

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

Kátia Spinelli

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA BACIA RIO DO
PEIXE – SANTA CATARINA.**

Dissertação submetido(a) ao
Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal
de Santa Catarina para a obtenção
do Grau de mestre em Geografia
Orientador: Prof. Dr. Magaly
Mendonça
Co-orientador : Prof. Dr. Carla V.
D. H. C. Bonetti

Florianópolis
2012

Catlogação na fonte elaborada pela biblioteca da
Universidade Federal de Santa Catarina

A ficha catalográfica é confeccionada pela Biblioteca Central.

Kátia Spinelli

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA BACIA DO RIO DO
PEIXE – SANTA CATARINA.**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia.

Florianópolis, 31 de agosto de 2012.

Prof. Dr. Ruth Emilia Nogueira
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dr.^a Magaly Mendonça,
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a, Dr.^a Carla Van Der Hagen Custodio Bonetti,
Co-Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof., Dr. Francisco de Assis Mendonça,
Universidade Federal do Paraná

Prof.^a, Dr.^a Maria Lucia de Paula Herrmann,
Universidade Federal de Santa Catarina

Dr. Maurici Amantino Monteiro,
Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de
Santa Catarina (FUNDAGRO)

Dedico a minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família: Inez (mãe), Adirce (pai), Viviane e Adaine (irmãs) pelo incentivo na busca pelo conhecimento, além de todo o apoio na realização dessa dissertação.

Ao meu noivo Érbinton Ebres, muito obrigada pelas horas de descontração, apoio e discussões científicas.

As professoras Magaly Mendonça e Carla Bonetti pela orientação, muito obrigada pela disponibilidade, atenção, conhecimento e carinho.

Aos meus amigos que contribuíram de várias formas para realização dessa pesquisa, em especial à Morgana Alves, Sara Estevão, Pedro Murara, Karla Mendes, Cyntia Fernandes, Camila Cardoso, Lilian Diesel, Mariana Vidal e Jussara de Souza.

Obrigada às equipes dos laboratórios: LabClima, GEDN e Geoprocessamento. Agradeço em especial o professor Paulino, o geógrafo José Henrique e Débora Aguiar pelo apoio cartográfico.

Aos funcionários e professores da UFSC que me auxiliaram em dúvidas científicas e disponibilizaram recursos do Departamento de Geografia.

A CAPES pelo apoio através da concessão da bolsa de pesquisa REUNI.

Por fim, a Deus que se fez presente na realização desta dissertação.

“Para entendermos as interações entre o homem e o ambiente necessitamos estudar os domínios da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. [...] Frequentemente, as informações sobre o ambiente estão a nossa disposição, mas não são levadas em conta nos planejamentos. Se elas tivessem sido consideradas no passado, enormes prejuízos e complicações teriam sido evitados”.

(João José Bigarella, 1974)

RESUMO

A Bacia do Rio do Peixe se situa na Mesorregião Oeste de Santa Catarina uma das mais afetadas por inundações e estiagens. Embora a região Sul do Brasil tenha uma precipitação bem distribuída durante o ano, percebe-se que ocorrem períodos de maior e menor acúmulo de precipitação na bacia Rio do Peixe. Desta forma, o objetivo dessa pesquisa é analisar a variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica mencionada, no período de 1947 a 2009, a fim de identificar períodos menos e mais chuvosos, assim como os fenômenos naturais que favorecem essa variabilidade. Para este estudo foram utilizadas técnicas estatísticas descritivas (como distribuição de frequência por quantis) e análise de variância (ANOVA). Os resultados mostraram que espacialmente não há diferença estatística da precipitação entre os municípios. Já temporalmente foi encontrada variabilidade na precipitação mensal, sazonal, anual e interdecadal. A estação do ano mais chuvosa na bacia é a primavera com média de 475 mm, e a estação menos chuvosa é o inverno com 347 mm. A precipitação média anual foi de 1624 mm e os anos muito pouco chuvosos registraram uma precipitação abaixo de 1324 mm e os muito chuvosos registraram precipitação acima de 1936 mm. A variabilidade anual e sazonal teve relação maior com as fases da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Os fenômenos de El Niño e La Niña influenciaram de forma significativa na ocorrência de anos poucos chuvosos e chuvosos, já nos extremos, anuais, muito pouco chuvosos e muito chuvosos, houve menor relação. A primavera é a estação mais influenciada pelas condições de tempo que os fenômenos El Niño e La Niña proporcionam. A análise da circulação da atmosfera também é importante para entender os extremos mensais e a ocorrência de inundações e estiagens na bacia hidrográfica. Sistemas convectivos atuaram muitas vezes em conjunto e favoreceram meses *muito chuvosos* e inundações. Foi comum a ocorrência de frentes, cavados, vórtices ciclônicos, complexos convectivos de mesoescala, correntes de jatos em baixos e altos níveis e aglomerados convectivos. Já os meses *muito pouco chuvosos* e as estiagens foram resultado do rápido deslocamento de sistemas convectivos e bloqueios atmosféricos.

Palavras-chave: Precipitação, Bacia Rio do Peixe, ODP, El Niño, La Niña.

ABSTRACT

The Basin of Rio do Peixe Greater Region is located in western Santa Catarina one of the most affected by flooding and droughts although the southern region of Brazil has a well distributed rainfall during the year, It is realized that there are periods of greater and lesser accumulation of precipitation in the basin of Rio do Peixe. Thus, the objective of this research is to analyze the temporal and spatial variability of rainfall in the catchment area mentioned, through the period from 1947 to 2009, identifying more and less rainy periods, as well as natural phenomena that favor this variability. It was used as instruments such as the techniques quantile statistics and analysis of variance (ANOVA). The results showed that there is spatially statistical difference in precipitation between the municipalities. Already temporal variability was found in precipitation, seasonal, annual and interdecadal. The rainiest season is spring in the basin with an average of 475 mm, and the least rainy season is the winter of 347 mm. The average annual rainfall was 1624 mm, and the years very little rainfall recorded a rainfall below 1324 mm and very rainy recorded rainfall above 1936 mm. The annual and seasonal variability was higher compared with the phases of the Pacific Decadal Oscillation (ODP). The phenomena of El Niño and La Niña influence significantly the occurrence of rainy, rainy few years, since the extremes, annual, little rainy and wet, showed smaller. The spring season is more influenced by weather conditions that El Niño and La Niña provide. The analysis of the circulation of the atmosphere is also important to understand the extreme monthly and the occurrence of floods and droughts in the basin. Convective systems often worked together and promoted very rainy months and floods. It was a common occurrence of fronts, troughs, cyclonic vortices, mesoscale convective complexes, jet streams at low and high levels and convective clusters. Already the little rainy months and droughts were the result of the rapid displacement of convective systems and air locks.

Keywords: Rainfall, Basin of Rio do Peixe, ODP, La Niña, El Niño.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização das estações meteorológicas. Fonte: Mapa político do estado de Santa Catarina, 2005; cartas topográficas do Brasil (IBGE). Digitalização: Kátia Spinelli. Ed. Final: José Henrique Vilel	32
Figura 2- Climatograma do município de Caçador. Fonte: CIRAM. Elaboração: Kátia Spinelli, 2012.	33
Figura 3- Parte do centro urbano de Joaçaba, imagem do programa <i>Google Earth</i>	39
Figura 4 - Centro urbano de Capinzal, imagem do programa <i>Google Earth</i>	40
Figura 5 - Centro urbano de Ouro, imagem do programa <i>Google Earth</i>	40
Figura 6- Distribuição da precipitação média anual. Fonte: SEVERO (2008).	44
Figura 7 - Distribuição espacial das regiões homogêneas de precipitação no sul do Brasil. Fonte: Severo (2008).	45
Figura 8 - Distribuição das regiões homogêneas de precipitação segundo Silva (2001). O quadro representa a região C, o triângulo a região B e o círculo a região A. Fonte: Silva (2001).	46
Figura 9 – Principais centros de ação da América do Sul. Fonte: DANNI-OLIVEIRA, 2000, adaptado de MONTEIRO, 1973, apud MENDONÇA ; DANNI-OLIVEIRA, 2007.	48
Figura 10 - Origem dos JBNAS. Fonte: Marengo et al (2004) apud Marengo; Ambrizzi; Soares, 2009.	51
Figura 11 – Fases quentes e frias da ODP. Fonte: adaptado de Mantua et al (1997) por Molion (2008).	57
Figura 12 – Mapa de localização das estações meteorológicas. Fonte: Mapa político do estado de Santa Catarina, 2005; cartas topográficas do Brasil (IBGE). Digitalização: Kátia Spinelli. Ed. Final: José Henrique Vilela.	62
Figura 13 - Gráfico de correlação linear entre o Índice da Oscilação Decadal do Pacífico e o Índice de Precipitação Padronizado. Fonte: Kátia Spinelli, 2012..	68
Figura 14 – Chuva acumulada durante as estações do ano na Bacia Rio do Peixe. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	72
Figura 15 – média mensal de chuva na Bacia Rio do Peixe, desde 1947 a 2009. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	73
Figura 16 - Variabilidade anual da precipitação na Bacia Rio do Peixe no período de 1947 a 2009. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	74
Figura 17 - Anos classificados em muito pouco chuvosos, pouco chuvosos, normais, chuvosos e muito chuvosos, de acordo com a técnica dos quantis ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$, $Q_{0,85}$), com identificação de sua condição em relação ao ENOS. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	76
Figura 18 – Gráfico Box Plot com a precipitação em anos de La Niña, El Niño, com ambos os sistemas, ou sem ENOS. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	78

Figura 19 – Relação entre a precipitação da área de estudo (IPP) e o índice da ODP (IODP). Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	79
Figura 20 - Mostra os anos muito pouco chuvosos (mpc), pouco chuvosos (pch), normais (nor), chuvosos (chu) e muito chuvosos (mch) se distribuíram durante as fases da ODP. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	82
Figura 21 – Classificação das estações do ano através da técnica dos quantis. Na figura as siglas <i>mpc</i> significa muito pouco chuvosos, a <i>pch</i> é pouco chuvosos, a <i>nor</i> significa normal, a <i>chu</i> é chuvoso, e a <i>mch</i> é muito chuvosos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.....	84
Figura 22 - Gráfico Box Plot com a precipitação em outonos de La Niña, El Niño, e sem ENOS. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.....	86
Figura 23 - Gráfico Box Plot com a precipitação em outonos durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	86
Figura 24 - Gráfico Box Plot com a precipitação em invernos de La Niña, El Niño, e sem ENOS (neutros). Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	88
Figura 25 - Gráfico Box Plot com a precipitação em invernos durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	89
Figura 26 – Gráfico Box Plot com a precipitação das primaveras durante a atuação de El Niño, La Niña e sem ENOS (neutro), além do valor do p da técnica ANOVA. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	90
Figura 27 - Gráfico Box Plot com a precipitação em primaveras durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	91
Figura 28 - Gráfico Box Plot com a precipitação dos verões durante a atuação de El Niño, La Niña e sem ENOS (neutro), além do valor do p da técnica ANOVA. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.....	92
Figura 29 - Gráfico Box Plot com a precipitação em verões durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.	93
Figura 30 – Distribuição entre os anos dos meses muito pouco chuvosos (mpc), pouco chuvosos (pch), normais (nor), chuvosos (chu) e muito chuvosos (mch). Fonte: Kátia Spinelli.....	95

Lista de Tabela

Tabela 1- População em 2010 dos maiores centros urbanos da Bacia do Rio do Peixe.	35
Tabela 3 – Resultado da técnica ANOVA aplicada aos dados de chuva de cada estação meteorológica na Bacia Rio do Peixe.....	71
Tabela 4- Valores dos quantis para precipitação anual ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$) na bacia Rio do Peixe	75
Tabela 5 - Valores dos quantis para precipitação sazonal ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$).	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipo de ocorrência de desastres naturais, no período de 1972-2006, nos municípios da Bacia Rio do Peixe.....	38
Quadro 2 - Localização das estações meteorológicas na Bacia Rio do Peixe, e os órgãos responsáveis por elas.....	61
Quadro 3 - Resultado da técnica dos quantis aplicado nos dados mensais de chuva na Bacia Rio do Peixe.	94
Quadro 4 - Datas de ocorrência de inundações nos municípios que possuem estações meteorológicas na bacia Rio do Peixe.	99
Quadro 5 – Estiagens em alguns municípios da bacia Rio do Peixe.	101
Quadro 6 – Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe, no período de 1996 a 2004.	102

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
1 A VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM PERSPECTIVA NA BACIA RIO DO PEIXE.....	27
2 A PAISAGEM NA BACIA DO RIO DO PEIXE.....	31
2.1 A ORGANIZAÇÃO ESPACIAL	31
2.2 – OS DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS: INUNDAÇÃO E ESTIAGEM	36
3 CONDICIONANTES ESPAÇO-TEMPORAIS DA PRECIPITAÇÃO	41
3.1 REGIME E DISTRIBUIÇÃO	41
3.2. DINÂMICA ATMOSFÉRICA E AS CHUVAS.....	47
3.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA.....	55
3.3.1 Influencia da ODP e ENOS na precipitação na região Sul .	57
4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO	61
4.1 TÉCNICAS UTILIZADAS NA CLASSIFICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO	64
4. 2 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA VERIFICAR A INFLUÊNCIA DA ODP.....	67
5 ANÁLISE MULTIESCALAR DAS PRECIPITAÇÕES E SUAS VARIABILIDADES NA BACIA RIO DO PEIXE.....	71
5.1 Variabilidade Espacial	71
5.2 VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO E A INFLUENCIA DA ODP E ENOS	75
5.2.1 Influência da ODP na variabilidade anual.....	78
5 VARIABILIDADE E EXTREMOS SAZONAIS DA CHUVA	83
5.4 VARIABILIDADE E EXTREMOS MENSAIS VERSUS DESASTRES NATURAIS.....	93
5.1.1 – Desastres naturais na Bacia Rio do Peixe (1982 a 2004) ..	99

CONCLUSÃO	109
BIBLIOGRAFIA.....	113

INTRODUÇÃO

Santa Catarina é um dos estados brasileiros que apresenta melhor distribuição pluviométrica anual, sendo que os índices médios pluviométricos sazonais são superiores a 251 mm mensais, e atinge anualmente cerca de 1250 a 2000 mm (MEMDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). Contudo Herrmann *et al* (2007) indicam que ocorre no estado períodos de estiagem, assim como instabilidades atmosféricas que favorecem inundações. Esses desastres indicam que há uma considerável variabilidade na precipitação em Santa Catarina.

As áreas mais afetadas por inundações e estiagens são as mesorregiões Oeste, Vale do Itajaí e Grande Florianópolis. Os municípios mais afetados pela estiagem estão localizados na mesorregião Oeste e nas dos planaltos catarinense (Norte e Sul). Percebe-se que estudos sobre a variabilidade da precipitação na mesorregião Oeste são importantes, pois a mesma é atingida tanto por inundações como por estiagens.

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe se localiza na mesorregião Oeste catarinense, e de acordo com LINDINER (2007), durante o período compreendido entre 1972 a 2006, foram registrados: 126 eventos classificados por ela como de “excessos hídricos” (enxurrada, enchente e inundação) e 229 como “déficit hídrico” (estiagens).

Na medida em que se analisa o clima percebe-se que o estado do tempo atmosférico produz extremos ou “ruídos” nos elementos do clima. Os impactos locais ou regionais de tais eventos, sobretudo repercussões socioeconômicas, fazem com que eles não possam ser descartados (MONTEIRO, 1991).

Assim surgiram as perguntas que nortearam essa pesquisa: na bacia do Rio do Peixe, existe uma variação temporal no volume da precipitação pluvial? A precipitação se diferencia espacialmente na Bacia Rio do Peixe? Que sistemas atmosféricos influenciam na variabilidade da chuva? Quando essa variabilidade gera desastres naturais?

Pesquisas anteriores demonstram que além da circulação regional da atmosfera influenciar na precipitação, outros sistemas de grande escala também podem contribuir. É o caso da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e do Fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS/ENSO), nas fases El Niño e La Niña, que serão descritos com mais detalhes no decorrer da dissertação.

Desta forma, essa pesquisa tem como objetivo apresentar uma análise da variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, no período de 1947 a 2009, a fim de identificar períodos menos e mais chuvosos, assim como os fenômenos da circulação atmosférica, que em diferentes escalas espaço-temporais, favorecem essa variabilidade. Os objetivos específicos são:

- Identificar períodos de maior e menor precipitação, na escala interdecadal, interanual, sazonal e mensal;

- Analisar a influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) e da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) na variabilidade da precipitação.

- Verificar os sistemas atmosféricos que atuaram em períodos mensais muito pouco chuvosos e muito chuvosos.

- Relacionar desastres naturais na Bacia Rio do Peixe com a variabilidade da chuva e os fenômenos de grande escala (ODP e ENOS), assim como à circulação da atmosfera regional (sistemas atmosféricos).

Andriucci e Sant’Anna (2006) destacam a importância de estudos que identificam a variabilidade climática na compreensão da influência exercida pelo clima na sociedade. A chuva pode ser considerada como o principal elemento de análise na organização e planejamento espacial, pois interfere no território.

A bacia hidrográfica do Rio do Peixe tem como principal fonte de água subterrânea o Sistema Aquífero Integrado Guarani/Serra Geral. “Face aos recorrentes períodos de estiagem, a utilização das águas subterrâneas do Aquífero Serra Geral tem crescido” (SCHEIBE, p.22, 2006), para atender demandas de abastecimento público, indústrias, agricultura, e, turismo pelas suas características geotermiais. Devido à importância desse aquífero é essencial entendermos a quantidade e a época em que mais ocorre a precipitação, pois essa contribui para a recarga do aquífero.

Segundo Ayoade (2002) apesar de recentes avanços tecnológicos e científicos, o clima é ainda a variável mais importante na produtividade agrícola. Uma das atividades econômicas da bacia Rio do Peixe é a agropecuária, principalmente com o cultivo de milho, arroz, feijão, mandioca e algumas frutíferas, além de criação de aves e suínos. Desta forma, sugere-se a importância de estudos climáticos, principalmente em relação a períodos de estiagem, em que a agropecuária é atingida o que, muitas vezes, resulta em prejuízos financeiros.

Para mostrar os resultados, as discussões e as conclusões alcançadas com a pesquisa, essa dissertação se estrutura da forma descrita a seguir. No primeiro capítulo apresenta-se mais detalhadamente a problemática da pesquisa. No segundo é apresentada a caracterização da área de estudo, enfatizando aspectos físicos, socioeconômicos e os desastres naturais que nela ocorrem, com ênfase na inundação e estiagem. No terceiro capítulo mostra-se a distribuição da precipitação em Santa Catarina, e os sistemas atmosféricos que influenciam nas chuvas, incluindo os sistemas de grande escala (Oscilação Decadal do Pacífico e El Niño Oscilação Sul). No quarto capítulo são demonstrados os procedimentos metodológicos da pesquisa. No último capítulo as séries históricas dos dados de precipitação são interpretadas em sua distribuição espacial e temporal (anual, sazonal e mensal), e em sua relação com as inundações e estiagens na bacia Rio do Peixe. Ao final são apresentadas as conclusões alcançadas com a pesquisa.

1 A VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO EM PERSPECTIVA NA BACIA RIO DO PEIXE

Nesse trabalho o termo precipitação pluvial e precipitação se equivalem de agora em diante e serão usados alternadamente. Analisando os mapas de desastres naturais de Santa Catarina, presentes na obra de Herrmann (2007), percebeu-se que as estiagens ocorrem em todas as estações do ano, mas, sobretudo durante a primavera e outono. Em 2004 houve o maior registro de estiagens nos municípios da bacia do Rio do Peixe. Além dessa região ela também atingiu grande número de municípios do Oeste de Santa Catarina e as atividades economicamente mais prejudicadas foram à agropecuária e os serviços de abastecimento de água. O maior prejuízo se deu na produção de milho totalizando uma perda de R\$645 mil/toneladas para o estado de Santa Catarina (GONÇALVES, et al., 2004).

As inundações também ocorreram em todas as estações do ano. Vale ressaltar que em 1984 e 1992 foram os anos com um maior número de registro de inundações na Bacia Rio do Peixe (HERRMANN, 2007).

De acordo com Herrmann, Kobiyama e Marcelino (2007) as inundações do estado catarinense estiveram fortemente correlacionadas aos anos de El Niño forte e moderado, no entanto também ocorreram episódios em anos de La Niña. As estiagens, de acordo com Gonçalves e Moller (2007) estariam relacionadas aos episódios de La Niña, no entanto também foram registradas em 1991 e 2004, anos de El Niño forte e fraco, respectivamente. Esses fatos podem indicar que outros fenômenos interferem no regime de chuva, além do El Niño e La Niña.

Na Bacia Rio do Peixe os anos com maior número de decretos na defesa civil sobre inundações foram: 1983 (38); 1990 (28); 1997 (19) e 1992 (18 decretos). Já os anos com maior registro em estiagens foram 1991 (26); 2002 (31) e 2004 (24). A pesquisa indica que houve períodos com menor e maior volume de chuva, e que essa variabilidade muitas vezes afeta a vida econômica e social da população (LINDNER, 2007).

Atualmente se discute as mudanças climáticas, muitas vezes, subestimando, a variabilidade natural do clima. Como a atmosfera é dinâmica, as condições de tempo podem mudar desde segundos até centenas de anos. Desta forma, Ayoad (1986) utiliza alguns termos, baseados em escala de tempo, para abordar as variações do clima, entre eles a *variabilidade*. Este termo inclui flutuações climáticas num período de 30 a 35 anos (AYOADE, 1986). Os eventos de El Niño e La Niña e a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) são fenômenos que provocam *variabilidade* climática. A ODP foi proposta por Steven Hare

e representa variações na temperatura do Oceano Pacífico, num período de 25 a 30 anos, havendo fases quentes e fases frias. Alguns estudos concluíram que durante a fase fria da ODP houve uma diminuição na precipitação e o contrário na fase quente, havendo indicações de que a partir de 1999 entramos numa nova fase fria da ODP que deve permanecer até o ano de 2025. Considerando os antecedentes, resultados parecidos com os da última fase fria poderiam se repetir até 2025, indicando uma diminuição na precipitação (MANTHUA et al, 1997).

No entanto pesquisas como a de Marengo (2009), que mostram como o clima do Brasil se comportaria diante de um aquecimento global, concluem que a precipitação no sul do Brasil teria um aumento. “*Regionalmente observou-se um aumento de chuvas no Sul do Brasil, na bacia do Paraná-Prata, desde 1950*” (MARENGO, 2009, p. 411). De acordo com Marcelino, Nunes e Kobiyana (2006) diversos modelos climáticos também apontam para um aumento de ocorrência de tempestades severas nas regiões Sul e Sudeste do Brasil.

Diante dessa divergência de cenários, optou-se por analisar a variabilidade da precipitação na Bacia Rio do Peixe, detectando períodos mais e menos chuvosos, além de extremos de precipitação, procurando entender os fenômenos de escala global e local que influenciam na ocorrência de estiagens ou inundações.

