente, as características multidisciplinares e 'multi-escala' dos dados coletados durante o PELD constituem um potencial informativo que servirá para a produção de teses de doutorado mesmo após o período inicial do projeto.

## **8. IDENTIFICAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS BÁSICOS DE COLETA, PROCESSAMENTO, ANÁLISE E DISSEMINAÇÃO DOS DADOS**

O estuário da Lagoa dos Patos, com canais profundos e zonas rasas abertas ou protegidas oferece uma grande heterogeneidade fisiográfica. Os ambientes protegidos de águas rasas (<1,5m de profundidade), representam cerca de 80% do estuário (Bonilha 1994) e nestas enseadas rasas, há maior disponibilidade e diversidade de hábitat e alimento em fundos de macrófitas submersas e emergentes (Costa et al. 1997), que incrementam a densidade e a equitatividade do macrobentos de menor mobilidade (Geraldini 1997) e proporcionam locais mais favoráveis para a criação e alimentação de crustáceos decápodes e peixes (Garcia *et al.* 1996). Nestas áreas são também observadas uma maior abundância e diversidade da macrofauna bentônica do que no corpo central da região estuarial (Bemvenuti 1997a). Os estudos de longa duração propostos para as águas rasas do estuário serão desenvolvidos na enseada do Saco do Arraial, sendo a maior enseada estuarina da Lagoa dos Patos (Fig. 1). O Saco do Arraial tem grande

importância ecológica e econômica por possui alta diversidade de habitats (Costa et al. 1997) com 45% das áreas rasas potencialmente ocupadas por pradarias de *Ruppia maritima* (Moreno 1994). Devido a proximidade da zona urbana da cidade de Rio Grande, parte desta enseada é exposta a perturbação antropogênica como sobrepesca (D’Incao 1991, Reis et al. 1994, Vieira 1996), esgoto urbano e industrial (Almeida et al. 1993, Baumgarten et al. 1995), aterros e depósitos de lixo com a destruição e degradação dos habitats vegetados e não vegetados (Costa et al. 1997, Seeliger e Costa 1997).

Os dados deste projeto serão armazenados em um banco de dados disponível a todos os participantes via Internet. Para a integração dos resultados, serão realizados workshops sobre os estudos desenvolvidos no “site” a cada dois (2) anos. A disponibilização dos dados à pesquisadores não diretamente envolvidos nas atividades desta iniciativa se dará através de solicitação ao coordenador do projeto. A disseminação dos resultados se dará através da participação em congressos e simpósios, e pela publicação em periódicos especializados.

*\*\*Nos itens 8.1. a 8.11. os equipamentos a serem adquiridos neste projeto são destacados através da sigla “SNP” (Solicitado Neste Projeto).*

### **8.1. Hidrodinâmica (Circulação, Ondas e Processos de Mistura) no Estuário**

A cada três meses, serão coleta dos dados de temperatura e salinidade ao longo de sete perfis transversais entre a margem leste e oeste do estuário, distribuídos entre a desembocadura e a parte superior do estuário. Em cada estação também serão medidos a velocidade e direção de correntes com um correntômetro Sensordata SD4 e a velocidade e direção de ventos com um anemômetro manual (SNP). Dados horários de nível das águas serão obtidos a partir de seis marégrafos operando simultaneamente. Um marégrafo de pressão será instalado na região costeira (SNP) para verificar as variações de nível produzidas no oceano e dois marégrafos do tipo bóia e contra-peso (propriedade da DHN e DEPRC) e quatro marégrafos de pressão na área estuarina (SNP) servirão para estudar a propagação da maré e das oscilações de longo período geradas no oceano.

As séries temporais de velocidade e direção de correntes serão obtidas no Canal de acesso com um perfilador de correntes por Doppler (ADPC) operando em 300 kHz (SNP), e regulado para medir vetores de corrente a cada metro da coluna de água. A conexão, através de um cabo ligado a um computador, fornecerá os dados em tempo real. Na proximidades deste fundeio serão instalados dois termo-salinógrafos (SNP) para registrar dados próximo à superfície e ao fundo. Dados diários de temperatura das águas superficiais da Lagoa dos Patos, também serão recebidas a partir de imagens de satélite NOAA/AVHRR.

Mensalmente, entre setembro e fevereiro e, em maio e em julho de cada ano serão efetuados dois fundeios de correntógrafos nos baixios do Saco do Arraial. Cada fundeio registrará dados contínuos por 48 horas. Assim, o quadro de correntes será acompanhado e, estas situações correlacionadas com o regime de ventos e de maré. Adicionalmente, registros de velocidade e direção de vento serão obtidos

com uma estação registradora a ser instalada na mesma área dos fundeios. Concomitantemente, também serão obtidos registros de altura de ondas através de um medidor de pressão (SNP) a ser instalado no Saco do Arraial. Este desenho amostral permitirá caracterizar as perturbações de curto prazo e as condições abióticas predominantes durante as amostragens em áreas rasas dos vários componentes bióticos (pradarias submersas, marismas, plâncton, macro-invertebrados bentônicos e peixes).

Os dados de precipitação e evaporação serão monitoriados ao longo de toda a bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, sendo recolhidos nas entidades relevantes (Estação Meteorológica-FURG; Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica-DNAEE; Departamento Nacional de Meteorologia-DNMET; Instituto de Pesquisas Agropecuárias do Estado do Rio Grande do Sul-IPAGRO). Dada as peculiaridades dos métodos de medição direta da evaporação, a evaporação pode ser determinada como função da temperatura absoluta do ar (Medeiros e Kjerfve 1993). A descarga média diária dos tributários da Lagoa dos Patos será determinada a partir do método de curva-chave que toma em conta os dados de nível dos rios a serem obtidos junto ao DNAEE. As séries serão analisadas através de técnicas estatísticas prevendo a) controle de qualidade dos dados registrados; b) utilização de filtros matemáticos para estudo de bandas específicas das frequências de ocorrência dos processos; c) análise das séries no domínio do tempo e da frequência para verificação das relações entre forçantes e a resposta do sistema; d) geração de médias dentro de períodos pré-estabelecidos. As informações sobre o material em suspensão nas imagens de satélites na faixa do visível e do infravermelho (MSS, TM, SPOT) e de fotos de levantamentos aéreos serão digitalizadas e processadas, utilizando o programa IDRISI.

O modelo numérico de circulação utilizado (POM - Princeton Ocean Model) (Blumberg e Mellor 1987) consta das equações hidrodinâmicas de conservação de momento, massa, temperatura e salinidade, as quais descrevem os campos de velocidade, elevação da superfície do mar, temperatura e salinidade. A circulação do estuário representa um submodelo dentro do modelo global do Rio Guaíba até a plataforma continental. Para detalhar os processos de circulação no estuário, as simulações serão feitas com uma grade inferior a 1 km. Dados de séries temporais de vento e nível serão usados para impor as condições limites e para forçar o modelo e séries temporais de velocidade de corrente e de salinidade serão usadas para validação do modelo. O modelo de ondas é baseado nas equações de águas rasas, e simula a geração destas a partir de um campo de ventos. Este já se encontra adaptado às condições da Lagoa dos Patos, faltando comparar seus resultados com valores observados.

## **8.2. Sedimentação e Remobilização de Sedimento no Estuário**

As sondagens e mapas hidrográficos são dados indispensáveis para a execução de pesquisas sobre a dinâmica sedimentar e distribuição espacial de organismos bentônicos. Dados pretéritos de sondagens (1:5000) nos canais de navegação serão digitalizadas e georeferenciadas, utilizando mesa digitalizadora, computador e Sistema de Informações Geográfica - (SIG) IDRISI, e atualizado a cada dois anos. A comparação das sondagens obtidas em épocas diferentes será utilizada para cálculo de áreas, definição de zonas de erosão e sedimentação, obtenção da morfologia em 3D, e execução de perfis topográficos para auxílio na

execução de obras de manutenção dos canais de navegação. O levantamento hidrográfico das áreas rasas dos sacos, bancos e marginais dos canais (<1,5 m) iniciará na região do Saco da Arraial, estendendo-se posteriormente às demais áreas, sendo amarrados a pontos de apoio em terra e a um datum pré-estabelecido. O trabalho utilizará um barco de pequeno calado com motor de popa (SNP), equipado com um ecobatímetro portátil de precisão acoplado a um DGPS (SNP). Serão monitorados perfis a intervalos de 6 meses para observar a dinâmica (erosão e deposição) e dos sedimentos e turbidez (SNP). Os resultados das sondagens serão processados em programa para tratamento de dados batimétricos (Software Hidrográfico-Coastal Oceanographics Hypack) (SNP). As amostras de sedimentos e testemunhos serão coletadas e analisadas em laboratório para descrição da textura do fundo, utilizando as técnicas usuais de análise granulométrica e cálculo da matéria orgânica, além de avaliar a taxa de sedimentação e/ou erosão através da comparação dos perfis do fundo.

