

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Tese

**Efeitos da precipitação pluvial e da disponibilidade hídrica na Pesca artesanal
da Lagoa Mirim**

Natalia Pereira de Campos

Pelotas, 2015

Natalia Pereira de Campos

Efeitos da precipitação pluvial e da disponibilidade hídrica na Pesca artesanal da Lagoa Mirim

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal de Pelotas como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciências, Área de Concentração: Recursos Pesqueiros.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Renato Noguez Piedras

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando D’Incao

Pelotas, 2015

Agradecimentos

À Deus, novamente deu tudo certo.

A minha filha Alice que veio para junto de mim durante esta caminhada. Obrigada filha pelo teu sorriso e tua alegria. Amo-te incondicionalmente.

Ao meu marido Dr. Bruno Ribeiro de Campos, pelo companheirismo, amor, apoio, ajuda e principalmente, pela paciência! Essa vitória é nossa.

A minha família pelo incentivo. Espero ter feito valer à pena mais uma vez.

Ao meu orientador Dr. Sérgio Piedras por seus ensinamentos, apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos em Recursos Pesqueiros, pela amizade e por acreditar e confiar no meu trabalho.

Ao meu co-orientador Dr. Fernando D’Incao por sua amizade, apoio e incentivo.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. Jonas Carvalho e Prof. Dr. Juvêncio Pouey, por aceitarem fazer parte desta banca e também por terem contribuído de várias maneiras no meu trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade concedida.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa durante a vigência do doutorado.

Sumário

Agradecimentos	3
Resumo	5
Abstract	7
1 Introdução	9
2 Revisão de Literatura	11
2.1 Pesca continental no RS.....	11
2.2 Lagoas costeiras	11
2.3 Descrição das Espécies	12
3 Primeiro Artigo: Fisheries assessment and their relationship with rainfall in Mirim Lagoon between 1991 and 2011.....	15
Abstract	16
Introduction	16
Methods	19
Results	21
Discussion.....	30
Conclusion	32
References	33
4 Segundo Artigo: Pesca artesanal e disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim	38
Resumo	39
Abstract	40
Introdução.....	41
Metodologia.....	43
Resultados.....	44
Discussão.....	51
Conclusão.....	52
Referências Bibliográficas.....	53
5 Considerações Finais.....	55
6 Referências Bibliográficas.....	56

Resumo

CAMPOS, Natalia Pereira. **Efeitos da precipitação pluvial e da disponibilidade hídrica na Pesca artesanal da Lagoa Mirim**. 2015. 62 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2015.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da precipitação pluvial e da disponibilidade hídrica nos desembarques de peixes da Lagoa Mirim. Para a pesquisa foram utilizados dados históricos da região da Lagoa, localizada no sul do Rio Grande do Sul, com parte de seu limite fazendo fronteira com o Uruguai. Os dados dos desembarques anuais (t) de peixes da lagoa foram extraídos das estatísticas geradas pelo IBAMA. Os dados de precipitação foram coletados pela Estação Meteorológica de Santa Vitória do Palmar. Esses dados correspondem a totais anuais. Os dados de nível da Lagoa Mirim foram coletados pela Agência da Lagoa Mirim, em dois pontos: Santa Izabel e Santa Vitória do Palmar. Foram calculadas as médias mensais. O período estudado foi de 2002 a 2010. Não foi possível realizar o estudo com um período maior, pois não havia dados históricos disponíveis. Foram aplicadas aos dados, análises de agrupamento, análises de quantis, análises de variabilidade temporal e análises de regressão linear. As espécies mais abundantes observadas nos desembarques foram: traíra, jundiá, peixe-rei-de-água-doce, pintado, cará, viola de água doce e biru, respectivamente. Houve maior similaridade nos desembarques do jundiá e do pintado, seguido pela similaridade entre desembarques de peixe-rei e biru. A pesca da viola e da traíra se

assemelha à do jundiá e do pintado. Não houve similaridade entre os desembarques do cará com as demais espécies. Os anos com acumulados de chuva inferiores a 1012,7 mm foram classificados como muito secos; entre 1012,7 e 1202,2 mm como secos; entre 1202,2 e 1290,8 mm como normais; entre 1290,8 e 1543,1 mm como chuvosos e acima de 1543,1 mm foram classificados como muito chuvosos. As espécies: cará, jundiá, traíra e viola, tiveram uma correlação significativa com a precipitação do ano anterior aos desembarques. As análises de regressão linear se mostraram eficientes e significativas entre o nível mensal da lagoa com as espécies: biru, pintado, traíra e viola. Não houve correlação com jundiá, cará e peixe-rei. A disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim está relacionada com os índices pluviométricos da região e com o uso deste recurso para abastecimento e irrigação. As capturas anuais de peixes na Lagoa Mirim são determinadas pela disponibilidade do estoque, pelos incrementos e esforços pesqueiros e pela precipitação pluvial.

Palavras-chave: desembarques, precipitação pluvial, nível, lagoa Mirim

Abstract

CAMPOS, Natalia Pereira. **Effects of rainfall and water availability in artisanal Fisheries Lagoa Mirim**. 2015. 62 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2015.

The objective of this study was to evaluate the effect of rainfall and water availability in fish landings of the Mirim Lagoon. For the research we used historical data of the lagoon area, located in southern Rio Grande do Sul, with part of its boundary bordering Uruguay. The data from the annual landings (t) of pond fish have been derived from statistics generated by IBAMA. The rainfall data were collected by the meteorological station of Santa Vitória do Palmar. These figures are annual totals. The Mirim lagoon level data were collected by the Agency of the Mirim Lagoon, on two points: Santa Isabel and Santa Vitória do Palmar. Monthly averages were calculated. The study period was from 2002 to 2010. It was not possible to conduct the study with a longer period, because there was no historical data available. They were applied to the data, cluster analysis, quantile analysis, temporal variability analysis and linear regression analysis. The most abundant species observed in the landings were traíra, jundiá, peixe-rei-de-água-doce, pintado, cará, viola de água doce and biru, respectively. There was a greater similarity in landings of jundiá and pintado, followed by the similarity between peixe-rei and biru landings. Fishing for viola and traíra resembles the jundiá and pintado. There was no similarity between the cará of the landings with the other species. The years with rainfall accumulated less than 1012.7 mm were classified as very dry; between 1012.7 and 1202.2 mm as dry; between 1202.2 and 1290.8 mm as normal; between 1290.8 and 1543.1 mm as rainy and above 1543.1 mm were classified as very rainy. Species:

cará, jundiá, traíra and viola, had a significant correlation with rainfall the previous year landings. The linear regression analyzes were efficient and significant between the monthly level of the pond with the species: biru pintado, traíra and viola. There was no correlation with jundiá, cará and peixe-rei. The water availability in the Mirim Lagoon is related to rainfall in the region and with the use of this resource for supply and irrigation. The annual fish catch in Mirim Lagoon are determined by the availability of stock, increments and fishing efforts and rainfall.

Keywords: landings, rainfall, level Mirim lagoon

1 Introdução

O consumo de peixes vem aumentando nas últimas quatro décadas, tanto pelo aumento da demanda quanto pelas mudanças no hábito alimentar da população, que vem cada vez mais buscando produtos com perfil nutricional adequado. A carne de pescado é muito nutritiva, sendo rica em proteínas, vitaminas, aminoácidos e minerais. É um alimento de baixa gordura além de possuir elevados teores de ômega-3, trazendo benefícios à saúde humana (Bruschi 2001). O consumo global per capita em 1961 era de 9 kg por habitante, passando a 16,5 kg em 2003. Nos países industrializados, o consumo de pescados aumentou de 13 milhões de toneladas em 1961 para 27 milhões em 2003, com um aumento no consumo per capita de 20 para 29,7 kg (FAO, 2006).

Analisando-se a série histórica (1950-2010) dos dados de produção pesqueira do Brasil, observa-se um crescimento acentuado da captura de 1950 até 1985, quando foi registrada a maior produção (956.684t). Neste período, os eventos mais importantes foram o programa de industrialização da pesca implantado pelo Governo Juscelino Kubitschek no final da década de 50, a criação da Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE) em 1962 e a promulgação do novo Código de Pesca através do Decreto-Lei 221, de 28/02/1967. Esses episódios impulsionaram o crescimento da atividade pesqueira entre 1950 e 1985. Entre 1986 e 1990 houve um declínio gradativo das capturas, quando a produção pesqueira diminuiu de 946.560 t para 619.805 t, evidenciado pelo início do processo de sobrepesca de alguns estoques, tais como, o da sardinha-verdadeira, dos camarões e dos peixes demersais da região Sul (Pereira & D’Incao 2012). Além disso, em meados da década de 80, houve a desativação dos incentivos fiscais, contribuindo para o declínio da produção pesqueira entre 1985 e 1990. De 1990 até

2000, a produção pesqueira ficou caracterizada por um período de estabilidade. A partir de 2000, a produção voltou a crescer, passando de 666.846 t para 825.164 t, em 2009. Esta recuperação ocorreu, principalmente, pela recuperação ainda que tímida, de alguns estoques, tais como o da sardinha-verdadeira (MPA 2010).

A pesca extrativa marinha continuou sendo a principal fonte de produção de pescado nacional, responsável por 42,4% do total de pescado, seguida, sucessivamente, pela aquicultura continental (31,2%), pesca extrativa continental (19,7%) e aquicultura marinha (6,7%) (MPA 2010). A produção de pesca extrativa continental é liderada pela região Norte (122.000 t - 55,7%). A segunda região com maior participação na produção pesqueira continental é o nordeste, que manteve um padrão estável em relação a 2009, produzindo aproximadamente 70 mil toneladas, tendo os estados do Maranhão (25.944 t), Bahia (17.670 t) e Ceará (11.635 t) como os principais protagonistas. Assim como nos anos anteriores, as regiões sudeste, centro-oeste e sul apresentaram produções pouco expressivas em comparação com as demais, sendo responsáveis por 23.276 t, 13.041 e 5.084 t, respectivamente. Agrupadas, estas três regiões representaram apenas 16,6% da pesca continental do país (MPA 2010).

Neste sentido, estudos sobre os desembarques anuais das espécies comercializadas são necessários para o entendimento dos processos de perda da diversidade da ictiofauna nos ambientes aquáticos continentais e para a melhoria do gerenciamento pesqueiro.

2 Revisão de Literatura

2.1 Pesca continental no RS

No estado Rio Grande do Sul, a pesca continental artesanal, destaca-se no complexo lagunar Mirim-Mangueira, onde há expressiva captura de traíras (*Hoplias malabaricus*), violas-cascudas (*Loricariichthys anus*), jundiás (*Randhia aff. quelen*), pintado (*Pimelodus maculatus*), tambicos (*Oligosarcus* spp) e outras espécies de menor expressão (IBAMA, 2003a).

No entanto, a falta de conhecimento sobre essas espécies e sua exploração, pode conduzir à utilização indiscriminada desses recursos e interferir na dinâmica populacional da ictiofauna desse complexo lagunar (Piedras 1994).

2.2 Lagoas costeiras

A planície lagunar adjacente à costa do estado do Rio Grande do Sul possui inúmeras lagoas que recebem drenagem natural e compõem o maior sistema hidrográfico do Estado (DELANEY, 1965). Destacam-se, além das duas grandes lagoas, Patos e Mirim, a lagoa Mangueira, que na sua porção norte, juntamente com diversas lagoas de menor porte, integra o sistema hidrográfico do Taim, onde se localiza a Estação Ecológica do Taim (EETaim).

A Lagoa Mirim localiza-se ao sul do Rio Grande do Sul entre o Brasil e o Uruguai. Aproximadamente 2.750km² em território brasileiro e 1000km² em território uruguaio. As profundidades médias naturais são da ordem de 1 a 2 metros na parte

norte, aumentando para 4 metros na parte central, chegando a 5- 6 metros na parte sul (JICA 2000). Uma grande riqueza biológica é observada nestas lagoas, representada por inúmeras espécies de animais, entre aves aquáticas, mamíferos (capivara, rato-do-banhado), répteis (jacaré-do-papo-amarelo, cágado) e peixes (peixe- rei, traíra, pintado, cascudo, bagre) (Mega & Bemvenuti 2006). Suas águas são utilizadas na irrigação do arroz, abastecimento público, e para pesca, sendo que a pesca artesanal envolve diretamente mais de 300 famílias (Velasco, 2004).

A Lagoa Mangueira localiza-se na região sul do estado do Rio Grande do Sul, entre as dunas que separam o município de Santa Vitória do Palmar e o Oceano Atlântico. Possui cerca de oitenta mil hectares (80.000ha) de espelho d'água e volume aproximado de setecentos milhões de metros cúbicos (700.000.000m³) de água doce. Toda a água é proveniente da chuva e do lençol freático (Azambuja, 1978).

2.3 Descrição das Espécies

Hoplias malabaricus, conhecida popularmente como traíra ou traíra-preta, é encontrada em todas as bacias hidrográficas da América do sul, com exceção da área transandina e dos rios da Patagônia. Quando adulto, *Hoplias malabaricus* chega a alcançar até 50 cm de comprimento e atinge massa de aproximadamente 1 kg. A traíra é um peixe bem adaptado a ambientes lênticos, embora também seja encontrada em rios de pequeno e grande porte. É também uma espécie com baixa necessidade de oxigênio para respiração, o que lhe permite sobreviver em ambientes pouco oxigenados, sendo este um dos fatores que explicam sua grande capacidade de dispersão. Sua atividade reprodutiva é acentuada nos meses de setembro e outubro, apesar de desovar várias vezes ao longo do ano (considerada uma adaptação de peixes neotropicais que reduz a competição pelo local de desova e alimento para as larvas (Barbieri 1989, Buckup et al 2007, Bertollo et al 2000, Loureiro & Hahn 1996 e Oyakawa & Mattox 2009).