A colonização na bacia hidrográfica começou a ocorrer a partir da década de 40. No início a economia era madeireira, e a agropecuária era realizada em pequenas propriedades, que produziam culturas diversificadas e a criação de animais para serviço e consumo. Nesse período a agropecuária foi mais voltada para subsistência. Foi essa estrutura minifundiária que possibilitou o desenvolvimento na década de 60 e 70 das agroindústrias, que cresceram baseadas no sistema de integração agroindustrial (ALVES; MATEI, 2006).

Atualmente a mesorregião Oeste de Santa Catarina, na qual se situa a bacia hidrográfica em estudo, produz cerca de 50% do valor bruto da produção agrícola do estado. A economia na área de estudo é profundamente dependente das atividades agropecuárias, com poucas oportunidades de empregos em outros setores (MIOR, 2003).

A intensificação da produção agropecuária se realizou a partir do final da fase fria (1947-1976) e começo da fase quente (1977-1998) da Oscilação Decadal do Pacífico. Se a ODP realmente interfere no regime de precipitação então surge uma pergunta: como a agricultura, a pecuária e os centros urbanos da Bacia hidrográfica podem se planejar para a variabilidade climática?

Molion (2008) sugere que resultados de estudo climáticos obtidos na fase fria da ODP (1947-1976) sejam utilizados pelos modelos climatológicos globais para estimar as condições do clima pelas próximas duas décadas e desta forma gerar uma tendência do clima com intervalos de tempo suficientemente amplos, auxiliando no planejamento das atividades humanas. Conhecer a variabilidade da precipitação, como se propõe nesta pesquisa, pode oferecer como sugere o autor acima citado, subsídios para a previsão do tempo e para o planejamento agropecuário, já que essa é tão importante na economia da bacia do Rio do Peixe. Com os resultados desta pesquisa, que abrange uma análise climática da Bacia Rio do Peixe, espera-se contribuir nesta perspectiva.

2 A PAISAGEM NA BACIA DO RIO DO PEIXE

2.1 A ORGANIZAÇÃO ESPACIAL

A Bacia Hidrográfica do Rio do Peixe está localizada na mesorregião Oeste do Estado de Santa Catarina, entre os paralelos 26°36'24" e 27°29'19" S, e, os meridianos 50°48'04" e 51°53'57" W. Ela é tributária da margem direita da Bacia do Rio Uruguai. Na figura 1 pode-se verificar a localização da área em estudo.

O curso principal da bacia é denominado Rio do Peixe e os principais afluentes são: os rios do Bugre, Quinze de Novembro, São Bento, Estreito, Tigre, Pato Roxo, Pinheiro, Cerro Azul, das Pedras, Castelhana, Caçador, Bonito, do Veado e Leão (SCHEIBE, 2006). A bacia hidrográfica é delimitada pela Serra da Taquara Verde, altitude máxima de 1.350 m e mínima de 387 m; a nascente do rio fica no Município de Calmon e sua foz no Rio Uruguai (LINDNER, 2007).

Superficialmente a bacia é formada por rochas de basalto que fazem parte da Formação Serra Geral do Grupo São Bento. As rochas foram originadas por consecutivos derrames vulcânicos que cobriram a bacia sedimentar do Paraná (SCHOBENHAUS; NEVES, 2003). Essas rochas, devido as suas fraturas, formaram um importante aquífero na região, denominado de Serra Geral.

A geomorfologia da bacia é resultante da dissecação do relevo associado aos fatores geológicos, climáticos e hidrológicos da região. É caracterizada pela unidade geomorfológica denominada Planalto Dissecado Rio Iguaçu/ Rio Uruguai, que tem um relevo dissecado, com vales profundos e encostas em patamares. Em função da potencia do rio, o relevo apresenta vales e sulcos de profundidades diferentes, além de possuir vertente de forte declive (ROSA; HERRMANN, 1986). De acordo com Lindner (2007), 33% da área da bacia possui um relevo suavemente ondulado e ondulado, enquanto 49% são áreas de médio e alto declive.

Os relevos suavemente ondulados a ondulados a que se refere correspondem a interflúvios estreitos de topo plano ou levemente convexos e aos patamares que representam degraus ao longo do declive das vertentes. As áreas mais aplainadas são interrompidas por vertentes de forte declividade, às vezes como escarpas, sendo o encaixamento dos vales definidor dos degraus (ROSA; HERRMANN 1986).

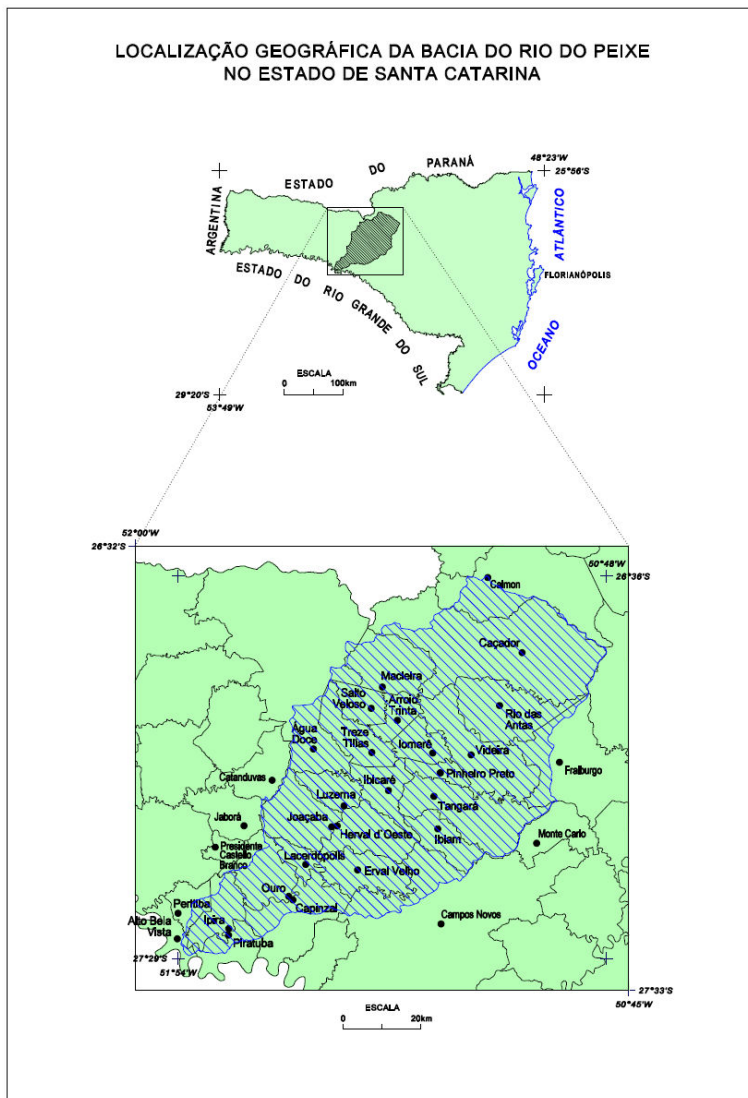


Figura 1 - Mapa de localização das estações meteorológicas. Fonte: Mapa político do estado de Santa Catarina, 2005; cartas topográficas do Brasil (IBGE). Digitalização: Kátia Spinelli. Ed. Final: José Henrique Vilela.

A bacia é delimitada na parte noroeste pela Serra da Taquara Verde, na parte nordeste pela Serra do Espigão, e a leste pela Serra do Marari. As altitudes mais elevadas na bacia ficam na parte norte, tendo alguns pontos com altitudes acima de 1600m e as outras variam entre 1200 a 1600m. O sul da bacia tem menores elevações que variam de 800 a 400m. (ROSA; HERRMANN, 1986).

A bacia Rio do Peixe possui o clima subtropical úmido caracterizado por uma regularidade maior na precipitação anual, associada a baixas temperaturas no inverno (MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007). Tendo como base para bacia hidrográfica a estação meteorológica de Caçador, verificou-se que a temperatura média mensal varia de 20° a 11°C. A temperatura mínima mensal varia de 16° a 6°C, já média da temperatura máxima varia de 26° a 18°C. As maiores temperaturas ocorrem de dezembro a fevereiro e as menores ocorrem de maio a julho. É comum a ocorrência de geadas, principalmente de maio a agosto, com médias de 4 a 5 dias com geadas nos meses citados. A umidade relativa varia de 72 a 81 % e a precipitação mensal varia de 100 a 181 mm. Os dados climatológicos que contém esse parágrafo foram cedidos pela estação meteorológica da EPAGRI / CIRAM. A figura 2 mostra o climatograma de Caçador, sendo que resultados parecidos podem ser encontrados em toda a extensão da bacia Rio do Peixe. Na figura observa-se a média mensal da precipitação e a temperatura média.

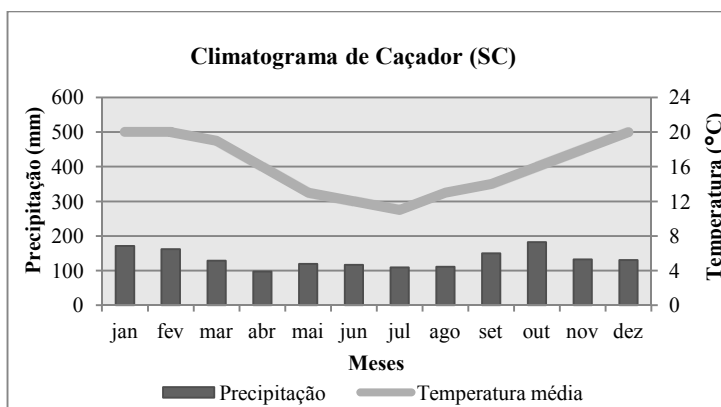


Figura 2- Climatograma do município de Caçador. Fonte: CIRAM. Elaboração: Kátia Spinelli, 2012.

A vegetação que dominou a região foi a Floresta Ombrófila Mista, e em menor proporção, ao sul, a Floresta Estacional Decidual. A primeira é formada por espécies arbóreas como coníferas, Imbuía e Bracatinga, entre outras. Devido ao valor econômico de algumas espécies vegetais, estas foram sendo comercializadas (KLEIN; PASTORE; COURA, 1986). Atualmente grande parte dessa vegetação foi substituída por culturas cíclicas (milho, feijão, batatinha) e permanentes (maça, uva, pêssego), além do reflorestamento com o *pinus elliotti*, muito utilizado na fabricação de papel e celulose (LINDINER, 2007).

Já nas áreas onde há presença da floresta estacional decidual as espécies arbóreas mais comuns são: a Grapia, Cedro e Timbauva. O estrato emergente é formado por espécie do gênero pantropicais, que perdem suas folhas por conta de uma seca fisiológica provocada pelo frio do inverno, quando ocorrem dois meses com temperatura média abaixo de 15°C. Parte dessa vegetação foi retirada para a expansão agrícola pelos primeiros imigrantes que chegaram à região e utilizaram o solo para plantio agrícola e pastagem para gado (KLEIN; PASTORE; COURA, 1986).

De acordo com Lindner (2007) predomina na bacia hidrográfica áreas de reflorestamento, plantios de culturas anuais e área de campos. Na parte norte da bacia se concentra o maior conglomerado urbano representado pelo município de Caçador, onde se destacam na economia as indústrias de papel e celulose. Desta forma, nas áreas próximas também há uma maior concentração (48,3%) de reflorestamento, quando comparada com o restante da bacia. A mata nativa aparece em maior proporção na Serra da Taquara Verde, lado noroeste da bacia hidrográfica. O sul da bacia destaca-se pela área de campo (41%).

Os centros urbanos ocupam um total de 6,4% da área da bacia, e o contingente populacional dos principais municípios podem ser visualizados na tabela 1. Atualmente o município de Caçador tem uma população 30% maior do que Videira, que representa a segunda maior concentração e 70% maior do que Capinzal, município com menor população dos destacados.

A maior parte do território é destinada à atividade agropecuária e reflorestamento. Na produção agropecuária predomina milho, arroz, feijão, mandioca, soja, fumo e algumas frutíferas, bem como os suínos e aves (ALVES; MATEI, 2006, p.7). Destacam-se economicamente os municípios de Fraiburgo, Videira e Caçador. O primeiro é o maior produtor estadual de maçã e o segundo é responsável pela principal área

de produção de vinho do estado. Caçador se destaca na economia através das indústrias madeireiras (DOMINGOS; WESTPHAL, 2009).

Tabela 1- População em 2010 dos maiores centros urbanos da Bacia do Rio do Peixe.

Município	População
Caçador	70.735
Videira	47.204
Fraiburgo	34.555
Joaçaba	27.005
Herval d'Oeste	21.233
Capinzal	20.771
Total	221.503

Fonte: IBGE, 2010. Elaborado pelo próprio autor.

O uso da água desta bacia é de extrema importância para a região, pois é utilizada para abastecimento público, matéria-prima para a indústria, fonte de proteínas, recreação, irrigação e dessedentação de animais. Contudo o rio do Peixe recebe efluentes domésticos e/ou industriais de forma direta, ou por intermédio de seus afluentes, que contaminam e/ou poluem as águas da bacia (SCHEIBE, 2006).

2.2 – OS DESASTRES HIDROMETEOROLÓGICOS: INUNDAÇÃO E ESTIAGEM

Conforme a defesa civil desastres naturais são:

Resultado de eventos adversos naturais ou provocados pelo homem, sobre um ecossistema vulnerável, causando danos humanos, materiais e ambientais e consequentes prejuízos econômicos e sociais. Os desastres são quantificados em função dos danos e prejuízos em termos de **intensidade**, enquanto que os eventos adversos são quantificados em termos de **magnitude**. (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, p.7, 1999).

Três tipos de desastres naturais são comuns de ocorrerem na Bacia do Rio do Peixe: inundações, estiagens e vendaval. A enchente ou cheia é quando há aumento da vazão do rio por um determinado período de tempo. Já a inundação é o extravasamento da água do canal do rio para as áreas marginais (várzeas e planícies aluviais). As inúmeras ocorrências de situação de emergência de municípios em Santa Catarina, ou calamidade pública, devido a inundações, estão associadas às chuvas intensas, e, também ao contingente populacional e a forma como a urbanização ocorre no espaço. O crescimento urbano se verifica muitas vezes em áreas de risco sujeitas a inundações (várzeas e planícies) e em encostas íngremes, de equilíbrio natural instável, propícias ao escorregamento. Quando a precipitação ocorre de forma contínua a inundação é gradual, mas quando ela é intensa e concentrada as inundações são bruscas. Essas últimas podem causar mais desastres, devido a sua rapidez. (HERRMANN et al, 2005).

No glossário da defesa civil, o termo estiagem refere-se a um período prolongado de baixa pluviosidade ou ausência, em que a perda de umidade do solo é superior a sua reposição (CASTRO, 2003). No glossário do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2012) o termo estiagem não está incluído, mas conceitua a seca como: “clima excessivamente seco numa região específica. Deve ser suficientemente prolongada para que a falta de água cause sério desequilíbrio hidrológico”. Quando comparada com as secas, a estiagem é ocasional, com duração na ordem de períodos diários, semanais ou quinzenais, enquanto a seca ocorre em períodos prolongados, como meses, estações

ou anos (MATTOS, 1982). Sacco (2010) define a estiagem como um fenômeno meteorológico, que pode ocorrer em qualquer estação do ano, em função da circulação atmosférica, mesmo em climas úmidos.

A estiagem também causa impacto em diversas atividades econômicas, devido à falta de água para abastecimento público, cultivos e indústria. Em Santa Catarina as estiagens ocorrem principalmente na mesorregião Oeste e afetam principalmente atividades agropecuárias e abastecimento público de água. Salienta-se que grande parte da economia da região é centrada na atividade agropecuária e agroindustrial.

Mendonça et al (2005) salientam que a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) favorece a permanência da massa Tropical Continental (mTc) principalmente no interior da região Sul. Permanecendo mais dias, as temperaturas atmosféricas ficam elevadas, a umidade baixa, e há mínimas possibilidades de precipitação. Gonçalves et al (2004) mostraram que eventos de La Niña, também, podem ser um dos condicionantes da estiagem. Sacco (2010) concluiu em sua dissertação que as estiagens que ocorreram nos anos de 2001 a 2006 no oeste catarinense tiveram grande influência dos bloqueios atmosféricos.

Lindner (2007) fez um levantamento nas prefeituras e na defesa civil dos registros de desastres naturais na Bacia Rio do Peixe, referente ao período de 1972 a 2006. O quadro 1 mostra o total de registros de situação de emergência e calamidade pública na Bacia Rio do Peixe. Analisando o quadro percebe-se que ocorreram 94 registros de inundações, porém o número de registro de estiagens se destacou sendo o maior da série com 229 ocorrências. O número de ocorrência está relacionado a cada decreto emitido por um município que se viu afetado por um dos tipos de desastres. O número total de estiagens, por exemplo, está associado ao número de vezes em que os municípios decretaram uma das situações: emergência ou calamidade pública. Em maio de 1992, por exemplo, três municípios emitiram decretos dois por estado de emergência e um por calamidade pública, todos devidos a inundações.

Quadro 1- Tipo de ocorrência de desastres naturais, no período de 1972-2006, nos municípios da Bacia Rio do Peixe

Desastre natural na Bacia Rio do Peixe	Número de decretos
Inundação	94
Inundação e deslizamento	03
Estiagem	229
Vendaval	16
Granizo	12
Vendaval e granizo	17
Deslizamento	14
Vendaval e deslizamento	03
Total	388

Fonte: LINDNER (2007). Adaptado pelo próprio autor.

Lindner (2007) agrupou os registros de desastres naturais em dois tipos, os de excesso hídricos relativos à inundação, deslizamento e enxurrada, e, os de escassez hídrica relacionados às estiagens. Desta forma os municípios que apresentaram o maior número de registros de excesso hídrico foram: Joaçaba, Ouro e Capinzal. Esses municípios tiveram de 16 a 20 registros no período de 1972 a 2006. Os municípios que apresentaram mais decretos de escassez hídrica foram: Capinzal, Tangará, Erval d'Oeste, Ouro, Ipira e Piratuba. Os municípios tiveram de 12 a 20 registros de estiagens.

A maior parte da bacia situa-se sobre o Planalto Dissecado Iguaçu/Uruguai, que se caracteriza por vales profundos. Caçador, Calmon, Rio das Antas e Macieira estão situados a montante do vale, onde há maior tendência de escoamento, transferindo a inundação para a seção média e baixa do vale onde estão Joaçaba Ouro e Capinzal. Estes últimos situados em parte sobre a unidade geomorfológica dos Campos Gerais.

Como as inundações estão relacionadas à forma como a população organizou o espaço, selecionou-se imagens do programa *Google Earth* dos municípios com frequência muito alta de inundação. O município de Joaçaba pode ser visto na figura 3. Pela imagem percebe-se que parte da urbanização está nas margens dos rios, áreas que são naturalmente alagáveis. Houve também a retirada de grande parte da mata ciliar, facilitando o alagamento dessas áreas. O mesmo ocorre em Capinzal, só que o centro urbano é bem menor que Joaçaba. Sua imagem pode ser vista na figura 4. A cidade de Ouro, visualizada na

figura 5, de pequeno porte é circundada pela margem esquerda do Rio do Peixe. Na imagem observa-se o meandro, que pode facilitar a ocorrência de inundação.

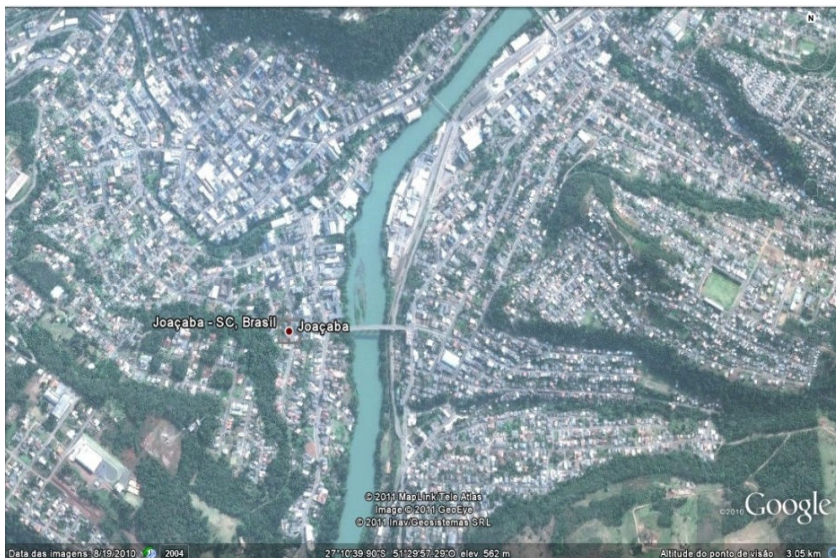


Figura 3- Parte do centro urbano de Joaçaba, imagem do programa *Google Earth*.



Figura 4 - Centro urbano de Capinzal, imagem do programa *Google Earth*.

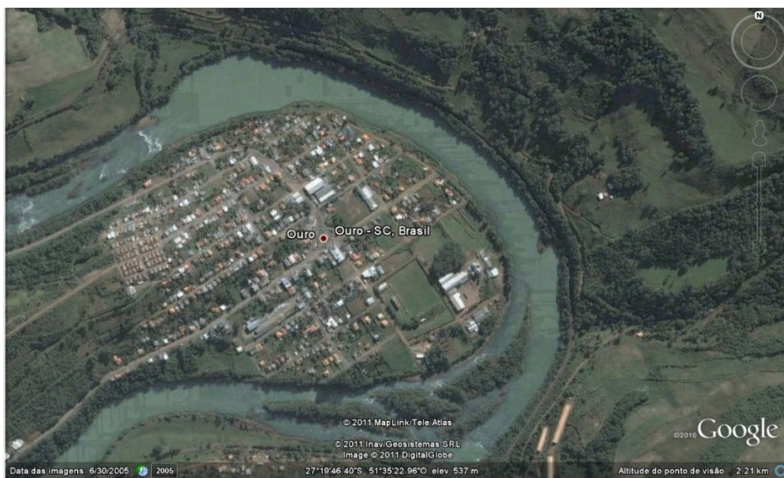


Figura 5 - Centro urbano de Ouro, imagem do programa *Google Earth*.

3 CONDICIONANTES ESPAÇO-TEMPORAIS DA PRECIPITAÇÃO

3.1 REGIME E DISTRIBUIÇÃO

As chuvas são classificadas de acordo com sua origem e podem ser de três tipos: convectivas, de origem orográfica, e frontal (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). As chuvas convectivas ocorrem quando uma dada coluna de ar quente e úmido é forçada a se expandir e ascender para níveis mais altos da atmosfera, se resfriando à medida que sobe. Desta forma, ela atinge seu ponto de saturação e há formação de nuvem. Essas nuvens podem gerar chuvas, principalmente se forem cumulonimbus. Este tipo de chuva ocorre principalmente durante o verão, pois o aquecimento do ar auxilia no processo de evaporação e conseqüentemente na formação de nuvens convectivas.