### **8.3. Composição, Biomassa e Produtividade do Fitoplâncton no Estuário**

Amostras de água para medidas de Clorofila *a*, produção primária e dados físico-químicos, serão coletadas em superfície dos três pontos fixos de coleta mensal (estuário médio, desembocadura e praia oceânica adjacente a desembocadura), e na superfície e profundidades padrões das estações do transect, efetuado a cada 3 meses, ao longo do eixo do estuário até a região costeira adjacente. Amostras concentradas de fitoplâncton serão obtidas com o uso rede cônica (22m de malha) para identificação dos organismos. Concomitantemente às amostragens bióticas, serão medidas *in situ* a temperatura e salinidade com termosalinômetro YSI (Mod. 33 SCT) bem como medidas de radiação luminosa fotossinteticamente ativa e de Ultra-Violeta A e B incidentes e na coluna de água (SNP). As concentrações de nutrientes inorgânicos dissolvidos (amônia, nitrato+nitrito, fosfato e silicato), alcalinidade, de Clorofila *a* e de feopigmentos serão determinadas fluorimetricamente (Strickland e Parsons 1972, UNESCO 1983), após centrifugação do material (SNP). A produção primária será medida empregando-se o método de "acidificação e borbulhamento" que utiliza carbono radioativo (<sup>14</sup>C) (Schindler et al. 1972, Abreu et al. 1994a, 1995b). Alíquotas de água serão incubadas *in situ*, e em incubadoras (SNP), utilizando-se frascos de DBO de borosilicato e de quartzo, este último permite se avaliar o efeito da radiação UV sobre os níveis de produção primária fitoplanctônica. As medidas de atividade radioativa serão realizadas em um cintilômetro Beckman (SNP).

Os resultados serão analisados após cada coleta e inseridos no Banco de Dados do projeto, o que permitirá um acompanhamento constante e conjunto das tendências temporais dos diferentes parâmetros medidos.

### **8.4. Biodiversidade e Recrutamento da Comunidade Zooplânctônica**

As coletas mensais de plâncton e microplâncton nos pontos fixos de desembocadura e canal do estuário médio serão efetuadas com rede cônica (malha 300 µm) (SNP), arrastada em superfície e fundo, utilizando-se a Lancha Larus da FURG. As redes serão dotadas de fluxômetro, sensores de profundidade e temperatura (Minilog TDR) (SNP) e um mecanismo de fechamento. Na região de

baixio no Saco do Arraial será utilizada uma rede de cerco planctônica (malha 500  $\mu\text{m}$ ) (SNP) que permitirá capturar organismos planctônicos maiores sem danificar a área vegetada. Concomitante serão coletadas informações sobre salinidade, corrente, precipitação, ventos e extensão das pradarias de *Ruppia* e de marismas. A cada três meses serão realizados transects ao longo do eixo do estuário com a Lancha Larus e na região costeira adjacente com o N. Oc. Atlântico Sul. Serão realizadas medidas contínuas de temperatura, salinidade, fluorescência e tamanho de partículas em suspensão com sensores montados em um “Batfish” (SNP). Em estações padrão ao longo do transect serão coletadas amostras de água e plâncton, com redes de 300  $\mu\text{m}$ , para aferição dos registros contínuos.

O material coletado com redes será preservado com formalina 4% ou álcool 100%. O material será identificado, contado e determinado as medidas morfométricas em microscópio estereoscópico (SNP) acoplado a sistema de análise de imagens (SNP) utilizando um microcomputador (SNP). O fracionamento em classes de tamanho utilizará peneiras de 50, 150, 300 e 500  $\mu\text{m}$  (SNP), com posterior determinação de peso seco e de cinzas (SNP) (Frank, 1988; Muelbert 1994). Os otólitos serão removidas e analisadas com sistema descrito acima (Suthers et al. 1992, Suthers e Sundby 1993). As informações de tamanho de partícula obtidas com o perfilador óptico serão aferidas através de sua correlação com as informações qualitativas e quantitativas obtidas através da análise de imagens de microscopia (SNP), permitindo a obtenção da variabilidade espacial contínua da comunidade planctônica. Os dados de abundância numérica e composição específica do plâncton, biomassa, composição de tamanho e a estrutura etária e condição de larvas de peixes serão analisados com técnicas apropriadas aos objetivos de cada estudo, propiciando o teste adequado da hipótese de trabalho. Prevê-se a utilização de metodologias de análise visual descritiva (gráficos de dispersão e de superfície) e análise estatística (correlação simples e cruzada, análise espectral espacial e temporal) (Priestley 1981).

## **8.5. Variabilidade Temporal da Ictiofauna e Pesca Artesanal no Estuário**

O estudo da variação temporal da abundância e diversidade da ictiofauna do estuário e região costeira adjacente será realizado em amostragens por estação do ano, com arrasto de fundo (rede camaroneira de portas e beam trawl (SNP) e arrasto de praia (rede tipo picaré). Conjuntamente serão coletados dados de temperatura do ar e da água, salinidade, profundidade e transparência da água. A amostragem será realizada em cinco (5) pontos fixos de coleta de arrasto de praia, definidas em função da representatividade dos ambientes, facilidade de acesso, consistência dos dados com o projeto BELAP desde 1979 (Chao et al., 1985), além de três áreas ao acaso de arrasto de fundo, localizadas na região costeira oceânica adjacente, no estuário médio e superior (Fig. 1). Os locais de coleta em zonas rasas (<3 m) de arrastos com beam trawl e de arrasto de praia serão acessados com bote de alumínio com motor de popa (SNP). Para a coleta de arrasto de fundo será utilizada a Lancha Larus da FURG. Serão analisadas a cada coleta a composição, frequência de ocorrência (FO%) e a contribuição numérica percentual (PN%) das espécies ao longo dos períodos estudados. A variação da abundância numérica das espécies dominantes (mais de 10% da captura total anual e/ou mais de 75% de frequência de ocorrência nas amostras), será estudada pela análise da Captura por

Unidade de Esforço (CPUE), sendo calculado e comparado o valor médio da relação entre o número de indivíduos capturados e o esforço (número de lances) de pesca.

Possíveis diferenças na abundância das espécies entre as diferentes zonas e profundidades e entre as estações do ano serão testadas estatisticamente através de Análise de Variância (Underwood, 1981; Zar, 1984). Possíveis correlações entre a abundância de espécies e os parâmetros físicos (temperatura, salinidade e transparência da água) serão testados inicialmente através de Análise de Covariância (ANCOVA). Na análise da matriz do projeto BELAP serão utilizados modelos estatísticos adequados a um design assimétrico (não balanceado) e não replicado (Snedecor e Cochran 1980, Miliken e Johnson 1984, 1989, Petersen, 1985, Shaw e Mitchell-olds 1993, Dutilleul 1993). Também serão realizadas tentativas de agrupamento dos dados (por região e/ou por estação do ano) no intuito de obter réplicas, contanto que efeitos de pseudo-replicação não ocorram (Hurlbert 1971). A distribuição da abundância e do tamanho (comprimento total) dos peixes dominantes será avaliada numa única representação gráfica, plotando-se a CPUE por classes de comprimento (Vieira 1991, Geracitano 1998). Este procedimento permite avaliar quais as unidades de tamanho que foram capturadas em maior abundância para cada espécie. A diversidade será analisada em termos de riqueza de espécies através da Técnica de Rarefação (ES) (Sanders 1968, Hurlbert 1971), e de equitatividade através das Curvas de Lorenz e do Índice de Equitatividade Ajustada (EA x %) (Taillie 1979, Vieira 1996). Os resultados da análise temporal serão comparados com as estatísticas pesqueiras, no intuito de desvendar padrões de correlação entre recrutamento de juvenis (abundância) e produção pesqueira.

## **8.6 Variação Temporal da Extensão das Pradarias Submersas e das Marismas**

A visualização de fundos de fanerógamas submersas e frequentemente dificultada devido a alta turbidez da água estuária (Kenneth 1980). Durante a extensão máxima das pradarias de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos no verão, existem somente durante poucas horas condições meteorológicas (vento, nuvens) e hidrológicas (ondas, transparência) que permitem a visualização e o mapeamento das pradarias (Moreno 1994). Em consequência, os meios para sobrevoar o estuário (SNP) em baixa altitude devem ser de rápido acesso e estar constantemente disponíveis.