Jundiá (*Rhamdia quelen*) tem distribuição neotropical, do sudeste do México ao norte, e centro da Argentina ao sul (SILFVERGRIP, 1996). *R. quelen* vive em lagos e poços fundos dos rios, preferindo os ambientes de águas mais calmas com fundo de areia e lama, junto às margens e vegetação. Escondem-se entre pedras e

troncos apodrecidos, de onde saem à noite, à procura de alimento (GUEDES, 1980). Em experimentos com larvas e alevinos dessa espécie em cativeiro, observou-se uma acentuada aversão à luz e busca de locais escuros (PIAIA *et al.*, 1999). O crescimento de *R. quelen* aumenta com o incremento da temperatura (GUEDES, 1980; MEURER & ZANIBONI FILHO, 1997). Essa espécie movimenta-se à noite e sai de seus esconderijos depois das chuvas para se nutrir dos escombros deixados ao longo dos rios. O período reprodutivo e os picos de desenvolvimento gonadal de *R. quelen* podem variar a cada ano e de um lugar para outro. Essa espécie é ovulípara no habitat natural e desovam em lugares de água rasa, limpa, pouco corrente e com fundo pedregoso (GUEDES, 1980).

O peixe-rei, *Odontesthes bonariensis* Cuvier & Valenciennes 1835 é encontrado desde a lagoa Itapeva, ao norte, até as lagoas Mirim e Mangueira, ao sul (BEMVENUTI, 1995). Na bacia da lagoa Mirim a espécie mais comum é *O. onariensis*, vulgarmente conhecida como “bicudo”. Quando adulto atinge grande tamanho (30 a 40 cm), sendo importante na pesca artesanal. A reprodução ocorre entre maio e junho. É capturado em maior quantidade durante o inverno, quase que desaparecendo durante as outras estações (Kleerekoper 1945; Kock *et al.* 2000; Bemvenuti *et al.* 1997; Bemvenuti 2002).

A espécie *Odontesthes humensis* assim como *O. bonariensis*, também apresenta grande importância na pesca artesanal. Sua desova ocorre a partir de junho, referencialmente em setembro. Espécie que apresenta maior número de indivíduos durante o inverno, caindo sua captura durante a primavera (Moraes 1981; Rodrigues & Bemvenuti 2001; Bemvenuti 2002).

O Pintado (*pimelodus sp*) possui hábito noturno, durante o dia fica escondido em tocas ou lugares sombrios. Prefere nadar no fundo, onde remove as camadas superficiais em busca de alimento. Apresenta maior número de indivíduos durante o inverno e o verão (Kock *et al.* 2000; Silva 2002).

A Viola (*loricariechthys anus*) adapta-se a diferentes tipos de ambientes: fundos arenosos, lodosos ou rochosos. Apresenta uma forma muito eficiente de reprodução, por isso há um grande número de indivíduos dessa espécie na região sul do estado. Maior número de indivíduos capturados durante o verão (Ringuelet *et al.* 1967; Santos 1987; Britski *et al.* 1988; Kock *et al.* 2000).

O Biru (*Cyphocharax voga*) desova no período entre novembro e janeiro em áreas de inundações ao longo de arroios e lagoas. É capturado em maior número durante o verão, diminuindo durante o outono e a primavera (Ringuelet et al. 1967; Grosser & Hahn 1981; Kock et al. 2000).

O Cará (*Geophagus brasiliensis*) é o que alcança maiores proporções e é também o mais encontrado. Esta espécie é mais capturada durante o verão, não há registro de captura durante a primavera (Santos 1987; Kock et al 2000; Lang 2001).

3 Primeiro artigo:

Fisheries assessment and their relationship with rainfall in Mirim Lagoon between 1991 and 2011

Natalia Pereira de Campos^a, Fernando D’Incao^b, Sérgio Renato Piedras^a.

a- Programa de Pós-graduação em Zootecnia, FAEM, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.
natalialtp@gmail.com

b- Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, IO-FURG, Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil.

Fisheries assessment and their relationship with rainfall in Mirim Lagoon between 1991 and 2011

Natalia Pereira de Campos^{a*}, Fernando D’Incao^b, Sérgio Renato Piedras^a.

a- Programa de Pós-graduação em Zootecnia, FAEM, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil. natalialtp@gmail.com

b- Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, IO-FURG, Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil.

ABSTRACT

Fish consumption has been increasing in the last four decades, both by increased demand and by changes in the food habits of the population. The South of Brazil’s artisanal inland fisheries stands in the lagoon complex Mirim-Mangueira. In this paper we evaluate the fluctuations in catches of commercial species over twenty years and have studied the relationship of these changes with rainfall. It was concluding that the annual fish catch in Mirim Lagoon are determined by the availability of stock, by increments and fishing efforts and rainfall.

Keywords

Fisheries, Mirim Lagoon, Rainfall, Stocks.

1. Introduction

Fish consumption has been increasing in the last four decades, both by increasing demand and by changes in the food habits of the population, which is increasingly seeking products with adequate nutritional profile. The fish meat is highly nutritious, being rich in protein, vitamins, amino acids and minerals. It is a low fat food with high omega-3 content, bringing benefits to human health (Bruschi, 2001).

The lagoon plain adjacent to the Rio Grande do Sul state's coast has numerous lakes that receive natural drainage and form the largest hydrographic system of the state (Delaney, 1965). In addition to two large lagoons, Patos and Mirim, Mangueira stands out along with several smaller lagoons in its northern region as part of the hydrographic system of Taim, where the Taim Ecological Station (EETaim) is located.

The Mirim Lagoon is located in southern Rio Grande do Sul state, between Brazil and Uruguay, with approximately 2,750 km² in Brazilian territory and 1,000 km² in Uruguayan territory. The average natural depths are around 1-2 meters in the northern part, increasing to 4 meters in the central part and reaching 5- 6 meters in the southern part (Jica, 2000). A

great biological wealth is observed in these lagoons, represented by numerous species of animals, including waterfowl, mammals (capybara, coypu), reptile (broad-snouted caiman, pond turtle) and fish (pejerrey, trahira, spotted sorubim, suckermouth catfish, catfish) (Mega and Bemvenuti, 2006). Their waters are used for rice irrigation, public supply, and fishing, where artisanal fishing directly involves over 300 families (Velasco, 2004).

The Mangueira Lagoon is located in the southern region of Rio Grande do Sul state, among the dunes that separate the city of Santa Vitória do Palmar from the Atlantic Ocean. It has about eighty thousand hectares (80.000 ha) of water surface and volume of approximately seven hundred million cubic meters (700,000,000 m³) of fresh water. All the water comes from rain and groundwater (Azambuja, 1978).

Artisanal fishing in the lagoon complex Mirim-Mangueira has a significant capture of trahira (*H. malabaricus*), armored catfish “viola” (*Loricariichthys anus*), silver catfish (*Rhamdia aff. quelen*), spotted pimelodus (*Pimelodus maculatus*) and other species, not relevant (IBAMA, 2003a), as *Odontesthes bonariensis* and *O. humensis* (silverside), *Cyphocharax vogue* (“biru”) and *Geophagus brasiliensis* (pearl cichlid). Trahira is the main species caught, representing 67% of the total (Piedras et al., 2012).

The rainfall in the hydrographical basin of the Mirim lagoon is influenced by atmospheric systems with different spatial and temporal scales. Among these systems, the most prominent are the mesoscale convective complexes (MCCs), which due to the presence of a northerly low-level jet stream (850 hPa) provides strong warm air and moisture advection (Velasco and Fritsch, 1987) and systems in the form of quotation marks (Bonatti and Rao, 1987), which are disturbances in sub-synoptic scale generated at low or medium levels within the cold air mass, in the rear of a frontal system or baroclinic zone. These systems, typical of winter, can cause heavy rains even when formed on the continent. They should not be confused during their mature phase with other disorders of similar standard, such as the tropical cyclones (Carlson, 1980).

The precipitation can also be caused by frontal systems, representing a contact line between two adjacent air masses, and which differ in temperature and density. A front surface is characterized by a strong atmospheric instability, because it forces the rise of hot air (Satyamurty and Mattos, 1989), extratropical cyclones, which are low atmospheric pressure systems in synoptic scale that occur in mid-latitude regions, where they are an important part of the atmospheric circulation that contribute to the thermal equilibrium of equatorial and polar regions. An extratropical cyclone develops through gradients, i.e., temperature and dew point differences (Bjerknes and Solberg, 1922) and atmospheric blocking, which are high pressure areas on certain locations, preventing air masses or fronts from setting up in the region (Casarin, 1982).

It can also be mentioned the influence of rainfall in this region on the South Atlantic Convergence Zone (SACZ), which is observed as a band of cloudiness northwest-southeast oriented, extending from the southern Amazon region to the central region of South Atlantic, transposing the heat from the Amazon to the ocean (Kousky, 1988; Casarin and Kousky, 1986) and the Madden-Julian oscillation (MJO), which is characterized by a movement eastwards of a large-scale zonal cell thermally direct, causing variations in tropical convection (Madden-Julian, 1971).

On a global scale, the phenomenon El Niño - Southern Oscillation is responsible for the increase in precipitation rates in southern Brazil (Grimm et al., 1998).

Rio Grande do Sul state is located at the far southern of Brazil and belongs to the Southeast Region of South America (southern Brazil, northeastern Argentina, Uruguay and southern Paraguay), which is strongly affected by the El Niño phenomenon (Southern Oscillation - ENSO), particularly in relation to rainfall (Ropelewski and Halpert, 1987; Rao and Hada, 1990; Studzinski and Diaz, 1994; Diaz et al., 1998; Grimm et al., 1998; Montecinos et al., 2000). The ENSO is an ocean-atmosphere interaction phenomenon occurring in the tropical Pacific Ocean, and is considered as the main cause of climate variability in various regions of the world. It presents two extreme phases: a warm phase known as El Niño and a cold phase called La Niña (Berlato and Fontana, 2003). In the case of Rio Grande do Sul, the El Niño produces positive anomalies of precipitation and La Niña negative anomalies, especially in spring and early summer of the year when the phenomenon begins (Fontana and Berlato, 1996; Puchalski, 2000; Berlato et al., 2005).

Rainfall is also associated with El Niño and La Niña. In El Niño years the rainfall in Rio Grande do Sul can become higher than average. In contrast, in La Niña years precipitation may fall below the average (Berlato and Fontana, 2003).

Climatic variations, especially rainfall, affect water sources increasing inundation areas, depth, currents, temperature, and consequently the biotic components of the entire system.

Studies on the impact of these variations on the annual catch of fish species are needed to understand the processes of loss of diversity of fish species in the continental aquatic environments adjacent to the Rio Grande do Sul coast and to the fisheries management. Thus, this study aims to evaluate the impact of variations in rainfall on the fish landing in the Mirim lagoon, with the assumption that the intensity of rainfall in the region affects regional fish production.

2. Methods

The area of study corresponds to the Mirim lagoon, part of the lagoon system Patos-Mirim, located in southern Rio Grande do Sul and bordering Uruguay, as shown in Figure 1.



Fig. 1. Georeferencing of the Mirim Lagoon.

The data from the annual landings (t) of pond fish have been derived from statistics generated by IBAMA (2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011).

The rainfall data were collected by the Meteorological Station of Santa Vitória do Palmar (Lat -33.516667° , Lon -53.35° and Alt 24.01m) and made available by the National Institute of Meteorology - INMET (8th District of Meteorology - Porto Alegre) of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply (MAPA) and State Agricultural and Livestock Research Foundation (FEPAGRO) of the Department of Science and Technology (SCT) in the state of Rio Grande do Sul. These data are annual totals.

The grouping analysis (GA) was applied to the data to determine the level of similarity or dissimilarity between individuals applying a grouping function to a given variable. According to Everitt (1974) and Gong and Richman (1995) the classification can be understood as a process to locate entities in initially undefined classes, so that individuals of the same class are similar with each other in any direction defined by the variables considered. These classes of similar individuals are groupings. The grouping analysis and

dendrograms were made with the PAST software (Hammer et al., 2003), and the similarity coefficient used was Bray-Curtis.

The quantile analysis (Xavier, 2002) was also applied to landing data for each species and to the rainfall data in order to quantitatively classify these variables.

These average values, if shown in the form of time series, tend to emphasize the inter-annual fluctuations in large scale, since spatially incoherent or much localized anomalies tend to cancel each other (Arkin, 1982).

The median is a statistical measure that separates the series in two groups with the same number of values. Other measures of position are not measures of central tendency, but are linked to the median, because they are based on their position in the series. These measures are called quantile or fractiles, and are known by the generic name of separatrices. The quantile, in turn, is the generic name for other measures, such as those dividing the data into 4, 10 or 100 parts. These are called quantile, decile and percentile, respectively. The three quantiles Q1, Q2 and Q3 divide the data set into four subsets so that 25% of the elements are below Q1; 25% between Q1 and Q2; 25% between Q2 and Q3, and 25% above Q3, and Q2 represents the median. The deciles divide the data set into 10 equal parts. The nine deciles D1, D2, D3, ..., D9 are such that 10% of the elements are below D1, 10% between D1 and D2 and so on. The median is the fifth decile. Percentiles divide all the data ordered in 100 equal parts. The median is the fiftieth percentile.

The quantile are obtained from the series sorted in ascending order. The quantile order is defined as:

$$P_i = \frac{i}{N + 1},$$

Where N is the number of elements of the series.

