

# PRECIPITAÇÃO PLUVIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA DOS PATOS, NO PERÍODO DE 1964 A 2007 E SUAS ASSOCIAÇÕES COM AS SAFRAS DE CAMARÃO-ROSA.

NATALIA PEREIRA & FERNANDO D'INCAO

Universidade Federal do Rio Grande – Instituto de Oceanografia, Laboratório de Crustáceos Decápodos, Av. Itália, km 8; Rio Grande – RS – Brasil. CEP: 96201-900 – natalialtp@gmail.com

## RESUMO

A abundância de pós-larvas de camarão-rosa no estuário da Lagoa dos Patos depende diretamente da salinidade. Esta é influenciada pelo vento de quadrante sul e pela vazão provocada pela precipitação pluvial. A precipitação pluvial na região da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos é influenciada por sistemas atmosféricos de diferentes escalas espaciais e temporais. Nesse trabalho foram analisados dados de pluviosidade da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos para o período de 1964 a 2007. Os 43 anos estudados foram classificados, através da Técnica dos Quantis, em: muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos. Através da mesma técnica, as safras de camarão-rosa também foram classificadas em: muito pequenas, pequenas, normais, altas e muito altas. A pluviosidade oscilou em torno da média na maior parte do período, não havendo indicio de aumento ou diminuição dos volumes totais. Os semestres com precipitação igual ou menor que 6093,5 mm foram classificados como muito secos; entre 6093,5 e 6516,4 mm foram classificados como secos; entre 6516,4 e 7684,8 mm foram considerados normais; entre 7684,8 e 8593,3 mm foram considerados chuvosos e igual ou maior que 8593,4 mm foram considerados muito chuvosos. As safras com valor igual ou menor que 721 t foram classificadas como muito pequenas; entre 721 e 1544 t foram classificadas como pequenas; entre 1544 e 3607 t foram consideradas normais; entre 3607 e 4897 t foram consideradas altas e igual ou maior que 4897 t foram consideradas muito altas.

**PALAVRAS CHAVE:** Pluviosidade, Quantis, *Farfantepenaeus paulensis* e camarão-rosa

## ABSTRACT

### Rainfall at Patos Lagoon hydrographic basin for the period 1964 to 2007 and associations with de pink shrimp harvest

The abundance of pink shrimp post-larvae at Patos Lagoon estuary is directly dependent on salinity and influenced by the wind from the south quadrant and the flow caused by rainfall. The rainfall of hydrographic basin of Patos Lagoon is influenced by weather systems from different spatial and temporal scales. In this work, was analyzed data from rainfall of hydrographic basin of Patos Lagoon for the period 1964 to 2007. The 43 years studied were classified by Technical quantiles in: very dry, dry, normal, rainy and wet. Using the same technique, the pink shrimp harvests were also classified as very small, small, normal, high and very high. Rainfall fluctuates around the average in most periods, with no indication of increase or decrease in total volumes. The semesters with precipitation equal to or less than 6093.5 mm were classified as very dry, between 6093.5 and 6516.4 mm were classified as dry, between 6516.4 and 7684.8 mm were considered normal, between 7684.8 and 8593.3 mm rainfall and were considered equal to or greater than 8593.4 mm were considered very rainy. The harvests equal or less than 721 t were classified as very small, between 721 and 1544 t were classified as small, between 1544 and 3607 t were considered normal, between 3607 and 4897 t were considered high and equal or greater than 4897 t were considered very high.

**KEYWORDS:** Rainfall, Quantiles, *Farfantepenaeus paulensis* and pink-shrimp

## INTRODUÇÃO

A região sul do Rio Grande do Sul tem uma economia altamente dependente da agricultura e da pesca artesanal, as quais se desenvolvem em grande parte na estação do verão. É bastante conhecida a ligação existente das culturas agrícolas e da pesca com as condições do tempo que ocorrem durante o ciclo dessas fontes primárias de alimentação. Também, são conhecidos os efeitos altamente danosos, provocados pelas anomalias de precipitação. Estes efeitos se traduzem muitas vezes em perdas quase totais da produção de uma determinada região, provocando escassez de alimentos e conseqüente diminuição de renda, tanto dos produtores como de pescadores (D'Incao 1991e Berlatto *et al* 2005)

A pesca do camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) na Lagoa dos Patos (LP) é uma atividade artesanal, desenvolvida sobre uma população de juvenis em fase de crescimento, que se caracteriza

por safras de verão e início de outono, com grandes flutuações anuais na captura. É a pescaria de maior importância social e econômica do estuário da LP (D'Incao 1991).

O estuário da Lagoa dos Patos é um dos principais criadouros de camarão-rosa. As safras anuais são diretamente dependentes da disponibilidade de pós-larvas no oceano adjacente e das condições meteorológicas locais, como o vento e a precipitação pluvial. A abundância de pós-larvas no estuário é afetada pelo vento de quadrante sul que facilita a entrada de águas marinhas no estuário, enquanto a vazão provocada pela precipitação pluvial limita a entrada de água salina (D'Incao 1991).

A precipitação pluvial na região da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos é influenciada por sistemas atmosféricos de diferentes escalas espaciais e temporais.

Na escala sinótica, com espaços temporais de um a quatro dias destacam-se os complexos convectivos de mesoescala, que devido a presença

de um jato de norte em baixos níveis (850 hPa) proporciona forte advecção de ar quente e úmido (Velasco & Fritsch 1987) e dos sistemas com forma de vírgula invertida (Bonatti & Rao 1987).

A precipitação ainda pode ser originada por sistemas frontais (Satyamurty & Mattos 1989), ciclones extratropicais (Bjerknes & Solberg 1922) e bloqueios atmosféricos, que impedem que sistemas transientes (frentes frias e quentes) cumpram sua trajetória, gerando maior instabilidade na atmosfera e advecção de calor e umidade (Casarin 1982).