As imagens aéreas dos fundos de fanerógamas submersas e emersas serão obtidas através de videografia vertical com 3CCD videocamera digital (SNP) de alta resolução (1.200.000 pixels) (Everitt et al. 1996). A videocâmera será acoplada a um interfaser com GPS (SNP) que fornece coordenadas contínuas de longitude/latitude, sendo gravadas nas últimas linhas da fita digital. As coordenadas no vídeo correspondem aproximadamente ao centro de cada imagem. As imagens do vídeo serão diretamente importadas para um estação de edição ProMax FireMax System (SNP) com programa de captação de vídeo digital (SNP). A verificação de campo dos tipos de vegetação será efetuada após a análise preliminar das imagens, com a ajuda de um barco (SNP). A identificação das espécies será feita no campo e no Laboratório de Comunidades Vegetais Costeiras (FURG). O processamento das imagens será

efetuado através dos programas Adolpe Photoshop e Idrisi (SNP). A interpretação sistemática das imagens permitirá a elaboração e impressão de mapas (SNP) em pequenas escalas e uma legenda de unidades vegetais e habitats com base em conhecimentos e descrições florísticas existentes (Cordazzo e Seeliger 1988a, Silva et al. 1993, Costa 1997, Costa et al. 1997). Adicionalmente, fotografias de levantamentos aeriofotogramétricos entre 1947 e 1996 serão digitalizadas com scanner (SNP) e processados com programa Adobe Photoshop. A comparação destas com imagens aéreas com videografia vertical georeferenciada permitirá avaliar em macro-escala as mudanças ocorridas no passado recente na distribuição e extensão das marismas (Costa et al. 1997).

### **8.7. Análise das Variações Temporais da Diversidade Florística das Marismas**

A cada ano, no mês de janeiro, quando da ocorrência tanto das espécies perene como da maioria das com ciclo de vida anual (Cordazzo e Seeliger 1988, Silva et al. 1993), será efetuada uma avaliação da cobertura das diferentes espécies vegetais em quadrado permanente, constituído por uma transversal de 1 m de largura e 450 m comprimento, ao longo de diferentes pisos intermareais e habitats da marisma no Saco de Arraial. As coberturas das plantas do quadrado permanente serão estimadas através de videocamera digital, presa a um suporte de altura regulável, em áreas de 1m X 1m a cada 2 m e as imagens analisadas no computador (Diezt e Steinlein 1996). Os procedimentos de transferência para o computador e tratamento das imagens capturadas seguem os métodos descritos no ítem 8.6. Concomitantemente a topografia do quadrado permanente será medida, a partir de um marco de concreto instalado em 1995 na zona inferior da marisma, através de um teodolito. Amostras de sedimento para análise da composição granulométrica e do teor de matéria orgânica, bem como da água intersticial, para estimar o pH e o Eh, serão coletadas ao longo do quadrado permanente.

As matrizes florísticas e abióticas obtidas serão analisadas e comparadas através de métodos multivariados de ordenação e classificação (Pielou 1984, Gauch 1984) bem como através de índices de diversidade e equitatividade da comunidade vegetal. A abundância das espécies dominantes e a abundância média de grupos de espécies funcionalmente equivalentes (e.g. formas de vida ou de crescimento) serão gráficas contra o tempo (Bakker et al. 1996) para se distinguir tendências e flutuações das dinâmicas individuais. Dados climatológicos e hidrológicos de cada ano serão integrados, e possíveis relações entre estes e a vegetação analisadas.

### **8.8. Análise Temporal da Produção Primária das Pradárias Submersas e das Marismas do Estuário**

A produção primária líquida da *Ruppia* será estimada anualmente de dezembro a março em intervalos de quinze dias para minimizar as perdas por senescência (Bigley e Harrison 1986), efeito de pastagem (Pulich 1985) e exportação (Thom 1990), usando-se o método de cálculo IBP (Milner e Hughes 1970) de incremento da biomassa entre coletas destrutivas. As coletas aleatórias da biomassa aérea e subterrânea serão feitas com barco de pequeno calado (SNP) em cinco quadrados

amostrais de 0.25 x 0.25 m. Também serão observados o estágio de desenvolvimento e o aspecto fenológico das plantas e determinada a densidade de flores e frutos. No laboratório as amostras, serão manualmente limpas de macro-epífitas, separadas em biomassas aérea (folhas, caules aéreos, flores e frutos) e subterrânea (raízes e rizomas). O material será secado em estufa (SNP) a 80°C por 48 horas, pesado e o conteúdo orgânico será obtido após incineração em mufla (SNP) a 450°C durante 5 horas. A biomassa das macro-epífitas sobre as folhas de *Ruppia* será determinada através de raspagem das folhas com lâmina de bisturi (Erftemeijer *et al.* 1993).

Anualmente, as biomassas aéreas das espécies dominantes com pico de biomassa de verão (*Spartina alterniflora*, *Spartina densiflora* C4) e com pico de crescimento na primavera (*Scirpus maritimus* C3) serão amostrada, respetivamente, entre outubro e dezembro e entre dezembro e fevereiro, mensalmente em 5 quadrados (0.5 x 0.5 m) posicionados aleatoriamente em manchas monoespecíficas no marisma no Saco do Arraial. As biomassas vivas e mortas (incluindo detrito depositado sobre o terreno), serão separadas, lavadas, secas em estufa a 80°C por 48 horas e pesados ( $\pm 0.01g$ ). O conteúdo orgânico será obtido após incineração em mufla (solicitada neste projeto) a 450° C durante 5 horas. A fotossíntese bruta, respiração no escuro, transpiração por área foliar, condutância estomatal, CO<sub>2</sub> nos espaços aéreos intercelulares, eficiência no uso da água e temperatura foliar serão quantificados através de um medidor de trocas gasosas através de luz infravermelha (InfraRed Gas Analyser-IRGA) (SNP) para cada espécie três horas antes e após o meio dia em intervalos de 60 minutos. Concomitantemente serão obtidos dados de temperatura do ar, radiação, salinidade, potencial hidrogeniônico) e de oxido-redução da água intersticial extraída do sedimento superficial (0-10 cm) com uma bomba de vácuo manual. Os dados serão analisados através de Análise Discriminante e Análise de Variância Multivariada (MANOVA).

### **8.9. Análise da Variação Temporal da Composição e Abundância dos Macro-Invertebrados das Zonas Razas do Estuário**

A comunidade de macro-invertebrados de fundos moles, será amostrada semestralmente, em habitats vegetados por macrófitas submersas (pradarias de gramíneas e macroalgas) e áreas não vegetadas adjacentes. Serão efetuadas amostragens do tipo hierárquica, para avaliar os níveis de variação dos dados em distintas escalas espaciais num mesmo período de tempo. A replicação temporal será efetivada através do acompanhamento semestral no transcorrer do estudo de longa duração. Nas áreas vegetada e não vegetada, de forma aleatória, serão escolhidos dois locais para amostragem, de modo a garantir a replicação em cada um dos habitats (na escala de dezenas de metros - média escala espacial). No interior de cada uma das áreas replicadas, serão tomadas oito amostras (na escala de metros-pequena escala), perfazendo um total de 32 amostras por semestre, considerando-se a comparação de um habitat vegetado e um não vegetado.

As coletas da infauna (pelecípodas, poliquetas, tanaidáceos) e epifauna sedentária (isópodes, anfípodes, gastrópodes) serão efetuadas com um tubo extrator de PVC de 10 cm de diâmetro, enterrado até a profundidade de 25 cm no interior do sedimento. As capturas da macrofauna de maior mobilidade (crustáceos decápodes) serão efetuadas com "beam-trawl" e redes de arrasto, sendo a metodologia detalhada em 8.5. As amostras biológicas serão peneiradas com uma

malha de 0,3 mm de abertura, fixadas com formaldeído 4% e coradas com Rosa de Bengala e identificadas com lupa (SNP). Serão utilizados a densidade, biomassa livre de cinzas (SNP), dominância, composição específica, diversidade, riqueza de espécies e equitatividade como descritores da estrutura da comunidade.

Os descritores da comunidade serão comparados através de métodos uni- e multi-variados (Krebs 1989, Clarke e Warwick 1994, Underwood 1997) e o grau de estresse ambiental será mensurado através da plotagem das curvas de abundância e biomassa usando o "ABC Method" (Clarke e Warwick). Concomitantemente a amostragem dos macro-invertebrados, serão quantificadas a composição granulométrica (SNP) e teor de matéria orgânica (SNP) do sedimento superficial (0-5 cm), bem como pH, Eh e oxigênio dissolvido (SNP) da água intersticial. Dados diários de temperatura e salinidade da água superficial (SNP), bem como dados de dinâmica sedimentar serão integrados entre os períodos entre amostragens bióticas e relacionados aos descritores biológicos (Oxley 1997).