The quantile Q (P) for a given quantile order P_i is (Xavier et al., 2002):

a) If P coincides with a P_i, then:

$$Q(P) = Q(P_i) = y_i,$$

Where y_i is the ith element of the ordered series;

b) If P does not coincide with a P_i, there will be an index i so that P_i < P < P_{i+1}, e Q(P) will be obtained by interpolation, where:

$$Q(P) = Y_i + \frac{(P - P_i)}{(P_{i+1} - P_i)} (Y_{i+1} - Y_i)$$

In applying the quantile technique, P = 0.15; 0.35; 0.65 and 0.85 are considered to the quantile orders, which determine five intervals. For values smaller or equal to Q(0.15), 15% of the minor values in the series occur and, in the case of annual crops and precipitation, respectively, this interval is associated with very dry periods (VD) and very low yields (VL). The values between Q(0.15) and Q(0.35), inclusive, correspond to 20% of values

of the series and the interval is associated with dry periods (D) and low yields (L). Normal period (N) contains 30% of the series values, between $Q(0.35)$ and $Q(0.65)$. The values of the rainy period (R) and high yields (H) are greater than or equal to $Q(0.65)$ and lower than $Q(0.85)$. Finally, all values greater than or equal to $Q(0.85)$ are associated with very rainy periods (VR) and very high yields (VH).

It must be considered that the study period of 20 years is significant, so the quantile technique is applicable.

The Kolmogorov-Smirnov normality test was also performed in precipitation and landing data to verify the homoscedasticity.

Due to data failure in 1999 and 2001, the study was divided into two periods: 1992-1998 and 2002-2011, so that a linear regression analysis could be applied. Linear regression analyzes were performed for each period where the degree of correlation was calculated between rainfall and landing by species of the same year; and between the rainfall and landings by species of the following year.

The correlation analysis shows the relationship between two linear variables and values will always be between -1 and +1. The sign indicates the direction, i.e., if the correlation is positive or negative, and the size of the variable indicates the strength of the correlation.

3. Results

Interannual variation of landings

The most abundant species observed in the landings were trahira, silver catfish, freshwater silverside, spotted pimelodus, pearl cichlid, freshwater viola and biru, respectively.

According to Figure 2, the variation of these fish landings in the Mirim Lagoon can be observed over the study period. It is observed that trahira is the most common species captured. The landings of all other species have the same pattern of variation. In addition, a decrease of all catches can be observed from 2006.

The largest landings of trahira occurred between 2000 and 2004. The landings were lower in the previous period (1991-1998) and in the subsequent period (2005-2011). The largest silver catfish landings took place between 2000 and 2009 and the lowest occurred between 1991-1999 and 2010-2011. From 2000 to 2002, and in 2008 and 2011, there were major silverside landings. In other years, landings were less expressive. The largest landings of spotted pimelodus occurred in the period from 2002 to 2006 and in 2008. In other years, landings were very small. The capture of pearl cichlid was only significant in 2004. In other years, there were practically no landings. The largest landings of viola occurred between

1996 and 1998 and in 2003 and 2004. In the subsequent years, the landings were lower. Higher biru landings occurred in three distinct periods: 1991, 1994-1996 and 2004-2005. In other periods, the landings were not very significant.

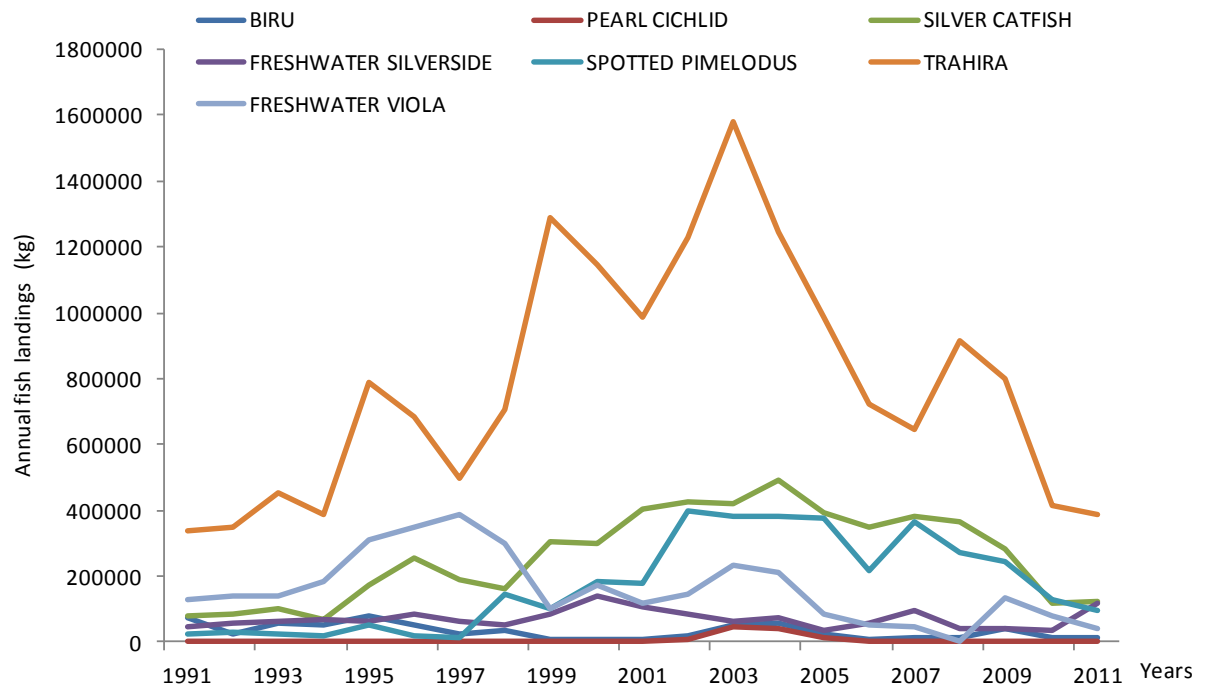


Fig. 2. Annual fish landings in Mirim Lagoon, in the period between 1991 and 2011.

Grouping analysis

A dendrogram was generated to determine the similarity between the capture of the species. The vertical scale indicates the level of similarity; the higher the index, the more homogeneous landings. There was a greater similarity in landings of silver catfish and spotted pimelodus, followed by the similarity between silverside and biru landings. Viola and trahira fishing are similar to the silver catfish and spotted pimelodus. There was no similarity between the landings of pearl cichlid with the other species. Figure 3 illustrates the result of the grouping analysis.

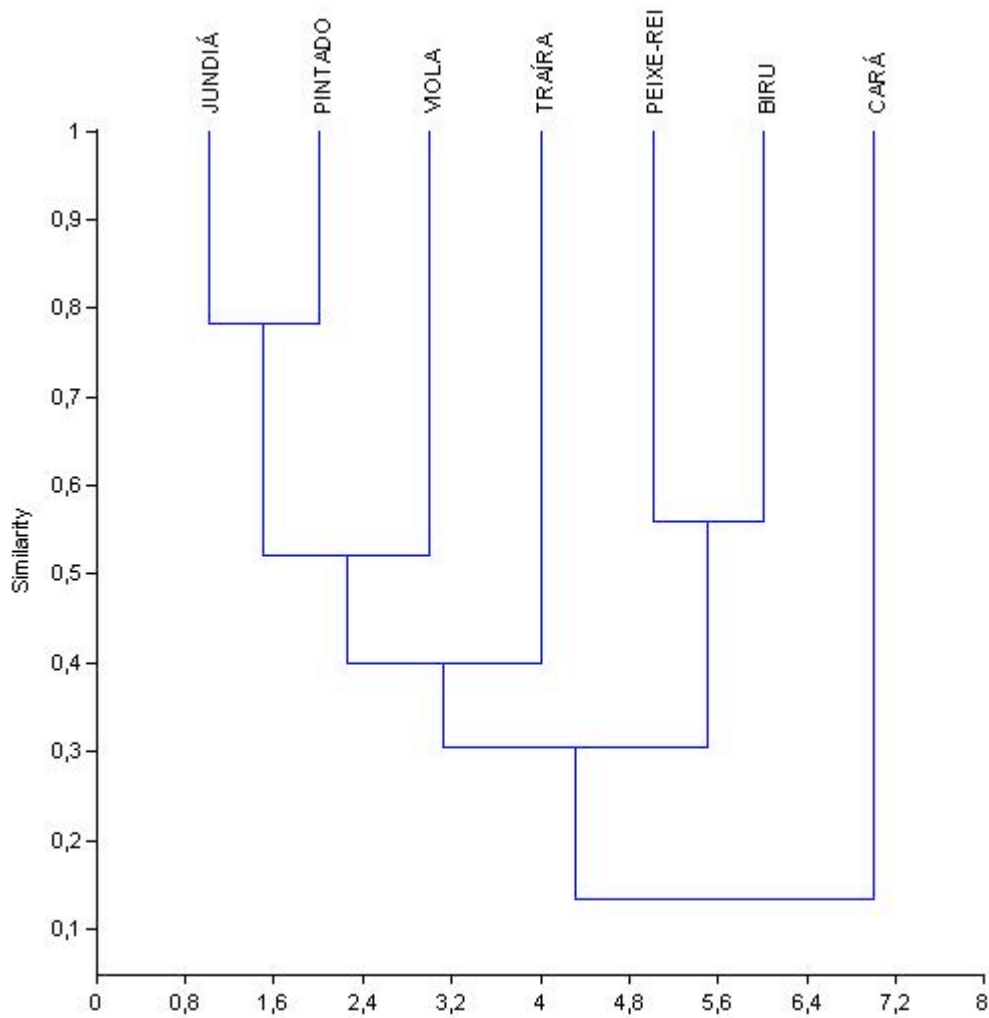


Fig. 3. Similarity of the annual fish landings in the Mirim Lagoon.

Rainfall classification of the area by the technique of quantile.

The annual rainfall was distributed according to Table 1, based on the analysis of the quantile technique. The years with accumulated rainfall lower than 1012.7 mm were classified as very dry; between 1012.7 and 1202.2 mm as dry; between 1202.2 and 1290.8 mm as normal; between 1290.8 and 1543.1 mm as rainy and above 1543.1 mm as very rainy.

Periods of 1992, 1993, 1997, 2002, 2003 and 2007 were classified as the rainiest, and 1994, 2005, 2006, 2008 to 2010 were classified as less rainy.

The years 1999 and 2001 could not be studied by failure on data from the weather station used.

Table 1

Classification of the years in relation to rainfall.

Very Dry	Dry	Normal	Rainy	Very Rainy
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
2008	2009	1996	1997	2003
2006	2010	2004	2007	2002
	1994	1998	1993	
	2005	2000	1992	
		2011		
		1995		

Classification of annual harvests of fish by the technique of quantile.

According to the calculation of quantiles, annual harvests of biru at Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed as shown in Table 2. The yields values below 9,096 kg were classified as very low; between 9,096 and 13,723 Kg as low; between 13,723 and 36,042 Kg as normal; between 36,042 and 56,483 kg as high and above 56,483 kg as very high.

The high catches of 1996 and 2003, and very high catches of 1993, 1995 and 2004 occurred in years of significant precipitation (normal, high and very high). In other years, low catches occurred in periods of low rainfall.

Table 2

Classification of annual yields of biru.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
2000	2001	2010	2009	2004
1999	2011	2002	1996	1993
2006	2008	1992	1994	1995
	2007	2005	2003	
		1997		
		1998		

The annual yields of the pearl cichlid in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 3. The yields values below 2009 kg were classified as very

low; between 2,009 and 1,800 Kg as low; between 1,800 and 3,478 Kg as normal; between 3,478 and 40,500 Kg as high and above 40,500 Kg as very high.

Catches classified as normal in 1993, 2000 and 2007 occurred in years of normal and high rainfall. The high catches from 2002 to 2004 occurred in years of high or very high rainfall. In other years, low catches occurred in periods of low rainfall.

Table 3
Classification of annual yields of pearl cichlid.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q(0,15)	Q(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
1998	2008	1993	2006	2004
2009	1994	2007	2002	2003
	1999	2001	2005	
		2000		
		1997		
		1998		

The annual harvest of silver catfish in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 4. The yields values below 101,160 kg were classified as very low; between 101,160 and 191,324 kg as low; between 191,324 and 347,216 kg as normal; between 347,216 and 420,438 kg as high and above 420,438 kg as very high.

Normal and high catches of 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004 and 2007 occurred in years of high precipitation. In the years 1992, 1993, 1995, 1998 and 2011, yields were low even with high precipitation.

Table 4

Classification of annual yields of silver catfish.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
1994	2010	1997	2008	2003
1992	2011	1996	2007	2002
1993	1998	2009	2005	2004
	1995	2000	2001	
		1999		
		2006		

The annual harvests of silverside in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 5. The yields values below 42,857 kg were classified as very low; between 42,857 and 60,841 Kg as low; between 60,841 and 73,775 kg as normal; between 73,775 and 107,197 kg as high and above 107,197 kg as very high.

Catches classified as normal and high in 1993, 1995, 1997, 2003, 2004 and 2007 occurred in years of normal and high rainfall. In other years, low catches occurred in periods of low rainfall.

Table 5

Classification of annual yields of silverside.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
2005	2009	1993	2002	2001
2010	1998	1995	1996	2011
2008	2006	1997	1999	2000
	1992	2003	2007	
		1994		
		2004		

The annual yields of spotted pimelodus in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 6. The yields values below 21,384 kg were classified as very low; between 21,384 and 100,970 kg as low; between 100,970 and 215,631 kg as normal; between 215,631 and 379,419 kg as high and above 379,419 kg as very high.

Normal and high harvests of 1998, 2000, 2002-2004 and 2007 occurred in years of normal or high rainfall. The low harvests of 1992, 1993, 1995, 1996, 1997 and 2011 occurred in years of high rainfall. Normal and high harvests of 2005, 2006, 2008, 2009 and 2010 occurred in years of low rainfall.

Table 6
Classification of annual yields of spotted pimelodus.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
1997	1993	1999	2009	2003
1996	1992	2010	2008	2004
1994	1995	1998	2007	2002
	2011	2001	2005	
		2000		
		2006		

The annual yields of trahira in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 7. The yields values below 387,308 kg were classified as very low; between 387,308 and 684,828 kg as low; between 684,828 and 913,400 kg as normal; between 913,400 and 1,247,158 kg as high and above 1,247,158 kg as very high.

The low yields of 1992, 1993, 1997, 2007 and 2011 occurred in years of normal or very high rain. Normal and high harvests of 2000, 2004-2006, 2008 and 2009 occurred in years of low rainfall.