As chuvas de origem orográficas ocorrem em função de relevos montanhosos. O ar quente e úmido ao encontrar uma barreira do relevo é forçado a ascender, provocando saturação do ar e a condensação que gera nuvens estratiformes e cumuliformes. Estas ao se desenvolverem podem produzir as chuvas orográficas.

As chuvas de origem frontal são geralmente geradas nas frentes, sua quantidade e duração dependem da atuação do sistema, da umidade das massas envolvidas, além do contraste de temperatura entre elas (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

De acordo com Nimer (1979), que analisou a distribuição e regime da precipitação nas regiões brasileiras com séries em torno do período de 1915 a 1970, a região Sul é aquela que possui distribuição espacial da chuva de forma mais uniforme quando comparada com as outras regiões brasileiras. A média anual da precipitação varia entorno de 1250 a 2000 mm. Algumas regiões possuem média acima de 2000 mm, como é o caso do Oeste de Santa Catarina (planalto e vale do Rio Uruguai) onde se localiza a bacia em estudo. O relevo do estado não tem uma grande relevância sobre a distribuição da precipitação, mas deve-se salientar que o litoral e a Campanha Gaúcha com relevo pouco acidentado possuem mais dias com chuvas, e nas regiões de Planalto (Oeste de Santa Catarina e do Paraná) ocorre o maior acúmulo anual de chuva. As elevadas amplitudes altimétricas auxiliam na turbulência do ar, podendo causar maiores volumes de precipitação no Planalto, enquanto no caso da Campanha e do litoral, os totais de precipitação estão relacionados com a trajetória mais frequente dos sistemas frontais.

Nimer (1979) ainda caracteriza o clima da região sul como tendo um regime de chuva equilibrada, pois geralmente elas ocorrem bem distribuídas ao longo do ano. Salienta que essa região não possui uma estação seca, contudo numa pequena parte, no norte do território (estado do Paraná) ocorre uma seca de alguns dias. O autor classificou como secas algumas regiões em que se verificou em média pouca quantidade de chuva em um a dois meses. Outras regiões foram classificadas como tendo um período de subseca, onde há pouca chuva em menos de um mês. O autor baseia-se na classificação de Gaussen e Bagnoulds (1953) que consideraram seco o mês cujo total das precipitações é igual ou inferior ao dobro da temperatura média. Para os locais que não possuem sequer um mês seco, Nimer caracterizou como subseca quando a precipitação foi inferior ou igual ao triplo da temperatura.

Considerando-se este parâmetro a bacia do Rio do Peixe está numa área caracterizada por ter uma subseca em média nos meses de novembro, julho e agosto. Nimer (1979) salienta que esses períodos de seca ou subseca não ocorrem todos os anos. Além disso, também comenta que houve anos em que ocorreram chuvas acima da normal climatológica na Região Sul, como em 1928 e 1932, além de anos em que quase toda a região teve chuva abaixo da média climatológica, como ocorreu em 1917, 1921, 1924 e 1933. Nesses anos a seca atingiu quase todas as cidades da região Sul, até mesmo, as que não se caracterizam pela ocorrência de subsecas. Em algumas regiões ocorreram mais de três meses do fenômeno. Desta forma, pode-se afirmar que desde 1917 já há registro de ocorrência de períodos secos ou de estiagens, em Santa Catarina. Os anos chuvosos trouxeram prejuízos aos centros urbanos e às atividades agropecuárias, porém o autor considerou mais prejudicial, naquela época, os anos com seca.

Tais anos são mais sentidos pelas populações rurais do que anos de fortes desvios positivos. Estes últimos, embora se caracterizem por apresentar maior número de chuvas intensas ou aguaceiros, causadores de violentas enchentes, muito temidas pelo caráter torrencial de seus rios (rios de planaltos), os problemas econômicos e sociais dela advindas são, de certa forma, rapidamente reparados pela assistência dos governos estaduais e federais e pelas empresas privadas mais diretamente interessadas em evitar uma sensível queda na produção agrícola das

áreas flageladas. Já os problemas causadores de fortes desvios negativos, embora sem violência aparente, criam consequências bem mais graves à economia pelos seus caracteres: lento, contínuo, duradouro e geral, numa região cuja economia rural não está preparada tecnicamente e estruturalmente para tais ocorrências (NIMER, 1979, p. 225).

Desta forma pode-se afirmar que embora as chuvas em Santa Catarina em média sejam bem distribuídas durante o ano, ocorrem anos, com muita precipitação durante um período, causando inundações nos centros urbanos. Assim como anos em que há períodos de pouca ou nenhuma precipitação trazendo prejuízos econômicos na agricultura e problemas na distribuição de água.

Nimer (1979) ainda verificou que é pouco possível prever quando os máximos ou mínimos de precipitação irão ocorrer, pois eles podem se verificar em qualquer estação do ano. Desta forma, o autor descreveu a tendência mais ou menos definida. Na região oeste de Santa Catarinense e Rio Grande do Sul é difícil de apontar um trimestre chuvoso, pois a irregularidade é maior. Contudo na região onde se encontra a bacia de estudo, Nimer considerou como sendo a época de máxima concentração de precipitação os meses de agosto, setembro e outubro.

Mais recentemente Severo (2008) pesquisou a distribuição da precipitação na região Sul no período de 1979 a 2002. É interessante tratar desta pesquisa, pois ela abordou anos em que Nimer (1979) não pesquisou, assim pode servir como comparação entre resultados, ou verificar uma variabilidade nas chuvas. A pesquisa de Severo também mostrou que no oeste e extremo leste da região sul ocorre maior acúmulo de precipitação. Sazonalmente, a chuva se distribui na região sul de forma diferenciada no espaço. Durante o inverno a chuva ocorre em maior proporção no centro da região sul. Na primavera a chuva se acumula mais no sudoeste do Paraná, oeste de Santa Catarina e noroeste do Rio Grande do Sul, totalizando em média 500 mm. No verão o leste do Paraná e Santa Catarina, recebem maior precipitação, enquanto no outono a precipitação é mais homogênea, mas ainda assim o sudoeste do Paraná e oeste de Santa Catarina detém o maior acúmulo.

Percebe-se essas diferenças da precipitação na figura 6, Severo (2008) também agrupou a região Sul em cinco regiões homogêneas de acordo com a distribuição da precipitação. As regiões estão delimitadas

na figura 7 e a bacia do Peixe está localizada entre duas delas. A parte dela que está a nordeste se localiza na região de número 2 (azul), e a sua maior extensão pertence à região 4 (verde). Contudo nessas duas regiões em que a bacia hidrográfica se encontra as médias diárias são muito próximas, variando entre 5,0 mm a 5,5 mm.dia, e períodos iguais (meses) de maior e menor acúmulo de chuva. Desta forma, tanto na região 2 como na 4, a precipitação se acumula em média no verão e primavera; o período mais “seco” ocorre no início do outono e final do inverno.

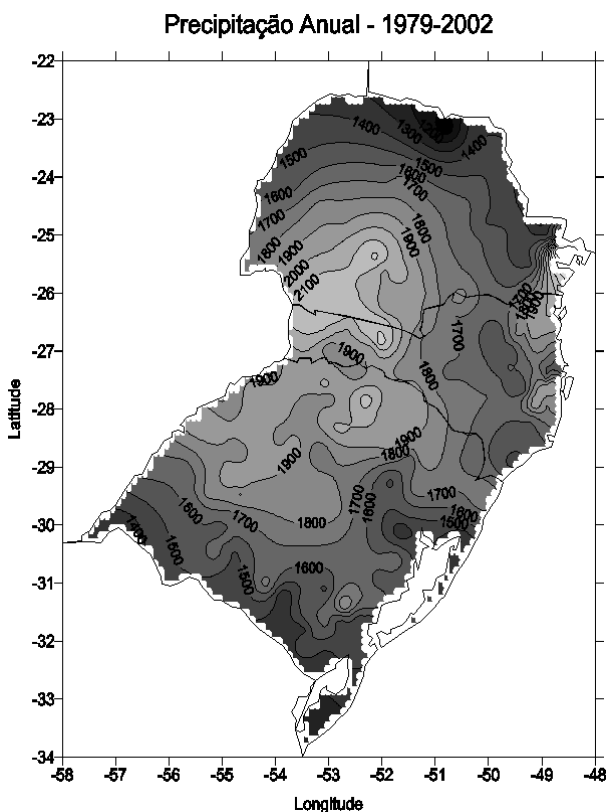


Figura 6- Distribuição da precipitação média anual. Fonte: SEVERO (2008).

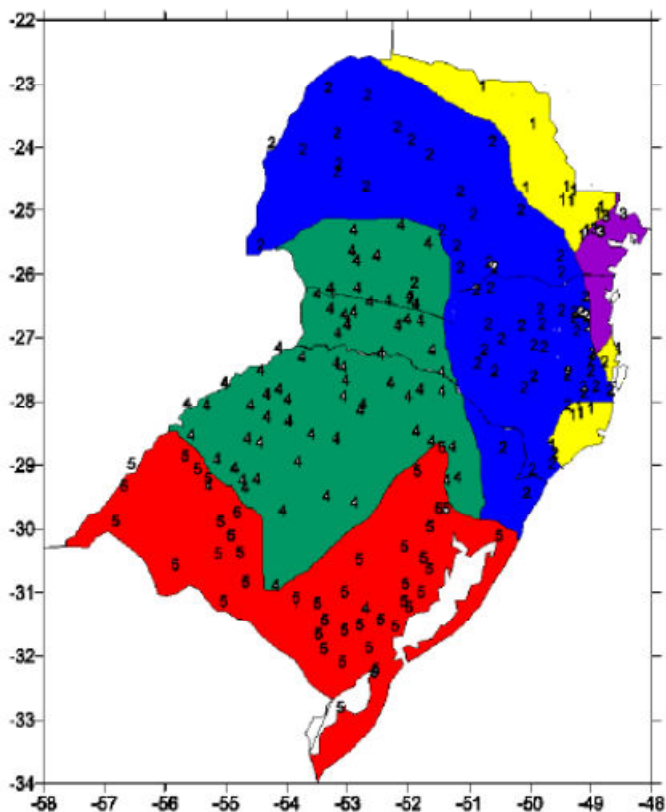


Figura 7 - Distribuição espacial das regiões homogêneas de precipitação no sul do Brasil. Fonte: Severo (2008).

Silva (2001) também pesquisou a precipitação na região Sul do Brasil e agrupou a área em três regiões homogêneas, não se contrapôs muito em relação às regiões agrupadas por Severo (2008). Silva (2001) utilizou dados de 61 estações referentes ao período de 1950 a 1997. A figura 8 demonstra as regiões homogêneas de precipitação na região Sul, delimitadas pelo autor.

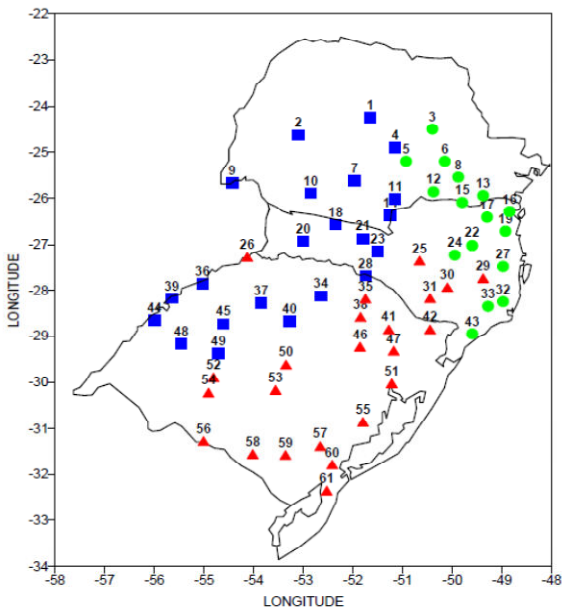


Figura 8 - Distribuição das regiões homogêneas de precipitação segundo Silva (2001). O quadrado representa a região C, o triângulo a região B e o círculo a região A. Fonte: Silva (2001).

A Bacia do Rio do Peixe está localizada na região que o autor classifica como C, representada por quadrado. Pode-se observar que entre as três regiões há diferenças de relevo, de continentalidade e maritimidade. Os totais mais altos de precipitação se localizam no grupo da região C, e os segundos maiores se encontram próximos ao litoral. Na região da bacia hidrográfica há uma variação mensal da precipitação entre 110 a 170 mm, se destacando o mês de janeiro como o mais chuvoso. A região em que ocorre maior variação mensal de precipitação é a A (Silva, 2001).

Considerando as pesquisas abordadas até então, pode-se afirmar que todas concordam que o maior acúmulo de precipitação ocorre na região oeste de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sendo que a estação “normalmente” mais chuvosa ocorre na primavera. Somente Silva (2001) apontou janeiro como o mês mais chuvoso para a região oeste. Somente Monteiro (1979) verificou períodos secos e/ou subsecos na região Sul, os outros autores citados no texto não mencionaram períodos de estiagem ou “secos”.

3.2. DINÂMICA ATMOSFÉRICA E AS CHUVAS

Diversos centros de ações, massas de ar e sistemas atmosféricos atuam na bacia do Rio do Peixe e provocam condições de tempo distintas. Para uma caracterização climática local faz-se necessário descrevê-los. Devido a sua localização geográfica, a bacia é atingida anualmente pela maioria das massas de ar e sistemas atmosféricos que chegam à região sul do Brasil.

“Os centros de ação constituem-se em extensas zonas de alta ou de baixa pressão atmosféricas que dão origem aos movimentos da atmosfera” (MENDONÇA ; DANNI-OLIVEIRA-, p. 95, 2007). Eles originam as massas de ar que podem ser conceituadas como *“uma porção da atmosfera, de extensão considerável, que possui características térmicas e higrométricas homogêneas”* (MENDONÇA ; OLIVEIRA-DANNI, p. 99, 2007).

Os centros de ação que atuam na região sul e conseqüentemente na bacia em estudo são: o Anticiclone do Atlântico Sul, o Anticiclone Migratório Polar, e a Baixa Pressão do Chaco.

O anticiclone do Atlântico Sul origina a massa Tropical Atlântica. O tempo, sob atuação dessa massa se mantém geralmente estável, pois a umidade dela é limitada à camada superficial (VIANELLO; ALVES, 1991). O Anticiclone Migratório Polar forma-se no extremo sul do Atlântico Sul em latitudes subpolares. No inverno o anticiclone posiciona-se sobre latitudes mais baixas, chegando às proximidades da Argentina e Uruguai (MENDONÇA; OLIVEIRA-DANNI, 2007). O anticiclone Polar tem duas trajetórias: uma continental e outra marítima. Quando sua trajetória é continental origina um ar seco no sul do Brasil, desta maneira ocorre à formação de poucas nuvens. A grande amplitude térmica provocada pelas condições anteriores mencionadas resulta em temperaturas muito baixas na madrugada, com formação de geada em lugares mais altos. Já quando a trajetória do anticiclone polar é marítima, ele se desloca sobre o oceano Atlântico, percurso que provoca o aumento de nuvens, e favorece chuvas isoladas na zona costeira da região sul (MONTEIRO, 2007). Nos meses de inverno é comum a ocorrência de geadas nos municípios que pertencem à bacia, ocasionadas muitas vezes por essas invasões de massas polares.

A baixa pressão do Chaco se forma na região de mesmo nome no norte da Argentina e Paraguai. Dá origem a uma massa de ar denominada massa Tropical Continental (mTc), que forma-se no final do inverno e início da primavera. A massa é quente e seca e atua no sul

do Brasil principalmente no verão. O domínio desta massa provoca geralmente dias pouco chuvosos e muito ensolarados. Essa massa de ar tem pouca umidade o que diminuí a possibilidade de formação de nuvens, e, desta forma, há um intenso aquecimento diurno e resfriamento noturno (MENDONÇA e OLIVEIRA-DANNI, 2007; NIMER,1979; TUBELIS e NASCIMENTO, 1980). A figura 9 mostra os principais centros de ação do Brasil.

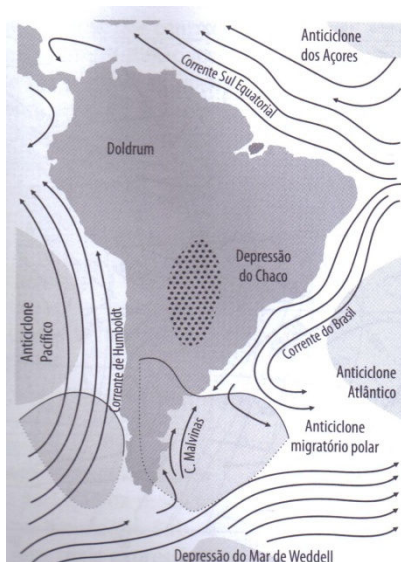


Figura 9 – Principais centros de ação da América do Sul. Fonte: DANNI-OLIVEIRA, 2000, adaptado de MONTEIRO, 1973, apud MENDONÇA ; DANNI-OLIVEIRA, 2007.

Além das massas de ar, outros sistemas meteorológicos atuam na bacia do Rio do Peixe, que são: as frentes frias, bloqueios atmosféricos, Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), corrente de jatos e Vórtices Ciclônicos de Baixos Níveis (VCAN).

Quando há contato entre duas massas de ar de temperatura diferente forma-se uma superfície de descontinuidade, denominada de frente. As frente podem ser: frias, quentes, oclusas e estacionárias. A frente fria ocorre quando uma massa de menor temperatura desloca da superfície do solo outra de maior temperatura. Ocorre o contrário em uma frente quente. A frente oclusa é o encontro de três massas de ar ou duas frentes, uma fria e outra quente. Há uma massa mais fria, uma menos fria e uma mais aquecida que é deslocada por elas. E a

estacionária é quando a frente possui pequeno ou nenhum deslocamento horizontal (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980).

Sob a atuação das frentes frias há geralmente precipitação acompanhada de trovoadas. (TUBELIS; NASCIMENTO, 1980). Elas ocorrem durante todo o ano em Santa Catarina, sendo mais frequentes de junho a setembro, assim sendo é um dos sistemas que atua na Bacia do Rio do Peixe (CAVALCANTI; KOUSKY, 2009). A frente fria torna-se intensa quando atuam junto com ela a corrente de jatos e a Baixa do Chaco. Quando isso ocorre é bem provável que a chuva seja intensa e bem distribuída, mas se um deles não se configurar ocorre pouca precipitação. Outro fator que contribui para intensificar a frente é a diferença de densidade entre as massas envolvidas. Quanto maior a diferença mais ativa é a frente, podendo causar pancadas de chuvas fortes, ventos intensos e granizo. Depois da passagem de uma frente fria há predomínio de vento sul e queda nas temperaturas (MONTEIRO, 1997).

Os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM) são aglomerados de nuvens frias, formados basicamente por cumulonimbus, com formato aproximadamente circular. Esse sistema se forma nas proximidades do Paraguai. É comum se formarem no final da tarde e início da noite, dissipando-se por volta do meio dia subsequente. Setenta por cento dos casos de CCM tem trajetória de leste para sudeste atingindo a região Sul do Brasil, e conseqüentemente, a área em estudo. Sob atuação desse sistema pode ocorrer eventos de precipitação intensos, fortes rajadas de ventos e até mesmo tornados (DIAS, 1996). Em Santa Catarina os CCM atuam mais na primavera sendo mais comum nos meses de setembro e outubro. Eles atingem o estado geralmente entre a madrugada e o início da manhã, favorecendo a ocorrência de chuva com trovoadas e granizo isolado (MONTEIRO, 2001).

A corrente de jato define-se como uma corrente de ar em forma de um estreito cano ou ducto quase horizontal. A velocidade do vento ao longo do eixo principal é de no mínimo 140 km/h. “A corrente de jato tem vários milhares de quilômetros de comprimento, centena de quilometro de largura e vários quilômetros de espessura” (ESCOBAR, 2009, p. 128). Os jatos podem ser de altos e de baixos níveis.

Os jatos de altos níveis (JAN) se localizam aproximadamente entre 9000 e 13000 m de altitude. Existem dois tipos de jatos, os Subtropicais (JST), que aparece na faixa de latitudes que vai de 20° a 40°S, e, o Polar (JP) que se encontra entre 30° a 70°S. O JP exerce influencia direta ou indireta sobre mudanças de tempo, pois ao se

deslocar para o norte seus movimentos são acompanhados por sistemas de alta e baixa pressão em superfície e também por frentes frias e quentes. Ele geralmente aparece atrás de uma frente fria e na frente de uma frente quente (ESCOBAR, 2009). O JST começa a se intensificar durante o outono, e nos meses de inverno atinge sua máxima intensidade. Na primavera já começa a perder forças. Nos meses de verão praticamente desaparece, prevalecendo o Polar. O JST atua na região Sul e Sudeste do Brasil intensificando a atividade convectiva, ou também pode bloquear o deslocamento das frentes frias, assim ela torna-se estacionária e os totais de precipitação local elevam-se (PEZZI; ROSA; BATISTA, 1996).

O jato de baixo nível (JBN) é uma corrente de ventos que ocorre em baixos níveis da atmosfera ao longo de cadeias montanhosas. A cordilheira dos Andes exerce influência na formação do denominado Jato de Baixos Níveis da América do Sul (JBNAS). Os JBNAS podem ocorrer de duas formas. A primeira é quando os ventos alísios de nordeste chegam até a Amazônia e absorvem a umidade liberada pela evapotranspiração da floresta. Os alísios ao chocar-se com os Andes são acelerados e desviados rumo ao sul/sudeste do Brasil e norte da Argentina. Esses ventos tornam-se, assim, jatos de baixos níveis. A segunda forma é quando os ventos originados da Alta Subtropical do Atlântico Sul se chocam com os Andes e também originam jatos. A figura 10 mostra de forma esquemática a origem dos JBNAS. Eles favorecem a precipitação na bacia do Prata, sendo que essa bacia abrange parte do sudeste e sul brasileiro. A área de estudo pertence a essa bacia, e desta forma, os JBNAS influenciam nas condições de tempo e clima. A umidade trazida da Amazônia pelos jatos causa precipitação principalmente no verão, já durante o inverno o Anticiclone do Atlântico é mais relevante na formação dos JBNAS (MARENGO, AMBRIZZI, SOARES, 2009). Quando os jatos atingem a bacia do Prata eles “interagem com o relevo e com as frentes frias geradas em latitudes mais altas, e com as massas de ar oriundas do Atlântico Sul, produzindo chuvas intensas em poucas horas na região de saída do jato” (MARENGO, AMBRIZZI, SOARES, 2009, p.180).