## **8.10. Análise da Variação Temporal da Estrutura e Extensão da Vegetação das Dunas Frontais**

Apartir de fotografias verticais aéreas de grande formato em preto-e-branco, obtidas em levantamentos aerofotogramétricos nos anos 1947, 1964, 1975 e 1996 (SNP), serão determinadas as áreas sem/com vegetação esparsa e com vegetação densa nas dunas frontais (1,5 x 200 km) entre Cassino e Chuí. Os procedimentos de digitalização de imagens a serem utilizados serão semelhantes aos descritos anteriormente. As imagens de 1996 serão georeferenciadas com GPS (SNP) no campo usando um veículo tracionado (SNP) e a vegetação verificada em base de descrições florísticas (Pfadenhauer 1978, 1980, Soares 1985, Cordazzo e Seeliger 1987, 1988a, b, 1993, Costa e Seeliger 1988a, b, 1990, Seeliger 1997a). A costa será subdividida em trechos de 20 km, o que possibilitará a comparação das modificações entre distintas regiões e entre diferentes anos na mesma região, relacionando-as com a ação de processos naturais e interferências humanas. As hipóteses de variação espacial e temporal dos atributos da paisagem (Costa et al. 1997) serão testadas utilizando o programa Statistica (SNP), através de procedimentos de Análise Multivariada de Variança (Johnson e Christopher 1993).

Imagens aéreas da morfologia, dos habitats e da vegetação serão obtidas cada dois anos em áreas (5 x 1,0 km) representativas das principais fisiografias de dunas frontais, utilizando videografia vertical georeferenciada (veja 8.6.) com videocâmera digital (SNP) com aeronave tipo Paramotor (SNP). Os procedimentos de transferência para o computador e tratamento das imagens capturadas a serem utilizados serão semelhantes aos descritos acima. A verificação de campo dos tipos de vegetação de dunas será efetuada com veículo tracionado (SNP) após à análise preliminar das imagens. O processamento das imagens será efetuada através dos programas GIS como Idrisi (SNP). A interpretação sistemática destas imagens permitirá elaborar e imprimir mapas (SNP), legendando os tipos de habitats e de vegetação em base de descrições florísticas existentes (i.e. Eskuche, 1973; Valls, 1975; Pfadenhauer, 1978, 1980; Soares, 1985; Cordazzo e Seeliger 1988a), e avaliar o efeito das perturbações naturais e antrópicas ao longo do tempo (Zonneveld et al., 1983; Dijkema, 1983a,b; Doing, 1985).

### **8.11. Análise das Variações Temporais da Diversidade Florística das Dunas Frontais**

A identificação dos efeitos dos processos naturais e impactos antrópicos sobre as modificações morfodinâmicas e vegetacionais nas dunas exige coletas de campo de longa duração numa escala espacial menor. Nas áreas representativas das principais fisiografias de dunas frontais (Costa et al. 1996, Seeliger 1992,1997), bem como numa área cercada para avaliar a recuperação da pastagem pelo gado, serão determinadas, anualmente, ao longo de transversais de 2 x 1000 metros: (1) a frequência relativa das espécies da comunidade vegetal, para determinar mudanças na suas abundâncias e da diversidade florística; (2) a topografia, para elucidar as taxas anuais de aporte, erosão e transgressão da área; e (3) medidas, a intervalos trimestrais, do nível do lençol freático. As interrelações entre o comportamento morfodinâmico, hidrológico e o desempenho da cobertura vegetal permitirão determinar e diferenciar os efeitos dos processos naturais e antrópicos sobre este sistema.

## **9. DESCRIÇÃO E JUSTIFICATIVA DOS ELEMENTOS BÁSICOS DO ORÇAMENTO**

## **10. DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS ESPERADOS**

Do ponto de vista científico, o principal produto esperado deste projeto é o conhecimento das respostas ambientais dos ecossistemas estuarino da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente à perturbações naturais e antrópicas que possam atuar nestes ecossistemas em diferentes escalas temporais. Somente um estudo de longa duração permitirá o acúmulo de informações necessário ao desenvolvimento de um modelo preditivo eficiente que permita caracterizar os possíveis efeitos decorrentes destas perturbações. Tal estudo servirá, também, para o desenvolvimento de metodologias específicas e análises integradas, tão necessárias hoje em dia para a compreensão do funcionamento geral destes ecossistemas.

É neste sentido que a inserção de estudantes de Pós-Graduação se faz importante, uma vez que estes alunos terão uma visão mais geral da ecologia dos ecossistemas e aprenderão a trabalhar de maneira integrada e interdisciplinar, isto é, o caráter multidisciplinar permitirá a interação de alunos com aptidões diversas, favorecendo um aprendizado integral da ecologia costeira. Academicamente, o projeto contribuirá de uma maneira decisiva para a formação de recursos humanos altamente qualificados, atuando, também, como catalisador para a interação de alunos de Graduação (Bolsas de Iniciação Científica) e de Pós-Graduação (cursos de Mestrado e Doutorado) em Oceanografia Biológica.

Outro fato que se reveste de grande importância é a disponibilização dos resultados obtidos em um Banco de Dados do "Site", não só pela comunidade científica, mas também por pessoas ligadas ao gerenciamento destes ambientes.

Desta forma, o conhecimento científico gerado pelo projeto poderá fornecer subsídios para a administração dos recursos renováveis e não renováveis de importância comercial para a região. Este subsídio tem uma aplicação sócio-econômica relevante, tendo em vista o grande número de pessoas na região que de uma forma direta ou indireta estão ligados a atividades econômicas que se relacionam com os ecossistemas do estuário da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente.

Por último, deve-se ressaltar que hoje em dia, os problemas relacionados aos mudanças climáticas como o aquecimento da temperatura do planeta (“efeito estufa”) e a redução da camada de ozônio gerando o incremento de radiação ultravioleta, são amplamente divulgados pelos meios de comunicação, criando-se uma expectativa na sociedade e nos governantes de que os pesquisadores devem fornecer informações que comprovem ou não estas hipóteses e, em caso afirmativo, possam prever com grande antecedência os possíveis impactos decorrentes destas mudanças globais. Desta forma, um produto maior deste projeto será a transferência de conhecimentos para o público, governantes e políticos ambientais, que terão informações confiáveis que lhes permitam compreender a ecologia destes sistemas e utilizar sua potencialidade de maneira racional e sustentável.