Table 7
Classification of annual yields of trahira.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
1992	2010	1996	2005	2004
2011	1993	1998	2001	1999
1994	1997	2006	2000	2003
	2007	1995	2002	
		2009		
		2008		

The annual yields of viola in the Mirim-Mangueira lagoon complex were distributed according to Table 8. The yields values below 46,339 kg were classified as very low; between 46,339 and 118,016 kg as low; between 118,016 and 170,812 kg as normal; between 170,812 and 309,475 kg as high and above 309,475 kg as very high.

The low harvests of 2005, 2006, 2008 and 2010 occurred in years of low rainfall. Normal or high harvests of 1992, 1993, 1995-1998 and 2002-2004 occurred in years of normal or high rainfall.

Table 8
Classification of annual yields of viola.

Very Low	Low	Normal	High	Very High
Q1(0,15)	Q2(0,35)	Q3(0,65)	Q4(0,85)	
2008	2006	2001	1994	1995
2011	2010	2009	2004	1996
2007	2005	1993	2003	1997
	1999	1992	1998	
		2002		
		2000		

Linear regression analysis

Table 9 contains the values of annual rainfall and annual landings of each species in the Mirim Lagoon, including their total.

Table 9

Annual landings (kg) by species and total; and annual rainfall (mm) in Mirim Lagoon.

Year	Annual Rainfall	Biru	Pearl Cichlid	Silver Catfish	Freshwater Silverside	Spotted Pimelodus	Trahira	Freshwater Viola	Total
1992	1504,7	22966	0	84893	58244	28307	349977	139982	684369
1993	1501	58326	1800	101160	60841	22836	455607	139214	839784
1994	1197,3	52042	180	66942	70571	21384	387308	186695	785122
1995	1290,8	80146	0	172689	61868	52354	788198	309475	1464730
1996	1202,2	49811	0	255108	84242	17397	684828	348796	1440182
1997	1309,9	24943	0	191324	62827	15299	495019	385899	1175311
1998	1239,4	36042	30	159747	52746	147784	703797	302175	1402321
2000	1250,8	5945	3478	301788	137654	182942	1146609	170832	1949248
2002	1911,2	19131	7798	423754	83639	399388	1228632	147630	2309972
2003	1543,1	54205	47985	420438	65675	379419	1583006	234692	2785420
2004	1207,5	56483	40500	494063	73775	383153	1247158	213181	2508313
2005	1202,1	23033	12379	392471	37714	377313	984556	82472	1909938
2006	1012,7	9096	4727	347216	54992	215631	724537	53280	1409479
2007	1407,5	13552	2545	382757	96181	368062	644412	46339	1553848
2008	814,6	13039	170	365489	42857	270792	913400	50	1605797
2009	1153,1	38779	30	284521	43586	244208	801291	135985	1548400
2010	1176,1	13723	0	116862	37774	131230	417339	76924	793852
2011	1262,3	11249	0	123105	115948	94675	384801	43534	773312

According to the linear regression analysis, the species pearl cichlid, silver catfish, trahira and viola had a significant correlation with rainfall of the year previous to the landings. It can be emphasized that trahira and the total fish landed maintained a significant correlation coefficient in both periods. The values of the correlation coefficients (R) are shown in Table 10.

Table 10

Values of correlation coefficients (R) for each species in each period.

	Pearl Cichlid	Silver Catfish	Trahira	Freshwater Viola	Total landings
1992 to 1998	0,67	0,77	0,70	0,92	0,84
2002 to 2011	0,83	n/s*	0,77	n/s*	0,70

*n/s (not significant)

4. Discussion

According to IBAMA (2003a), trahira (*Hoplias malabaricus*) is the species of fish most abundant in the Mirim lagoon, with a significant and higher landing of this species.

There were no catches of *Micropogonias furnieri* (Whitemouth croaker), *Mugil platanus* (mullet), *Genidens barbatus* (catfish) and *Paralichthys orbignyanus* (flounder). Vassão (1952), Cunha (1953) and FAO (1972) indicate that the presence of these species is probably related to salinity intrusion to the Mirim Lagoon, in the periods preceding the construction of the canal lock in 1977, where the flow from Patos Lagoon to Mirim Lagoon was compromised.

According to Piedras (1994), fishing in the Mirim lagoon collapsed in the early 1980s, which explains the low catch of the beginning of the study period. This collapse began when annual landings decreased from 1,000 tons/year to 646 tons/year in 1993. This decline in the fishing landing was attributed to the systematic increase in fishing efforts in the Mirim lagoon, where fishermen from other regions (Patos Lagoon and Santa Catarina state) moved to the Mirim lagoon in large numbers, with no legislation denying their access.

The IBAMA regulation 119 of 1993 started the shared management process in Mirim Lagoon, which led to the ban of fishermen from other regions of the country, limiting access to the resource to local fishermen that were licensed annually. Added to this, it was established the minimum mesh size, maximum number and size of nets per boat, and implemented the closure period, including the reproductive period of trahira, which is the main species targeted by the local fishermen.

The management process started in 1994 results in a systematic increase of landings between 1996 and 2005.

In 2006, a law was created that matches the benefits granted to fishermen to the "fisherwomen". In addition, in communion with the legislation, a paid federal incentive called Pronaf was created, which helps them to purchase boats. This generated a significant increase in effort.

The period between 1991 and 1998 is similar to the period from 2010, where a reduction in catches of all species is observed. In the period before 1991, the fishing effort was very high (Piedras, 1994), as described above, causing stocks to diminish and collapse. Therefore, the catches would become smaller, since fish were unavailable. After a few years (from 1998), stocks were increasing again and the fishing activity became profitable once again, due to the implementation of legislation (Piedras, 1994). Fishermen increased fishing effort again after realizing that new stocks were available, increasing catches. Because of the increase in catch and effort, stocks declined again.

The results corroborate Magro et al. (2000), who evaluated the fish stocks around Southeastern Brazil and found a decline in catches, effect of the increase in fishing effort, and Rothschild et al. (1994), which indicate the breakdown of the population of oysters in the Chesapeake Bay in the United States by the increase in fishing effort.

The reduction in catches from 2010 is also due to the collapse of stocks, corroborating Pereira and D'Incao (2012) that stated how the increased effort reduces the available stocks. Because of this maladjustment in fishing efforts in the region, a new Joint Normative Instruction 2 of 09/02/04 was created by IBAMA/SEAP, which defined a minimum mesh size of 45 mm between nodes and the reduction in the length of the nets (Piedras, 2012). However, catches began to decline even after this measure, as indicated by Silva (2004) and Piedras (2012). The collapse is so significant that Silvano (2001), stating that although fishermen increment the fishing effort when the stock is already collapsed to ensure that this activity is still profitable, catches remain low.

From 2004 onwards, a small increase in silverside catches was observed, which could be explained by the reduction of trahira stocks, target species in the region (Piedras, 1994). Due to this reduction, fishermen used nets with mesh size above the lower size allowed (Silvano, 2001), so that there was an accidental capture of other species.

Catches of silver catfish and spotted pimelodus are similar because these species have similar habits, such as greater nocturnal activity and preference for the lagoon bottom, according to Guedes (1980), Kock et al. (2000) and Silva (2002). The other species are not much similar, because they have different habits and sizes as described by Bemvenuti (1995), Silfvergrip (1996), Kock et al. (2000), Lang (2001), Bemvenuti (2002) and Buckup et al. (2007). In addition, they are non-target species, except for trahira, as shown by Piedras (1994).

The study of the relationship between annual catches and the rainfall in the region shows that fluctuations in catches not only depend on the factors already described and studied, such as the construction of the canal lock, ineffective legislation and overfishing, but also the weather.

It was observed that, the higher the rainfall rates during the year, the greater the catches of biru, pearl cichlid, silverside, silver catfish and viola.

Regarding the silver catfish, normal and high catches of 1996, 1997, 2000, 2002, 2003, 2004 and 2007 occurred in years of very high precipitation. However, in 1992, 1993, 1995, 1998 and 2011 (period discussed earlier as presenting collapsed stocks), yields were low even with high precipitation. It can be affirmed that the silver catfish fishing is also directly influenced by rainfall in the region. This relationship becomes masked in recent years cited due to the lack of stock of the species.

Until 1997, catches of spotted pimelodus were low because it is not the target species in the region. However, since 1998 its catches have increased due to the accidental fishing of this species, which now occur due to the use of nets with smaller meshes than those allowed by law, caused by the shortage of stocks of the target species. Thus, the relationship with precipitation is unclear.

It was also observed that, in relation to trahira, years of higher rainfall rates had smaller catches and in most of the years of low rainfall, catches were high.

In linear regression analysis, a relationship can be observed between catches of pearl cichlid, silver catfish, trahira and general fishing with the rainfall in the region. The R values found show that the more it rains in a year, the greater the catch in that year and the following year. In the case of trahira, this result was expected, since its capture depends on the reproductive process of the previous year, which is influenced by wetland and significant depth of the lagoon, as stated by Chaves et al. (2009).

The R-values indicate that around 70% of fish landings in the region are influenced by rainfall, and the other 30% are probably related to fishing effort and population dynamics of each species.

These results show that the relationship between climate and fish stocks need to be investigated. Castello and Moller (1978) had already found a correlation ($R = -0.89$) between rainfall and shrimp production in the Patos Lagoon for the period of 1967-1976. Perry et al. (2000) also found a significant relationship between some environmental variables such as wind speed, water temperature, currents, tides and hours of sunshine with the availability of ocean pink shrimp *Pandalus jordani* on the west coast of Vancouver Island, Canada. Pereira and D'Incao (2012) determined the relationship between precipitation and pink shrimp harvests in the Patos Lagoon for the period of 1964-2008.

The understanding between climate, fishing, overfishing, fishing effort and stock availability will allow better management for the preservation of these species.

Conclusion

The annual fish catches in Mirim Lagoon are determined by the availability of stock, by increments and fishing efforts and by the rainfall.

References

- Arkin, P.A. 1982. The relationship between interannual variability in the 200 mb tropical wind field and the Southern Oscillation. *Mon. Weather Rev.* 110, 1393-1404
- Azambuja, P. 1978. *Historia das Terras e Mares do Chuí*. Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul; Porto Alegre, Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes.
- Bemvenuti, M.A. 2002. Diferenciação morfológica das espécies de peixes-rei, *Odontesthes Evermann & Kendall* (Osteichthyes, Atherinopsidae) no extremo sul do Brasil: morfometria multivariada. *Rev. Bras. Zool.* 19, 251-287.
- Bemvenuti, M.A. 1995. *Odontesthes mirinensis*, um novo peixe-rei (Pisces, Atherinidae, Atherinopsinae) para o sul do Brasil, *Rev. Bras. Zool.* 12, 881-903.
- Berlato, M.A., Fontana, D.C. 2003. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: UFRGS. 110p.
- Berlato, M.A., Farenzena, H., Fontana, D.C. 2005. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 39, 423-432.
- Bjerknes, J., Solberg, H. 1922. Life Cycle of Cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation. *Geof. Publ.* 3, 3-18.
- Bonatti, J.P., Rao, V.B. 1987. Moist baroclinic instability of North Pacific and South American intermediate-scale disturbances. *J. Atmos. Sci.* 44, 2657-2667.
- Bruschi, F.L.F. 2001. *Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação*. 65 f. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- Buckup P.A., Menezes, N.A., Ghazzi, M.S. 2007. *Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil*. Rio de Janeiro: Museu Nacional. 195p.
- Casarin, D.P., Kousky, V.E. 1986. Anomalias de Precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. *Rev. Bras. Meteor.* 1, 83-90.

- Casarin, D.P. 1982. Um Estudo Observacional sobre os Sistemas de Bloqueio no Hemisfério Sul. São José dos Campos. Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE-2638-TDL/114, 82 pp.
- Castello, J.P., Möller, O.O. 1978. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). *Atlantica*. 3, 67-74.
- Cunha, A.A.V. 1953. Contribuição ao estudo químico da água do canal São Gonçalo. *Agros*. 6,13-25.
- Delaney, P.J.V. 1965. Fisiografia e geologia da superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul. *Publicação Espec. Esc. de Geo, UFRGS, Porto Alegre*, 6, 195p.
- Diaz, A.F., Studzinski, C.D., Mechoso, R.C. 1998. Relationship between precipitation anomalies in Uruguay and southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. *J. Clim.* 11, 251-271.
- Everitt, B. 1974. *Cluster Analysis*. London: Heinemann Books. 135 p.
- FAO, 1972. Agriculture Organization of the United Nations. *Desarrollo de la cuenca hidrográfica de la Laguna Merin*, 86p.
- Fontana, D.C., Berlato, M.A. 1996. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. *Pesq. Agrop. Gaucha*. 2, 39-46.
- Gong, X., Richman, M.B. 1995. On the Application of Cluster Analysis to Growing Season Precipitation Data in North America East of the Rockies. *J. Clim.* 8, 897-2135.
- Grimm, A.M., Ferraz, S.E.T., Gomes, J. 1998. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. *J. Clim.* 11, 2863-2880.
- Guedes, D.S. 1980. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Santa Maria – RS, 1980. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria.
- Hammer, O., Harper, D.T.A., Ryan, P.D. 2003. *PAST – Palaeontological Statistics*, ver. 1.12.
- IBAMA. 2003a. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. MARRUL-FILHO, S. Crise e sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros.

IBAMA, Brasília, 148 p.