Em macroescala sazonal podemos citar a Zona de Convergência do Atlântico Sul, que gera um canal de umidade desde a região norte até a região sul (Kousky 1988 e Casarin & Kousky 1986) e em escala anual, a oscilação de Madden-Julian (Madden & Julian 1971). Também em macroescala anual, o fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é o responsável pelo aumento das taxas de precipitação no sul do Brasil (Grimm *et al.* 1998), já que são responsáveis pela mudança dos padrões de ocorrência e intensidade dos sistemas frontais (Pereira *et al.* 2010).

O ENOS é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, que ocorre no Oceano Pacífico tropical, e é considerado como a principal causa da variabilidade climática em diversas regiões do Globo. Apresenta duas fases extremas: uma fase quente denominada El Niño e uma fase fria denominada La Niña (Berlato & Fontana 2003). No caso do Rio Grande do Sul, o El Niño produz anomalias positivas de precipitação pluvial e a La Niña anomalias negativas, especialmente na primavera–início de verão do ano de início do fenômeno (Fontana & Berlato 1996, Puchalski 2000 e Berlato *et al.* 2005).

A partir dos anos 60 alguns autores passaram a investigar a relação entre o fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS) e as anomalias climáticas. Nicholls (1988), utilizando os estudos de Conrad (1941) (que estudou a variabilidade pluviométrica global), examinou a relação entre o fenômeno ENOS e a chuva em todo globo,

constatando que a variabilidade da precipitação anual tende a ser alta em regiões afetadas por este fenômeno. Rasmusson & Carpenter (1983), durante suas pesquisas na Índia, mostraram que em anos de El Niño existe uma tendência a anomalias negativas nos meses de verão e anomalias positivas no outono. Nicholls & Kakiro (1993) analisaram diferentes parâmetros estatísticos da precipitação em relação à oscilação sul, no leste da Austrália. Ropelewski & Halpert (1987) encontraram diferentes regiões de precipitação mensal associadas com o ENOS, também em todo o globo.

No Brasil, podem ser citados os trabalhos de precipitação pluvial realizados por Kousky & Cavalcanti (1984), Kousky (1985), Sugahara (1991), Nery (1996), Grimm *et al.* (1998, 2000) e Coelho *et al.* (1999). Todos eles mencionam a relação entre precipitação e ENOS e indicam o Rio Grande do Sul como região suscetível a esses fenômenos.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a variabilidade temporal (no período de 1964 a 2007) da precipitação pluvial na Bacia Hidrográfica da Lagoa dos Patos, definindo as condições de precipitação que correspondem às ocorrências de seca ou chuva intensa na região e realizar uma análise relacionando o resultado obtido com os dados das safras anuais de camarão-rosa (*Farfantepenaeus paulensis*) do estuário da Lagoa dos Patos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A Lagoa dos Patos (Figura 1) situa-se entre 30° e 32° de latitude sul, a leste do Estado do Rio Grande do Sul, sendo a maior lagoa costeira do Brasil, com 250 km de comprimento, largura média de 40 km e profundidade média de 5 m. Ela conecta-se ao oceano adjacente através de um canal de 22 km de extensão, 2 km de largura e 14 metros de profundidade (Vieira 1988).

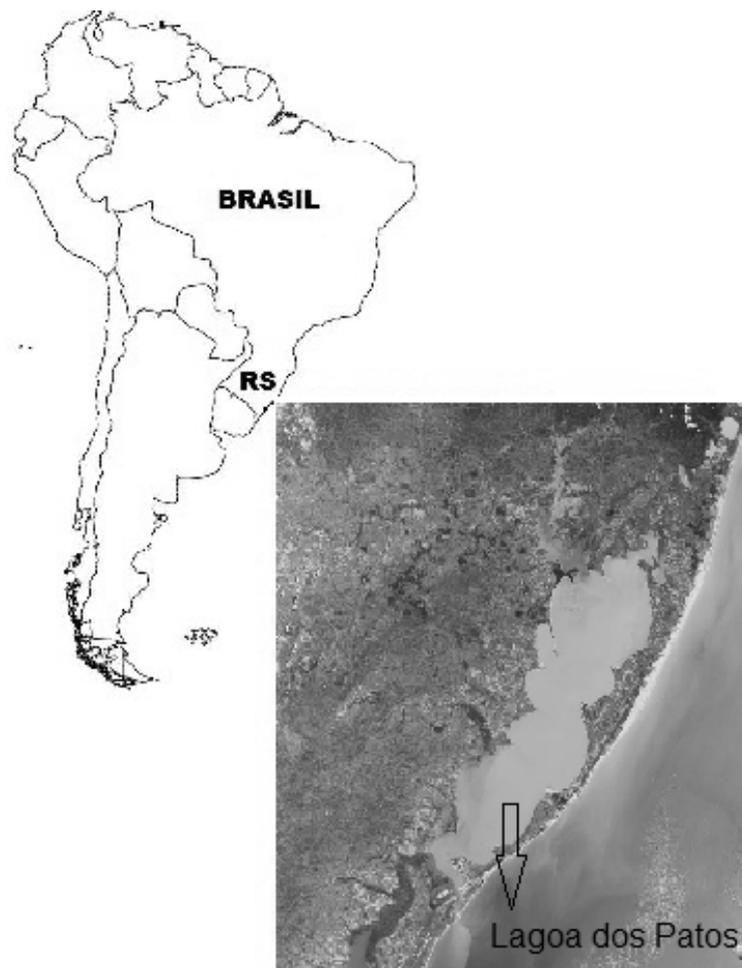


FIGURA 1 – Lagoa dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil

Esta lagoa é responsável pela drenagem hídrica de metade da área do Estado (200.000 km<sup>2</sup>), recebendo aportes de vários rios, como Guaíba e Camaquã, e também da Lagoa Mirim. Constitui, juntamente com o Rio da Prata, a única fonte de água doce para a região costeira adjacente (Castello & Möller Jr. 1977).

A bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos (Figura 2) pertence à Bacia Atlântica, e divide-se em dois grandes complexos, formados por diversas sub-bacias. O maior destes é o Complexo Patos, formado

pelos rios Vacacaí, Taquari, Jacuí, Caí, Sinos, Gravataí, Camaquã, Guaíba e arroios; possuindo uma área de drenagem de 150.432 km<sup>2</sup>. O outro é o Complexo Mirim, formado pela Lagoa Mirim, pelos rios Taquari, Cebolati, Piratini, Pelotas e pelos arroios Sarandi Grande, Santa Vitória, Rio Grande e pelo Canal do São Gonçalo; que formam uma área de drenagem de 51.194 km<sup>2</sup> (Vieira & Rangel 1988). Uma boa descrição desses rios pode ser encontrada em Rochefort (1958), Herz (1977), IBGE (1977), Veeck (1997) e Vieira & Rangel (1988).

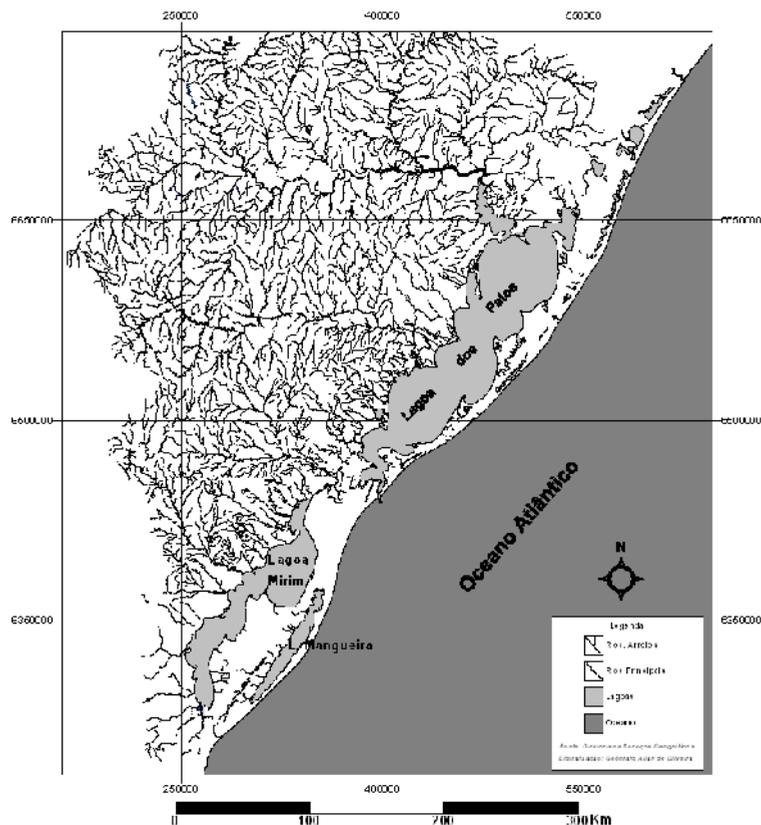


FIGURA 2 – Bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos (Figura organizada pelo Geógrafo MSc. Allan de Oliveira).

Os dados de precipitação das nove estações meteorológicas foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (8º 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) do Estado do Rio Grande do Sul.

Na tabela 1 e Figura 3 podem ser observadas as estações utilizadas neste trabalho com suas respectivas latitudes, longitudes e altitudes.

TABELA 1 – Estações meteorológicas utilizadas, com suas respectivas latitudes, longitudes e altitudes.

Estações	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Bento Gonçalves	29° 16' 72"	51° 53' 47"	640
Cachoeira do Sul	30° 02' 00"	52° 53' 00"	68
Caxias do Sul	29° 17' 00"	51° 20' 00"	759,6
Encruzilhada	30° 53' 00"	52° 52' 00"	427,75
Pelotas	31° 52' 00"	52° 21' 24"	13, 24
Porto Alegre	30° 05' 00"	51° 16' 66"	46,97
Rio Grande	32° 03' 33"	52° 10' 00"	2,46
Taquarí	29° 48' 00"	51° 49' 00"	76
Veranópolis	28° 56' 14"	51° 31' 00"	705

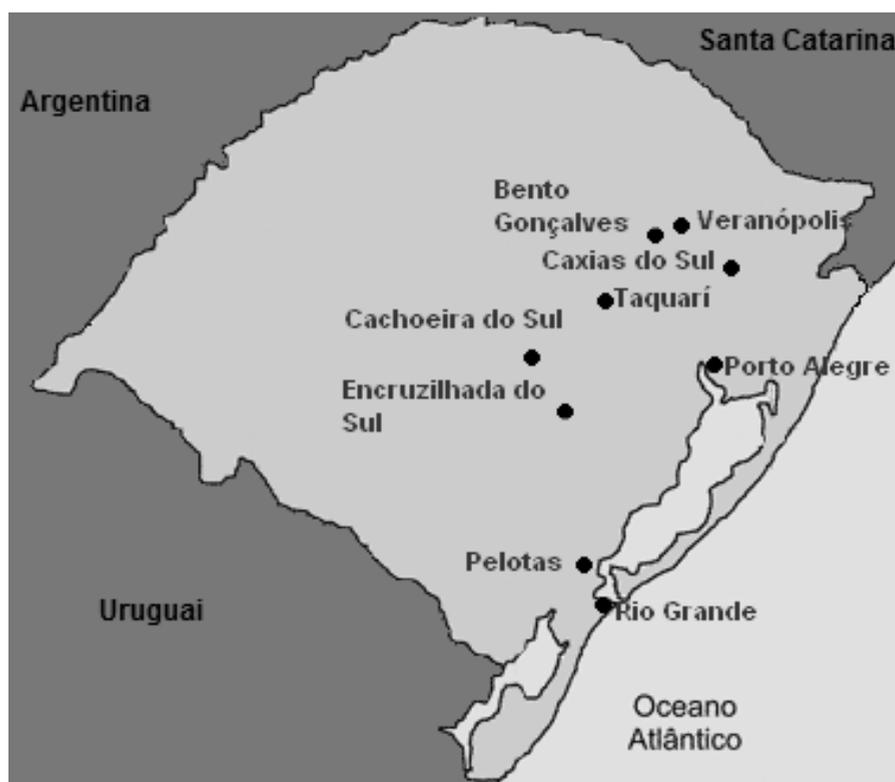


FIGURA 3 – Mapa do Rio Grande do Sul, indicando o local das nove estações meteorológicas.