## REFERÊNCIAS

- Abreu, P.C. 1984. Variações temporais de biomassa fitoplanctônica (Clorofila a) e relações com fatores abióticos no canal de acesso ao estuário da Lagoa dos Patos, RS-Brasil. Tese de Mestrado. Fundação Universidade do Rio Grande-FURG. 122p.
- Abreu, P.C., Granéli, E., Odebrecht, C., Kitzmann, D., Proença, L.A., Resgalla, C. Jr 1994b. Effect of fish and mesozooplankton manipulation on phytoplankton community in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil. *Estuaries* 17:575-584
- Abreu, P.C., Granéli, H.W., Odebrecht, C. 1995b. Produção fitoplanctônica e bacteriana na região da pluma estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 18: 35-52
- Abreu, P.C., Hartmann, C., Odebrecht, C. 1995a. Nutrient rich salt-water and its influence on the phytoplankton of the Patos Lagoon estuary. *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* 40:219-229
- Abreu, P.C., Odebrecht, C., González, A. 1994a. Particulate and dissolved phytoplankton production of the Patos Lagoon estuary, southern Brazil: Comparison of methods and influencing factors. *J. Plankt. Res.* 16:737-753
- Abreu, P.C. & J. P. Castello. Relationship and function of coastal and marine environments - Estuarine-marine interactions. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, New York. 179-182.
- Almeida, M.T.A.; Baumgarten, M.G.Z. e Rodrigues, R.M.S. 1993. Identificação das possíveis fontes de contaminação das águas que margeiam a cidade de Rio Grande, RS. *Documentos Técnicos de Oceanografia*, FURG, 06, 36p.
- Araújo, F.J. 1984. Hábitos alimentares de três espécies de bagres marinhos (Ariidae) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 7:47-63
- Asmus M.L. 1997. Coastal plain and Patos Lagoon. Chapter 3. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. e Castello, J., ed. *Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic*. Springer Verlag, Heidelberg, New York, p. 70-73.
- Asmus ML (1984) Estrutura da comunidade associada a *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. MSc Thesis, Univ Rio Grande, Brazil
- Barnes, R.S.K. 1994. Macrofaunal community structure and life histories in coastal lagoons. In: E. Bjorn Kjerfve ed. *Coastal lagoon processes*, Elsevier Oceanography Series, 60, Amsterdam, p: 311-362.
- Bastos, E.O., Perazzolo, M., Baptista, J.M.R. 1993. Variação do número de estômatos e micropêlos em *Paspalum vaginatum* Sw. em relação às condições abióticas numa marisma do estuário da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. *Acta Bot. Brasil (S Paulo)* 6(2):105-117
- Bemvenuti C.E 1997b Trophic Structure In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 70-73.
- Bemvenuti C.E 1997c Unvegetated Intertidal Flats and Subtidal Bottoms In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 78-82.
- Bemvenuti, C. E. 1987a. Macrofauna bentônica da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Publ. Acad. Ciências Est. (S Paulo)* 54(1):428-459
- Bemvenuti, C.E. 1983. Efeitos da predação sobre as características estruturais de uma comunidade macrozoobentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. MSc.Thesis, Univ. Rio Grande, Brazil
- Bemvenuti, C.E. 1992. Interações biológicas da macrofauna bentônica numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. PhD Thesis, Univ. S Paulo, Brazil
- Bemvenuti, C.E. 1994. O poliqueta *Nephtys fluviatilis* (Monro 1937) como predador da infauna na comunidade de fundos moles. *Atlantica (Rio Grande)* 16:87-98
- Bemvenuti, C.E. 1997a. Benthic invertebrates, Chapter 4.10. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. e Castello, J., ed. *Subtropical convergence marine ecosystem. The coast and the sea in the warm temperate southwestern atlantic*. Springer Verlag, Heidelberg, New York, p. 70-73.
- Bemvenuti, C.E., 1987. Predation effects on a benthic community in estuarine soft-sediments. *Atlântica, Rio Grande*, 9 (1): 5-32.
- Bemvenuti, C.E., Capitoli, R.R., Gianuca, N.M. 1978. Estudos de ecologia bentônica na região estuarial da Lagoa dos Patos. II. Distribuição quantitativa do macrobentos infralitoral. *Atlantica (Rio Grande)* 3:23-32

- Bemvenuti, C.E., Cattaneo, S.A., Netto, S.A. 1992. Características estruturais da macrofauna bentônica em dois pontos da região estuarial da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 14:5-28
- Bemvenuti, M.A. 1990. Hábitos alimentares de peixes-rei (Atherinidae) na região estuarina da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 12(1):79-102
- Bergesch, M. 1990. Variações da biomassa e composição do fitoplâncton na área estuarina rasa da Lagoa dos Patos e suas relações com fatores de influência. Tese de Mestrado. Fundação Universidade do Rio Grande FURG. 55p
- Bergesch, M., Odebrecht, C., Abreu, P.C. 1995. Microalgas do estuário da Lagoa dos Patos: interação entre o sedimento e a coluna de água. *Oecol. Brasil (Rio de Janeiro)* 1:273-289
- Bernardi, H., Seeliger, U. 1989. Population biology of *Blutaparon portulacoides* (St Hill.) Mears on southern Brazilian backshores. *Ciencia Cult. (S Paulo)* 41(11):1110-1113
- Bicalho, H. 1883. Descrição geral e observações preliminares. Estudos e projetos de melhoramentos. Obras do Porto e Barra do Rio Grande, Oficinas Gráficas da Federação (Porto Alegre) 3:1-455
- Bigley, R.E. and P.G. Harrison. 1986. Shoot demography and morphology of *Zostera japonica* and *Ruppia maritima* from British Columbia, Canada. *Aquat. Bot.*, 24:69-82.
- Bobbe, T.J. and Ishikawa, P. 1992. Real-time differential GPS: An aerial survey remote sensing application. Proc. Resource technology 92 Sympos. Amer. Soc. Soc. Photogramm and remote sensing. pp. 108-116.
- Bonilha F (1974) Circulação em lagos: um modelo matemático simplificado aplicado ao Rio Guaíba e Lagoa dos Patos. MSc Thesis, Univ Fed Rio Grande Sul, Brazil
- Borzone, C.A., Griep, G.H. 1991. Características do sedimento superficial infralitoral da região costeira adjacente à desembocadura da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Pesquisas (Porto Alegre)* 18(1):71-78
- Brepohl, D. P.C. Abreu, A. Aésio & C. Costa. 1996. Biomassa e sucessão microbiana durante a degradação da macrófita *Scirpus maritimus var. macrostachyus* (Lam.) Michx. *Atlântica, Rio Grande*, 18: 13-26.
- Cafruni, A.M.S. 1983. Estudo autoecológico de *Ruppia maritima* no estuário da Lagoa dos Patos. MSc. Thesis, Univ. Rio Grande, Brazil
- Calliari LJ 1980. Aspectos sedimentológicos e ambientais da região sul da Lagoa dos Patos. MSc Thesis, Univ Fed Rio Grande Sul, Brazil
- Calliari LJ, e Abreu JGN (1984) Litologia da plataforma continental interna adjacente à cidade do Rio Grande (RS), através da interpretação de registros de sonar de varredura lateral e amostragem superficial. Anais XXXIII Cong Brasil Geol, Rio de Janeiro, pp 1553—1564
- Calliari, L.J. 1996. Geologic Setting In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, pp. 13-18.
- Calliari, L.J., Fachin, S. 1993. Laguna dos Patos. Influência nos depositos lamiticos Costeiros. *Pesquisas (Porto Alegre)* 20(1):57-69
- Calliari, L.J., Klein, A.H.F. 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chui, RS. *Pesquisas (Porto Alegre)* 20(1):48-56
- Capitoli, R.R., Bemvenuti, C.E., Gianuca, N.M. 1977. Occurrence and bioecologic observations on *Metasesarma rubripes* crab in the estuarine region of Lagoa dos Patos. *Atlantica (Rio Grande)* 2(1):50-62
- Capitoli, R.R., Ortega, E.L. 1993. Contribuição ao conhecimento do espectro trófico de *Cyrtograpsus angulatus* Dana nas enseadas vegetadas de águas rasas da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Nauplius (Rio Grande)* 1:81-87
- Castello, J.P. 1985. La ecología de los consumidores del estuário de la Lagoa dos Patos, Brasil. In: Yáñez-Arancibia (ed), *Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons: towards and ecosystem integration*. Univ. Nac. Aut. Mexico Press, Mexico, pp 383-406
- Castello, J.P., Krug, L.C. 1978. Distribution, growth and spawning groups of the manjuba (*Lycengraulis grossidens*) in the estuary of the Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 3:33-46
- Castello, J.P., Möller, O.O. Jr 1977. On the oceanographic conditions in the Rio Grande do Sul state. *Atlantica (Rio Grande)* 2(2):25-110
- Castello, J.P., Möller, O.O. Jr 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). *Atlantica (Rio Grande)* 3:67-74
- Chao, L.N., Pereira, L.E., Vieira, J.P. 1985. Estuarine fish community of the Patos Lagoon, Brazil: a baseline study. In: Yáñez-Arancibia A (ed) *Fish community ecology in estuaries and coastal*