- IBAMA. 2005. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul de 1991 a 2004. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 44.
- IBAMA. 2006. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2005. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2007. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2006. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2008. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2007. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2009. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2008. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2010. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2009. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2011. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2010. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- IBAMA. 2012. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2011. Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG, pp. 45.
- Jica/SCP-RS. 2000. The Study on the Environmental Management of the Hydrographic Basin of Patos and Mirim Lakes in the Federative Republic of Brazil: Final Report. 4 v. Kokusai Kogyo/Pacific Consultants International.
- Kock, W.R., Milani, P.C., Grosser, K.M. 2000. Guia Ilustrado; Peixes Parque Delta do Jacuí. Porto Alegre: Fund. Zoobot. Rio Grande do Sul. 91 p.
- Kousky, V.E. 1988. Pentad Outgoing Longwave Radiation Climatology for the South American Sector. Rev. Bras. Meteor. 3, 217-231.
- Lang, J.J.R. 2001. Atlas ilustrado de los peces de agua dulce del Uruguay. PROBIDES, Uruguay, Mastergraf srl. 324p.
- Madden, R.A., Julian, P.R. 1971. Detection of a 40-50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific. J. Atmos. Sci. 28, 702-708.

- Magro, M., Cergole, M.C., Rossi-Wongtschowski, C.L.D.B. 2000. Síntese de conhecimentos dos principais recursos pesqueiros costeiros potencialmente exploráveis na Costa Sudeste-Sul do Brasil: Peixes, São Paulo, Brasil. 143p.
- Mega, D.F., Bemvenuti, M.A. 2006. Guia didático sobre alguns peixes da Lagoa Mangueira, RS. Cadernos de Ecologia Aquática, 1, 1-15.
- Montecinos, A., Diaz, A., Aceituno, P. 2000. Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on tropical Pacific SST. J. Clim. 13, 746-758.
- Pereira, N., D'Incao, F. 2012. Relationship between rainfall, pink shrimp harvest (*Farfantepenaeus paulensis*) and adult stock, associated with El Niño and La Niña phenomena in Patos Lagoon, southern Brazil. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., p.1-6.
- Perry, R.I., Boutillier, J.A., Foreman, M.G.G. 2000. Environmental influences on the availability of smooth pink shrimp, *Pandalus jordani*, to commercial fishing gear off Vancouver Island, Canada. Fish. Oceanogr. 9, 50-61.
- Piedras, S.R.N. 1994. Recursos Pesqueiros na Região Brasileira da Lagoa Mirim – RS. Revista UCPel, Pelotas, 4, 53-60.
- Piedras, S.R.N., dos Santos, J.D., Fernandes, J.M., Tavares, R.A., Souza, D.M., POUEY, J.L.O.F. 2012. Caracterização da atividade pesqueira na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul – Brasil. R. Bras. Agrocienc., 18, 107-116.
- Puchalski, L.A. 2000. Efeitos associados ao El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no Estado do Rio Grande do Sul. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 83p.
- Rao, V.B., Hada, K. 1990. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the southern oscillations. Theor. Appl. Climatol. 2, 81-91.
- Ropelewski, C.H., Halpert, S. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. Mon. Wea. Rev. 115, 1606–1626.
- Rothschild, B.J., Ault, J.S., Gouletquer, P., Herai, M. 1994. Decline of the Chesapeake Bay oyster population: a century of habitat destruction and overfishing. Mar. Ecol. Prog. Ser. 111, 29-39.

- Satyamurty, P., Mattos, L.F. 1989. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the middle altitudes due to horizontal deformation and divergence. *Mon. Wea. Rev.* 117 (6), 1355-1364.
- Silfvergrip, A.M.C. 1996. A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Stockholm, Sweden, 1996. 156p. (PhD Thesis) - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History.
- Silva, L.B. 2002. Análise da dieta alimentar do pintado *Pimelodus maculatus* da região sul do estado do Rio Grande do Sul. Relatório, Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq 10p.
- Silva, R.S. 2004. Relatório das entrevistas com pescadores. CET. 32p.
- Silvano, R.A.M., Begossi, A. 2001 Seasonal dynamics of the fishery at the Piracicaba River (Brazil). *Fish. Res.* 51, 69-86.
- Studzinski, C.D., Diaz, A.F. 1994. Relação da precipitação no sul do Brasil- Uruguai com a temperatura da superfície do mar (TSM) por correlações canônicas (CCA). In: Pessoa, M.L., Mine, M.R.M., Leite, E.A. (Coord.). *Meteorologia e hidrologia: aspectos e considerações no contexto brasileiro*. Curitiba: Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar). p:191-205.
- Toby, N.C. 1980. Airflow Through Midlatitude Cyclones and the Comma Cloud Pattern. *Mon. Wea. Rev.*, 108, 1498–1509.
- Vassão, C.M. 1952. Reconhecimento Topo – Hidrográfico da Lagoa Mangueira. *Bol. Tec. Instit. Agron. Sul*, 5, 120-129.
- Velasco, G. 2004. Projeto de Conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira. PROBIO – MMA – CNPq – NEMA, Rio Grande.
- Velasco, I., Fritsch, J.M. 1987. Mesoscale convective complexes in the Americas. *J. Geophys. Res.* 92, 9591-9613.
- Xavier, T.M.B.S., da Silva, J.F., Rebello, E.R.G. 2002 A Técnica dos Quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras, Brasília, Brasil. 140p.

4 Segundo artigo:

Pesca artesanal e disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim

Artisanal fisheries and availability water of Mirim Lagoon

Natalia Pereira ^{a*}, Fernando D'Incao ^b, Sérgio Renato Piedras ^a.

a- Programa de Pós-graduação em Zootecnia, FAEM, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

natalialtp@gmail.com

b- Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, IO-FURG, Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil.

Pesca artesanal e disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim

Artisanal fisheries and availability water of Mirim Lagoon

Natalia Pereira ^{a*}, Fernando D’Incao ^b, Sérgio Renato Piedras ^a.

a- Programa de Pós-graduação em Zootecnia, FAEM, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, Brasil.

natalialtp@gmail.com

b- Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica, IO-FURG, Universidade Federal do Rio Grande, RS, Brasil.

RESUMO

O sistema hidrológico da Lagoa Mirim é utilizado na irrigação do arroz, tanto em território brasileiro, como no uruguaio, abastecimento público e para pesca, sendo que a pesca artesanal envolve diretamente mais de 300 famílias. Para a pesquisa foram utilizados dados históricos da região da Lagoa, de desembarque pesqueiro, precipitação pluvial, nível da água e safras de arroz. Foram realizadas análises de Regressão Linear entre os dados. A análise indicou uma correlação significativa entre as capturas anuais de cará e traíra, com o nível médio anual da lagoa do ano anterior. O nível da lagoa está diretamente relacionado com a precipitação pluvial da região. Nos anos de maiores precipitações, os níveis da lagoa apresentam-se mais elevados e os anos mais secos resultaram em níveis mais baixos. Os níveis mais elevados ocorreram no segundo semestre de cada ano. Já no primeiro semestre, particularmente nos meses de março, abril e maio encontram-se os níveis mais baixos, embora a precipitação pluvial seja maior neste período. Esta redução no volume está relacionada ao processo de irrigação das lavouras de arroz da região, que são encharcadas, em torno de 90%, com água da Lagoa Mirim. Sendo assim, a disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim está relacionada com os índices pluviométricos da região e com o uso deste recurso para abastecimento e irrigação.

PALAVRAS CHAVE

Pesca artesanal, nível, Lagoa Mirim, peixes

ABSTRACT

The hydrological system of the Mirim Lagoon is used in rice irrigation, both in Brazil, as in Uruguay, public water supply and for fishing. The artisanal fishing directly involves over 300 families. For the research we used historical data of the region as fishing landings, rainfall, water level and rice crops. Linear regression analysis was performed. The analysis indicated a significant correlation between annual catches of *cará* and *traíra*, with the annual average level of the previous year's lagoon. The level is directly related to rainfall in region. In the years of greatest rainfall, the levels have to be higher and the driest years have resulted in lower levels. The highest levels occurred in the second half of each year. In the first half, particularly in March, April and May are the lowest levels, although the rainfall is greater in this period. This reduction of the volume is related to the irrigation process the rice fields of the region, which is soaked, around 90%, with water Mirim Lagoon. Thus, the water availability of the Mirim Lagoon is related to rainfall in the region and with the use of this resource for supply and irrigation.

KEY WORDS

Artisanal fisheries, Mirim Lagoon, Fishes.

INTRODUÇÃO

A planície lagunar adjacente à costa do estado do Rio Grande do Sul possui inúmeras lagoas que recebem drenagem natural e compõem o maior sistema hidrográfico do Estado (DELANEY, 1965).

A Lagoa Mirim localiza-se ao sul do Rio Grande do Sul entre o Brasil e o Uruguai. Aproximadamente 2.750km² em território brasileiro e 1000km² em território uruguaio. As profundidades médias naturais são da ordem de 1 a 2 metros na parte norte, aumentando para 4 metros na parte central, chegando a 5-6 metros na parte sul (JICA, 2000). O sistema hidrológico da Lagoa Mirim se caracteriza por ter vários pontos de entrada, e um só ponto de saída. Os pontos de entrada são os correspondentes às sub-bacias de contribuição: Bacia do São Gonçalo (9.147 km) – Rio Piratini, Bacia do Arroio Grande (4.080 km) – Arroio Grande e Arroio Chasqueiro, Bacia Litoral (6.416 km) – Banhado do Taim e Lagoa Mangueira, Bacia do Tacuarí (5.143 km), Bacia do Cebollatí (17.328 km), Bacia Sarandí (1.266 km) e Bacia do San Miguel (6.933 km).

A saída natural de água da Lagoa ocorre através do canal São Gonçalo (76 km), que liga a Mirim à Lagoa dos Patos. O escoamento no canal de São Gonçalo pode ocorrer em um ou noutro sentido, dependendo da maré e da intensidade dos ventos, que são bastante intensos no local. O sentido mais comum de escoamento é da Mirim para Lagoa (Holz *et al* 2006) Villanueva 1998 diz que o volume da Lagoa Mirim pode atingir até 17x109m³. E o volume no qual a Lagoa pode flutuar em função das condições hidrológicas e da saída no canal São Gonçalo é de 12,4x109m³. A vazão média de afluência à Lagoa e ao canal São Gonçalo é de 787m³/s, e seu tempo de residência de aproximadamente 205 dias.

A Lagoa Mirim apresenta uma superfície média da ordem de 3.500 km², podendo variar entre 3.381 e 3.863 km², para variações de nível de água entre as cotas 0 e 1,85 m (s.n.m.). Na situação média o volume acumulado atinge aproximadamente 12,4 bilhões de m³

(IPH, 1998). Em termos hidrológicos médios, a vazão afluyente à Lagoa Mirim e ao canal São Gonçalo é de 787 m³/s e o tempo de residência no corpo lagunar aproxima-se de 205 dias.

Os níveis médios mensais mais baixos são observados no trimestre março-maio, em parte por efeito da irrigação para a produção de arroz. Cabe destacar que o período menos chuvoso é entre outubro e dezembro, enquanto o de menores afluências ocorre entre dezembro e fevereiro (IPH, 1998).

Em função dos dados existentes é possível observar que a Lagoa Mirim funciona como um reservatório de regularização interanual, sendo que os níveis de água mais baixos decorrem de uma sequência de anos secos (Kotzian e Marques 2004). No entanto, nas cheias excepcionais os níveis na Lagoa Mirim podem superar a cota 4,00 m e mesmo a cota 5,30 m, por influência de forte vento nordeste (Vieira e Rangel, 1988) que represa suas águas.

A Lagoa Mirim por possui parte de sua superfície no Uruguai, necessita de um regime compartilhado quanto ao uso, planejamento e gestão dos seus recursos naturais, principalmente dos recursos hídricos. Essa característica peculiar impõe a necessidade de ajustes e acertos binacionais (Kotzian e Marques 2004).

Uma grande riqueza biológica é observada nestas lagoas, representada por inúmeras espécies de animais, entre aves aquáticas, mamíferos (capivara, ratão-do-banhado), répteis (jacaré-do-papo-amarelo, cágado) e peixes (peixe-rei, traíra, pintado, cascudo, bagre) (MEGA e BEMVENUTI, 2006). Suas águas são utilizadas na irrigação do arroz, tanto em território brasileiro, como no uruguaio, podendo atingir 400 m³/s (Villanueva, 1988), abastecimento público, e para pesca, sendo que a pesca artesanal envolve diretamente mais de 300 famílias (VELASCO, 2004).

No complexo lagunar Mirim-Mangueira a pesca artesanal apresenta uma expressiva captura de traíras (*Hoplias malabaricus*), violas-cascudas (*Loricariichthys anus*), jundiás (*Randhia aff. quelen*), pintado (*Pimelodus maculatus*) e outras espécies de menor expressão

(IBAMA, 2003a), como *Odontesthes bonariensis* e *O. humensis* (peixe-rei), *Cyphocharax voga* (birú) e *Geophagus brasiliensis* (cará), sendo que a traíra é a principal espécie capturada, representando 67% do total (Piedras *et al* 2012).

Estudos sobre uso dos recursos hídricos da Lagoa Mirim são necessários para o entendimento das variações das capturas de peixes anuais, melhorando o gerenciamento pesqueiro da região. Neste sentido, este estudo tem como objetivo avaliar o impacto das variações dos níveis médios da Lagoa Mirim, sobre o desembarque de pescado, tendo como hipótese, que o nível da Lagoa afeta a produção pesqueira regional.

METODOLOGIA

Para a pesquisa foram utilizados dados históricos da região da Lagoa, localizada no sul do Rio Grande do Sul, com parte de seu limite fazendo fronteira com o Uruguai. Os dados dos desembarques anuais (kg) de peixes da lagoa foram extraídos das estatísticas geradas pelo IBAMA (2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010; 2011).

Os dados de nível da Lagoa Mirim foram coletados pela Agência da Lagoa Mirim, em dois pontos: Santa Izabel (Lat 32° 07' 07.36'' S e Lon 52° 35' 20.06'') e Santa Vitória do Palmar (Lat 33° 29' 51.97'' e Lon 53° 26' 08.97''). Foram calculadas as médias mensais. O período estudado foi de 2002 a 2010. Não foi possível realizar o estudo com um período maior, pois não havia dados históricos disponíveis.