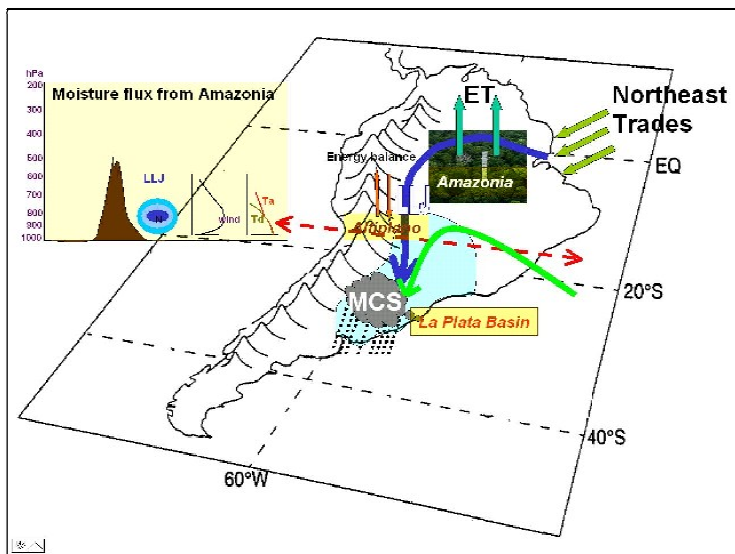


Figura 10 - Origem dos JBNAS. Fonte: Marengo et al (2004) apud Marengo; Ambrizzi; Soares, 2009.

Os bloqueios atmosféricos são caracterizados por Mendes et al (2005) por anticiclones semiestacionários localizados entorno de 60°S, que produzem um brusco desvio em alguns sistemas como frente fria e ciclones. Ainda segundo os mesmos autores, os bloqueios que ocorrem no sudeste do Pacífico e atingem a América do Sul ocorrem em número maior no inverno e primavera, enquanto nos meses de verão atuam em menor número. Em suas pesquisas houve mais bloqueios em anos de El Niño do que em La Niña. A atuação desse sistema durante o inverno geralmente propiciam temperaturas mais altas no sul do Brasil, e, norte da Argentina, Paraguai e Uruguai, porque impede a passagem de frentes frias para o sul do Brasil, favorecendo o domínio da massa tropical. E desta forma as temperaturas ficam menores nas regiões onde as frentes ficam estacionárias, como por exemplo, na região da Patagônia (sul da Argentina). Ao contrário, no verão as temperaturas máximas têm uma decaída, em toda a América do Sul. Os bloqueios ainda podem causar períodos de veranicos (dias sem chuvas), tanto no verão como no inverno para o sul do Brasil (MENDES et al, 2005). De acordo com Sacco (2010) os bloqueios tiveram grande influencia nos eventos de estiagens do oeste catarinense durante o período pesquisado (2001 a 2006) pela autora. Sua pesquisa também mostrou que os bloqueios

aturam mais no inverno e verão, seguido da primavera e outono, respectivamente. Essa conclusão difere, em parte, de Mendes et al (2005) descrita anteriormente. Contudo devemos levar em consideração que Sacco (2010) fez um estudo de caso em um período de seis anos e considerou os bloqueios que atuaram tanto no Atlântico como no Pacífico, enquanto Mendes et al (2005) só considerou os bloqueios que atuaram no Oceano Pacífico.

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) são centros de baixa pressão que se formam na alta troposfera, e podem se estender até os níveis médios (FERREIRA; REMÍREZ; GAN, 2009). No Brasil as regiões mais afetadas por estes sistemas são: sul, sudeste e nordeste. Os VCANS podem ser classificados em *Palmén* ou *Palmer*. Os *Palmén* se formam em latitudes extratropicais e atuam mais sob a região sul e sudestes, enquanto os *Palmer* se formam na região tropical, e atuam sobre a região nordeste. Na região sul, e conseqüentemente na bacia do Rio do Peixe, os *Palmén* atuam geralmente de 1 a 2 dias, podem se formar durante todo o ano, favorecendo a ocorrência de chuvas e ventos fortes (LOURENÇO; FERREIRA; GAN, 1996). A pesquisa de Severo, Campigotto e Refosco (2011) concluiu que os VCAN que se formaram na América do Sul no período de 1979 a 2008, tiveram ocorrência durante todos os meses do ano, com maior frequência em novembro e menor em setembro. Os mesmos, ainda concluíram que:

[...] a maioria dos vórtices segue trajetórias que passam pelo sul do continente. O movimento dos VCAN é quase zonal (oeste-leste) sobre o Oceano Pacífico, encurva-se para nordeste ao se aproximar da cordilheira dos Andes e depois se volta para sudeste em direção ao Oceano Atlântico. No outono e no inverno, os VCAN conseguem alcançar latitudes mais baixas chegando inclusive ao centro-oeste da América do Sul. No verão, raramente o caminho seguido pelos VCAN se aproxima dos estados do Sul do Brasil (Severo; Campigotto; Refosco, 2011, p.7).

Desta forma, as atuações das massas de ar e dos sistemas atmosféricos na bacia do Rio do Peixe provocam tempos instáveis e estáveis. Alguns destes tipos de tempo podem ser responsáveis por extremos de precipitação, ocasionando estiagens ou excessos hídricos.

Sazonalmente em Santa Catarina é comum a atuação em maior número de alguns sistemas atmosféricos que contribuem na

caracterização climática de cada estação do ano. Durante o verão é comum ocorrer a formação de convecção tropical, devido à intensidade de calor associada aos altos índices de umidade. Desta maneira formam-se nuvens do tipo cumulonimbus que causam precipitação. A atuação de frentes frias irá contribuir e intensificar a convecção tropical, podendo causar chuvas intensas com rajadas de ventos e granizo, enquanto as temperaturas podem diminuir. A temperatura mínima desta estação fica em torno de 20°C e a máxima geralmente ultrapassa os 30°C. Devido à proximidade da baixa do Chaco na região oeste, esta pode apresentar temperaturas muito altas em alguns municípios, sendo essa região a que apresenta maior insolação (MONTEIRO, 2001).

No outono é frequente a ocorrência de bloqueios atmosféricos, assim a estação é marcada por uma estabilidade atmosférica que pode ocasionar os períodos denominados “veranicos”. Essa diminuição da precipitação ocorre em todas as regiões do estado, tornando-se característica desta estação. As frentes frias que causariam precipitação, geralmente, chegam ao Rio Grande do Sul e são desviadas para o oceano perdendo sua intensidade. Algumas delas, também, ficam impossibilitadas de atuar em Santa Catarina por conta dos bloqueios atmosféricos. Contudo eventos extremos podem ocorrer em qualquer época do ano, ocasionando elevados totais mensais de precipitação. No início do outono ocorrem as primeiras incursões de massas polares que provocam quedas nas temperaturas além de favorecer a formação de geadas, geralmente fracas, em regiões do planalto, oeste e áreas da encosta da Serra Geral (MONTEIRO, 2001).

No inverno ocorre a passagem de sucessivas massas de ar polar que se deslocam sobre a Argentina em direção ao sul do Brasil. Quando se instala no estado catarinense o tempo fica estável com predomínio de céu com pouca ou nenhuma nuvem e acentuado declínio de temperaturas. Essas condições favorecem a formação de geada e de nevoeiros que são típicos da estação de inverno. A ocorrência de geada é mais frequente nas mesorregiões do planalto e oeste. Nestas duas regiões também é registrado um maior volume de precipitação, nesta época do ano, do que no litoral. Isso se deve à Baixa do Chaco que influencia na “organização de condições de tempo mais instáveis, associadas à frente frias” (MONTEIRO, 2001, p.74). Durante o inverno, os sistemas frontais e os vórtices ciclônicos em altitude são os que mais contribuem na ocorrência de chuva. As precipitações de granizo são menos frequentes; é mais comum quando ocorre elevação na temperatura e em seguida uma frente fria. Já a precipitação em forma de neve é comum nesta época (SOUZA, 1997 apud Monteiro, 2001),

ocorrendo principalmente nos municípios de Lages, Urubici, São Joaquim e Bom Jardim da Serra (MONTEIRO, 2001).

Durante a primavera é frequente a instabilidade atmosférica ocasionada pelos Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM). Há possibilidade de chuvas intensas com trovoadas e granizo. Essa época apresenta-se como a mais chuvosa para alguns municípios catarinenses. A nebulosidade que está associada aos CCMs causa uma redução nas horas de insolação. Contudo nos meses de novembro e dezembro há um declínio na quantidade de precipitação e maior insolação. Esses dois fatores aliados podem ocasionar pequenas estiagens pelo estado. As massas polares ainda podem atuar nessa época do ano e causar queda nas temperaturas (MONTEIRO, 2001).

3.3. VARIABILIDADE CLIMÁTICA

No texto anterior foram identificadas as massas de ar e os sistemas atmosféricos que influenciam no clima e na distribuição da precipitação em Santa Catarina e na região em estudo. Contudo, outros condicionantes também podem influenciar nos elementos climáticos. O sistema climático da Terra é representado pela interação entre superfície-atmosfera-oceano, assim diferenças significativas de temperatura nos oceanos Pacífico e Atlântico podem influenciar nas condições climáticas. Nessa pesquisa trataremos somente dos fenômenos do Oceano Pacífico: ENOS e ODP.

O El Niño é um fenômeno oceânico, que ocorre quando há um aquecimento das águas superficiais nas porções centrais e leste do Oceano Pacífico. Recebe este nome quando a temperatura da água atinge $0,5^{\circ}\text{C}$ ou mais acima da média térmica, que é 23°C . A ação combinada do El Niño, de natureza oceânica, e da Oscilação Sul, de natureza atmosférica, geram o fenômeno ENOS, que corresponde à abreviação de El Niño/Oscilação Sul (MENDONÇA; OLIVEIRA-DANNI, 2007).

Durante a ocorrência de El Niño, aumenta o fluxo de calor e umidade para a atmosfera nos trópicos, diminuindo a pressão na superfície e aumentando a convergência de baixos níveis. Em novembro de episódios de El Niño predominam anticiclones sobre o centro-leste do Brasil e ciclones sobre o sudoeste da América do Sul. A entrada de umidade no Atlântico Equatorial é favorecida e desviada para o sul do Brasil, onde a convergência de umidade é dominante. Durante o El Niño o jato subtropical também fica intensificado. Essa circulação da atmosfera favorece uma ocorrência maior de CCMs e ciclogêneses no oeste do Sul do Brasil. Desta forma, em episódios de El Niño há mais chuvas no Sul e menos chuva no Norte e Centro-Oeste do Brasil (GRIMM, 2009).

A La Niña ou Anti-El Niño é causada pelo resfriamento das águas superficiais da porção leste do Pacífico (Taiti) que acentua a situação barométrica padrão da célula de Walker. Sob atuação deste fenômeno a atividade convectiva aumenta na Amazônia e no nordeste do Brasil, enquanto que na região sul e sudeste há uma redução na precipitação (MENDONÇA; DANNI – OLIVEIRA, 2007). A atmosfera mais seca na região Sul favorece a amplitude térmica, e aumenta a possibilidade de geadas, inclusive as tardias (AGUIAR; MENDONÇA, 2004).

O fenômeno ENOS alterna sua fase positiva (El Niño) e negativa (La Niña) entorno de 3 a 7 anos, contudo, de um evento ao seguinte o intervalo pode mudar de 1 a 10 anos. Desde que se iniciaram as observações da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), os eventos de El Niño mais intensos foram em 1982-1983 e 1997-1998. Dos eventos mais recentes da fase negativa do ENOS, os mais intensos foram: anos de 1988/89 e 1998/99 (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

A Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) foi proposta por Mantua et al (1997) ao estudar a produção de Salmão e o clima no Alasca. A ODP é caracterizada por aquecimento e resfriamento das águas do Oceano Pacífico Tropical e da Costa Oeste da América, apresentando fases quentes e frias. Essas fases duram em torno de 20 a 30 anos. De acordo com os dados coletados por Mantua et al (1997) e analisando a figura 11 já houve duas fases quentes e uma fria bem definidas. As fases quentes ocorreram entre 1925 a 1947; e posteriormente de 1977 a 1998. Nessa fase as águas do Pacífico Tropical apresentam anomalias positivas, enquanto as águas no Oceano Extratropical apresentam anomalias negativas. Ocorreu o contrário na fase fria, que ficou nítida entre os anos de 1947-1976. Durante a fase fria ocorre uma maior frequência de La Niña ou eventos com intensidade maior, enquanto na quente isso ocorre com El Niño. (MANTUA et al, 1997; KAYANO e ANDREOLI, 2007; MOLION, 2005). Alguns autores como Minobe (2000), Hare e Mantua (2000, apud Kayano e Andreoli, 2007) e Molion (2005) sugerem que por volta de 1998/1999 ocorreu outra mudança, ou seja, uma nova fase fria. De acordo com Molion (2005) essa fase fria deve permanecer até 2025 e se o sistema terra-atmosfera se comportar como na última fase anterior da ODP (1947-76) os invernos serão mais intensos e com aumento de frequência de geadas e redução dos totais pluviométricos, pois com a troposfera mais fria e seca o ar se torna mais estável e produz menos chuva.

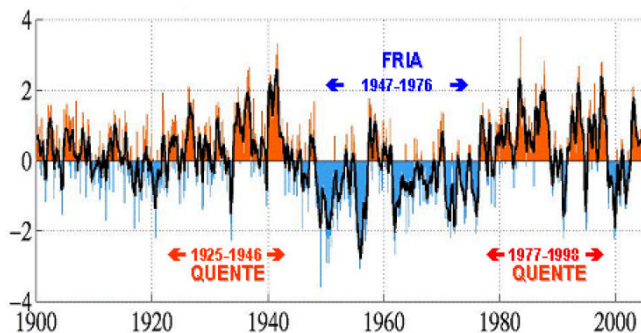


Figura 11 – Fases quentes e frias da ODP. Fonte: adaptado de Mantua et al (1997) por Molion (2008).

3.3.1 Influência da ODP e ENOS na precipitação na região Sul

As TSMs tanto do oceano Atlântico como do Pacífico interferem na precipitação do sul do Brasil. A pesquisa de Sansigolo; Perreira e Silva (2004), concluiu que anomalias positivas de TSM nos oceanos Atlântico e Pacífico estão associadas com meses mais chuvosos na região sul do Brasil, enquanto as negativas com meses menos chuvosos. Os autores classificaram a precipitação em abaixo, quase e acima da normal. Verificou-se uma maior influência nas precipitações abaixo do normal, durante a primavera e verão, principalmente no litoral, quando associadas às TSM abaixo do normal no Atlântico. Já as TSM acima do normal estão associadas a chuvas acima do normal principalmente no verão no sul, no outono na região oeste e durante todo o ano no litoral. Os eventos de El Niño tiveram significativa relação com chuvas acima da normal no verão na região oeste e durante o inverno e primavera no restante da região sul. Nos eventos de La Niña precipitação abaixo do normal foi mais significativa durante a primavera no litoral e sul da região sul (SILVA, 2004).

Grimm (2009) mostrou que a estação da primavera é mais propícia a teleconexão com o Oceano Pacífico, assim o impacto de ENOS sobre as chuvas no Sul do Brasil é mais forte na primavera do que nas outras estações do ano. Embora essa teleconexão seja menor nas outras estações do ano, é importante salientar que ela também ocorre. No outono as TSMs do Pacífico são as principais responsáveis pela variabilidade da chuva. Na estação do inverno, além da influência do

ENOS nas chuvas da região Sul, há também uma possível influência das TSMs do Atlântico Sul. A menor influência das fases do ENOS nas chuvas da região Sul ocorre no verão.

Minuzzi (2010) concluiu que em Santa Catarina durante episódios de El Niño ocorrem períodos chuvosos em maio e novembro. Já durante a La Niña, os volumes de chuva de outubro e novembro ficam abaixo da média, e, acima da média em abril e maio.

Manson e Goddard (2001) pesquisaram a relação entre os eventos de ENOS mais fortes e as chuvas, com dados mundiais. Uma de suas conclusões foi de que os pesquisadores devem tomar cuidado ao enfatizar demais a resposta do clima aos eventos de ENOS, pois só cerca de 20% a 30% das regiões estudadas apresentaram relação entre anomalias na chuva sazonal com o fenômeno.

Alguns pesquisadores tem se dedicado a verificar a influência da ODP no regime de chuvas no Sul do Brasil, alguns tendo a região inteira como área de estudo e outros somente uma cidade, ou bacia hidrográfica. Kayano e Oliveira (2008) analisaram os padrões de correlação da precipitação sobre a América do Sul e índices de TSM nos oceanos adjacentes para as fases fria e quente da ODP do período de 1948-2002. Concluíram que durante a fase quente as correlações entre a precipitação são negativas em toda a costa norte e nordeste da América do Sul, enquanto que as correlações positivas ocorrem sobre o Equador, Uruguai, Paraguai, nordeste da Argentina, e nas regiões Sul, Sudeste e parte do Centro Oeste do Brasil. Os autores concluíram também que durante a fase fria da ODP os valores negativos ocorrem no nordeste da América do Sul, na costa leste da Venezuela até no norte do Brasil. E alterações positivas são encontradas na parte central da América do Sul e ao sul na Argentina. Desta forma a pesquisa mostrou que há um aumento na precipitação na região sul na fase quente, e assim, uma possível influência da ODP sobre a precipitação na bacia hidrográfica.

No entanto outros autores verificaram também a influência da fase fria da ODP em anomalias negativas de precipitação na região Sul. Rebello (2005) concluiu que as anomalias positivas da precipitação na região Sul, durante o período 1961 a 2005, tiveram boa associação com o período de ODP positivo, enquanto anomalias negativas ocorreram durante a fase fria. Comenta ainda que no período de 1999 a 2005, quando começou a nova fase fria da ODP, houve estiagens seguidas no RS (2001/2002, 2002/03, 2003/04, 2004/05). Nesses anos anteriormente citados, ocorreu pouca chuva no outono e inverno, fazendo com que na primavera e verão tivesse pouca disponibilidade hídrica no solo. Posteriormente Cera, Ferraz e Bender (2009) aplicaram uma

metodologia diferente de Rebello (2005) e observaram que a correlação entre ODP e a precipitação no RS é mais significativa no nordeste do estado, contudo durante o verão a região mais afetada é a central. Concordaram com Rebello em relação às anomalias negativas de precipitação que ocorrerem na fase fria da ODP, e as anomalias positivas na fase quente. Streck et al (2009) e Prestes et al (2010) também tiveram resultados parecidos com os anteriores analisando a precipitação nas cidades de Santa Maria e Porto Alegre. Marques (2010) também pesquisou essa questão na Bacia do Rio Tubarão, localizada no sul de SC, e sua conclusão concordou com os demais. É necessário e relevante que mais pesquisas sejam desenvolvidas com esse objetivo em escala local e regional. Estudando o local pode-se entender melhor o quanto a ODP influencia nas condições do clima.

Kayano e Andreoli (2007) concluem em sua pesquisa que o ENOS e a ODP podem atuar juntos intensificando ou enfraquecendo os efeitos do El Niño ou La Niña. Destacam assim a importância de relacionar ambos em uma análise de dados:

A ODP e o ENOS podem ter efeitos combinados nas distribuições anômalas da precipitação em algumas regiões, agindo construtivamente (anomalias intensas e bem definidas) quando estão na mesma fase, e destrutivamente (anomalias fracas e ruidosas) quando estão em fases opostas (KAYANO; ANDREOLI, 2007, p. 38).

4. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Para atender os objetivos desta pesquisa, a primeira etapa da metodologia foi identificar as estações meteorológicas de superfície que estão localizadas na bacia Rio do Peixe. Foi feita uma seleção destas estações de acordo com período de dados disponíveis. As estações selecionadas estão na figura 12.

Parte destas estações pertence a Agencia Nacional de Águas (ANA) e outras têm como órgão responsável o Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM) que faz parte da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI). O quadro 2 mostra o município e o órgão responsável por cada estação meteorológica, além do período de dados disponível.

Quadro 2 - Localização das estações meteorológicas na Bacia Rio do Peixe, e os órgãos responsáveis por elas.

Estações Meteorológicas (municípios)	Órgão Responsável	Período de dados	Coordenadas Geográficas	Altitude (m)
Caçador	ANA	1947 - 1960	26°46'0" S e 51°00' 00" W	960
	CIRAM	1960 - 2009	26°46'32" S e 51° 00' 50" W	
Capinzal	ANA	1947 - 2009	27°20'31" S e 51°36'29" W	447
Joaçaba	ANA	1947 - 2009	27°10'18" S e 51°30'01" W	522
Macieira	ANA	1976 - 2009	26°46'32" S e 51°15'46" W	878
Salto Veloso	ANA	1947 - 2009	26°54'24" S e 51°24'34" W	820
Videira	ANA	1947 - 1970	27°00'00" S e 51°09'00" W	774
	CIRAM	1970 - 2009	27°01'27" S e 51°08'56" W	

Fonte: ANA e CIRAM, elaborado por: Kátia Spinelli, 2012.

LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS
NA BACIA DO RIO DO PEIXE

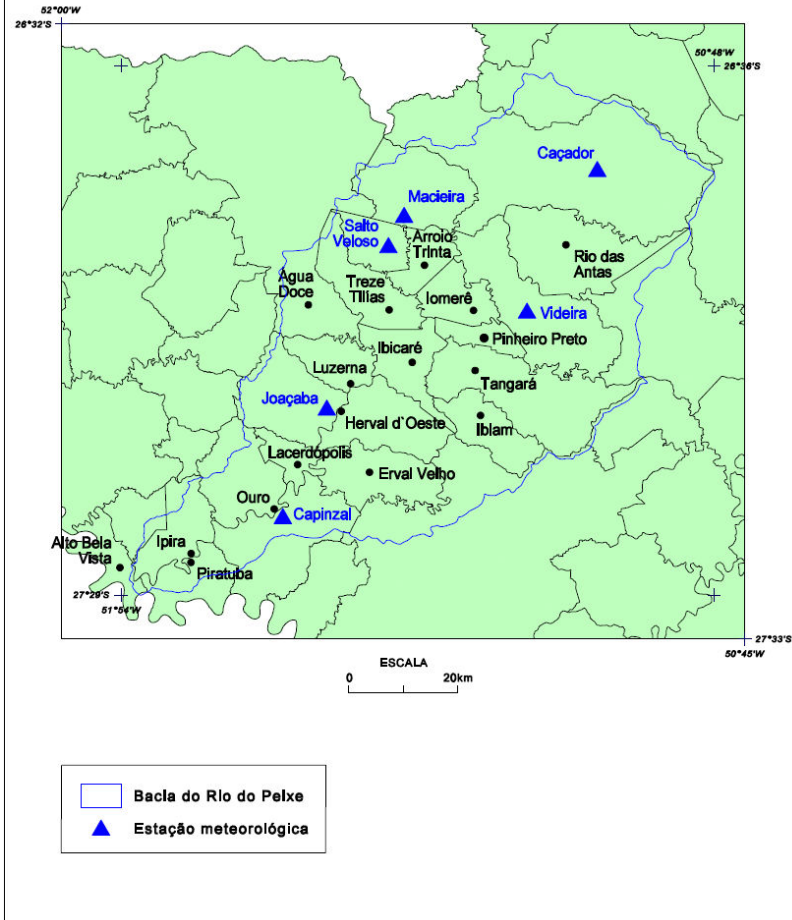


Figura 12 – Mapa de localização das estações meteorológicas. Fonte: Mapa político do estado de Santa Catarina, 2005; cartas topográficas do Brasil (IBGE). Digitalização: Kátia Spinelli. Ed. Final: José Henrique Vilela.