- lagoons: towards an ecosystem integration. Univ. Nac. Aut. Mexico Press, Mexico, pp 429-450
- Chao, L.N., Pereira, L.E., Vieira, J.P., Bemvenuti, M.A., Cunha, L.P.R. 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 5(1):67-75
- Chao, L.N.; J.P. Vieira and L.R.R. Barbieri. 1986. Lagoa dos Patos as a nursery ground for shore fishes off southern Brazil. In: Yañez-Arancibia, A and D.Pauly (Eds.) IOC/FAO Workshop on Recruitment in Tropical Coastal Demersal Communities. IOC Workshop Report N° 44, Suppl.
- Civco D.L; Kennard W.C and Lefor M.W; 1986. Changes in Connecticut salt-marsh vegetation as revealed by historical aerial photographs and computer-assisted cartographics. *Environmental Management*. 10(2): 229-239.
- Clarke, K.R. e R.M. Warwick. 1994. *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth, Natural Environmental Research Council, 234 pp.
- Connell, J.H. e E.E. Keough, 1985. Disturbances and patch dynamics of subtidal marine animals on hard substrata, pp. 125-152. In: S.T.A. Pickett e P.S. White eds. *The Ecology of Natural Disturbances and Patch Dynamics*, Academic Press Inc., London, 472p.
- Connell, J.H. 1978. Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*, 199: 1302-1310.
- Cordazzo CV, Seeliger U (1993) Zoned habitats of southern Brazilian coastal foredunes. *J Coast Res* 9(2):317--323
- Cordazzo, C.V. and Seeliger, U. 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio grande (RS). *Ciência e Cultura* 39(3):121-124.
- Cordazzo, C.V. and Seeliger, U. 1988b. Guia Ilustrado da Vegetação Costeira no Extremo Sul do Brasil. Editora URG, Rio Grande, 275p.
- Cordazzo, C.V., Seeliger, U. 1987. Composição e distribuição da vegetação nas dunas costeiras ao sul de Rio Grande (RS). *Ciencia Cult. (S Paulo)* 39(3):121-124
- Cordazzo, C.V., Seeliger, U. 1988b. Phenological and biogeographical aspects of dune plant communities in southern Brazil. *Vegetatio* 75:169-173
- Cordazzo, C.V., Seeliger, U. 1993. Zoned habitats of southern Brazilian coastal foredunes. *J. Coast. Res.* 9(2):317-323
- Cornelius, S. E. 1975. Food choice of wintering redhead ducks (*Aythya americanus*) and utilization of available resources in lower Laguna Madre, Texas. M.S. thesis, Texas A&M University, College Station. 121 pp.
- Costa CSB, Seeliger U, Cordazzo CV (1988a) Distribution and phenology of *Andropogon arenarius* Haeckel in coastal dunes of Rio Grande do Sul, Brazil. *Revta Brasil Biol (Rio de Janeiro)* 8(3):527--536
- Costa, C.S.B. 1997a. Tidal marshes and Wetlands. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. e Castello, J.P. (Eds.) *Subtropical convergence environments: The coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 24-26.
- Costa, C.S.B. 1997b. Irregularly flooded marginal marshes. In: Seeliger, U., Odebrecht, C. e Castello, J.P. (Eds.) *Subtropical convergence environments: The coast and sea in the southwestern Atlantic*. Springer-Verlag, Berlin, pp. 73-77.
- Costa, C.S.B. 1997c. Production ecology of *Scirpus maritimus* in southern Brazil. *Ciência e Cultura*, 49. (in press).
- Costa, C.S.B. and Seeliger, U. 1988a. Demografia de folhas de *Hydrocotyle bonariensis* Lam., uma planta herbácea rizomatosa perene, nas dunas costeiras. *Revista Brasileira de Biologia* 48(3):443-451.
- Costa, C.S.B. and Seeliger, U. 1988b. Demografia de folhas de *Spartina ciliata* Brong. em dunas e brejos costeiras. *Revista Brasileira de Botânica*, 11: 85-94.
- Costa, C.S.B. Seeliger U. and Oliveira C.P. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Revista Atlantica*
- Costa, C.S.B., Cordazzo, C.V., Seeliger, U. 1996. Shore disturbance and dune plant distribution. *Journal of Coastal Research*, 12(1): 133-140.
- Costa, C.S.B., Davy, A.J. 1992. Coastal salt marsh communities of Latin America. In: Seeliger, U. (ed.) *Coastal plant communities of Latin America*. Academic Press, New York, pp. 179-199
- Costa, C.S.B., Seeliger U. and Cordazzo, C.V., 1991. Leaf demography and decline of *Panicum racemosum* populations in coastal foredunes of southern Brazil. *Canadian Journal of Botany*, 69: 1593-1599.
- Costa, C.S.B., Seeliger U., Oliveira, C.P.L. 1997. Distribuição, funções e valores das marismas e pradarias submersas no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). *Atlântica (Rio Grande)*, 19. (in press).

- Costa, C.S.B., Seeliger, U. and Cordazzo, C.V. 1984. Aspectos da ecologia populacional do *Panicum racemosum* (Spreng) nas dunas costeiras do Rio Grande do Sul, Brasil. In: Restingas: Origem, Estrutura, Processos. Lacerda, L.D. de; Araujo, D.S.D.; Cerqueira, R. and Turcq, B. (orgs.) CEUFF p. 395- 411.
- Costa, C.S.B., Seeliger, U., Cordazzo, C.V. 1991. Leaf demography and decline of a *Panicum racemosum* population in coastal sand dunes of southern Brazil. *Can. J. Bot.* 1593-1599
- Costa, C.S.B., Seeliger, U., Kinas, P.G. 1988. The effect of wind velocity and direction on the salinity regime in the Patos Lagoon estuary. *Ciência e Cultura* 40(9): 909-912.
- Costa, CSB, Seeliger, U. 1989. Vertical distribution and biomass allocation of *Ruppia maritima* L. in a southern Brazilian estuary. *Aquat Bot* 33:123-129
- Coutinho R, Seeliger U (1986) Seasonal occurrence and growth of benthic algae in the Patos Lagoon estuary, Brazil. *Estuar Coast Shelf Sci* 23:889-900
- Coutinho, R. e Seeliger, U. 1984. The horizontal distribution of the benthic algal flora in the Patos Lagoon estuary, Brazil, in relation to salinity, substratum and wave exposure. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 80:247-257.
- Cunha, S.R. 1994. Modelo ecológico das marismas de *Spartina alterniflora* Loisel. (Poaceae) do estuário da Lagoa dos Patos, RS. MSc. Thesis, Univ. Rio Grande, Brazil
- Day, J.W.,JR., HALL, C.A.S., KEMP, W.M.E YÁÑEZ-ARANCIBIA, A. 1989. The estuarine bottom and benthic subsystem, chapter 9, in: *Estuarine ecology*, John Wiley e Sons, New York, pp 338-376.
- Dijkema, K.S. 1983a. Landscape and vegetation. In: Flora and vegetation of the Wadden Sea islands and coastal areas (dijkema, K.S. and Wolff, W.J. Eds.). Stichting Veth tot Steun an Waddenonderzoek, Leiden, 85-116.
- Dijkema, K.S. 1983b. Inventory on landscape and vegetation. in: Flora and Vegetation on Wadden Sea Islands and Coastal Areas. Dijkema, K.S. and Wolff,W.J. (eds.) Wadden Sae Working Group, Netherlands.
- D'Incao F, Ruffino ML, Silva KG, Braga AC 1992. Responses of *Chasmagnathus granulata* Dana (Decapoda:Grapsidae) to salt marsh environmental variations. *J Exp Mar Biol Ecol* 161:179-188
- D'Incao F, Silva KG, Ruffino ML, Braga AC 1990. Hábito alimentar do caranguejo *Chasmagnathus granulata* Dana, 1851, na Barra do Rio Grande, RS (Decapoda, Grapsidae). *Atlantica (Rio Grande)* 12(2):85-93
- D'Incao F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos Patos, RS. *Atlantica (Rio Grande)* 13(1):159-169
- D'Incao, F. 1990. Mortalidade de *Penaeus paulensis* Perez-Farfante 1967, no estuario da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlantica* 12(2):31-51.
- Doing H 1985. Coastal foredune zonation and succession in various parts of the world. *Vegetatio* 61:65-75.
- Doing, H. 1983. The vegetation of the Wadden Sea islands in Niedersachsen and the Netherlands. in: Flora and vegetation of Wadden Sea Islands and Coastal Areas. Dijkema,K.S. and Wolff,W.J. (eds.) Wadden Sea Working Group. Netherlands.
- Duarte AK 1986. Distribuição, abundância e flutuações sazonais do copepodo calanoide *Acartia tonsa* na enseada estuarina Saco do Justino e Canal do Estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). MSc Thesis, Univ Rio Grande, Brazil
- Dutilleul, P. 1993. Spatial heterogeneity and the design of ecological field experiments. *Ecology.* 74(6):1646-1658.
- EcoPlata Team 1996 (eds). The Rio del la Plata. An environmental overview. An EcoPlata background report. Dalhousie University, 24p.
- Erfteemeijer, P.L.A., R. Osinga e A.E. Mars. 1993. Primary production of seagrass beds in South Sulawesi (Indonesia): a comparison of habitats, methods and species. *Aquat.Bot.*, 46:67-90.
- Eskuche, U. 1973. Pflanzengesellschaftten der Kuestendunen von Argentinien, Uruguay und Sudbrasilien. *Vegetatio*, Den Haag 28:201-250.
- Everitt, J.H., Escobar, D.E. and Judd, F.W. 1991a. Evaluation of airborne video imagery for distinguishing black mangrove (*Avicennia germinans*) on the lower Texas Gulf coast. *Journal of Coastal research* 7:1169-1173.
- Everitt, J.H., Escobar, D.E., Villareal, R., Noriega, J.R. and Davies, M.R. 1991b. Airborne videosystems for agricultural assessment. *Remote Sensing of the Environment* 35:231-242.
- Everitt, J.H., Judd, F.W., Escobar, D.E. and Davies, M.R. 1996. Integration of remote sensing and spatial information technologies for mapping black mangroves on the Texas Gulf coast. *Journal of Coastal Research* 12:64-69.