Os dados de precipitação foram coletados pela Estação Meteorológica de Santa Vitória do Palmar (Lat -33.516667°, Lon -53.35° e Alt 24.01m) e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (8° Distrito de Meteorologia – Porto Alegre) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuária (FEPAGRO) da Secretaria de Ciência e Tecnologia (SCT) no Estado do Rio Grande do Sul. Foram calculados os totais anuais e as médias mensais.

Foi verificada a variação anual das safras de arroz, oriundas da região da Lagoa Mirim, fornecidos pelo Instituto Rio Grandense do Arroz- IRGA através da Coordenadoria da Zona Sul, também no período entre 2002 e 2010. Regressões lineares foram calculadas, entre os desembarques totais anuais, por espécie, e os níveis médios anuais da água do ano anterior às pescarias e entre os desembarques totais anuais, por espécie, e os níveis médios anuais da água do mesmo ano das pescarias.

Também foram realizadas análises de regressão linear, onde se aferiu o grau da correlação entre o nível médio mensal da lagoa Mirim e os desembarques médios mensais, por espécie. A análise correlacional indica a relação entre duas variáveis lineares e os valores sempre serão entre +1 e -1. O sinal indica a direção, ou seja, se a correlação é positiva ou negativa e o tamanho da variável indica a força da correlação.

RESULTADOS

Nível médio da Lagoa Mirim

De acordo com a análise dos dados, o nível médio da Lagoa Mirim é de 2,0 m, com uma amplitude anual entre 1,2 e 3,5 m, conforme figura 1.

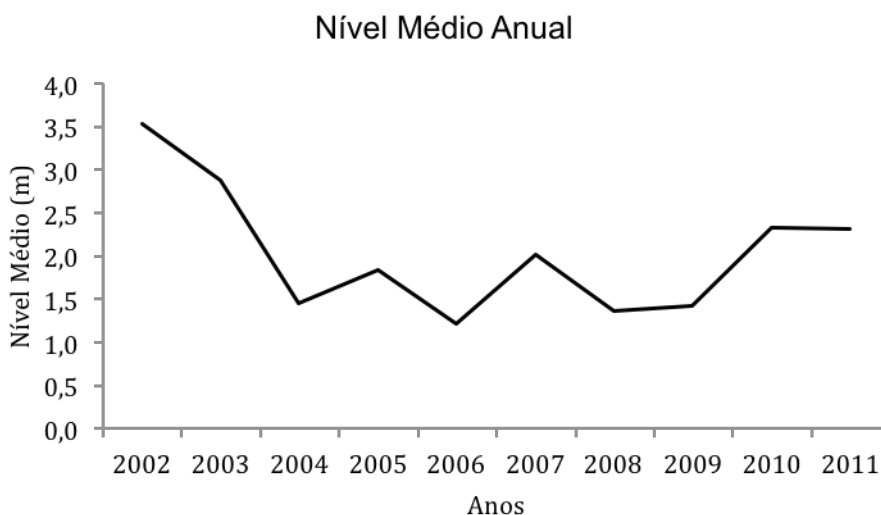


Figura 1. Nível médio da Lagoa Mirim, entre 2002 e 2011.

Variação anual do nível da água da Lagoa Mirim

A figura 2 mostra a variação anual das médias mensais do nível da água na lagoa. Os primeiros dois anos da série (2002 e 2003) indicam um nível médio superior aos demais, em praticamente todos os meses, exceto fevereiro e março. O ano de 2002 foi o único da série estudada, no qual os níveis chegaram a 4,5 metros. O ano de 2004, 2006 e 2008 mantiveram suas médias abaixo de dois metros, exceto o mês de setembro de 2006, que o nível chegou a 2,5 m. Nos anos de 2005 e 2007, os níveis tiveram uma variação semelhante, oscilando entre 0,5 e 3 metros durante todo o ano. O nível médio no ano de 2009 manteve-se em torno de um metro durante o primeiro semestre. Já no segundo semestre, começou a aumentar, chegando a três metros em dezembro. Em 2010, o nível oscilou entre dois e três metros ao longo do ano. Os meses com níveis mais baixos são março, abril e maio.

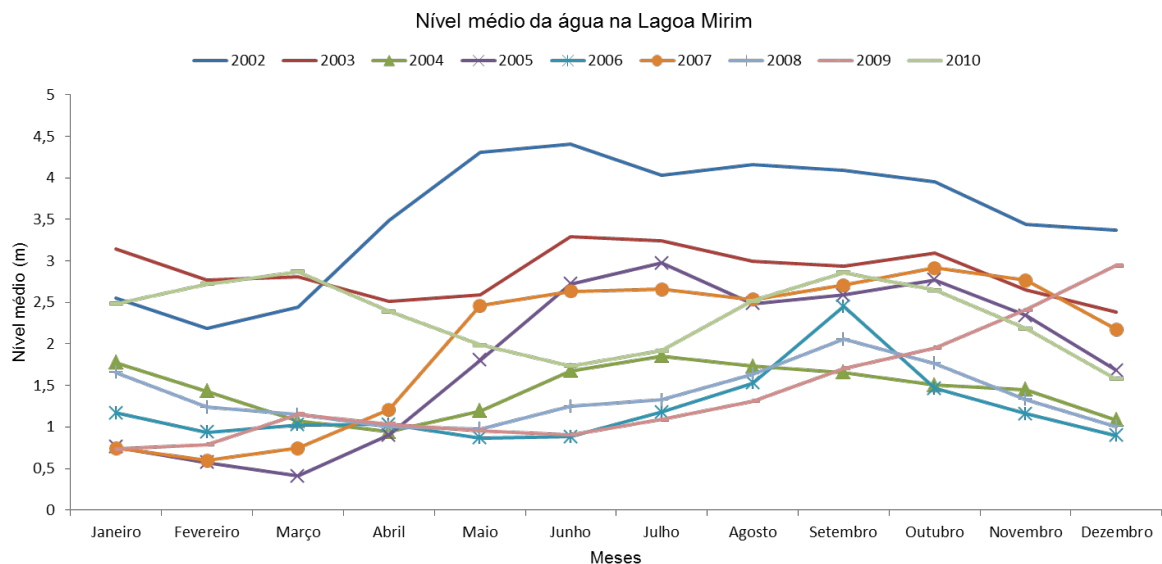


Figura 2. Variação anual do nível médio mensal da água da Lagoa Mirim, no período entre 2002 e 2010.

Variação anual da precipitação pluvial na região da Lagoa Mirim

Os meses com maiores volumes pluviométricos ocorreram no primeiro semestre, com exceção de janeiro, conforme a figura 3. Os valores médios possuíram uma amplitude entre 70,0 e 173,0 mm ao mês. O volume total da precipitação pluvial anual nos anos estudados variou entre 814,6 e 1575,7 mm ao ano, conforme mostra a figura 4. O ano de 2002 foi o mais chuvoso do período analisado e o ano de 2008 foi o mais seco.

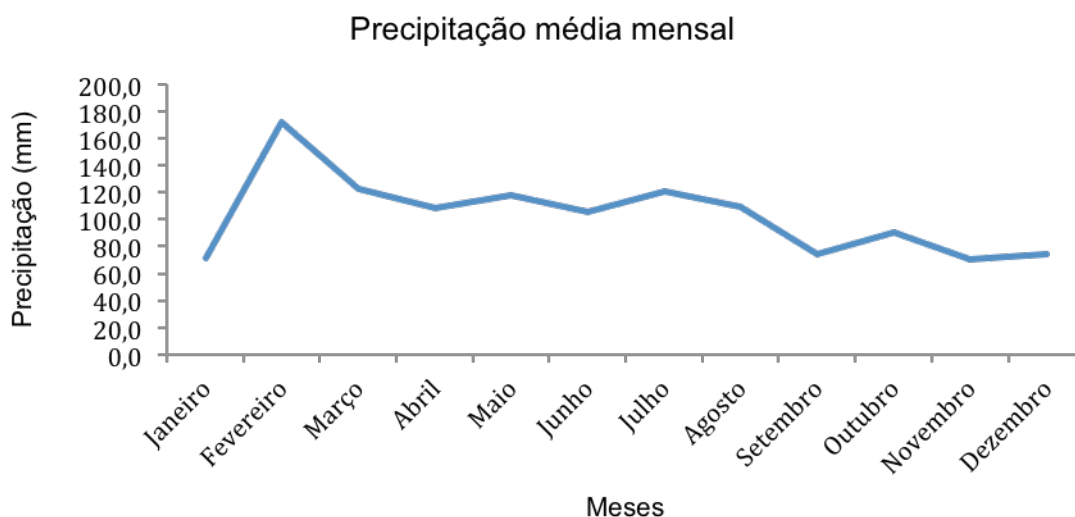


Figura 3. Precipitação média mensal na Lagoa Mirim, no período entre 2002 e 2011.

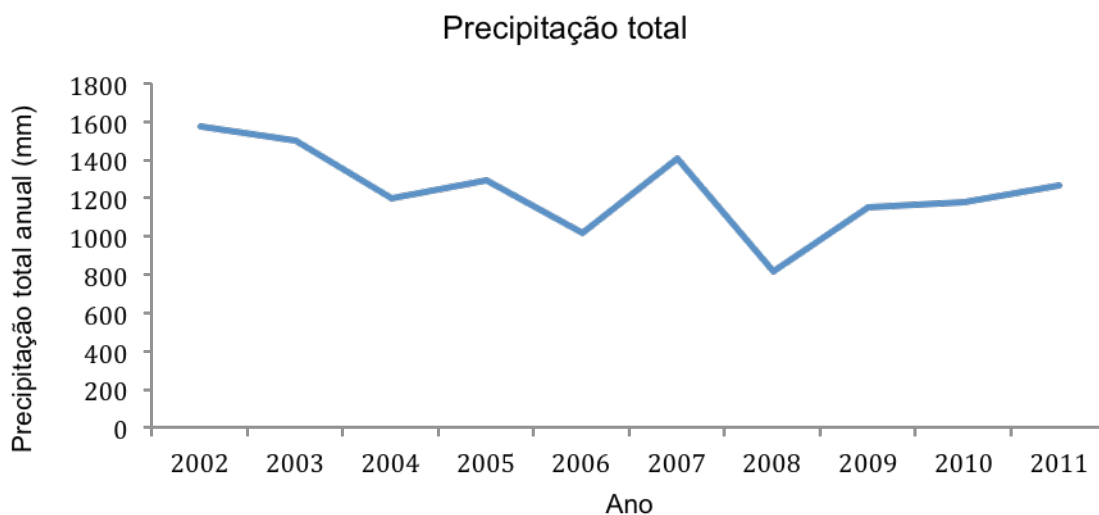


Figura 4. Precipitação total anual na Lagoa Mirim, no período entre 2002 e 2011.

Varição anual das safras de arroz da região da Lagoa Mirim

Os valores das safras de arroz oscilaram entre 704.267 (2002) e 1.449.000 (2011) t ao longo dos anos estudados. Nota-se um crescente aumento na colheita, praticamente a cada ano (Fig. 5).

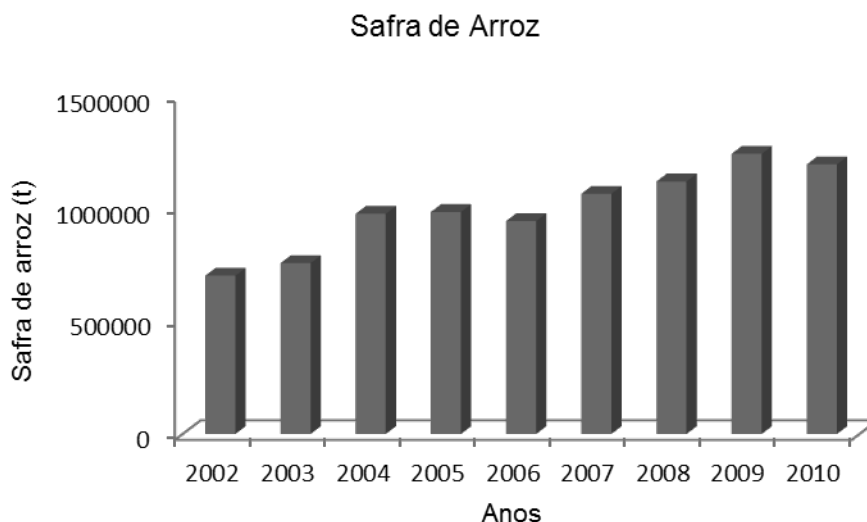


Figura 5. Variação anual das safras de arroz da região da Lagoa Mirim, no período entre 2002 e 2010.

Análises de Regressão Linear

A análise de regressão linear mostrou uma correlação significativa (valores hachurados) entre as capturas anuais de cará e traíra, com o nível médio anual da lagoa do ano anterior, conforme a tabela 1. Não houve relação significativa com as safras anuais de biru, cara, jundiá, peixe-rei, pintado e total desembarcado, tampouco entre os dados de nível e desembarques do mesmo ano (tabela 1).

Tabela 1. Valores do coeficiente de correlação (R) entre os desembarques anuais de peixes e nível médio anual da Lagoa Mirim e, do ano anterior e mesmo ano.

Espécie	biru	cará	jundiá	peixe-rei	pintado	traíra	viola	Total desembarcado
R (ano anterior)	0,65	0,84	0,35	0,26	0,25	0,71	0,66	0,64
R (mesmo ano)	0,02	0,17	-0,02	0,39	0,21	0,29	0,35	0,26

Análise de Regressão Linear mensal por espécie

As análises de regressão linear mostraram-se eficientes e significativas entre o nível mensal da lagoa com as espécies: biru, pintado, traíra e viola. Não houve correlação com jundiá, cará e peixe-rei. Os meses de novembro, dezembro e janeiro foram retirados da análise, pois compreendem meses de reprodução e defeso das espécies, logo não há capturas. O comportamento das capturas médias mensais de biru, pintado, traíra e viola, em relação ao nível médio mensal da lagoa, são mostrados na Figura 6. O coeficiente de correlação para o biru foi de $R = -0,90$ ($R^2 = 0,81$), com as maiores capturas ocorrendo nos meses onde o nível da lagoa estava mais baixo. As menores capturas ocorreram enquanto o nível da lagoa esteve mais alto. A dispersão linear com a equação e o valor de R^2 estão na Figura 6a.