Os meses referentes ao primeiro semestre não foram estudados, pois já é conhecido que a precipitação pluvial desse período não interfere nas safras anuais de camarão na região de estudo (D'Incao *com. pess.*). Foram calculadas as somas mensais para todos os anos (1964 a 2007) de julho a dezembro. Este período foi escolhido por se tratar dos meses que precedem a safra do camarão (Fevereiro a Abril). Posteriormente foi feita a soma semestral para cada ano.

Os dados de desembarque anual de camarão, em toneladas, no estuário da Lagoa dos Patos foram extraídos das estatísticas geradas pelo Centro de Pesquisas e Gestão dos Recursos Pesqueiros Lagunares e Estuarinos do Rio Grande do Sul (CPERG/IBAMA/RS).

Os dados de precipitação e safras de camarão estavam completos e não possuíam falhas. Foi aplicada a esses dados a Técnica dos Quantis (Xavier *et al* 2002). Pinkayan (1996) utilizou-se desta técnica para avaliação da ocorrência de anos secos e chuvosos sobre extensas áreas continentais, em especial na área continental dos Estados Unidos. Também podemos citar o trabalho de Xavier & Xavier (1987) onde essa técnica foi aplicada ao problema de

classificação e monitoramento da ocorrência de anos secos ou chuvosos no Nordeste brasileiro, em especial no Ceará.

Os valores desta média, quando exibidos na forma de série temporal, tendem a realçar as flutuações climáticas de grande escala, uma vez que as anomalias muito localizadas ou espacialmente incoerentes tendem a se anular mutuamente (Arkin, 1982).

Na aplicação da técnica de quantis, consideram-se as ordens quantílicas  $P=0,15; 0,35; 0,65$  e  $0,85$ , que determinam cinco intervalos. Para valores menores ou iguais a  $Q(0,15)$ , ocorrem 15% dos menores valores da série e, no caso da precipitação e das safras anuais, respectivamente, este intervalo está associado a períodos Muito Seco (MS) e safras muito pequenas (MP). Os valores entre  $Q(0,15)$  e  $Q(0,35)$ , inclusive, correspondem a 20% dos valores da série e o intervalo está associado a períodos Secos (S) e safras pequenas (P). O período Normal (N), contendo 30% dos valores da série, contém valores entre  $Q(0,35)$  e  $Q(0,65)$ . Os valores que compõe o período Chuvoso (C) e safras altas (A) são maiores ou iguais a  $Q(0,65)$  e menores que  $Q(0,85)$ . Finalmente, todos os valores maiores ou iguais a  $Q(0,85)$  estão associados ao período Muito

Chuvoso (MC) e as safras muito altas (MA). Deve-se considerar que o período de estudo é significativo, 43 anos, portanto a técnica de quantis é aplicável.

As safras de camarão, embora possuam valores anuais, correspondem à pesca de apenas três meses do ano, que são: fevereiro, março e abril. Além disso, Reboita (2004) demonstrou que o período anual não é o mais significativo para esta série, o que é um indicativo que outras composições dos dados podem ser mais adequadas, como os totais semestrais.

**RESULTADOS**

**Variabilidade temporal mensal e semestral da precipitação**

De acordo com a Figura 4, observa-se que a precipitação pluvial total do mês de julho oscilou em torno da média da soma, 1395 mm, durante todo o período estudado. No entanto, a partir de 1998 até 2007, os anos com excesso ou déficit de precipitação não se distanciaram tanto dessa média como nos anos anteriores.

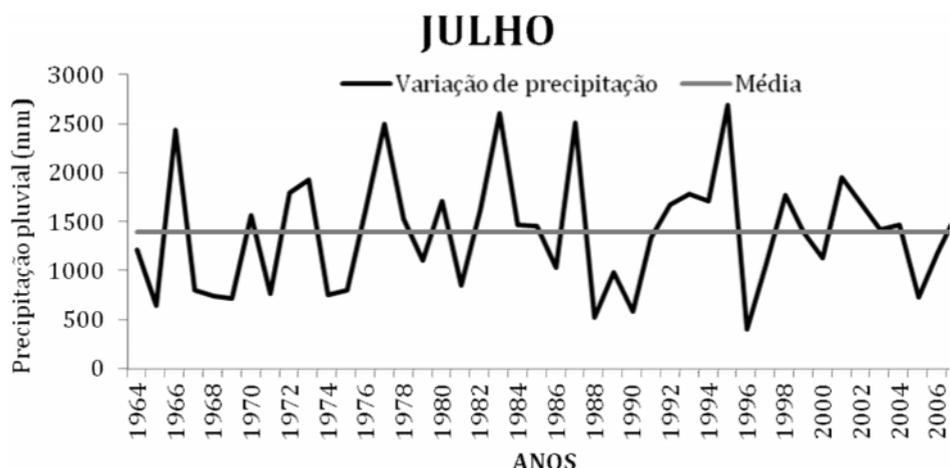


FIGURA 4 – Variação temporal da precipitação pluvial total do mês de julho na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007.