Algumas estações foram desativadas por alguns anos e depois reativadas, havendo assim falhas nos dados de precipitação. Em algumas estações foram utilizados dados tanto da ANA como do CIRAM, embora haja uma pequena diferença de localização entre as estações, foi importante esse procedimento para ter um período maior de dados. Observa-se no quadro 2 que os municípios de Caçador e Videira têm duas estações meteorológicas cada um, no entanto na figura 12 só mostra a localização de uma estação; isso ocorreu porque a diferença espacial entre as duas estações é pequena, e devido a escala do mapa, ambas estações foram representadas em um único ponto.

O período de dados pesquisados foi de 1947 a 2009. Os anos que continham falhas em até dois meses foram preenchidos e os outros foram descartados. Para preenchimento dessas falhas utilizou-se a técnica da média ponderada utilizada por Pinheiro et al (2005) Herrmann (2006), e Guandique et al (2011). Esta técnica consiste em estimar a precipitação mensal através da média ponderada da precipitação de três estações meteorológicas vizinhas. Denominada por X a estação que possui a falha, e por A, B, e C as estações vizinhas, pode-se determinar a precipitação P_x da estação X através da fórmula:

$$P_x = \frac{1}{3} \left[\frac{N_x}{N_a} P_a + \frac{N_x}{N_b} P_b + \frac{N_x}{N_c} P_c \right]$$

Em que N_x é a média mensal da precipitação da estação com falha e N_i é a precipitação mensal daquele ano nas estações adjacentes. E a letra P representa a precipitação média da série temporal do mês.

Para observar se havia diferença espacial na precipitação da bacia Rio do Peixe, utilizou-se análise de variância (ANOVA). O teste tem o objetivo de verificar se as médias entre as populações testadas têm ou não diferença significativa. A hipótese nula (H_0) é quando as médias populacionais são iguais, e H_1 é quando pelo menos uma das médias populacionais não é igual. Na aplicação do teste utilizou-se 5% como nível de significância. A ANOVA é composta pela estatística do teste F que calcula a razão entre a variância entre as amostras e a variância dentro das amostras (Triola, 2005).

Aceita-se H_0 quando F calculado é menor que o F crítico, o F crítico é um valor tabelado pela distribuição F. Outra forma de verificar o resultado da ANOVA é pelo valor de p , quando este tiver um valor menor que 0,05 há diferença significativa entre as médias. Nesta pesquisa a ANOVA foi utilizada para comparar às médias entre as

estações meteorológicas. Os cálculos foram feitos utilizando o programa *Excel e Statistica*. Quando o resultado da ANOVA indicar diferença entre as médias dos grupos, é necessário aplicar outro teste para identificar quais destes são diferentes entre si. Para esse objetivo, utilizou-se o teste de Tukey HSD (Honestly Significantly Different) conforme explicado em Zar (1996). Esse teste é calculado da seguinte forma:

$$HSD_{\text{critico}} = Q_{(\alpha; k; N-k)} \sqrt{\left(\frac{MQD}{2}\right) \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

Onde MQD é a média dos quadrados dos erros, $n_{i, j}$ é o número de pares da média amostral.

Levando em consideração o resultado da técnica aplicada e juntando o fato das estações terem períodos diferentes de dados, optou-se por montar uma base de dados reunindo todas as estações meteorológicas e considerando-as como réplicas espaciais representativas da precipitação média na bacia Rio do Peixe. Juntaram-se os dados da precipitação mensal de todas as estações meteorológicas numa planilha de dados e através dela, calculou-se a média mensal da precipitação para cada ano, desde 1947 a 2009.

Na pesquisa os meses de dezembro, janeiro e fevereiro representam o verão; março, abril e maio o outono; junho, julho e agosto o inverno; e setembro, outubro e novembro a primavera. Pois se considerou o início dos equinócios e solstícios, além da abordagem feita por Monteiro (2001) dos sistemas atmosféricos que atuam durante as estações do ano em Santa Catarina, em que ele classifica os meses junho-julho-agosto como o trimestre hibernal do estado.

4.1 TÉCNICAS UTILIZADAS NA CLASSIFICAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO

Para classificação da precipitação foi utilizada a técnica dos “quantis” (percentil) proposta por Pinkayan em 1966, e divulgada no Brasil principalmente por Xavier e Xavier (1998). Cujas finalidades é classificar a precipitação em períodos: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso.

Seja, portanto, $(X_1, X_2 \dots X_n)$ uma série de chuva acumulada num certo período do ano, para determinada localidade ou área, e que ao longo dos N anos de observação são calculados os quantis $Q(0,15)$, $Q(0,35)$, $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$ então o ano i passa a ser considerado: (XAVIER; XAVIER, p. 67, 1999).

Muito Seco	(MS)	▶	$X_i \leq Q_{0,15}$;
Seco	(S)	▶	$Q_{0,15} < X_i \leq Q_{0,35}$;
Normal	(N)	▶	$Q_{0,35} < X_i \leq Q_{0,65}$;
Chuvoso	(C)	▶	$Q_{0,65} < X_i \leq Q_{0,85}$;
Muito Chuvoso	(MC)	▶	$X_i \leq Q_{0,85}$.

As “ordens quantílicas” utilizadas nessa pesquisa foram as mesmas que Xavier e Xavier (1998): $p = 0,15$; $p = 0,35$; $p = 0,65$; $p = 0,85$. Desta forma, as chuvas mensais, anuais e sazonais foram classificadas na seguinte categoria:

- 1 – Muito Seco: até $Q(0,15)$ – 15%
- 2 – Seco: entre $Q(0,15)$ e $Q(0,35)$ – 20%
- 3- Normal: entre $Q(0,35)$ e $Q(0,65)$ – 30%
- 4 – Chuvoso: entre $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$ – 20%
- 5 – Muito chuvoso: acima $Q(85)$ – 15%

A técnica dos quantis possui a vantagem de ter simplicidade em seu cálculo, sendo amplamente utilizada para classificação da precipitação e reconhecimento de eventos extremos.

Xavier e Xavier (1998) salientam que 350 mm anual de chuva em um determinado lugar pode ser considerado “normal” onde a média pluviométrica anual é de 400 mm, porém em outro lugar pode ser considerado “muito seco” onde a média alcance a 1200 mm. Ainda tendo em vista esta consideração, como a bacia Rio do Peixe está inserida numa região com precipitações bem distribuídas durante o ano, cujos mais baixos totais anuais foram superiores a 1000 mm, argumenta-se que a classificação em anos secos e muitos secos não correspondem aos totais de precipitações mínimos para a região. As médias mensais dos meses menos chuvosos são superiores a 100 mm estando o desvio anual situado entre 15% e 20%. Tendo como base estas considerações

optou-se por adaptar a terminologia proposta. Desta forma, nesse trabalho considerou-se a seguinte denominação:

- Muito Pouco Chuvoso – até $Q(0,15)$
- Pouco Chuvoso – entre $Q(0,15)$ e $Q(0,35)$
- Normal – entre $Q(0,35)$ e $Q(0,65)$
- Chuvoso – entre $Q(0,65)$ e $Q(0,85)$
- Muito Chuvoso – acima $Q(0,85)$.

Os eventos de chuva que ficarem abaixo do quantil 0,15 e acima do quantil 0,85 serão considerados nesse trabalho como eventos extremos de precipitação. Outros autores como Barbosa (2008) e, Cardoso e Dias (2004) também consideram dessa forma.

Foi verificada a relação entre ENOS e os totais anuais de precipitação que caracterizaram anos mais ou menos chuvosos, através de gráficos, porcentagens e ANOVA. Os anos considerados sob a influência de El Niño e La Niña são os mesmos considerados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Já a relação entre os eventos extremos mensais e o ENOS também está em forma de gráfico, porém a fase do ENOS mensal não está disponível no INPE e desta forma considerou-se o índice ONI (Oceanic Niño Index) disponível no *Nacional Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Quando há uma anomalia na temperatura da água da região do Pacífico localizada a $5^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ e $120^{\circ} - 170^{\circ}\text{W}$, com base numa média de 30 anos, o índice considera El Niño ou La Niña. A anomalia considerada é $0,5^{\circ}\text{C}$, sendo que a média é atualizada a cada 5 anos.

A relação entre ENOS e as chuvas sazonais também ocorreram através de gráficos e pela ANOVA. Os meses de dezembro, janeiro e fevereiro representam o verão; março, abril e maio o outono; junho, julho e agosto o inverno; e setembro, outubro e novembro a primavera. De modo que, se pelo menos um mês teve influência da La Niña ou El Niño toda a estação do ano foi considerada sob influência do mesmo. Salienta-se que houve poucos casos em que somente um mês, da estação do ano, apresentou atuação do ENOS.

Optou-se por analisar os sistemas atmosféricos que favoreceram extremos mensais da precipitação. Devido ao tempo de realização da pesquisa foram selecionados somente alguns desses extremos para analisarmos. Escolheram-se períodos que tiveram de dois a três meses extremos consecutivos. E também os meses que foram registrados

desastres naturais por inundação ou estiagem. Os sistemas atmosféricos que interferiram nesses extremos foram verificados pelos Boletins da Climanálise que estão disponíveis desde 1996. Desta forma, os eventos extremos anteriores a essa data não foram analisados sob essa perspectiva.

Os meses que ocorreram desastres naturais na bacia Rio do Peixe foram compilados da dissertação de Lindner (2007), cuja autora elaborou um quadro, em anexo em sua dissertação, com a data e os municípios que decretaram desastres naturais no período de 1972 a 2006. Os dados de desastres naturais foram relacionados com as precipitações classificadas pelos quantis em períodos mais ou menos chuvoso, e, desta forma concluiu-se que seria mais sensato comparar datas de desastres naturais somente nos municípios com estação meteorológica, pois possuem dados de chuva.

4.2 TÉCNICAS UTILIZADAS PARA VERIFICAR A INFLUÊNCIA DA ODP

Utilizando a base de dados criada para representar a Bacia hidrográfica buscou-se relacionar os dados de precipitação com os índices da Oscilação Decadal do Pacífico (IODP), através de gráficos. Os IODP estão disponíveis no *Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean* (JISAO). Para fazer essa relação, procurou-se calcular os índices pluviométricos anuais. Os índices são obtidos pelas anomalias de precipitação normalizadas pelo desvio padrão, através dessa fórmula:

$$IPP = (P(i) - P_m)/D_p$$

Onde: IPP (índice de precipitação padronizado) – variável transformada em valor z ; $P(i)$ – valor total anual da variável; P_m – valor médio da variável no período, D_p – Desvio Padrão.

Esse procedimento foi utilizado por alguns pesquisadores como: Silva (2001), Prestes et al (2010), Marques (2010), Silva et al (2010). Desta forma, elaboraram-se gráficos, com os IODP e índices de precipitação, no programa *Excel*. Fez-se, também, um gráfico de dispersão entre IODP e precipitação, para observar se havia uma relação linear entre ambos. Essa relação pode ser visualizada na figura 13, como houve essa relação utilizou-se o cálculo de correlação linear simples para quantificar a relação entre as duas variáveis estudadas.

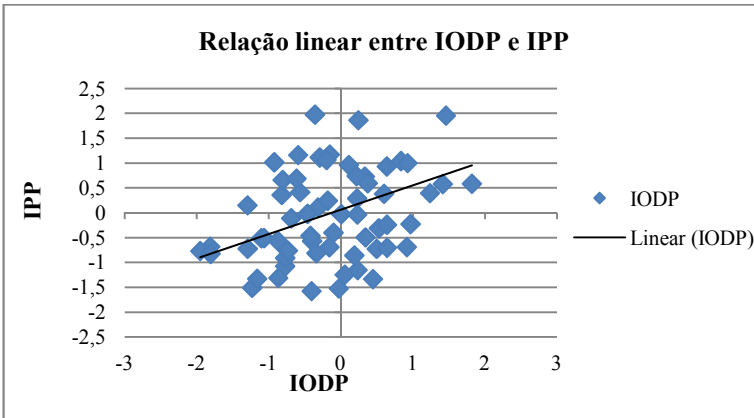


Figura 13 - Gráfico de correlação linear entre o Índice da Oscilação Decadal do Pacífico e o Índice de Precipitação Padronizado. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

O instrumento de medida da correlação é dado pelo coeficiente de correlação de Pearson, que segue a equação (TOLEDO; OVALE, 2008):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{\left[\left(\sum_{i=1}^n X_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n Y_i^2 \right) \right]^{1/2}}$$

Foi calculado esse coeficiente tanto para os dados de precipitação média anual como mensal, utilizando o programa *Microsoft Excel*. Os valores de r variam entre 1 e -1, sendo que o valor zero representa a ausência de correlação linear. Para obtermos a significância de r foi aplicado o teste t de *Student*. O teste t é calculado através da seguinte fórmula:

$$t = r \cdot \sqrt{\frac{n - 2}{1 - r^2}}$$

Ele foi calculado utilizando o programa *Microsoft Excel*, considerando $\alpha = 0,05$, e n igual ao número de pares de correlação.

Como essa pesquisa relacionou possíveis sistemas atmosféricos que influenciam na variabilidade da chuva, na análise e na conclusão dos dados optou-se por destacar as relações (chuva e fenômenos) que tivessem porcentagens acima de 40%, pois se julga importante esse número, já que a atmosfera é dinâmica e que vários sistemas podem ter relação com a variabilidade de um elemento climático.

5. ANÁLISE MULTIESCALAR DAS PRECIPITAÇÕES E SUAS VARIABILIDADES NA BACIA RIO DO PEIXE

5.1 Variabilidade Espacial

Analisou-se a variabilidade espacial da chuva na Bacia Rio do Peixe, através da ANOVA. O resultado está expresso na tabela 3, que mostra o valor de F , e F crítico. O H_0 é aceito quando o valor de F é menor que F crítico. Como o valor de $f = 0,207$ e f crítico = 2,221 (tabela 3) conclui-se que não há diferença estatística significativa na média mensal de chuva entre as estações meteorológicas.

Tabela 2 – Resultado da técnica ANOVA aplicada aos dados de chuva de cada estação meteorológica na Bacia Rio do Peixe.

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	47244,54	5	9448,91	1,43956	0,2072	2,221595
Dentro dos grupos	7837116	1194	6563,75			
Total	7884360	1199				

Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Apesar de não ter uma variabilidade significativa espacial, há uma variabilidade temporal na bacia Rio do Peixe. A precipitação média anual na bacia foi de 1624 mm, no período de 1947 a 2009, com maior ocorrência nas estações de primavera e verão com chuvas acumuladas de 475 mm e 448 mm respectivamente. O inverno é a estação menos chuvosa da região com acúmulo de 347 mm de chuva, em seguida vem o outono com 352 mm. A média acumulada das estações do ano está representada na figura 14. A pesquisa de Severo (2008) também destacou para o oeste de Santa Catarina, o verão e a primavera como a época mais chuvosa, e o outono e inverno como a mais “seca”. Porém, divergiu dos resultados desta pesquisa, indicando que o verão se demonstrou mais chuvoso que a primavera. Vale ressaltar que Severo (2001) utilizou uma metodologia, um período de dados e um recorte espacial diferente desta pesquisa, podendo ser um dos motivos da possível divergência. Outro aspecto importante é que a diferença entre a

precipitação da primavera e do verão (figura14) é pequena, cerca de 27 mm. Entre o inverno e o outono essa diferença é ainda menor, com total de 5 mm.

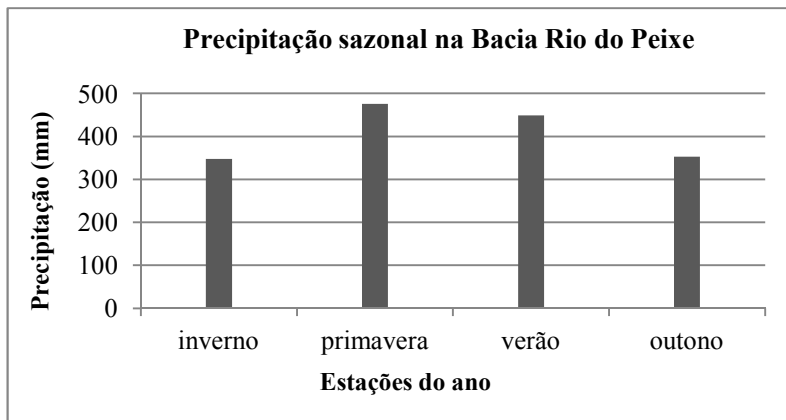


Figura 14 – Chuva acumulada durante as estações do ano na Bacia Rio do Peixe. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

A pesquisa de Silva (2001) que utilizou dados de estações meteorológicas em todo o estado de Santa Catarina, concluiu que o mês de janeiro é o mês mais chuvoso no Oeste de Santa Catarina. No entanto, a análise dos dados na bacia do Rio do Peixe, pesquisa feita nessa dissertação, mostrou que o mês mais chuvoso foi o de outubro. Este mês com média de 181 mm, seguido pelos meses de janeiro (158 mm), setembro (157 mm) e fevereiro (154 mm). De abril a agosto ocorre o período menos chuvoso. Os totais médios e a variabilidade mensal da precipitação podem ser observadas na figura 15.

A frente fria, com trajetória continental, é o principal sistema responsável pelas precipitações no inverno, mas, atua o ano todo, se associando na primavera aos CCMs e no verão induzindo a instabilidade das massas continentais, organizando a convecção tropical, que se refletem nos maiores totais de chuva (MONTEIRO e MENDONÇA, 2007).

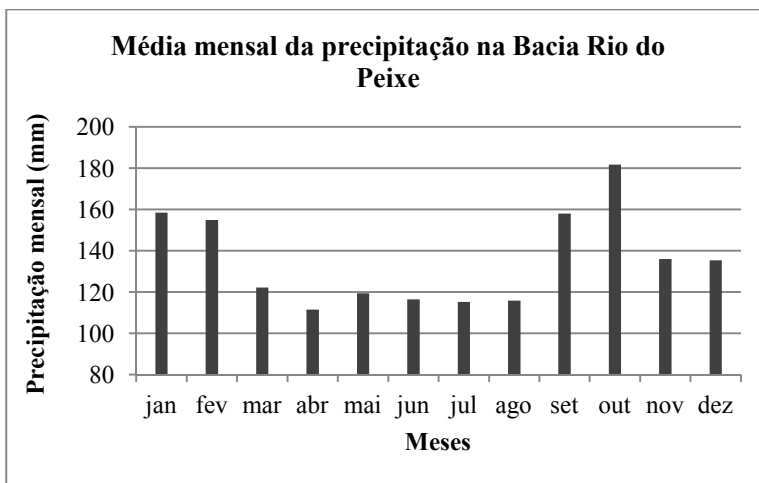


Figura 15 – média mensal de chuva na Bacia Rio do Peixe, desde 1947 a 2009. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

A precipitação também tem variabilidade interanual na bacia Rio do Peixe. Na figura 16, se podem observar alguns anos que se destacam como os mais chuvosos: 1983 (2717 mm), 1990 (2250,8 mm), 1997 (2259,8 mm) e 1998 (2255,6 mm). Destacam-se também os anos menos chuvosos, exemplo de 1949 (1122,4 mm), 1959 (1117,2 mm) e 1969 (1481,7 mm). Observa-se um intervalo bem marcado de sete anos entre os anos mais chuvosos e de 10 anos entre os menos chuvosos e uma sequência de anos secos e chuvosos dentro de dois períodos consecutivos de 20 e 15 anos, respectivamente, que apontam para uma variabilidade de baixa frequência como a ODP.

Nimer (1979) pesquisou o clima da região sul, no período de 1915 a 1970, e também mencionou a existência da variabilidade anual da precipitação, com chuvas acima e abaixo da normal climatológica. Ele também indicou que nesse período houve variabilidade mensal, e que essas, muitas vezes, resultaram em problemas econômicos e sociais.

Para uma melhor compreensão da variabilidade anual, sazonal e mensal na bacia do Rio do Peixe, os dados de chuva foram analisados através da técnica dos quantis, e seus resultados apresentados nos capítulos seguintes.

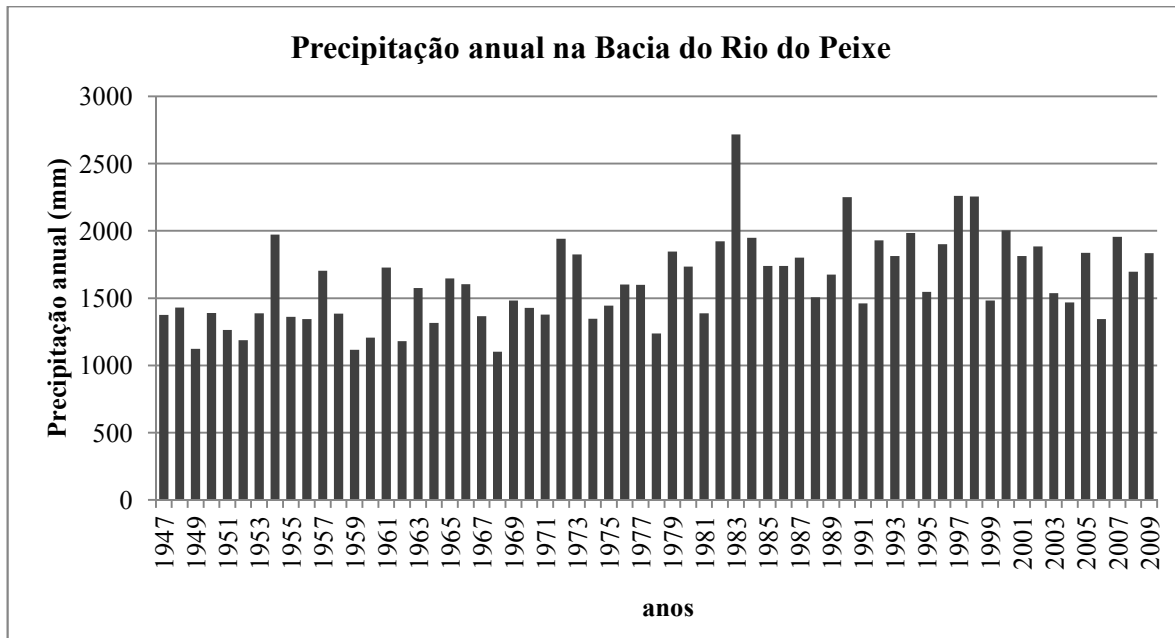


Figura 16 - Variabilidade anual da precipitação na Bacia Rio do Peixe no período de 1947 a 2009. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

5.2 VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO E A INFLUENCIA DA ODP E ENOS

De acordo com a série histórica dos dados (1947 – 2009), os anos foram classificados desta forma (tabela 4), de modo que a letra X representa a precipitação acumulada do ano analisado:

Tabela 3- Valores dos quantis para precipitação anual ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$) na bacia Rio do Peixe

Muito pouco chuvosos	Pouco chuvosos	Normal	Chuvoso	Muito chuvoso
$X \geq 1324,6$ mm	$134,6 < X \leq 1428,2$ mm	$1428,2 < X \leq 1735,9$ mm	$1735,9 < X \leq 1936,7$ mm	$X \geq 1936,7$

Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

A figura 17 mostra os anos que foram muito pouco chuvosos, pouco chuvosos, normal, chuvosos e muito chuvoso durante o período pesquisado, além dos anos em que o fenômeno El Niño e La Niña atuaram. Visualmente percebe-se que há uma maior concentração de anos muito pouco chuvosos e pouco chuvosos na primeira coluna da tabela (1947 a 1978) e os anos chuvosos e pouco chuvosos na segunda coluna (1979 a 2009). Durante os 62 anos pesquisados dez anos foram muito pouco chuvosos, doze foram pouco chuvosos, vinte e um foram normais, dez foram chuvosos e outros dez muito chuvosos. Vale ressaltar que na Bacia Rio do Peixe o último ano muito pouco chuvoso ocorreu em 1985 (1179,7 mm). Entender os fenômenos de grande escala que podem ter influenciados em anos extremos de precipitação é um objetivo desta pesquisa. Desta forma, analisaremos como o fenômeno ENOS e a ODP contribuíram para ocorrência de anos mais chuvosos e menos chuvosos.