Para o pintado, o coeficiente de correlação foi de $R = 0,77$ ($R^2 = 0,59$). As maiores capturas ocorreram nos meses onde o nível da lagoa estava mais alto, enquanto as menores capturas ocorreram enquanto o nível da lagoa esteve mais baixo (Fig. 6b). A dispersão linear e a equação e o valor de R^2 para o pintado estão na Figura 6b.

O coeficiente de correlação da traíra foi de $R = -0,91$ ($R^2 = 0,84$). As maiores capturas ocorreram nos meses onde o nível da lagoa estava mais baixo. E as menores capturas

ocorreram enquanto o nível da lagoa esteve mais alto (Fig. 6c). A dispersão linear e a equação e o valor de R^2 para a traíra estão na Figura 3c.

Para a viola, o coeficiente de correlação foi de $R = -0,76$ ($R^2 = 0,58$). As maiores capturas ocorreram nos meses onde o nível da lagoa estava mais baixo. E as menores capturas ocorreram enquanto o nível da lagoa esteve mais alto (Fig. 6d). A dispersão linear e a equação e o valor de R^2 para a viola estão na Figura 6d.

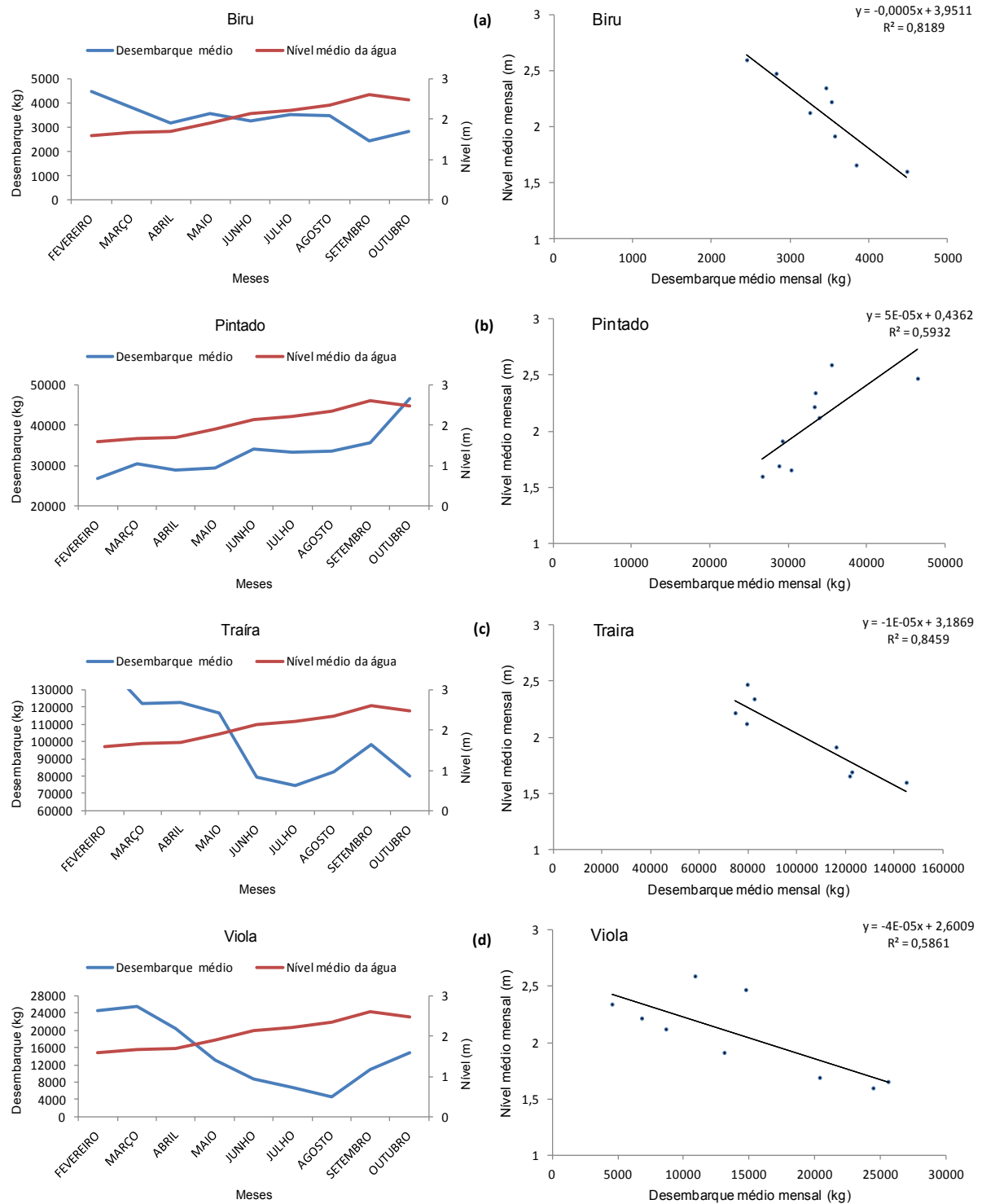


Figura 6. Relação entre desembarque médio mensal de biru (a), pintado (b), traíra (c), viola (d) e nível médio mensal da Lagoa Mirim e suas respectivas regressões lineares, com equação e valor de R^2 .

DISCUSSÃO

O nível da Lagoa Mirim está diretamente relacionado com a precipitação pluvial da região, bem como a precipitação de toda sua bacia hidrográfica (Holz et al 2006). Nos anos de maiores precipitações, como o de 2002, os níveis da lagoa apresentam-se mais elevados. Desta forma, os anos mais secos resultam em níveis mais baixos. Os níveis mais elevados estão disponíveis no segundo semestre de cada ano. Já no primeiro semestre, particularmente nos meses de março, abril e maio encontram-se os níveis mais baixos, embora a precipitação pluvial seja maior neste período. Esta redução no volume está relacionada ao processo de irrigação das lavouras de arroz da região, que são encharcadas, em torno de 90%, com água da Lagoa Mirim, conforme IPH 1998.

Embora a produção arrozeira da região dependa substantivamente da disponibilidade hídrica da região, não foi possível correlacionar os dados das safras com os níveis da água, porque como podemos observar nos dados, a produção de arroz aumenta a cada ano, e isto é reflexo de um incremento na produção, além do aumento das zonas de cultivo, como indicam os dados estatísticos do IRGA. Logo, as variáveis que interferem no sucesso das colheitas são de diversos setores, entre eles, ambientais, geográficos e econômicos.

No entanto, como há um aumento notório nas safras, estima-se que há um consumo maior de água, a cada ano, embora a tecnologia esteja avançando no sentido de diminuir o consumo de água para a produção. Por esta razão, torna-se necessário um cuidado com a preservação hídrica da lagoa.

A análise de regressão linear determinou uma relação significativa ($R=0,71$) entre as capturas anuais de traíra e o nível médio da água do ano anterior, indicando que as capturas são maiores quando o nível da água, do ano anterior, esteve maior; e conseqüentemente as áreas alagadas também eram maiores. Segundo Chaves et al 2009, o período de maior reprodução da traíra ocorre em anos de cheias, logo, um ano de cheia ocorre uma boa

reprodução e no ano seguinte a disponibilidade de estoque torna-se maior. De acordo com Vazzoler (1996), as variáveis ambientais atuam sobre os indivíduos, de modo que as condições, na época de desova, tornem-se favoráveis à sobrevivência e crescimento da prole.

Também foi encontrada uma correlação significativa ($R=0,84$) entre o nível médio da água e o desembarque de cará do ano seguinte. Esta relação é explicada, uma vez que o cará faz parte das capturas acidentais que ocorrem durante a pesca da traíra, espécie alvo da região, conforme Piedras 1994. Na análise mensal, foi encontrada uma correlação significativa e positiva entre os níveis médios mensais da água e as capturas médias mensais de pintado, indicando que, quanto mais cheia a lagoa e maiores as áreas alagadas, maiores são as capturas da espécie. Segundo Basile Martins et al 1986, o pintado possui boa adaptabilidade no seu regime alimentar e adapta-se a qualquer profundidade, embora prefira viver no fundo.

Já a correlação com o biru, a traíra e a viola, foi significativa, mas negativa, indicando maiores capturas nos meses com níveis de água mais baixos, o que representa que há uma maior densidade de indivíduos por área de pesca, facilitando a captura. Segundo Piedras 1994, o biru e a viola também são espécies capturadas acidentalmente na região.

CONCLUSÃO

A disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim está relacionada com os índices pluviométricos da região e com o uso deste recurso para abastecimento e irrigação. Os desembarques pesqueiros da região dependem, também, da disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim, incluindo a traíra, espécie alvo e economicamente importante da região. São necessários mais estudos para compreensão da influencia ambiental na atividade pesqueira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASILE-MARTINS, M.A. et al. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépede, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo - Brasil. **Boletim Instituto Pesca**. 13, 17-19, 1986.
- HOLZ, R.F., LIMA, M.L.P. Estudo da Potencialidade da Lagoa Mirim através do Transporte de Arroz pelo Modal Hidroviário. In: II Seminário e workshop em Engenharia Oceânica, 2006, Rio Grande. II Seminário e workshop em Engenharia Oceânica. 34-34. 2006.
- INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. **Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da bacia da Lagoa Mirim: relatório de convênio**. Porto Alegre. 3v. Volumes 1, 2 e 3. IPH-UFRGS, 3 volumes. 1998.
- IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Banco de dados disponível em http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safra
- KOTZIAN, H.B., MARQUES, D.M. Lagoa Mirim e a convenção Ramsar: um modelo para ação transfronteiriça na conservação de recursos hídricos. **REGA** – Vol. 1, no. 2, p. 101-111, jul./dez. 2004
- CHAVES, M.F. et al. Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *H. malabaricus*. **Revista Biotemas**, 22 (2), 2009.
- VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleosteos: Teoria e prática**. EDUEM SBI, São Paulo, Brasil, 169pp.
- VIEIRA, E.F., RANGEL, S. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sóciodemográfica**. Porto Alegre: Sagra. 1988.

VILLANUEVA, A. O. N., SILVA, E. A., TUCCI, C. E. M., BELTRAME L. F. S. 1998.
Balanço oferta demanda para gerenciamento do Sistema Mirim-Mangueira. In:
XVII CONGRESSO NACIONAL DA ÁGUA, 1998, Santa Fé, Argentina; II
SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO CONESUL, 1998, Santa Fé,
Argentina. **Anais.** 1998. p.477-487.

5 Considerações Finais

A literatura e os estudos realizados indicam que as capturas anuais de peixes na Lagoa Mirim são determinadas pela disponibilidade do estoque adulto, pelos incrementos e esforços pesqueiros e pela precipitação pluvial. A disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim está relacionada com os índices pluviométricos da região e com o uso da água para abastecimento e irrigação.

Os desembarques pesqueiros da região dependem, também, da disponibilidade hídrica da Lagoa Mirim, principalmente a traíra, espécie economicamente importante da região.

São necessários mais estudos para compreensão da influencia ambiental na atividade pesqueira da Lagoa Mirim e mais esforços devem ser aplicados para a obtenção de mais dados ambientais da região, uma vez que esta Lagoa é um importante e indispensável recurso natural do Sul do Brasil.

6 Referências Bibliográficas

ARKIN, P. A. The relationship between interannual variability in the 200 mb tropical wind field and the Southern Oscillation. **Monthly Weather Review**, 110: 1393–1404. 1982.

AZAMBUJA, P. Historia das Terras e Mares do Chuí. Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul; Porto Alegre, **Escola Superior de Teologia São Lourenço de Brindes**. 1978.

BARBIERI, G. Dinâmica da reprodução e crescimento de *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae) da represa do Monjolinho, São Paulo/SP. **Revista Brasileira de Zoologia** 6(2): 225-233. 1989.

BASILE MARTINS, M. A.; CIPÓLLI, M. N.; GODINHO, H. M. Alimentação do mandi *Pimelodus maculatus* Lacépede, 1803 (Osteichthyes, Pimelodidae), de trechos dos rios Jaguari e Piracicaba, São Paulo - Brasil. **Boletim Instituto Pesca**, v.13, p. 17-19, 1986.

BEMVENUTI, M. A. Diferenciação morfológica das espécies de peixes-rei, *Odontesthes* Evermann & Kendall (Osteichthyes, Atherinopsidae) no extremo sul do Brasil: morfometria multivariada. **Revta. bras. Zool.**, Curitiba 19(1): 251-287. 2002.

BEMVENUTI, M. A. *Odontesthes mirinensis*, um novo peixe-rei (Pisces, Atherinidae, Atherinopsinae) para o sul do Brasil, **Revista Brasileira Zoologia**, 12: 881-903. 1995.

BEMVENUTI, M. A.; RODRIGUES, F. L.; LOUZADA, L. R. Observação preliminar sobre o regime alimentar de *Odontesthes humensis* e *O. bonariensis*, relacionado com a estrutura bucal (Pisces, Atherinidae) **XII Encontro Brasileiro de Ictiologia**, 24-28 fevereiro, 1997 São Paulo Resumo p.44. 1997.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. **Porto Alegre: UFRGS**. 110p. 2003.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 39:423-432. 2005.

BERTOLLO L. A. C.; BORN, G. G.; DERGAM, J. A.; FENOCCHIO, A. S.; MOREIRA-FILHO, O. A. Biodiversity approach in the Neotropical fish *Hoplias malabaricus*. Karyotypic survey, geographic distribution of cytotypes and cytotaxonomic considerations. **Chromosome Research** 8(7): 603-613. 2000.