De acordo com a Figura 5, é possível identificar que entre 1964 e 1987 a precipitação total do mês de agosto foi mais acentuada, com valores quase sempre acima da média do total precipitado (1220 mm). Nos anos de 1965 e 1972 a precipitação total chegou a 2500 mm. De 1987 até 2007 verificou-se a existência de uma tendência na diminuição da precipitação no mês de agosto, com exceção nos anos de 1996 e 1997.

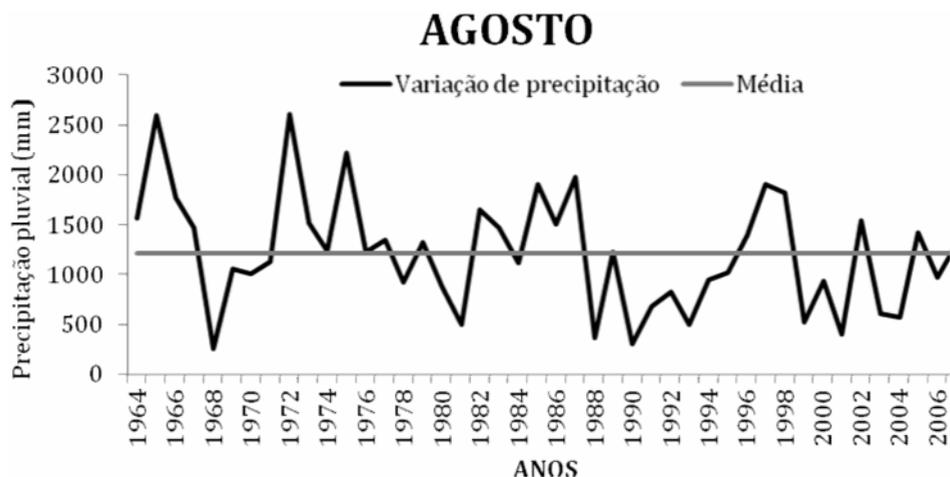


FIGURA 5 – Variação temporal da precipitação pluvial total do mês de agosto na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007.

A precipitação total do mês de setembro (Figura 6) oscilou igualmente durante todo o período analisado, onde metade dos anos analisados teve precipitação acima da média do total precipitado (1366 mm) e a outra metade dos anos, abaixo da

média. No entanto, observa-se que entre 1964 e 1988, os picos de precipitação eram maiores do que o período seguinte, que corresponde a 1989 a 2007. Neste período também, os valores de precipitação aproximaram-se mais da média.



FIGURA 6 – Variação temporal da precipitação pluviométrica total do mês de setembro na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007.

Na Figura 7 observa-se claramente um aumento de precipitação a partir de 1989 no mês de outubro. Os valores mensais da precipitação, a partir desse ano mostraram-se extremamente altos em relação à média total esperada para esse mês (1245 mm). Nos anos de 1997 e 2002, a precipitação mensal chegou a quase 3000 mm. No entanto, no período de 1967 a 1978, a precipitação esteve praticamente sempre abaixo da média total.

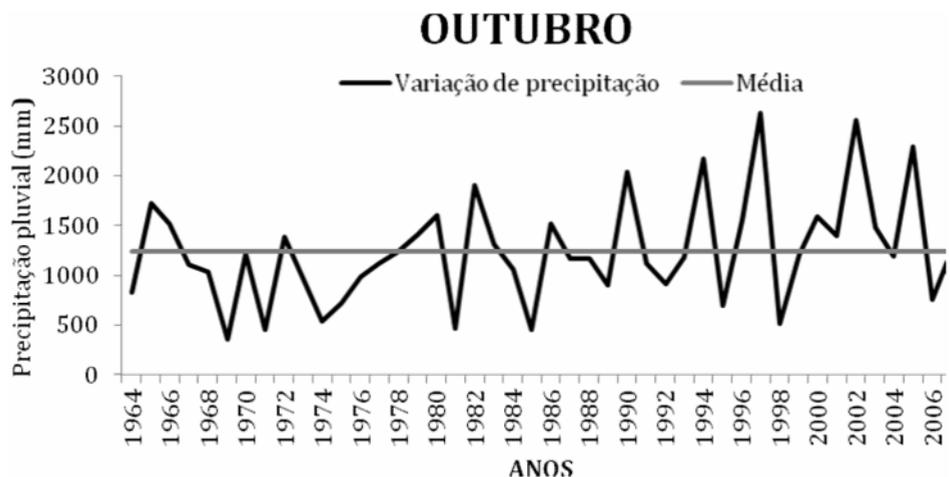


FIGURA 7 – Variação temporal da precipitação pluviométrica total do mês de outubro na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007

A precipitação total do mês de novembro (Figura 8) não variou muito durante o período analisado, ou seja, os valores oscilaram em torno da média total (1069 mm). Houve exceções nos anos

1970, 1973 e 1985, que registraram valores abaixo de 500 mm mensais e nos anos de 1982, 1987, 1990 e 1997 que ultrapassaram os 1500 mm.



FIGURA 8 – Variação temporal da precipitação pluvial total do mês de novembro na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007.

No mês de dezembro (Figura 9) a média total de precipitação pluvial foi de 1089 mm. Durante o período analisado, a precipitação variou entre 500 mm e 1800 mm, com exceção do ano de 1966, no qual o valor chegou a 2300 mm e o ano de 2003, onde o somatório mensal foi de 2000 mm.



FIGURA 9 – Variação temporal da precipitação pluvial total do mês de dezembro na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, no período entre 1964 e 2007.

Na Figura 10 foram marcados por A e B os períodos que se assemelhavam em relação à precipitação. Existem três períodos nos quais houve uma variação entre 4500 e 10000 mm (identificados pela letra A), 1964 a 1973; 1981 a 1987 e 1997 a

2002 e três períodos nos quais a precipitação variou entre 6000 e 8000 mm (identificados pela letra B), 1974 a 1980; 1988 a 1996 e 2003 a 2007. A média da precipitação pluvial total do semestre foi de 7383 mm.