- Ferreira S, Seeliger U 1985. The colonization process of algal epiphytes on *Ruppia maritima* L. Bot Mar 28:245-249
- Gafrée CL 1927. Relatório técnico da Barra de Rio Grande entre 6 de dezembro de 1926 e 16 de janeiro de 1927, Porto Alegre
- Garcia C.A.E. 1997 Hydrographic Characteristics In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 18-20.
- Garcia, A., Vieira, J.P., Bemvenuti, C.E. e Geraldi, R.M. 1996. Abundância e diversidade de crustáceos decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Ruppia maritima* L. no estuário da Lagoa dos Patos (RS, Brasil). Revista Nauplius, Rio Grande, 4: 113-128.
- Geracitano, L.A. 1998. Caracterização de “Unidades Funcionais Ontogenéticas” a partir das capturas por unidade de esforço por classe de comprimento (CPUE-CC), e sua aplicação para *Micropogonias furnieri* no estuário de Lagoa dos Patos, Brasil. Tese de Mestrado, Pós-graduação em Oceanografia Biológica, FURG, 138p.
- Geraldi, R.M. 1997. Características estruturais da assembléia de invertebrados bentônicos em fundos vegetados e não vegetados numa enseada estuarina da Lagoa dos Patos. Tese de Mestrado, Pós-graduação em Oceanografia Biológica, FURG, 208p.
- Gianuca, N.M. 1997. Coastal Fore-dune Fauna In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 102-104.
- Gomes A, Tricart JLF, Trautmann J 1987. Estudo ecodinâmico da Estação Ecológica do Taim e seus arredores. Ed Univ Fed Rio Grande do Sul, Porto Alegre
- Haimovici M, Pereira SD, Vieira PC 1989. La pesca demersal en el sur de Brasil en el período 1975-1985. Frente Mar (Montevideo) 5:151-163
- Haimovici, M., Castello, J.P. and Vooren, C.M. 1997. Fisheries. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 183-197.
- Hartmann C, Calliari L, Charpy-Roubaud CJ, Baumgarten MGZ, Kantin R 1980. Estudo do material em suspensão e do material dissolvido das águas de superfície da plataforma do Rio Grande do Sul, entre Torres e Rio Grande (Operação GEOMAR XIII, 19 a 27 de novembro de 1979). Anais XXXI Cong Brasil Geol Balneário Camburiú 2:956-967
- Herz R 1977. Circulação de águas de superfície na Lagoa dos Patos. PhD Thesis, Univ S Paulo, Brazil
- Hulbert, S.H. 1971. The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters. Ecology. 52:577-586.
- von Ihering H 1885. Die Lagoa dos Patos. Dtsch Geogr BI 8:182-204
- von Ihering H 1887. Die Vögel der Lagoa dos Patos. Z Gesamte Ornithol (Budapest) 4:142-165
- von Ihering H 1896. Os peixes da costa do mar no Estado do Rio Grande do Sul. Anuário do Estado do Rio Grande do Sul para o ano de 1897, Porto Alegre, pp 98-124
- Johnson, C. R. and Christopher, A. F. 1993. Using fixed-effects model multivariate analysis of variance in marine biology and ecology. Oceanogr. Mar. Bio. Ann. Rev. 31: 177-221.
- Karentz, K., F.S. McEuen, M.C. Land, and W.C. Dunlap. 1991. Survey of mycosporine-like amino acids in antarctic marine organisms: Potential protection from ultraviolet exposure. Mar. Biol. 108:157-166.
- Kenneth A.K. 1980. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. Second edition by Butler e Tanner Ltd. London, Great Britain. 308 pp.
- Kirchhoff VWJH, Schuch NJ, Hilsenrath E 1994. Buraco de ozônio: novidades no sul. Ciência Hoje (S Paulo) 17(99):6-7
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological methodology*. New York. Harper Collins Publishers. 654p.
- Malaval MB 1922. Travaux du port et la Barre de Rio Grande do Sul (Brésil). Libraire de 1 Enseignement Technique. Ed Eyrolles, Paris
- Marques W.M. 1997. Estimativa da rejeição da pesca do camarão-rosa *Penaeus paulensis* com “aviãozinho” no estuário da Lagoa dos Patos (RS), Brasil.. Tese de Mestrado, Pós-graduação em Oceanografia Biológica, FURG, 103p
- Mata, M.M. e Möller, O.O., Jr. 1993. Sobre o tempo de descarga do estuário da Lagoa dos Patos, RS - Brasil. Atlântica (Rio Grande), 15: 37-48.
- Milliken, G.A. e D.E. Johnson. 1984. Analysis of messy data. Volume 1: designed experiments. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 473 p.
- Milliken, G.A. e D.E. Johnson. 1989. Analysis of messy data. Volume 2: nonreplicated experiments. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 199 p.

- Milner, C. e Hughes, R.E. 1970. Methods for the measurement of the primary production of grasslands. IBP Handbook No.6, Blackwell Scientific Publication
- Möller OO Jr, Paim PSG, Soares ID (1991) Facteurs et mecanismes de la circulation des eaux dans l'estuarie de la Lagune dos Patos (RS, Bresil). Bull Inst Geol Basin Aquitaine (Bordeaux) 49:15--21
- Montú M 1980. Zooplâncton do estuário da Lagoa dos Patos. I. Estrutura e variações temporais e espaciais da comunidade. Atlantica (Rio Grande) 4:53-72.
- Montú, M., Duarte, A.K and Gloeden, I.M. 1997. Zooplankton. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, p. 40-43.
- Moreno AMM 1994. Distribuição e biomassa da fanerogama submersa *Ruppia maritima* L. no estuário da Lagoa dos Patos, Rio Grande, RS, Brasil. MSc Thesis, Univ Rio Grande, Brazil
- Muelbert JH, Weiss G 1991. Abundance and distribution of fish larvae in the channel area of the Patos Lagoon Estuary, Brazil. In: Hoyt RD (ed) Larval fish recruitment and research in the Americas. NOAA Tech Rep NMFS 95:43-54.
- Myhre, R.J. 1992. Use of color airborne videography in the US forest service. Proc. Resource Technology 92, Symp. Amer. Soc. Soc. Photogram and Remote Sensing pp. 145-152.
- Odebrecht C, Möller OO Jr, Niencheski LF 1988. Biomassa e categorias de tamanho do fitoplâncton total na Lagoa dos Patos, RS, Brasil (verão de 1986). Acta Limnol Brasil 2:367-386.
- Odebrecht C, Rörig L, Garcia VM, Abreu PC 1995. Shellfish mortality and a red tide event in southern Brazil. In: Lassus P, Arzul G, Erard-Le Denn E, Gentien P, Marcaillou-Le Baut C (eds.) Harmful marine algal blooms. Lavoisier Publishing, Paris, pp 213-218
- Odebrecht C, Seeliger U, Coutinho R, Torgan L 1987. Florações de *Microcystis* (cianobactérias) na Lagoa dos Patos, RS. Publ Acad Ciências Est (S Paulo) 54(2):280-287.
- Odebrecht, C. and P.C. Abreu, P.C. 1997. Microalgae In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 34-37.
- Oxley, W.G. 1997. Sampling design and monitoring. Chapter 7. In: C. English, C. Wikinson e V. Baker eds. *Survey manual for tropical marine resources*, 2nd Edition, , Australian Institute of Marine Science, Townsville, pp 307-320.
- Petersen, R.G. 1985. Design and analysis of experiments. Marcel Dekker INC, New York. 429 p.
- Pfadenhauer J 1978. Contribuição ao conhecimento da vegetação e de suas condições de crescimento nas dunas do Rio Grande do Sul, Brasil. Revta Brasil Biol (Rio de Janeiro) 38(4):827-836
- Pfadenhauer J 1980. Die Vegetation der Küstendünen von Rio Grande do Sul, Südbrasilien. Phytocoenologia 8(3/4):321-364
- Priestley, M.B. 1981. Spectral analysis and time series. Academic Press. London. 890 p.
- Pulich, W.M. Jr. 1985. Seasonal growth dynamics of *Ruppia maritima* and *Halodule wrightii* Aschers. in Southern Texas and evaluation of sediment fertility status. Aquat. Bot. 23:53-66pp.
- Reis EG 1992. An assessment of the exploitation of the white croaker *Micropogonias furnieri* (Pisces, Sciaenidae) by the artisanal and industrial fisheries in coastal waters of southern Brazil. PhD Thesis, Univ East Anglia, England
- Reis EG, Vieira PC, Duarte VS 1994. Pesca artesanal de teleósteos no estuário da Lagoa dos Patos e costa do Rio Grande do Sul. Atlantica (Rio Grande) 16:55-68.
- Reise, K. 1985. *Tidal Flat Ecology*. Berlin, Springer-Verlag, 191p.
- Rieger PJ, D'Incao F 1991. Distribuição das larvas de *Loxopagurus loxochelis* (Decapoda, Diogenida) na região adjacente à Barra de Rio Grande, RS. Neritica (Curitiba) 6:93-106.
- Sanders, H.L. 1968. Marine benthic diversity: a comparative study. The American Naturalist, 102(925):243-282.
- Schindler, D.W., R. V. Schmidt & R.A. Reid. 1972. Acidification and bubbling as an alternative to filtration in determining phytoplankton production by the 14C method. J. Fish. Res. Board Can. 29: 1627-1631
- Schmack, E.J. 1993. The vulnerability of the east coast of South America to sealevel rise and possible adjustment strategies. In Climate and Sea Level Change, by Warrick, R.A, Barrow, E.M. & Wigley, T.M.L. (eds), Cambridge University Press, pp. 336-348.
- Seeliger U 1992. Coastal foredunes of southern Brazil: physiography, habitats, and vegetation. In: Seeliger U (ed) Coastal plant communities of Latin America. Academic Press, New York, pp. 367-381.