Ano	Classificação
1947	
1948	
1949	LN
1950	LN
1951	EN / LN
1952	
1953	EN
1954	LN
1955	LN
1956	LN
1957	EN
1958	EN
1959	EN
1960	
1961	
1962	
1963	EN
1964	LN
1965	EN / LN
1966	EN
1967	
1968	EN
1969	EN
1970	EN / LN
1971	LN
1972	EN
1973	EN / LN
1974	LN
1975	LN
1976	EN / LN
1977	EN
1978	EN

Ano	Classificação
1979	EN
1980	
1981	
1982	EN
1983	EN / LN
1984	LN
1985	LN
1986	EN
1987	EN
1988	EN / LN
1989	LN
1990	EN
1991	EN
1992	EN
1993	EN
1994	EN
1995	EN / LN
1996	LN
1997	EN
1998	EN / LN
1999	LN
2000	LN
2001	LN
2002	EN
2003	EN
2004	EN
2005	EN
2006	EN
2007	EN / LN
2008	LN
2009	EN

	Muito Pouco Chuvoso
	Pouco Chuvoso
	Normal
	Chuvosos
	Muito Chuvoso

EN: Ano de El Niño

LN: Ano de La Niña

Figura 17 - Anos classificados em muito pouco chuvosos, pouco chuvosos, normais, chuvosos e muito chuvosos, de acordo com a técnica dos quantis ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$, $Q_{0,85}$), com identificação de sua condição em relação ao ENOS. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Dos doze anos muito pouco chuvosos que ocorreram na bacia Rio do Peixe quatro deles ocorreram em anos de La Niña, quatro em

anos de El Niño, e três em anos sem ocorrência de ENOS. Um dos anos (1951) ocorreu sobre atuação tanto de El Niño de janeiro a março, como de La Niña de julho a dezembro (NOAA, 2012). Isso indica que 33,3 % dos anos muito pouco chuvosos ocorreram em anos de El Niño, ou em anos de La Niña (33,3%), enquanto 25% sem ocorrência do fenômeno (neutro), e, um caso (8,3%) em um ano de transição em que atuou tanto El Niño como La Niña.

Já os pouco chuvosos foram registrados em doze anos, sendo que 41,6% deles ocorreram somente em anos de La Niña, e 25% em anos de El Niño. O ano de 1970 foi o único ano pouco chuvoso que ocorreu sob atuação de El Niño de janeiro a fevereiro e La Niña de julho a dezembro (NOAA). Ou seja, 8,3% dos anos poucos chuvosos ocorreram em anos de transição entre El Niño e La Niña. O restante dos anos pouco chuvosos (25%) ocorreu sem atuação de ENOS.

Os anos chuvosos ocorreram em sua maioria sob atuação de El Niño, cerca de 70% deles. Dos dez anos classificados como chuvosos somente dois (2) deles em anos de La Niña, e um (1) na transição entre La Niña e El Niño. Esse último caso ocorreu em 1973 em que desde janeiro a março foi El Niño e maio a dezembro foi La Niña. Não ocorreram anos chuvosos na fase de neutralidade do ENOS.

Os anos muito chuvosos também ocorreram **somente** com a atuação do ENOS. Três deles ocorreram em anos de La Niña, quatro deles em anos de El Niño e três deles em anos de transição entre El Niño e La Niña. Não houve uma diferença significativa de anos muito chuvosos sobre atuação de El Niño ou La Niña.

Os anos com chuva dentro da “normalidade” (*nor*) ocorreram em 21 anos, e 41,6 % deles ocorreram em anos de El Niño. Sobre atuação de La Niña ocorreram 19 % dos anos normais, e, 14% ocorreram em anos de fase de transição para uma das fases do ENOS ou quando houve El Niño e La Niña no mesmo ano.

Separando os anos de El Niño, La Niña, neutros e com atuação de ambos e aplicando-os a técnica da ANOVA, se tem como resultado a figura 18. Observa-se na figura que o valor de p é maior que 0,05, indicando que não há diferença estatística significativa da média entre os grupos. Percebe-se que quando atuou El Niño e La Niña no mesmo ano ocorreram os máximos de precipitação registrados. Já os menores valores de precipitação registrados ocorreram tanto em El Niño como em La Niña.

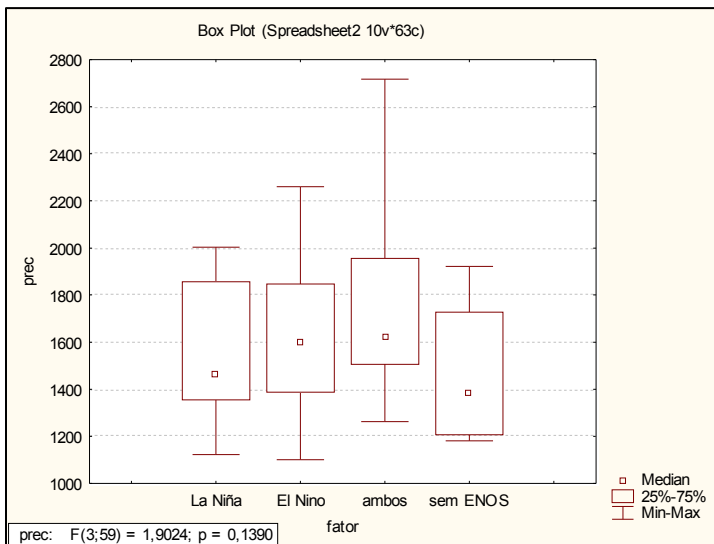


Figura 18 – Gráfico Box Plot com a precipitação em anos de La Niña, El Niño, com ambos os sistemas, ou sem ENOS. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Devido às análises percebe-se que de maneira geral não houve diferença estatística na média da precipitação entre os anos de El Niño e La Niña. Contudo, 70% dos anos chuvosos ocorreram em El Niño. A pesquisa de Manson e Goddard (2001) também não mostrou uma correlação forte entre chuvas anuais e o ENOS.

Kayano e Andreoli (2009) ressaltam que os efeitos de La Niña e El Niño podem se amplificar sobre a América do Sul quando a fase em que se encontram é a mesma da ODP. Esta afirmação deve ser relativizada uma vez que na Bacia Rio do Peixe os três anos menos chuvosos (1949, 1959 e 1969) ocorreram na fase fria da ODP entre 1949 e 1976 e os quatro mais chuvosos (1983, 1990, 1997 e 1998) na fase quente entre 1977 e 1998. Nestes anos, entretanto, nem sempre as duas variabilidades estiveram em fase. É possível que a correlação seja melhor numa escala sazonal ou mensal do que anual.

5.2.1 Influência da ODP na variabilidade anual

A figura 19 apresenta a relação entre os desvios de precipitação anual e os índices da ODP. Se o desvio é negativo indica um período

mais seco, e, quando o desvio é positivo indica um período mais chuvoso.

Na fase fria da ODP que ocorreu em 1947 a 1976, pode-se observar na figura (19) que houve um período com desvios negativos da precipitação na Bacia Rio do Peixe. Pode-se perceber isso no período de 1948 a 1956, e também, de 1963 a 1973, em que o índice negativo da ODP correlacionou-se com um desvio negativo da precipitação.

Durante a fase quente da ODP que ocorreu de 1977 a 1998, houve mais desvios positivos de precipitação quando comparado com a fase anterior da ODP. De 1982 a 1984 percebe-se que os desvios de precipitação também foram positivos como os índices da ODP. No período de 1991 a 1997 os desvios de precipitação também acompanharam a ODP.

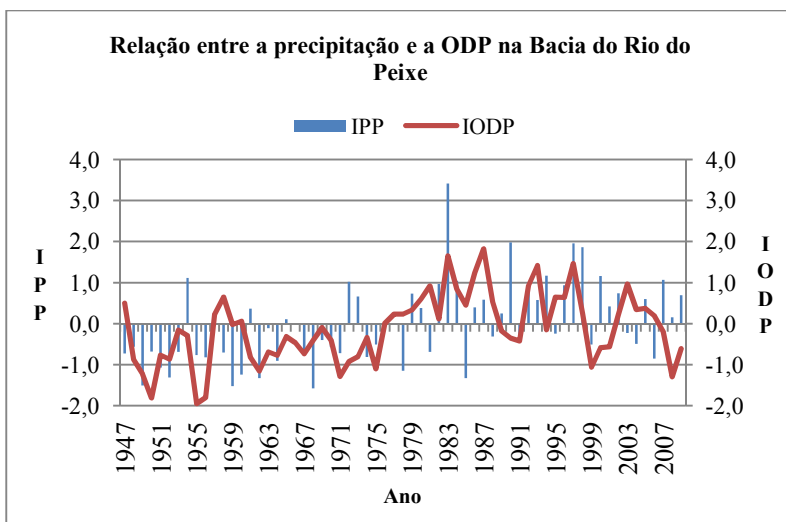


Figura 19 – Relação entre a precipitação da área de estudo (IPP) e o índice da ODP (IODP). Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Para um melhor resultado foi aplicado um método estatístico de correlação explícito no capítulo 4. Como resultado, obteve-se um valor $r= 0,4$ que de acordo com Andriotti (1999) indica uma correlação regular. Aplicou-se o teste t e houve significância estatística, com $p= 0,000761$ e $t = 3,545031$. Sugere-se, desta forma, que há correlação estatisticamente significativa entre os índices de ODP e a precipitação na bacia Rio do Peixe. Os autores como: Rebello (2005), Cera et al (2009), Streck et al (2009), Prestes et al (2010) e Marques (2010)

também encontram relação com a precipitação de suas áreas de estudos e as fases da ODP.

Essa variabilidade influenciou num período mais seco em sua fase fria de 1947 a 1976 e mais chuvoso em sua última fase quente. Porém na fase atual da ODP, que para muitos autores é fria, a precipitação apresentou-se com mais desvios positivos, resultando em anos mais chuvosos.

Outra forma de constatar a influencia da ODP na precipitação na bacia Rio do Peixe é analisando os anos classificados em muito pouco chuvosos, pouco chuvoso, normal, chuvoso e muito chuvoso, separando-os conforme os períodos da ODP.

Na figura 20 observa-se que dos 30 anos que sucederam a fase fria da ODP (1947 a 1976) ocorreram oito anos muito pouco chuvosos, dez anos pouco chuvosos, nove anos normais e apenas dois muito chuvosos e um chuvoso. Os anos muito pouco chuvosos e pouco chuvosos abrangeram 59 % desse período da ODP.

Os anos referentes à fase quente da ODP (1977 a 1998) foram mais chuvosos que o período anteriormente descrito. Dos vinte e dois anos dessa fase quente oito foram normais, seis foram muito chuvosos, cinco anos foram chuvosos, e somente dois foram muito pouco chuvosos e um pouco chuvoso. Desta forma os anos muito chuvosos e chuvosos abrangeram 49 % desse período da ODP.

Já na fase atual da ODP (1999 a 2009) tem-se um total de onze anos, em que quatro deles foram normais, outros quatro chuvosos, dois deles muito chuvosos e um pouco chuvoso. Nesse período não ocorreu ano muito pouco chuvoso. Desta forma esses últimos onze anos caracterizaram-se em sua maioria por anos dentro da normalidade e chuvosos.

Essa variabilidade influenciou num período mais seco em sua fase fria de 1947 a 1976 e mais chuvoso em sua última fase quente. Porém na fase atual da ODP, que para muitos autores é fria, a precipitação apresentou-se com mais desvios positivos, resultando em anos mais chuvosos. Isso pode ser visualizados na figura 19.

Nos últimos dezanove anos, na bacia Rio do Peixe, ocorreram, em sua maioria, anos muito chuvosos ou chuvosos, indicando uma tendência ao aumento da precipitação. Isso foi previsto para a região sul por autores como Marengo (2009) e Marcelino et al (2006). No entanto se levarmos em consideração a influencia da ODP na precipitação da região, resultados parecidos com a da ultima fase fria da ODP podem ocorrer. Desta, forma, pode-se prever para os próximos anos um período com anos, em sua maioria, muito pouco chuvosos ou pouco chuvosos.

Embora anualmente ainda não se perceba essa mudança, Sacco (2010) trabalhou com dados diários da precipitação no Oeste de Santa Catarina e encontrou doze episódios de estiagem ocorridos de 2001 a 2006. Esses episódios apresentaram em média de três a quatro meses com mais de 15 dias com chuva igual ou menor que 1,0 mm. Isso pode ser um indicativo da influencia da nova fase da ODP, mais perceptível nos dados de chuva diárias. Rebello (2005) também comenta que na região sul, posterior ao ano de 2000, ocorreram estiagens em todos os anos até 2005. Entretanto, não descartou a ocorrência de estiagens também na fase quente da ODP. Ademais, as estiagens não ocorreram em cinco anos seguidos como nessa fase atual da ODP.

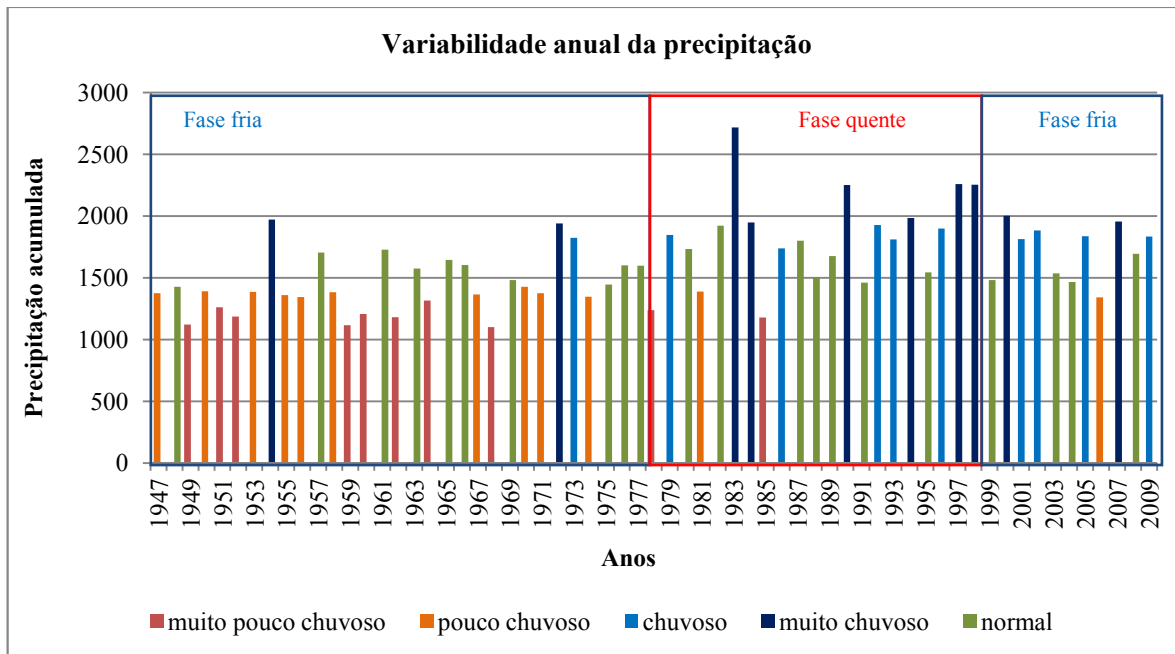


Figura 20 - Mostra os anos muito pouco chuvosos (mpc), pouco chuvosos (pch), normais (nor), chuvosos (chu) e muito chuvosos (mch) se distribuíram durante as fases da ODP. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

5 VARIABILIDADE E EXTREMOS SAZONAIS DA CHUVA

Para identificar a variabilidade das chuvas ao longo das estações do ano utilizou-se a técnica dos quantis ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$). Através dela foi possível visualizar períodos menos chuvosos e mais chuvosos em cada estação do ano. Os valores dos quantis sazonais muito pouco chuvosos, pouco chuvosos, normais, chuvosos e muito chuvosos estão na tabela 5. Já figura 21 mostra a variabilidade sazonal segundo os valores da tabela 5.

Tabela 4 - Valores dos quantis para precipitação sazonal ($Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$).

	Muito pouco chuvoso	Pouco chuvoso	Normal	Chuvoso	Muito chuvoso
Outono	$X \geq 225,9$ mm	$225,9 < X \leq 287,9$ mm	$287,9 < X \leq 368,5$ mm	$368,5 < X \leq 480,1$ mm	$X \geq 480,1$
Inverno	$X \geq 219,8$ mm	$219,8 < X \leq 286,4$ mm	$286,4 < X \leq 361,8$ mm	$361,8 < X \leq 487,7$ mm	$X \geq 487,7$
Primavera	$X \geq 314,4$ mm	$314,4 < X \leq 403,8$ mm	$403,8 < X \leq 518,8$ mm	$518,8 < X \leq 600,2$ mm	$X \geq 600,2$
Verão	$X \geq 321,9$ mm	$321,9 < X \leq 397,1$ mm	$397,1 < X \leq 490,3$ mm	$490,3 < X \leq 567,8$ mm	$X \geq 567,8$

Fonte: Kátia Spinelli, 2012

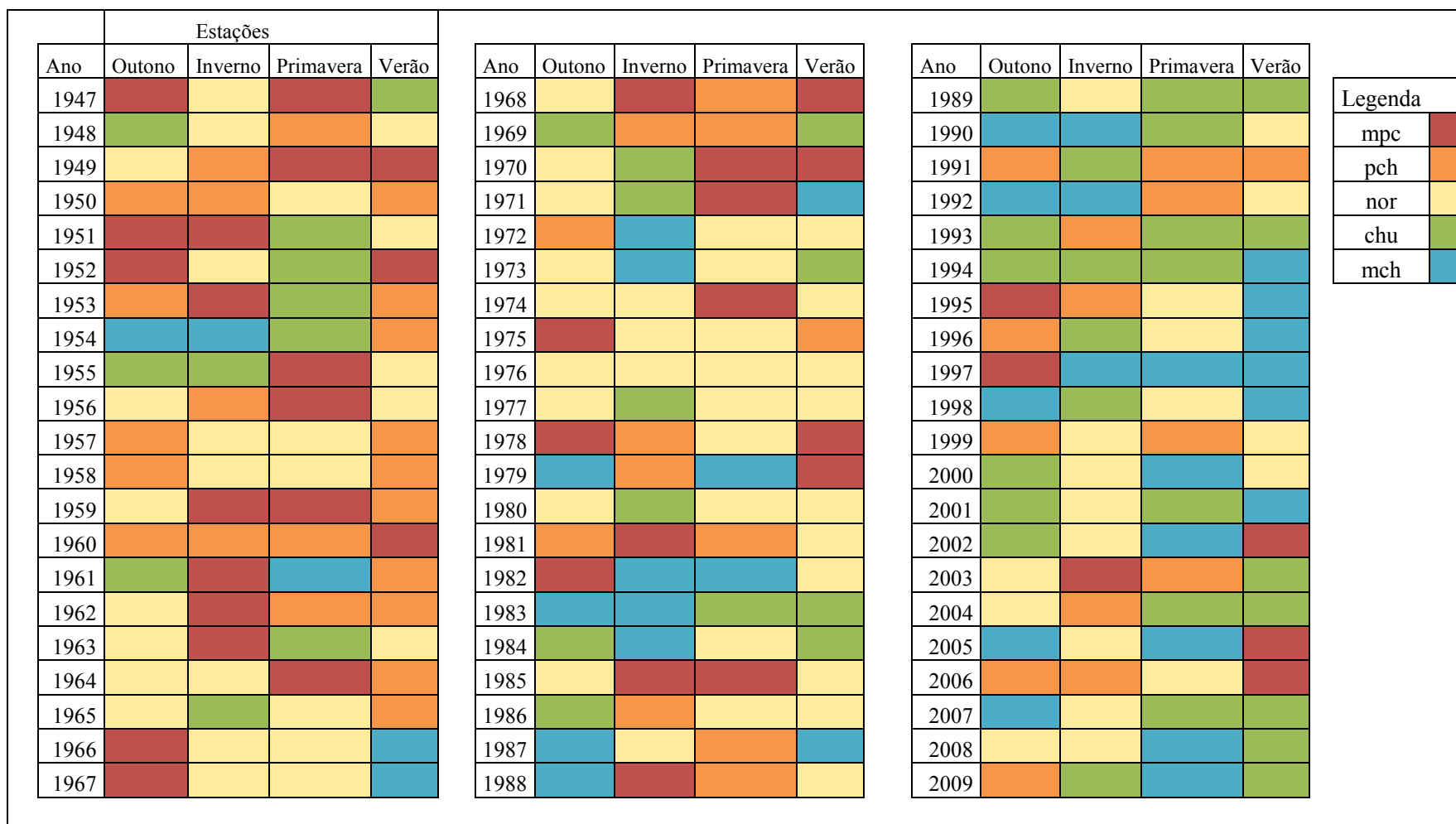


Figura 21 – Classificação das estações do ano através da técnica dos quantis. Na figura as siglas *mpc* significa muito pouco chuvosos, a *pch* é pouco chuvosos, a *nor* significa normal, a *chu* é chuvoso, e a *mch* é muito chuvosos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Na estação de outono é comum atuar em Santa Catarina os bloqueios atmosféricos que podem causar veranicos, além da atuação de frentes frias. Essas últimas, muitas vezes tem um deslocamento rápido para o oceano, provocando baixos volumes de precipitação (MONTEIRO, 2001). Outros autores como Sacco (2010) e Fuentes (1997) apontam o outono como a estação de maior frequência de bloqueios atmosféricos.

Os outonos com precipitação entre 287 e 368 mm foram classificados como normal, acima desse valor até 480 mm como chuvosos e abaixo de 287 até 225 mm como pouco chuvoso. Os outonos extremos ocorreram quando a chuva ultrapassou 480 mm, sendo considerados muito chuvosos, já aqueles que choveram menos que 225 mm, foram considerados muito pouco chuvosos.

Aplicou a ANOVA para os dados de chuva dos outonos com atuação e sem a atuação do ENOS, a fim de identificar diferenças na precipitação de um outono de La Niña, El Niño e neutro (sem ENOS). A técnica deu como resultado um $p = 0,2$. Como o valor de p é maior que 0,05, estatisticamente não há diferença entre as médias da chuva em outonos de El Niño, La Niña e neutralidade. A figura 22 mostra esse resultado. Grim (2009) mencionou que na região sul a variabilidade da chuva no outono ocorre principalmente pelos ENOS. No entanto esse resultado de Grim (2009) não foi compatível para a bacia Rio do Peixe, de acordo, com essa pesquisa.