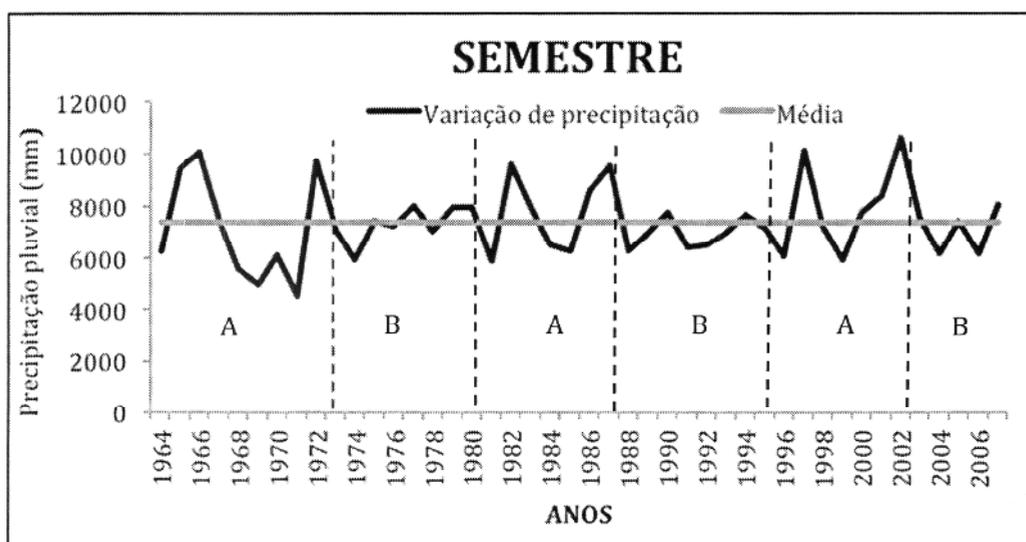


FIGURA 10 – Variação temporal da precipitação pluvial total de Julho a dezembro no período entre 1964 e 2007 na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, indicando os períodos mais chuvosos (A) e os períodos menos chuvosos (B).

**Distribuição semestral de precipitação pela técnica dos Quantis.**

Os valores encontrados para os quantis foram:

- Q (0,15) = 6093,5
- Q (0,35) = 6516,4
- Q (0,65) = 7684,8
- Q (0,85) = 8593,3

acordo com a tabela 2. Os semestres com precipitação igual ou menor que 6093,5 mm foram classificados como muito secos; entre 6093,5 e 6516,4 mm foram classificados como secos; entre 6516,4 e 7684,8 mm foram considerados normais; entre 7684,8 e 8593,3 mm foram considerados chuvosos e igual ou maior que 8593,4 mm foram considerados muito chuvosos.

De acordo com o cálculo dos quantis, os semestres de precipitação foram distribuídos de

TABELA 2 – Classificação dos semestres (julho-dezembro) de 1964 a 2007 em muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos para a região da bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, de acordo com os valores dos quantis.

←	Q (0,15)	← →	Q (0,35)	← →	Q (0,65)	← →	Q (0,85)	→
	6093,5 mm		6516,4 mm		7684,8 mm		8593,3 mm	
Muito seco		Seco		Normal		Chuvoso		Muito chuvoso
1968		1964		1967		1977		1965
1969		1970		1973		1979		1966
1971		1984		1975		1980		1972
1974		1985		1976		1983		1982
1981		1988		1978		1986		1987
1996		1991		1989		1990		1997
1999		1992		1993		2000		2002
		2004		1994		2001		
		2006		1995		2007		
				1998				
				2003				
				2005				

**Distribuição anual das safras do camarão-rosa pela técnica dos Quantis.**

Os valores encontrados para os quantis foram:

- Q (0,15) = 721
- Q (0,35) = 1544
- Q (0,65) = 3607
- Q (0,85) = 4897

De acordo com o cálculo dos quantis, as safras de camarão rosa no estuário da LP foram distribuídas de acordo com a tabela 3. As safras com valor igual ou menor que 721 t foram classificadas como muito pequenas; entre 721 e 1544 t foram classificadas como pequenas; entre 1544 e 3607 t foram consideradas normais; entre 3607 e 4897 t foram consideradas altas e igual ou maior que 4897 t foram consideradas muito altas.

TABELA 3 – Classificação das safras anuais de camarão-rosa do estuário da Lagoa dos Patos de 1964 a 2007 em muito pequenas, pequenas, normais, altas e muito altas, de acordo com os valores dos quantis.

←	Q (0,15) 721 t	↔	Q(0,35) 1544 t	↔	Q(0,65) 3607 t	↔	Q(0,85) 4897 t	→
Muito pequena		Pequena		Normal		Alta		Muito alta
1966		1964		1975		1969		1965
1973		1967		1977		1971		1968
1987		1976		1978		1974		1970
1994		1981		1980		1986		1972
1998		1983		1982		1988		1979
2001		1984		1989		1992		1985
2003		1999		1990		1997		2000
		2002		1991		2005		
		2004		1993		2007		
				1995				
				1996				
				2006				

**DISCUSSÃO**

**Análise da variação mensal da precipitação**

Analisando a variação da precipitação de julho observa-se que a partir de 1998 os índices pluviométricos mantiveram-se próximos a média climatológica do mês, não podendo ser considerado como mais chuvoso na região.

A precipitação no mês de agosto é semelhante ao do mês de julho, pois também se observa uma diminuição significativa na precipitação mensal a partir de 1987.