BJERKNES J.; SOLBERG, H. Life Cycle of Cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation. **Geof. Publ.** 3 (1): 3-18. 1922.

BONATTI, J.P.; RAO, V.B. Moist baroclinic instability of North Pacific and South American intermediate-scale disturbances. **J. Atmos. Sci.** 44 (18): 2657-2667. 1987.

BRITSKI, H. A.; SATO, Y.; ROSA, A. B. S. Manual de identificação de peixes da região de Três Marias (com chave de identificação para os peixes da bacia do São Francisco). Ed. Brasília: **CODEVASF- Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco**. 1988.

BRUSCHI, F. L. F. Rendimento, composição química e perfil de ácidos graxos de pescados e seus resíduos: uma comparação 65f. **Monografia (Graduação em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí**, Itajaí. 2001.

BUCKUP P. A.; MENEZES, N. A.; GHAZZI, M. S. Catálogo das espécies de peixes de água doce do Brasil. **Rio de Janeiro: Museu Nacional**. 195p. 2007.

CARLSON, T. N. Airflow Through Midlatitude Cyclones and the Comma Cloud Pattern. **Mon. Wea. Rev.**, **108**, 1498–1509. 1980.

CASARIN, D. P.; KOUSKY, V. E. Anomalias de Precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 1:83-90. 1986.

CASARIN, D.P. Um Estudo Observacional sobre os Sistemas de Bloqueio no Hemisfério Sul. São José dos Campos. **Dissertação de Mestrado em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, INPE-2638-TDL/114, 82 pp. 1982.

CASTELLO, J.P.; MÖLLER, O. O. On the relationship between rainfall and shrimp production in the estuary of the Patos Lagoon (Rio Grande do Sul, Brazil). **Atlântica**. 3: 67-74. 1978.

CHAVES, M. F.; TORELLI, J.; TARGINO, C. H.; CRISPIM, M. C. Dinâmica reprodutiva e estrutura populacional de *H. malabaricus*. **Revista Biotemas**, 22 (2). 2009.

CUNHA, A. A. V. Contribuição ao estudo químico da água do canal São Gonçalo. **Agros**. v. 6, n. 1, p. 13-25, 1953.

DELANEY, P. J. V. *Fisiografia e geologia da superfície da Planície Costeira do Rio Grande do Sul*. **Publicação Especial da Escola de Geologia, UFRGS**, Porto Alegre, 6: 195p. 1965.

DIAZ, A.F.;, STUDZINSKI, C. D.; MECHOSO, R. C. Relationship between precipitation anomalies in Uruguay and southern Brazil and sea surface temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. **Journal of Climate**. 11:251-271. 1998.

EVERITT, B. Cluster Analysis. London: **Heinemann Books**. 135 p, 1974.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **The State of World Fisheries and Aquaculture, Rome**, 2006. pp180. 2006.

FAO, AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Desarrollo de la cuenca hidrográfica de la Laguna Merin**, 86p, 1972.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. 2:39-46. 1996.

GONG, X.; RICHMAN, M. B. On the Application of Cluster Analysis to Growing Season Precipitation Data in North America East of the Rockies. **Journal of Climate**, v.8, n.4, p. 897-2135, 1995.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. **J. Climate**. 11:2863-2880. 1998.

GROSSER, K. M.; HAHN, S.D.. Ictiofauna da Lagoa Negra, Parque Estadual de Itapuã, Município de Viamão, RS. Brasil. **IHERINGIA**, ser. Zool. Porto Alegre (59): 45-64. 1981

GUEDES, D.S. Contribuição ao estudo da sistemática e alimentação de jundiás (*Rhamdia spp*) na região central do Rio Grande do Sul (Pisces, Pimelodidae). Santa Maria – RS, 1980. 99p. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia**, Universidade Federal de Santa Maria, 1980.

HAMMER, O.; HARPER, D. T. A.; RYAN, P. D. PAST – **Palaeontological Statistics**, ver. 1.12. 2003.

HOLZ, R. F.; LIMA, M. L. P. Estudo da Potencialidade da Lagoa Mirim através do Transporte de Arroz pelo Modal Hidroviário. In: II Seminário e workshop em Engenharia Oceânica, Rio Grande. **II Seminário e workshop em Engenharia Oceânica**, 2006. p. 34-34. 2006.

IBAMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. MARRUL-FILHO, S. Crise e sustentabilidade no uso dos recursos pesqueiros. **IBAMA**, Brasília, 148 p, 2003a.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul de 1991 a 2004. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 44, 2005.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2005. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2006.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2006. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2007.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2007. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2008.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2008. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2009.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2009. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2010.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2010. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2011.

IBAMA. Desembarques de pescados no Rio Grande do Sul, 2011. **Projeto Estatística Pesqueira – Rio Grande: IBAMA/CEPERG**, pp. 45, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS. Estudo para avaliação e gerenciamento da disponibilidade hídrica da bacia da Lagoa Mirim: relatório de convênio. Porto Alegre. 3v. Volumes 1, 2 e 3. **IPH-UFRGS**. 1998.

IRGA. Instituto Rio Grandense do Arroz. Banco de dados disponível em http://www.irga.rs.gov.br/index.php?action=dados_safra

JICA/ SCP-RS. The Study on the Environmental Management of the Hydrographic Basin of Patos and Mirim Lakes in the Federative Republic of Brazil: **Final Report**. 4 v. Kokusai Kogyo/Pacific Consultants International, 2000.

KLEEREKOPER, H. O peixe-rei. **Serv. Infor. Agric. Min. Agric. Rio de Janeiro**, 98 p. 1945.

KOCK, W. R.; MILANI, P. C.; GROSSER, K. M. Guia Ilustrado; Peixes Parque Delta do Jacuí. Porto Alegre: **Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul**. 91 p. 2000.

KOTZIAN, H. B.; MARQUES, D. M. Lagoa Mirim e a convenção Ramsar: um modelo para ação transfronteiriça na conservação de recursos hídricos. **REGA** – Vol. 1, no. 2, p. 101-111, jul./dez. 2004

KOUSKY, V. E. Pentad Outgoing Longwave Radiation Climatology for the South American Sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 3: 217-231. 1988.

LANG, J. J. R. Atlas ilustrado de los peces de agua dulce del Uruguay. **PROBIDES, Uruguay, Mastergraf srl**. 324p. 2001.

LOUREIRO, V. E.; HAHN N. S. Dieta e atividade alimentar da traíra, *Hoplias malabaricus* (Bloch, 1794) (Osteichthyes, Erythrinidae), nos primeiros anos de formação do reservatório de Segredo-PR. **Acta Limnologica Brasiliensia** 8: 195-205. 1996.

MADDEN, R. A.; JULIAN, P. R. Detection of a 40-50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific. **J. Atmos. Sci.** 28:702-708. 1971.

MAGRO, M.; CERGOLE, M. C.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B. Síntese de conhecimentos dos principais recursos pesqueiros costeiros potencialmente exploráveis na Costa Sudeste-Sul do Brasil: **Peixes**, São Paulo, Brasil. 143p. 2000.

MEGA, D. F.; BEMVENUTI, M. A. GUIA DIDÁTICO SOBRE ALGUNS PEIXES DA LAGOA MANGUEIRA, RS. **Cadernos de Ecologia Aquática**, v.1 (2), p. 1-15, 2006.

MEURER, S.; ZANIBONI FILHO, E. Hábito alimentar do jundiá *Rhamdia quelen* (Pisces, Siluriformes, Pimelodidae), na região do alto rio Uruguai. In: XII Encontro brasileiro de Ictiologia, São Paulo, SP. **Anais**. São Paulo: SBI, 1997. 420 p. p. 29. 1997.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA 2010. Produção Pesqueira e Aquícola. Estatística 2008 e 2009. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/#publicidade/publicacoes>>.

MONTECINOS, A.; DIAZ, A.; ACEITUNO, P. Seasonal diagnostic and predictability of rainfall in subtropical South America based on tropical Pacific SST. **Journal of Climate**. 13:746-758. 2000.

MORAES, P. R. R. Peixe-rei: maturação e reprodução em laboratório. **Revta. UCPel**, Pelotas 1 (1): 60-73. 1981.

OYAKAWA, O. T.; MATTOX, G. M. T. Revision of the Neotropical trahiras of the *Hoplias lacerdae* species-group (Ostariophysi: Characiformes: Erythrinidae) with descriptions of two new species. **Neotropical Ichthyology** 7(2): 117-140. 2009.

PEREIRA, N.; D'INCAO, F. Relationship between rainfall, pink shrimp harvest (*Farfantepenaeus paulensis*) and adult stock, associated with El Niño and La Niña phenomena in Patos Lagoon, southern Brazil. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, p.1-6, 2012.

PERRY, R. I.; BOUTILLIER, J. A.; FOREMAM, M. G. G. Environmental influences on the availability of smooth pink shrimp, *Pandalus jordani*, to commercial fishing gear off Vancouver Island, Canada. **Fisheries Oceanography**. 9: 50-61. 2000.

PIAIA, R.; TOWNSEND, C. R.; BALDISSEROTTO, B. Growth and survival of fingerlings of *Rhamdia quelen* exposed to different light regimes. **Aquaculture International** v. 7, p. 201-205, 1999.

PIEDRAS, S. R. N. Recursos Pesqueiros na Região Brasileira da Lagoa Mirim – RS.

Revista UCPel, Pelotas, v. 4, n. 2, p. 53-60, 1994.

PIEDRAS, S. R. N.; DOS SANTOS, J. D.; FERNANDES, J. M.; TAVARES, R. A.; SOUZA, D. M.; POUEY, J. L. O. F. Caracterização da atividade pesqueira na lagoa mirim, Rio grande do sul – brasil. **R. Bras. Agrocência**, 18: 107-116. 2012.

PUCHALSKI, L. A. Efeitos associados ao El Niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no Estado do Rio Grande do Sul. **Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre. 83p. 2000.

RAO, V. B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the southern oscillations. *Theoretical and Applied Climatology*. 2:81-91. 1990.

RECURSOS HÍDRICOS DO CONESUL. Santa Fé, Argentina. **Anais. Santa Fé**, 1998. p.477-487. 1998

RINGUELET, R. A.; ARAMBURU, R. H.; ARAMBURU, A. A. Los peces argentinos de água Dulce. **Comision de Investigacion Cientifica**, La Plata, 602p. 1967.

RODRIGUES, F. L.; BEMVENUTI, M. A.. Hábito alimentar e osteologia da boca do peixe-rei, *Odontesthes humensis* de Buen (Atheriniformes, Atherinopsidae) na Lagoa Mirim, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revta bras. Zool.*, Curitiba 18 (3):793-802. 2001.

ROPELEWSKI, C. H.; HALPERT, S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. **Mon. Wea. Rev.** 115:1606–1626. 1987.

ROTHSCHILD, B. J.; AULT, J. S.; GOULLETQUER, P.; HERAI, M. Decline of the Chesapeake Bay oyster population: a century of habitat destruction and overfishing. **Marine Ecology Progress Series**, 111: 29-39. 1994.

SANTOS, E. Peixes de água doce. **Coleção Zoológica Brasileira**, vol. 2, Editora Itatiaia Ltda, Belo Horizonte, 267p. 1987.

SATYAMURTY, P.; MATTOS, L. F. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the middle altitudes due to horizontal deformation and divergence. **Mon. Wea. Rev.** 117 (6):1355-1364. 1989.

SILFVERGRIP, A. M. C. A sistematic revision of the neotropical catfish genus *Rhamdia* (Teleostei, Pimelodidae). Stockholm, Sweden, 1996. 156p. **(PhD Thesis) - Department of Zoology, Stockholm University and Department of Vertebrate Zoology, Swedish Museum of Natural History**, 1996.

SILVA, L. B. Análise da dieta alimentar do pintado *Pimelodus maculatus* da região sul do estado do Rio Grande do Sul. **Relatório, Bolsa de Iniciação Científica PIBIC/CNPq** 10p. 2002.

SILVA, R.S. Relatório das entrevistas com pescadores. **CET**. 32p. 2004.

SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. Seasonal dynamics of the fishery at the Piracicaba River (Brazil). **Fisheries Research**, 51: 69-86. 2001.

STUDZINSKI, C.D.; DIAZ, A. F. Relação da precipitação no sul do Brasil- Uruguai com a temperatura da superfície do mar (TSM) por correlações canônicas (CCA). In: PESSOA, M. L., MINE, M.R.M. & LEITE, E.A. (Coord.). **Meteorologia e hidrologia: aspectos e considerações no contexto brasileiro**. Curitiba: Sistema Meteorológico do Paraná (Simepar). p:191-205. 1994.

VASSÃO, C.M. Reconhecimento Topo – Hidrográfico da Lagoa Mangueira. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Sul**, 5: 120-129. 1952.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleosteos: Teoria e prática**. EDUEM SBI, São Paulo, Brasil, 169pp. 1996.

VELASCO, G. Projeto de Conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira. **PROBIO – MMA – CNPq – NEMA**, Rio Grande, 2004.

VELASCO, I.; FRITSCH, J. M. Mesoscale convective complexes in the Americas. **J. Geophys. Res.** 92 (D8): 9591-9613. 1987.

VIEIRA, F.; RANGEL, S. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica sóciodemográfica. **Porto Alegre: Sagra**. 1988.

VILLANUEVA, A. O. N.; SILVA, E. A.; TUCCI, C. E. M.; BELTRAME L. F. S. Balanço da demanda para gerenciamento do Sistema Mirim-Mangueira. In: XVII Congresso Nacional da Água, 1998, Santa Fé, Argentina; II Simpósio de Recursos Hídricos do Conesul, 1998. **Anais**. p.477-487. 1998.

XAVIER, T. M. B. S.; DA SILVA, J. F.; REBELLO, E. R. G. A Técnica dos Quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras, **Brasília, Brasil**. 140p. 2002.