- Seeliger, U. 1997a. Coastal foredune flora. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 98-102.
- Seeliger, U. 1997a. Submersed Spermatophytes In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 37-30.
- Seeliger, U. 1997b. Benthic Macroalgae In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 30-34.
- Seeliger, U. 1997b. Seagrass meadows. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 82-85.
- Seeliger, U. 1997e. The Fore-dune System In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 161-166.
- Seeliger, U. and C.S.B. Costa, C.B.S. 1997. Natural and Human Impact In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 197-205.
- Seeliger, U. and Odebrecht, C. 1997. Introduction and Overview In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 1-5.
- Seeliger, U., Costa C.B.S. and P.C. Abreu, P.C. 1997a. Primary Production Cycles In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 65-70.
- Seeliger, U., Odebrecht, C. and Castello, J.P. 1997. Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 308
- Seeliger, U.; Cordazzo, C.V. and Koch, E.W. 1984. Germination and algal free laboratory culture of widgeon grass *Ruppia maritima* L. Estuaries 7(1):176-178.
- Shaw, R.G. e T. Mitchell-Olds. 1993. ANOVA for unbalanced data: an overview. Ecology. 74 (6): 1638-1645.
- Silva CP, Pereira CMP, Dorneles LPP 1993. Espécies de gramíneas e crescimento de *Spartina densiflora* Brong. em uma marisma da Laguna dos Patos, RS, Brasil. Cad Pesq Ser Bot (Santa Cruz do Sul) 5(1):95-108.
- Sinque, C. and Muelbert, J.H. 1997. Ichthyoplankton. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic. Springer-Verlag, New York, pp. 51-56.
- Snedecor, G.W. e W.G.Cochran. 1980. Statistical methods. Iowa State University Press, Iowa. 7º ed. 507 p.
- Soares, J.J. 1985. Levantamento fitossociológico de uma faixa litorânea do Rio Grande do Sul entre Tramandai e a praia do Barco. in: Lacerda,L.D.; Araujo,D.S.D.; Cerqueira,R.; Turcq,B. (orgs.) Restingas: Origem, Estrutura, Processos. Niterói. CEUFF, 381-394.
- Strickland, D.H. & T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board Can. Ottawa. 310pp.
- Suthers, I.M. e S. Sundby. 1993. Dispersal and growth of pelagic juvenile Arcto-Norwegian cod (*Gadus morhua*), inferred from otolith microstructure and water temperature. ICES J. Mar. Sci., 50: 261-170.
- Suthers, I.M., A.J. Fraser and K.T. Frank. 1992. A lipid condition index of post-larval cod (*Gadus morhua*) off southwestern Nova Scotia: comparison with otolith and morphometric indices. Mar. Ecol. Prog. Ser., 84: 31-40.
- Taillie, C. 1979. Species equitability: a comparative approach. In: Ecological Diversity in Theory Practice. p.51-62.
- Thom, R.M. 1990. Spatial and temporal patterns in plant standing stock and primary production in a temperate seagrass system. *Botanica Marina*, 33:497-510.
- Toldo EE Jr 1991. Morfodinâmica da Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul. Pesquisas (Porto Alegre) 18(1):58-63
- Underwood, A.J. 1981. Techniques of Analysis of Variance in Experimental Marine Biology and Ecology. Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. 19:513-605.
- UNESCO. 1983. Chemical methods for use in marine environmental monitoring. Intergov. Oce. Com. Manual and Guides 12, UK.
- Unwin, D. 1981. Introductory spatial analysis. Methven, London, pp. 212.

- Valentini H, Castro PMG, Servo GJM, Castro LAB 1991. Evolução da pesca das principais espécies demersais da costa sudeste do Brasil, pela frota de arrasteiros de parelha baseada em São Paulo, de 1968 a 1987. *Atlantica (Rio Grande)* 13(1):87-96.
- Valls, J.F.M. 1975. Estudos botânicos no parque estadual de Torres, Rio Grande do Sul, RS. I- Levantamento Florístico da Área da Guarita. *Iher. Bot. Porto Alegre*, 20:35-57.
- Vernet, M. E., A. Brody, O. Holm-Hansen & B. G. Mitchel. 1994. The response of Antarctic phytoplankton to ultraviolet radiation on photosynthesis, and taxonomic composition. In: Weiler. S & P. Penhale (Eds.) *Ultraviolet in Antarctic. Measurements and effects. Antarctic Res. Ser. Vol. 62. Washington.* 143-158
- Vieira JP 1991. Ecology of estuarine fish assemblages in Patos Lagoon, Brazil (32° S), and York River, USA (37° N), with review of zoogeography of fishes in western Atlantic warm-temperate and tropical estuaries. PhD Thesis, College of William and Mary, School of Marine Science, USA
- Vieira JP, Scalabrin C 1991. Migração reprodutiva da "tainha" (*Mugil platanus* Gunther, 1980) no sul do Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 13(1):131-141
- Vieira, J.P, Vasconcellos, M. C., Silva, R. E., Fischer, L. G. 1996. A rejeição da pesca do camarão-rosa (*Penaeus paulensis*) no estuário da Lagoa dos Patos, RS, Brasil. *Atlântica, Rio Grande* V.18(1).
- Vieira, J.P. e J.A.Musick. 1994. Fish faunal composition in warm-temperate and tropical estuaries of western atlantic. *Atlântica*, 16:31-53.
- Vieira, J.P. 1996. Técnicas alternativas para o estudo de diversidade de espécies: peixes de água doce como um estudo de caso. In: VII Seminário regional de Ecologia. Universidade de Sao Carlos, SP - Brasil.
- Vieira, J.P. and Castello, J.P. 1997. Fish Fauna. In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Springer-Verlag, New York, pp. 56-62.
- Villwock. J.A. and Tomazelli, L.J. 1995. Geologia costeira do Rio Grande do Sul. Nota Técnica: Centro de Estudos de Geologia Coateira e Oceanica pp.1-45.
- Vooren, C.M. 1997. Sea ans shore birds In: Seeliger, U.; Odebrecht, C. and Castello, J.P. (eds.) *Subtropical Convergence Environments: The Coast and Sea in the Southwestern Atlantic.* Springer-Verlag, Heidelberg, New York, p. 154-159.
- Ward, G. H., Jr., and N. E. Armstrong. 1980. Matagorda Bay, Texas: its hydrography, ecology and fishery resources. U.S. Fish Wildl. Serv., FWS/OBS-81/52. 230 pp
- Weiss G, Krug LC 1977. Características do desenvolvimento e metamorfose de *Lycengraulis olidus* (Engraulidae) e *Brevoortia pectinata* (Clupeidae) no estuário da Lagoa dos Patos, Brasil. *Atlantica (Rio Grande)* 2(1):83-117
- Zar, J.H. 1984. Biostatistical analysis. 2 ° ed. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- Zonneveld, I.S. and Thaden, D.C.P. 1983. Interpretation and application of the landscape and vegetation map. in: Flora and Vegetation of the Wadden Sea Islands and Coastal Areas. Dijkema, K.s. e Wolff,W.J. (eds.) *Wadden Sea Working Group. Netherland.*