Setembro foi considerado um mês de precipitações que oscilaram regularmente em torno da média durante todo o período analisado. Tal dado significa que em metade dos anos analisados registrou-se índices pluviométricos acima da média climatológica e na outra metade registraram-se índices menores que a média. Essa condição era esperada, já que setembro é o mês intermediário entre a estação fria e uma estação mais amena, que

é a primavera. Na primavera, a região Sul do Brasil ainda sofre influência dos sistemas frontais frios, porém também começa a sofrer influência das massas de ar quentes e úmidas vindas do norte (Fontana & Berlato, 1996). O encontro desses dois sistemas gera precipitações significativas para a região. Essa precipitação é extremamente dependente dos fenômenos de larga escala El Niño e La Niña. Em anos de El Niño a precipitação na região sul do Brasil tende a ser maior que a média esperada, enquanto que em anos de La Niña, os índices de precipitação são menores (Grimm *et al* 2000). De acordo com Ropelevski (1987), esses fenômenos ocorrem de forma alternada, portanto, era esperado que o início da primavera de um ano fossem registrados índices pluviométricos altos e no ano seguinte mais baixos.

Já o mês de outubro começa um padrão diferenciado dos outros em relação à precipitação mensal. Foi observado, claramente, um aumento

significativo na precipitação a partir de 1989. No período pretérito a 1989 os índices de pluviosidade estiveram abaixo da média climatológica e, a partir de 1989, esses índices estiveram, em grande parte dos anos, acima da média mensal esperada. Assim, observa-se que a precipitação mensal de outubro passou a aumentar na segunda metade da década de 80.

O volume de chuva de novembro também não ficou muito distante da média climatológica nesses 43 anos de análise. Além disso, novembro pode ser considerado um dos meses menos chuvosos dos seis analisados. Seus volumes mínimos ficaram abaixo de 500 mm e os máximos não ultrapassaram 2500 mm. Esse resultado já era esperado pois em novembro temos o final da primavera e é um período de pouca chuva na região.

Em dezembro não se observou um aumento ou diminuição nos índices pluviométricos. A precipitação variou em torno da média esperada da mesma forma durante todo o período estudado. No entanto, dezembro pode ser considerado o mês menos chuvoso do semestre, pois seus máximos não atingiram 2000 mm na maioria dos anos. Apenas em 1996 e 2003 que os índices chegaram a 2300 e 2000 mm, respectivamente. Este alto índice de 2003 foi esperado, já que houve a ocorrência do fenômeno El Niño. Já em 1996, havia a atuação do fenômeno La Niña.

### **Análise da variação semestral da precipitação**

Observando os quarenta e três semestres de dados, nota-se que existe um padrão nos volumes de precipitação na região (Figura 10). Nos intervalos A, os volumes de chuva são bem maiores do que nos intervalos B. Além disso, esses períodos intercalam-se, indicando que, independentemente de qualquer fenômeno meteorológico de meso ou macroescala, que possam ser responsáveis pela precipitação na região, o volume semestral de precipitação pluvial na bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos segue um ciclo. Assim, em alguns anos, os índices pluviométricos serão maiores que em outros.

### **Análise da distribuição anual das safras de camarão-rosa pela técnica dos Quantis e sua relação com a distribuição de precipitação.**

Comparando os dados semestrais de precipitação com os dados das safras anuais de camarão-rosa, observa-se uma boa relação entre eles.

Onze (11), 73,3%, de quinze (15) anos de safras consideradas pequenas ou muito pequenas tiveram no ano anterior, o segundo semestre considerado chuvoso ou muito chuvoso, as outras quatro (4), 26,6%, tiveram no ano anterior, o segundo semestre considerado normal em relação à pluviosidade. Dos dezesseis (16) anos de safras consideradas altas ou muito altas, doze (12), 75%, tiveram, no ano anterior, o segundo semestre seco ou muito seco, e dos quatro (4) anos restantes, três, 20%, tiveram no ano anterior, o segundo semestre considerado normal em relação à pluviosidade enquanto apenas um (1), 6%, teve no ano anterior o segundo semestre considerado muito chuvoso. Quatro (4) anos de safras consideradas normais tiveram no ano anterior, o segundo semestre considerado normal em relação à precipitação, os outros sete (7) anos de safras normais não corroboraram com essa relação (1975, 1978, 1980, 1982, 1989, 1991 e 1993), e tiveram em seus anos anteriores, o segundo semestre considerado: muito seco, chuvoso, chuvoso, muito seco, seco, chuvoso e seco, respectivamente. Esses anos que não seguiram essa relação podem ser explicados por alterações em algum momento do ciclo reprodutivo da espécie, onde provavelmente houve um aumento ou diminuição no estoque adulto e/ou no transporte larval até o estuário da LP, isso pode ter resultado em valores normais de safra, tornando a condição meteorológica na região irrelevante (D'Incao 2002).

Essa grande relação entre safras e pluviosidade corrobora com Pereira & D'Incao 2012 (*no prelo*), que afirmam existir uma grande correlação linear ( $R = -0,89$ ) entre precipitação pluvial e safras anuais de camarão-rosa no estuário da Lagoa dos Patos.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a concessão de bolsa pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) durante a vigência do mestrado.