Aplicou-se também a ANOVA nos outonos das fases frias e quente da ODP, e como resultado obteve-se um $p = 0,01$ (Figura 22). Ou seja, existe diferença estatística entre a precipitação do outono nas fases da ODP. Posteriormente aplicou-se o teste Tukey, e como resultado obteve-se que a diferença entre as chuvas estão entre a primeira fase fria da ODP (1946-1976) e a fase quente (1977-1998), o último período não teve diferença estatística em relação às fases anteriores.

Considerando extremos, os outonos muito pouco chuvosos e muito chuvosos fez-se uma melhor análise dos mesmos. Observando a figura 23 ocorreram dez anos com outonos muito pouco chuvosos. Seis deles ocorreram durante a fase fria da ODP e quatro deles na fase quente. O último outono muito pouco chuvoso foi em 1997 e somente um deles ocorreu sob influência de La Niña, no ano de 1975. Sendo que a maioria (60%) ocorreram sem atuação do ENOS.

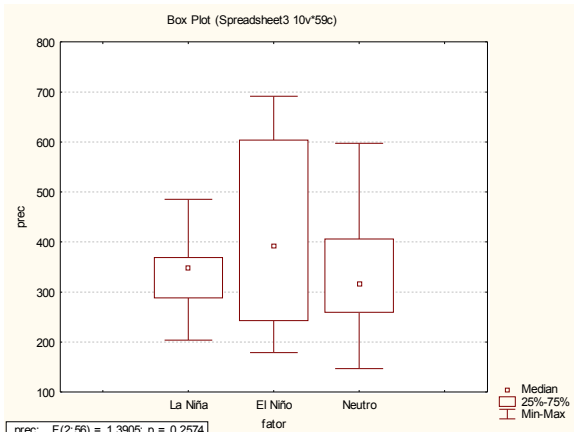


Figura 22 - Gráfico Box Plot com a precipitação em outonos de La Niña, El Niño, e sem ENOS. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

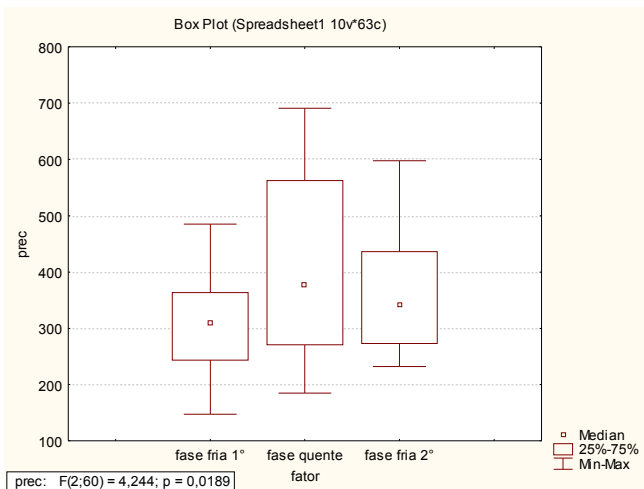


Figura 23 - Gráfico Box Plot com a precipitação em outonos durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Os outonos muito chuvosos ocorreram em dez anos, sendo que sete deles ocorreram na fase quente da ODP. Na fase fria da ODP (1947 a 1976) somente o ano de 1954 registrou outono muito chuvoso, e, na fase atual da ODP (1999 a 2012) ocorreram dois. Esses extremos ocorreram tanto sobre atuação de El Niño, como de La Niña e neutralidade. Sendo que, 40% deles ocorreram em meses de El Niño e 40% ocorreram sem ocorrência de ENOS.

No inverno em Santa Catarina, os sistemas atmosféricos que mais favorecem a precipitação são às frentes e os vórtices ciclônicos (MONTEIRO, 2001). Nos invernos na Bacia Rio do Peixe normalmente chovem de 287 a 361 mm. Os invernos que totalizaram mais que 487 mm foram classificados muito chuvosos, e aqueles que registraram menos que 219 mm como muito pouco chuvosos. A variabilidade anual das chuvas nos invernos pode ser visualizada na figura 21.

O resultado da ANOVA para a precipitação do inverno durante as fases da ODP foi de $p = 0,132$, esse resultado pode ser visto na figura 24. Desta forma, não há estatisticamente diferença na média da precipitação do inverno nessas fases. Contudo, ressalta-se que onze anos apresentaram invernos muito pouco chuvosos, e sete deles ocorreram na fase fria da ODP (1947-1976). Posteriormente três na fase quente (1977-1998) e um na fase atual. Sua maior concentração ocorreu de 1959 a 1963 com três invernos muito pouco chuvosos durante três anos consecutivos. Sendo que o inverno de 1951 foi o mais seco de toda a série histórica na Bacia Rio do Peixe com registro de 93 mm de chuva acumulada. O percentual de 63% desses extremos durante a fase fria da ODP (1947-1976) pode indicar influencia desse fenômeno ocasionando invernos *muito pouco chuvosos*. Além disso, os invernos muito chuvosos que superaram 487 mm acumulados ocorreram em nove anos, sendo que sua maioria (seis) ocorreu durante a fase quente da ODP (1976 a 1998).

Percebe-se que apesar do resultado da ANOVA indicar que não há diferença entre a precipitação durante as fases da ODP, esse fenômeno pode influenciar na maior ocorrência de invernos muito pouco chuvosos durante sua fase fria; e muito chuvosos em sua fase quente. Salienta-se que a ANOVA analisou um conjunto de dados, e não somente os extremos como fizemos anteriormente.

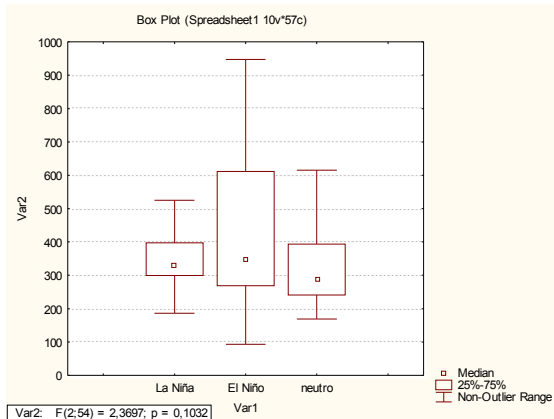


Figura 24 - Gráfico Box Plot com a precipitação em invernos de La Niña, El Niño, e sem ENOS (neutros). Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

A aplicação da ANOVA para os dados de chuva do inverno durante as fases do ENOS confirmaram que estatisticamente não há diferença de precipitação sobre influencia ou não, de El Niño e La Niña (figura 25). Esses resultados concordam com as pesquisas de Grimm (2009), Minuzzi (2010) e Sansigolo et al (2004). Entretanto é importante mencionar que 55,5 % dos invernos muito chuvosos ocorreram com El Niño e 22,2% com La Niña ou neutralidade.

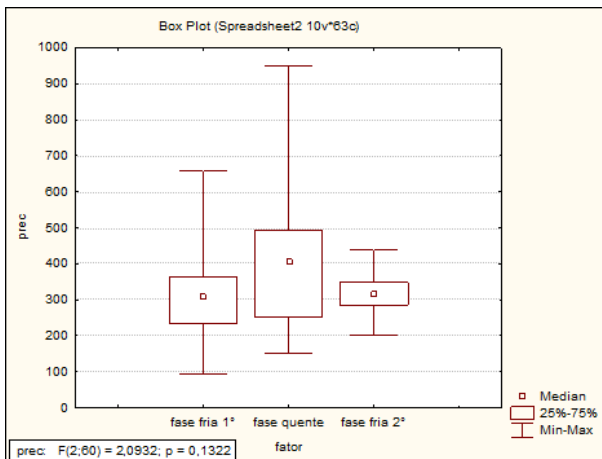


Figura 25 - Gráfico Box Plot com a precipitação em invernos durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p > 0,05$, ou seja, não há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Na estação da primavera na Bacia Rio do Peixe chove normalmente entre 404 a 519 mm. Quando registrou menos que 314 mm foi classificada em *muito pouco chuvosa*, e quando choveu acima de 600 mm foi *muito chuvosa*. Aplicou-se a ANOVA para os dados de chuva das primaveras com atuação e sem a atuação do ENOS, como resultado obteve-se $p = 0,04$; ou seja, há diferença estatística. O resultado do teste de Tukey mostrou que a diferença de precipitação ocorreu entre os anos de La Niña e El Niño. Esses resultados são favoráveis com a pesquisa de Grimm (2009) que mostra que a estação da primavera é mais favorável ao impacto do ENOS sobre as chuvas no Sul do Brasil.

Ocorreram ao todo dez anos com primaveras *muito pouco chuvosas*, mas somente a partir de 1950 que temos dados **mensais** sobre a ocorrência de ENOS. Levando isso em consideração, posterior a 1950 87,5 % das primaveras *muito pouco chuvosas* ocorreram sob influencia da La Niña, e nenhuma sob atuação do El Niño. Já as primaveras *muito chuvosas* ocorreram em sua maioria (44,4 %) sem ocorrência do ENOS.

Na figura 26 observa-se o gráfico Box plot e confirmam-se os resultados descritos anteriormente, primaveras com La Niña foram menos chuvas que com El Niño, o resultado da ANOVA também se encontra no gráfico.

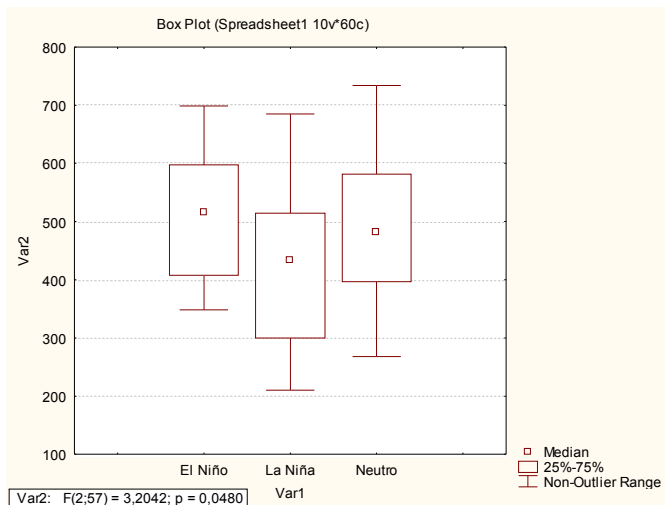


Figura 26 – Gráfico Box Plot com a precipitação das primaveras durante a atuação de El Niño, La Niña e sem ENOS (neutro), além do valor do p da técnica ANOVA. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Quando aplicada a ANOVA nos dados de chuva das diferentes fases da ODP, o resultado alcançado foi de $p=0,003$, indicando diferença entre as médias. A figura 27 mostra esse resultado. Aplicou-se o teste de *tukey* demonstrou que a diferença entre as médias ocorreu entre a primeira fase fria da ODP e essa atual. Analisando a figura 16 percebe-se que das dez primaveras *muito pouco chuvosas*, nove delas ocorreram durante a primeira fase fria da ODP, e desde 1986 a 2009 não houve mais primaveras *muito pouco chuvosas*. Já as primaveras *muito chuvosas* ocorreram uma vez na primeira fase fria da ODP, três vezes na fase quente e cinco vezes na fase atual (1999 a 2009). Desta forma, detecta que o período de 1945 a 1976 teve primaveras menos chuvas que nos últimos dez anos.

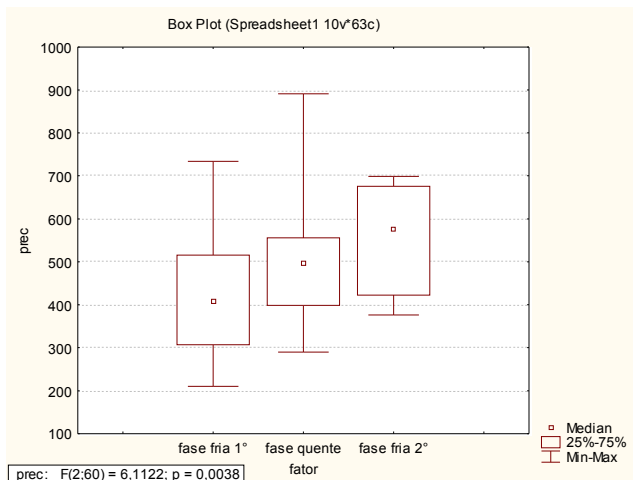


Figura 27 - Gráfico Box Plot com a precipitação em primaveras durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Os verões na bacia Rio do Peixe foram classificados em normais quando a precipitação ocorreu entre 397 a 490mm, acima desse valor foi um verão chuvoso e abaixo foi um verão pouco chuvoso. Os extremos sazonais ocorreram quando a chuva ultrapassou 567 mm, ou foi menor que 321 mm, de modo que foram classificados em muito chuvoso e muito pouco chuvoso respectivamente.

O resultado da ANOVA para os dados de chuva dos verões com atuação e sem a atuação do ENOS foi de $p = 0,7$, assim não houve diferença estatística entre a precipitação em anos com La Niña, El Niño ou neutro. O resultado pode ser visualizado na figura 28, é importante ressaltar que foram diferentes dos resultados obtidos na pesquisa de Sansigolo et al (2004), em que verões com chuva acima do normal tiveram relação com eventos de El Niño.

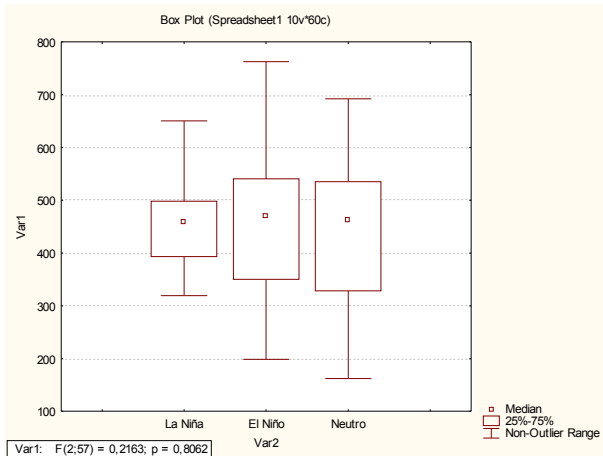


Figura 28 - Gráfico Box Plot com a precipitação dos verões durante a atuação de El Niño, La Niña e sem ENOS (neutro), além do valor do p da técnica ANOVA. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

Já quando se aplicou a ANOVA nos dados de chuva dos verões nas diferentes fases da ODP obteve $p = 0,005$, indicando diferença entre as médias (figura 29). O teste de Tukey mostrou que a diferença entre a precipitação está entre a primeira fase fria e a quente. Observando a figura 16 observa-se que houve doze verões *pouco chuvosos* e onze deles ocorreram durante a primeira fase fria da ODP (1947 a 1976); o verão mais seco da série histórica também ocorreu nessa fase, no ano de 1968. Já durante a fase quente ocorreu a maior concentração dos verões *muito chuvosos*, pois dos dez verões muito chuvosos que houve oito ocorreram na fase referida. Sendo que o verão que registrou o maior volume de chuva foi em 1998 com 762 mm.

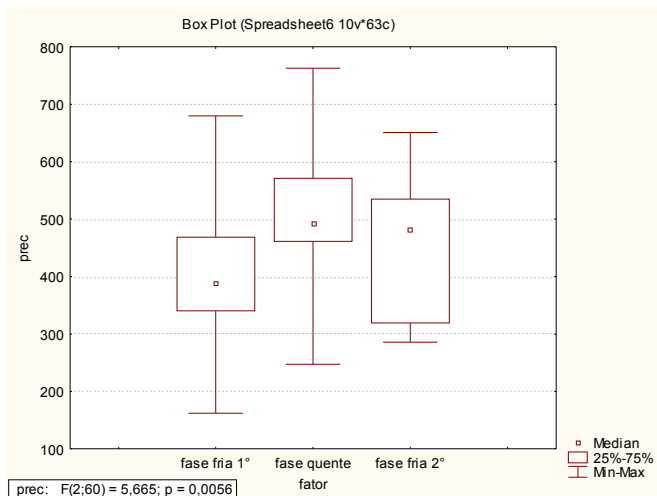


Figura 29 - Gráfico Box Plot com a precipitação em verões durante as fases da ODP. Mostra também o resultado da ANOVA, com $p < 0,05$, ou seja, há variância da média entre grupos. Fonte: Kátia Spinelli, 2012.

5.4 VARIABILIDADE E EXTREMOS MENSAIS VERSUS DESASTRES NATURAIS

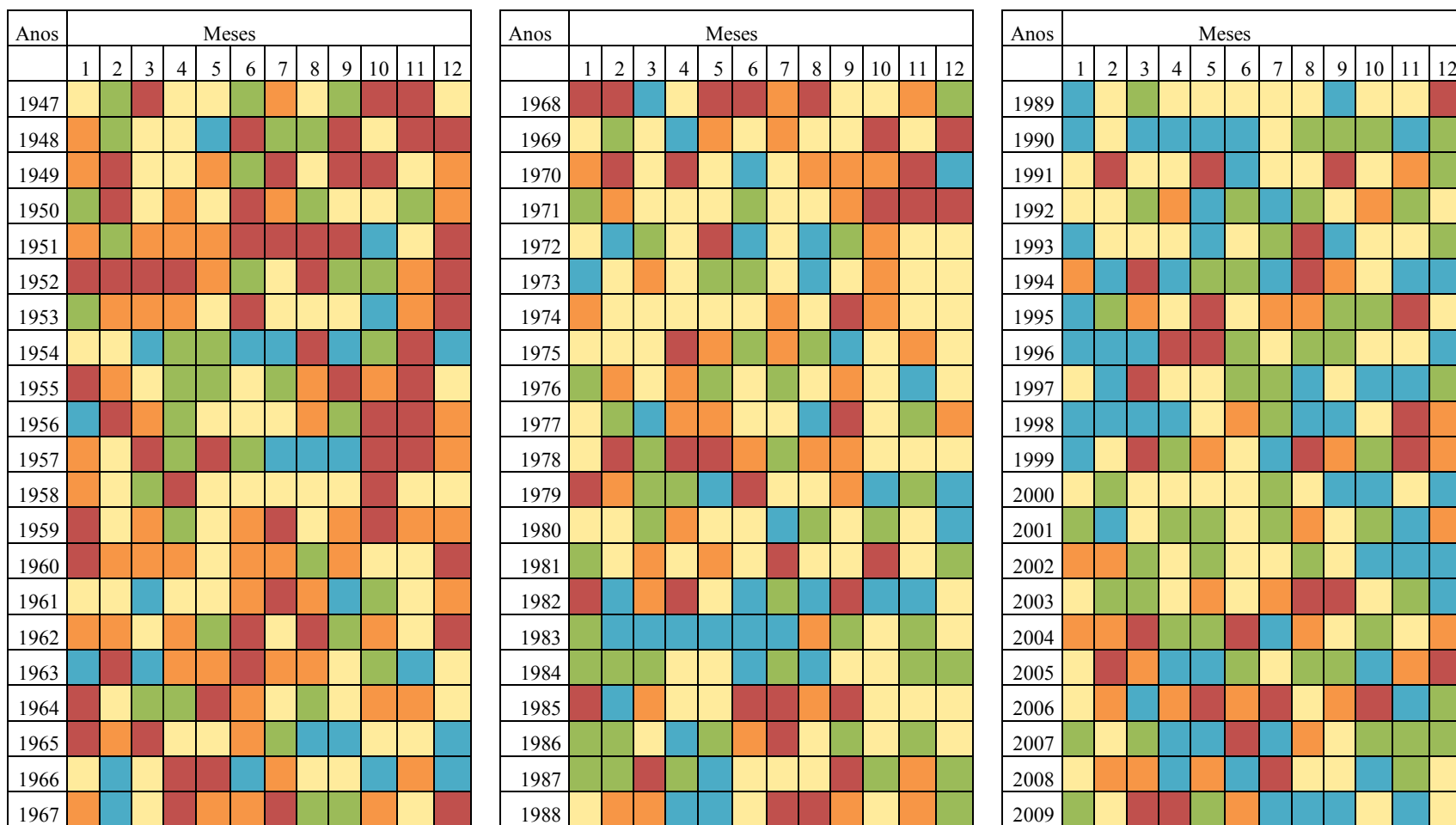
Nessa seção mostraremos os extremos mensais e a ocorrência de alguns eventos de inundação e estiagem na bacia Rio do Peixe. A precipitação mensal também foi classificada pela técnica dos quantis em muito pouco chuvoso, pouco chuvoso, normal, chuvoso e muito chuvoso. Eles foram classificados de acordo com o quadro 3:

Seguindo os resultados do quadro 3, elaborou-se a figura 30 mostrando a distribuição dos meses classificados pela técnica dos quantis.

Quadro 3 - Resultado da técnica dos quantis aplicado nos dados mensais de chuva na Bacia Rio do Peixe.

Meses	Muito Pouco chuvoso	Pouco Chuvoso	Normal	Chuvoso	Muito chuvoso
Janeiro	$X \geq 98,6$ mm	$98,6 < X \leq 131,2$ mm	$131,2 < X \leq 174,5$ mm	$174,5 < X \leq 222,8$ mm	$X \geq 222,8$
Fevereiro	$X \geq 92,7$ mm	$92,7 < X \leq 129,5$ mm	$129,5 < X \leq 173,2$ mm	$173,2 < X \leq 218,7$ mm	$X \geq 218,7$
Março	$X \geq 77,7$ mm	$77,7 < X \leq 93,4$ mm	$93,4 < X \leq 144,0$ mm	$144,0 < X \leq 162,8$ mm	$X \geq 162,8$
Abril	$X \geq 40,0$ mm	$40,0 < X \leq 78,1$ mm	$78,1 < X \leq 134,9$ mm	$134,9 < X \leq 172,5$ mm	$X \geq 172,5$
Maiο	$X \geq 46,3$ mm	$46,3 < X \leq 72,5$ mm	$72,5 < X \leq 130,2$ mm	$130,2 < X \leq 188,4$ mm	$X \geq 188,4$
Junho	$X \geq 48,8$ mm	$48,8 < X \leq 73,5$ mm	$73,5 < X \leq 147,3$ mm	$147,3 < X \leq 180,0$ mm	$X \geq 180,0$
Julho	$X \geq 54,3$ mm	$54,3 < X \leq 75$ mm	$75 < X \leq 124,8$ mm	$124,8 < X \leq 182,7$ mm	$X \geq 182,7$
Agosto	$X \geq 48,6$ mm	$48,6 < X \leq 81,3$ mm	$81,3 < X \leq 128,2$ mm	$128,2 < X \leq 175,3$ mm	$X \geq 175,3$
Setembro	$X \geq 86,8$ mm	$86,8 < X \leq 122,7$ mm	$122,7 < X \leq 167,4$ mm	$167,4 < X \leq 241,3$ mm	$X \geq 241,6$
Outubro	$X \geq 99,3$ mm	$99,3 < X \leq 137,1$ mm	$137,1 < X \leq 204,4$ mm	$204,4 < X \leq 261,5$ mm	$X \geq 261,5$
Novembro	$X \geq 70,4$ mm	$70,4 < X \leq 101,7$ mm	$101,7 < X \leq 158,3$ mm	$158,3 < X \leq 196,4$ mm	$X \geq 196,4$
Dezembro	$X \geq 70,5$ mm	$70,5 < X \leq 113,0$ mm	$113,0 < X \leq 146,0$ mm	$146,0 < X \leq 196,7$ mm	$X \geq 196,7$

Fonte: Kátia Spinelli, 2012.



mpc	dark red
pch	orange
nor	yellow
chu	green
mch	blue

Figura 30 – Distribuição entre os anos dos meses muito pouco chuvosos (mpc), pouco chuvosos (pch), normais (nor), chuvosos (chu) e muito chuvosos (mch). Fonte: Kátia Spinelli.