### **REFERÊNCIAS**

- ARKIN, PA. 1982. The relationship between interannual variability in the 200 mb tropical wind field and the Southern Oscillation. *Mon. Wea. Rev.* V. 110, p. 1393–1404.
- BERLATO, MA & DC FONTANA. 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, MA, H FARENZENA & DC FONTANA. 2005. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do

- milho no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Brasileira. V. 39, p. 423-432.
- BJERKNES, J & H SOLBERG. 1922. Life Cycle of Cyclones and the Polar Front Theory of Atmospheric Circulation. Geof. Publ. 3 (1): 3-18.
- BONATTI, JP & VB RAO. 1987. Moist baroclinic instability of North Pacific and South American intermediate-scale disturbances. J. Atmos. Sci. V. 44 (18), p. 2657-2667.
- CASARIN, DP. 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 p.
- CASARIN, DP & VE KOUSKY. 1986. Anomalias de Precipitação no sul do Brasil e variações na circulação atmosférica. Revista Brasileira de Meteorologia. V.1, p. 83-90.
- CASTELLO, JP & OO MÖLLER JR. 1977. Sobre as condições oceanográficas na costa do rio grande do sul. Atlântica. Rio Grande. V. 2(2), p. 25-110.
- COELHO, SAC, MRA DRUMOND & T AMBRIZZI. 1999. Estudo climatológico sazonal da precipitação sobre o Brasil em episódios extremos da oscilação sul. Rev. Bras. Meteorologia. 14:49-65.
- CONRAD, V. 1941. The variability of precipitation. Mon. Wea. Rev. V. 69, p. 5-11.
- D'INCAO, F. 1991. Pesca e biologia de *Penaeus paulensis* na Lagoa dos patos, RS, Atlântica. V. 13, p. 159-169.
- FONTANA, DC & MA BERLATO. 1996. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento do milho no Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa Agropecuária Gaúcha. V. 2, p. 39-46.
- GRIMM, AM, SET FERRAZ & J GOMES. 1998. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. J. Climate. V. 11, p. 2863-2880.
- GRIMM, AM, VR BARROS & ME DOYLE. 2000. Climate variability in Southern South América associated with El Niño and La Niña events. J. Climate. V. 13, p. 35-58.
- HERZ, R. 1977. Circulação das águas de superfície da Lagoa dos Patos. Tese de Doutorado. Univ. São Paulo, Brasil, 290 p.
- IBGE. 1977. Geografia do Brasil. Região Sul. V. 5, p. 534.
- KOUSKY, VE. 1988. Pentad Outgoing Longwave Radiation Climatology for the South American Sector. Revista Brasileira de Meteorologia. V. 3, p. 217-231.
- KOUSKY, VE. & IF CAVALCANTI. 1984. Eventos el-niño oscilação sul: características, evolução e anomalias de precipitação. Ciências e Cultura. V. 36(11), p. 1888-1899.
- MADDEN, RA & PR JULIAN. 1971. Detection of a 40-50 Day Oscillation in the Zonal Wind in the Tropical Pacific. J. Atmos. Sci. V. 28, p. 702-708.
- NERY, JT. 1996. Estudio climático de la precipitación del Brasil Meridional asociado con fenómeno extrarregionales. Buenos Aires. (Doctoral Thesis in Atmospheric Sciences) - Universidade de Buenos Aires.
- NICHOLLS, N. 1988. El Niño-Southern Oscillation and rainfall variability. J. Climate. V. 1, p. 418-421.
- NICHOLLS, N & A KAKIRO. 1993. East Australian rainfall events: interannual variations, trends and relationships with the Southern Oscillation. J. Climate. V. 6, p. 1141-1152.
- PEREIRA, N. 2010. Influência dos fatores meteorológicos na salinidade e na abundância da safra de camarão-rosa, *Farfantepenaeus paulensis* Pérez Farfante, 1967, no estuário da Lagoa dos Patos, Sul do Brasil. Dissertação de Mestrado. Rio Grande, RS, Brasil.
- PEREIRA, N. & F D'INCAO. 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. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. (no prelo).
- PINKAYAN, S. 1966. Conditional probabilities of occurrence of wet and dry years over a large continental area. Fort-Collins: Colorado State University. (Hydrology Papers, 12). 54p.
- PUCHALSKI, LA. 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 de Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 83p.
- RASMUSSEN, EM. & TH CARPENTER. 1983. The relationship between eastern equatorial Pacific sea surface temperatures and rainfall over India and Sri Lanka. Mon. Wea. Rev. V. 111, p. 517-528.
- REBOITA, MS. 2004. Elementos da variabilidade climática no extremo Sul do Brasil no período de 1990 a 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande. 211 p.
- ROCHFORT, M. 1958. Rapports entre la pluviosité et l'écoulement dans le Brésil subtropical et le Brésil tropical atlantique. Université de Paris, França, 205 p.
- ROPELEWSKI, CH & S HALPERT. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. Mon. Wea. Rev. V. 115, p. 1606-1626.
- SATYAMURTY, P & LF MATTOS. 1989. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the middle altitudes due to horizontal deformation and divergence. Mon. Wea. Rev. V. 17(6), p. 1355-1364.
- SUGAHARA, S. 1991. Flutuações interanuais, sazonais e intrasazonais da precipitação no Estado de São Paulo. São Paulo. (Doctoral Thesis in Meteorology) - Universidade de São Paulo.
- VEECK, L. 1997. Influência do Rio Guaíba sobre a Lagoa dos Patos: uma abordagem dinâmica a partir de balanços de massa. Monografia de Graduação. Fund. Univ. Federal de Rio Grande, Brasil. 30p.
- VELASCO, I & JM FRITSCH. 1987. Mesoscale convective complexes in the Americas. J. Geophys. Res. V. 92 (D8), p. 9591-9613.
- VIEIRA, EF & SLS RANGEL. 1988. Planície Costeira do Rio Grande do Sul: geografia física, vegetação e dinâmica socio-demográfica. Sagra Editora, Brasil. 256 p.
- XAVIER, TMBS & AFS XAVIER. 1987. Classificação e Monitoração de Períodos Secos ou Chuvosos e Cálculo de Índices Pluviométricos para a Região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Caderno de Recursos Hídricos, Brasil. V. 5(2), p. 7-31.
- XAVIER, TMBS, JF DA SILVA & ERG Rebelo. 2002. A Técnica dos Quantis e suas aplicações em Meteorologia, Climatologia e Hidrologia, com ênfase para as regiões brasileiras. Thesaurus Editora de Brasília Ltda. Brasília. 140 p.

Submetido – 04/07/2011

Aceito – 06/03/2012