Os meses classificados em muito chuvoso e muito pouco chuvoso foram considerados extremos mensais. Na figura 30 observa-se a quantidade de extremos mensais durante os anos. Todos os anos apresentaram pelo menos um mês *muito pouco chuvoso* ou *muito chuvoso*. Houve anos em que ocorreram tanto meses muito chuvosos como meses muito pouco chuvosos, e outros que apresentaram extremos de uma só categoria.

Seis anos apresentaram mais de três meses muito pouco chuvosos. Dentre eles destacam-se 1951 com cinco meses extremos, 1952 com seis meses e 1968 com cinco meses. Dentre os seis anos, cinco deles ocorreram durante a fase fria da ODP (1947-1976), indicando que esse fenômeno pode ter contribuído na ocorrência de anos com mais meses muito pouco chuvosos.

Dos seis anos com mais de três meses muito pouco chuvosos, se destacaram os meses junho e setembro, aparecendo em quatro anos. Já na pesquisa de Nimer (1979) foram os meses de julho, agosto e novembro que se caracterizaram como subsecos na região Oeste, levando em consideração que Nimer pesquisou um período anterior aos dados dessa dissertação, e utilizou uma metodologia diferente.

Dez anos apresentaram mais de três meses muito chuvosos, eles ocorreram no período de 1954 a 2009. Destacam-se os anos de 1983, 1990 e 1998 com o registro de seis meses muito chuvosos. Nos anos de 1954, 1982, 1994 houve cinco meses muito chuvosos. Desses dez anos, sete deles ocorreram durante a última fase quente da ODP (1977-1980). Sugere-se novamente que a atuação desse fenômeno pode favorecer anos com a ocorrência de mais meses muito chuvosos.

Dos dez anos com mais de três meses muito chuvosos, se destacaram os meses: fevereiro, março, junho e novembro. A pesquisa de Nimer (1979) salientou que os máximos de precipitação podem ocorrer em qualquer época do ano, mas apontou como tendência mais ou menos definida o período de agosto a outubro. Esse trimestre também apareceu com meses muito chuvosos na bacia Rio do Peixe, mas não se destacaram tanto quanto os meses anteriormente citados.

Alguns anos se caracterizaram por ter ocorrido somente extremos mensais *muito pouco chuvosos*, ao todo foram 14 anos. Dentre eles destacam-se o ano de 1952 com seis meses e 1949 com quatro meses. Desses 14 anos 12 deles, ocorreram durante a fase fria da ODP, e o restante (1978 e 1981) foi na fase quente.

Dez anos apresentaram somente meses *muito chuvosos*, destacando-se o ano de 1983 e 1990, em que cada um registrou seis meses muito chuvosos. Dentre os dez anos seis deles ocorreram na fase

quente da ODP, e, os outros (1973, 2000, 2001 e 2002) ocorreram nas fases frias da ODP.

A análise dos sistemas atmosféricos que favoreceram a ocorrência de extremos mensais é importante. Desta forma, fez-se essa análise através dos boletins da climanálise. Os boletins trazem informação somente dos anos a partir de 1996, e, desta forma selecionou-se períodos a partir dessa data.

O primeiro período com meses muito chuvosos ocorreu de janeiro a março de 1996. As chuvas nesses meses foram provocadas pela passagem de frentes, VCAN, aglomerado convectivo e convecção tropical. As frentes atuaram em todos os meses, porém em fevereiro atuou um número maior (oito ocorrências), até acima da média prevista. Os cavados também atuaram em todos os meses, e os VCAN em dois deles (janeiro e março). Os outros sistemas atuaram somente em um dos meses. É relevante comentar que em março as frentes frias tiveram um rápido deslocamento pelo litoral da região Sul, e que favoreceu maior acúmulo de chuvas no interior da região foram os VCANs e os cavados (BOLETIM CLIMANÁLISE, 1996). As inundações na Bacia ocorreram em fevereiro e março com totais de quase 300 mm.

O segundo período com meses muito chuvosos ocorreu de janeiro a abril de 1998. Nesse período as chuvas ocorreram pela passagem de frentes, sendo que algumas estiveram associadas a uma baixa pressão em superfície, ou a um cavado em altos níveis, ou um VCAN. Em dois meses (janeiro e março) a corrente de jato subtropical provocou uma maior instabilidade nos sistemas atmosféricos. É importante mencionar que em março as frentes tiveram um rápido deslocamento pela região Sul do país, e, os sistemas que provocaram fortes chuvas foram às baixas pressões em superfície e os cavados em baixos níveis da atmosfera (BOLETIM CLIMANÁLISE, 1998). Neste período ocorreram inundações em fevereiro e abril com totais entre 230 e 330 mm.

O terceiro período com meses muito chuvosos ocorreu de outubro a dezembro de 2002. As chuvas acumuladas durante os meses ocorreram pela passagem de frentes frias, e por ciclones e VCAN em outubro e novembro. Em outubro, por exemplo, “ocorreram duas ciclogêneses associadas às chuvas intensas observadas no sul do Brasil” (BOLETIM CLIMANÁLISE, p.17, out/2002). Nos meses de novembro e outubro também atuou o jato subtropical durante alguns dias, favorecendo a intensificação da umidade (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2002). As inundações foram registradas em outubro e dezembro com totais mensais de 200 mm a quase 300 mm.

O quarto período com meses muito chuvosos foi de julho a setembro de 2009. Nesse período a passagem de frentes e a atuação do jato subtropical no sul do país provocaram o acúmulo de chuvas. Nos meses de julho e agosto também atuou cavados de médios e altos níveis da atmosfera intensificando os sistemas frontais. O VCAN atuou na formação de chuvas somente no mês de julho. (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2009). Neste período não foram registradas inundações.

Desta forma, além das frentes frias que se destacam por ocasionar períodos muito chuvosos em Santa Catarina, outros sistemas atuaram juntos ou de forma isolada, como o VCAN, cavados em altos níveis, corrente de jato subtropical e baixa pressão.

Posterior a 1995 houve somente três períodos com meses *muito pouco chuvosos*. Não houve um período com mais de dois meses consecutivos *muito pouco chuvosos*. Destes, o primeiro deles ocorreu de abril a maio de 1996, quando a média mensal da precipitação na bacia hidrográfica foi entre 21 a 39 mm. Em abril as frentes tiveram um rápido deslocamento sobre o continente, ocasionando volumes baixos de precipitação na Bacia Rio do Peixe, o jato subtropical não atuou nesse mês. Em maio, a maioria das frentes atuaram somente no extremo sul do país daí desviaram para o Oceano. Somente uma frente atingiu o interior da região Sul. Durante esse mês ocorreram bloqueios no Oceano Pacífico, o que pode ter favorecido a baixa ocorrência de chuva. (BOLETIM CLIMANÁLISE, 1996).

O segundo período com meses muito pouco chuvosos ocorreu de agosto a setembro de 2003. A média mensal na bacia hidrográfica ficou entre 36 a 50 mm de chuva. No mês de agosto o rápido deslocamento das frentes causou pouca chuva em toda a região Sul do país. Das cinco frentes que atingiram o sul do Brasil, somente duas tiveram um deslocamento pelo interior de Santa Catarina, atingindo a Bacia Rio do Peixe. Em setembro a maior parte das frentes também teve um rápido deslocamento provocando um volume baixo de chuva em grande parte da região Sul. Das seis frentes, somente três atingiram o interior do estado, sendo que uma delas teve um rápido deslocamento causando pouca chuva na região (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2003).

No terceiro período os meses de março e abril de 2009 foram *muito pouco chuvosos*, com média de precipitação de 62 e 31,3 mm respectivamente. No primeiro mês atuaram somente três sistemas convectivos, sendo que somente um deles se deslocou até o Paraná. Todos os sistemas causaram pouca chuva. Em abril atuaram cinco sistemas, porém tiveram rápido deslocamento, além de um deles se

restringir somente ao Rio Grande do Sul (BOLETIM CLIMANÁLISE, 2009).

Desta forma, o rápido deslocamento das frentes e a atuação de bloqueios atmosféricos favorecem períodos com meses muito pouco chuvosos na Bacia Rio do Peixe. Nos primeiros dois períodos não houve registro de decretos municipais relacionados à estiagem.

5.1.1 – Desastres naturais na Bacia Rio do Peixe (1982 a 2004)

A partir dos dados de desastres naturais na bacia do Rio do Peixe, coletados e organizados por Lindiner (2007), construiu-se uma tabela relacionando as datas de ocorrência de inundações e estiagem, as cidades atingidas e a classificação dos meses pela técnica dos quantis. O quadro 4 mostra essas informações sobre a inundação e o quadro 5 sobre a estiagem. Quando houve somente um município atingido pelo desastre, o dado de inundação foi o registrado na estação meteorológica daquele município. Já quando houve mais de um município atingido, o dado de chuva utilizado foi a média de precipitação representativa para a bacia Rio do Peixe.

Quadro 4 - Datas de ocorrência de inundações nos municípios que possuem estações meteorológicas na bacia Rio do Peixe.

(continua)

Desastres naturais - Inundação		
Datas	Municípios atingidos	Classificação dos meses
ago/82	Capinzal	mch (226 mm)
mar/83	Caçador e Capinzal	mch (196 mm)
mai/83	Videira e Joaçaba	mch (320 mm)
jul/83	Caçador, Videira, Joaçaba, Salto Veloso, Capinzal	mch (679 mm)
ago/84	Capinzal	mch (248 mm)
mai/87	Joaçaba	mch (286 mm)
mai/89	Joaçaba	nor (191 mm)
set/89	Joaçaba	mch (260 mm)
mai/90	Videira e Joaçaba	mch (222 mm)
jun/90	Caçador, Videira, Joaçaba, Salto Veloso, Capinzal	mch (250 mm)

Figura 4 - datas de ocorrência de inundação nos municípios que possuem estação meteorológica na bacia Rio do Peixe. (conclusão)

Datas	Municípios atingidos	Classificação dos meses
out/90	Joaçaba	chu (233 mm)
mai/92	Caçador, Videira e Salto Veloso	mch (378 mm)
jun/92	Videira	chu (179 mm)
jul/92	Videira, Joaçaba e Capinzal	mch (183 mm)
out/93	Caçador	nor (147 mm)
fev/96	Joaçaba	mch (277 mm)
mar/96	Caçador	mch (267 mm)
out/97	Caçador, Videira, Joaçaba, Capinzal	mch (417 mm)
nov/97	Videira	mch (435 mm)
fev/98	Caçador	mch (229 mm)
abr/98	Capinzal	mch (327 mm)
set/00	Videira e Capinzal	mch (307 mm)
out/00	Capinzal	mch (235 mm)
out/02	Capinzal	mch (283 mm)
dez/02	Salto Veloso	mch (209 mm)

Fonte: Lindner (2007). Elaboração: Kátia Spinelli, 2012.

Durante o período de 1988 a 2004 houve 25 ocorrências de inundação nos municípios estudados. Sendo que 21 delas ocorreram em meses muito chuvosos. Duas delas ocorreram em meses classificados em “normais” e uma em um mês chuvoso. Valores acima de 118 mm de chuva provocaram inundações em pelo menos um dos municípios, e, 79% das inundações ocorreram com chuva acima de 200 mm mensais. Vale ressaltar que nem todo o mês com chuva superior a 200 mm provocou inundação na bacia.

Em julho de 1983 houve inundação em todos os municípios estudados na Bacia do Rio Peixe. Nesse mês choveu 679 mm, o maior registro de chuva mensal no período de 1947 a 2009. Caçador, Videira, Fraiburgo, Salto Veloso e Joaçaba decretaram calamidade pública causada por desastre natural. Além de julho, os meses de fevereiro a junho também foram muito chuvosos, o que deve ter contribuído com a inundação da Bacia.

De acordo com o quadro 4, outro dado que se destaca é outubro de 1997, em que choveu 417 mm na Bacia. Ocasinou inundação em

Videira, Caçador, Joaçaba e Capinzal, sendo que Videira e Capinzal decretaram calamidade pública.

Quadro 5 – Estiagens em alguns municípios da bacia Rio do Peixe.

Desastres naturais - Estiagem		
Datas	Municípios atingidos	Classificação dos meses
set/88	Capinzal	pch (118mm)
jan/91	Salto Veloso	nor (154 mm)
mar/91	Videira, Joaçaba e Capinzal	nor (99 mm)
abr/91	Capinzal	nor (151 mm)
dez/95	Capinzal	mpc (60 mm)
mai/97	Capinzal	nor (107 mm)
mar/99	Capinzal	mpc (55 mm)
jan/00	Joaçaba e Capinzal	nor (154 mm)
jan/02	Caçador e Capinzal	pch (128 mm)
mar/02	Capinzal	nor (118 mm)
abr/02	Capinzal	nor (146 mm)
jul/02	Joaçaba e Capinzal	nor (104 mm)
mar/04	Joaçaba e Capinzal	mpc (69 mm)
abr/04	Caçador e Salto Veloso	chu (138 mm)

Mostra as datas de ocorrência de estiagem nos municípios que possuem estações meteorológicas na Bacia Rio do Peixe. Além disso, mostra a classificação de cada mês segundo a técnica dos quantis. Os meses poucos chuvosos receberam a sigla *pch*, os normais receberam *nor*, os muito poucos chuvosos *mpc* e os chuvosos *Chu*. Fonte: Lindner (2007). Elaboração: Kátia Spinelli, 2012.

Somente em três meses muito pouco chuvosos foram registrados estiagens nos lugares estudados. Dois meses foram pouco chuvosos, e um chuvoso. Em sua maioria, as estiagens foram registradas em meses classificados com chuva dentro da normalidade, o que não tem grande significado.

Além de analisar os meses em que ocorreram as estiagens é importante verificar a ocorrência anterior de meses “secos”, pois o registro da estiagem é identificado por decreto de situação de emergência ou calamidade pública. E isto, pode significar que a

condição de deficiência de precipitação pode ter ocorrido nos meses anteriores, ou ter se agravado na data do decreto. Diante disso, destacaram-se alguns períodos que serão analisados a seguir.

Em março de 1991 e em dezembro de 1995 ocorreram estiagens durante meses classificados em normais, porém o que pode ter contribuído para a estiagem foi a ocorrência de meses anteriormente muito pouco chuvosos.

Em setembro de 1988, foi registrada estiagem no município de Capinzal. Além desse mês que foi *pouco chuvoso*, os meses de julho e agosto foram *muito pouco chuvosos*. Demonstrando que houve um período com poucas chuvas ocasionando estiagem.

Em março de 2004, Joaçaba e Capinzal registraram desastres naturais por estiagem. Nesse mês foi muito pouco chuvoso e em janeiro e fevereiro foi pouco chuvoso. Desta forma, houve um período com pouca chuva, em que no primeiro mês do ano ocorreu 116 mm de chuva, no segundo 95 mm e no terceiro 69 mm. Embora alguns municípios tenham registrado estiagem no mês de abril, estima-se que esses danos foram causados pelo período menos chuvoso descrito anteriormente, pois, os desastres naturais foram registrados dia 02 e 06 do mês de abril, e esse mês foi classificado como chuvoso. A pesquisa de SACCO (2010) também identificou esse período de janeiro a abril como um período de estiagem. De acordo com a autora nesse período ocorreram oito eventos de bloqueios atmosféricos que resultaram em estiagem.

Como mencionado no capítulo da metodologia, relacionou-se, a partir de 1996 os desastres naturais e a circulação geral da atmosfera. Também se fez a relação entre o ENOS, a ODP e os desastres naturais. O quadro 6 apresenta uma síntese das condições que geraram os desastres naturais: as inundações e estiagens. Estas foram interpretadas com informações de LINDNER (2007), Boletins Climanalise do CPTEC/INPE do período e Climate Prediction Center do NOAA.

Quadro 6 – Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe, no período de 1996 a 2004.

(continua)

Ano	Mês	ODP	ENOS/ONI	DN	Características da circulação atmosférica
1982	Ago	0,39	1.0	INU	
1983	Mar	2.11	1.5	INU	
	Mai	1,80	0,90	INU	
	Jul	3,51	0,2	INU	

Quadro 5 - Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe no período de 1996 a 2004. (continua...)

Ano	Mês	ODP	ENOS/ ONI	DN	Características da circulação atmosférica
1984	Ago	-0,03	-0,2	INU	
1987	Mai	1,85	1,0	INU	
1988	Set	-0,37	-1,3	EST	
1989	Mai	0,47	-0,6	INU	
	Set	0,05	-0,3	INU	
1990	Mai	0,44	0,20	INU	
	Jun	0,44	0,20	INU	
	Out	-0,69	0,30	INU	
1991	Jan	-2,02	0,30	EST	
	Mar	-0,74	0,2	EST	
	Abr	-1,01	0,3	EST	
1992	Mai	1,54	1,0	INU	
	Jun	1,26	0,7	INU	
	Jul	1,90	0,3	INU	
1993	Out	1,41	0,2	INU	
1995	Dez	0,16	-0,9	EST	
1996	Fev	0,75	-0,8	INU	Estiagens registradas desde outubro de 1995. Precipitações significativas causadas por sistema frontal em 9 e 10 deste mês. A inundação ocorreu em um período de baixa precipitação, com anomalias positivas de 25 a 50 mm, podendo ter sido gerada por fatores locais e características de inundação brusca.
	Mar	1,01	-0,6	INU	Dois sistemas frontais atravessaram a região, um entre os dias 14 e 15, associado a um sistema de baixa pressão e outro no dia 24, causando precipitações. Atuação de cavados e aglomerados convectivos também contribuiu na precipitação.
1997	Mai	1,83	0,7	EST	Apenas um sistema frontal se deslocou pela região nos dias 22 e 23. A passagem de cavados, sistemas de baixa pressão e a atuação de jatos em baixos níveis contribuíram para a precipitação.

Quadro 5 - Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe no período de 1996 a 2004.

(continua...)

Ano	Mês	ODP	ENOS/ONI	DN	Características da circulação atmosférica
1997	Out	1,61	2,3	INU	Deslocaram-se três sistemas frontais nos dias 5 e 6, 26 e 29 que foram intensificados por cavados invertidos, Vórtices Ciclônicos, áreas de baixa pressão, aglomerados convectivos, Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) e Jatos de Baixos Níveis. De acordo com o INMET os totais de precipitação alcançaram de 400 a 600 mm na região neste mês com um desvio de 200 a 400 mm em relação à normal climatológica de 1961-1990.
	Nov	1,12	2,4	INU	Em novembro oito sistemas frontais atingiram o país, mas foram o CCMs, cavados invertidos em superfície e jatos em 850 hPa que causaram chuvas na região Sul. A precipitação total variou entre 200 e 400 com desvios de 100 a 200 mm, sendo um núcleo de 300-400 mm em torno da bacia do Rio do Peixe.
1998	Fev	1,56	1,8	INU	As chuvas e ventos fortes foram causados pela passagem de cavados e vórtices ciclônicos, sistemas de baixa pressão em superfície e jatos em 850 hPa no oeste da região Sul. As frentes frias deslocaram-se pela região nos dias 2 e 3, 5 e 6, 7 e 8 e 20 e 21. A precipitação total variou de 400 a 600 mm e os desvios positivos foram de 200 a 400 mm em relação à normal de 1961-1990.

Quadro 5 - Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe no período de 1996 a 2004. (continua...)

	Abr	1,27	0,9	INU	O excesso de chuvas foi causado pela permanência, quase todo mês, de um sistema de baixa pressão sobre a região, além de vórtices ciclônicos de médios níveis, cavados e sistemas frontais. CCMs interagiram com as frentes intensificando-as e causando chuva e vento.
1999	Mar	-0,33	-1,0	EST	Os cinco sistemas frontais que passaram pela região, estiveram dentro da média para o mês e faixa latitudinal, porém devido ao deslocamento rápido sobre a região Sul, causaram pouca precipitação.
2000	Jan	-2,0	-1,7	EST	Os cinco sistemas frontais que passaram sobre a região Sul, ocorreram em número inferior à média, tiveram fraca intensidade causando pouca chuva.
	Set	-1,30	0,5	INU	O estado de Santa Catarina e Rio Grande do Sul registraram altos índices de precipitação, que foram provocadas pela passagem de um sistema frontal, e principalmente pela atuação de vórtices e cavados em altos níveis. Em Santa Catarina houve desvios de precipitação positivos desde 43 a 102 mm em relação a normal de 1961-1990.
	Out	-0,53	0,6	INU	Houve chuva acima da média climatológica no interior de Santa Catarina e norte do Rio Grande do sul. As chuvas em Santa Catarina foram provocadas pela passagem de um sistema frontal, e principalmente pela atuação de VCANs e CCMs.

Quadro 5 - Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe no período de 1996 a 2004.

(continua...)

Ano	Mês	ODP	ENOS/ ONI	DN	Características da circulação atmosférica
2002	Jan	0,27	-0,2	EST	O mês anterior chuva abaixo da normal no interior de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No início deste mês persistiu a estiagem nessas regiões. Atuaram seis sistemas frontais, porém eles tiveram rápido deslocamento, e causaram chuva e ventos fortes somente no Rio Grande do Sul.
	Mar	-0,43	0,1	EST	Sete frentes frias atuaram este mês, porém suas atuações foram maiores no centro-sul do Rio Grande do Sul. Nas demais áreas da região sul, a chuva ficou entre 50 a 150 mm, na Bacia Rio do Peixe registrou uma média de 149 mm, em que o município de Capinzal registrou 118 mm. Foi esse município que decretou estiagem.
	Abr	-0,32	0,3	EST	No Oeste do Paraná e Santa Catarina a chuva ficou 100 mm abaixo da média climatológica. Na bacia Rio do Peixe a chuva mensal ficou dentro da normalidade, porém elas devem ter ocorrido de forma concentrada, fazendo com que tivesse períodos com baixa precipitação, ocasionando o registro de estiagem. No mês atuaram seis sistemas frontais, sendo que quatro deles tiveram um deslocamento pelo litoral de Santa Catarina, e somente dois atuaram pelo interior favorecendo chuva na bacia Rio do Peixe.

Quadro 5 - Fenômenos atmosféricos (ENOS e ODP) e circulação atmosférica que influenciaram nos desastres naturais, na Bacia Rio do Peixe no período de 1996 a 2004.

(conclusão)

Ano	Mês	ODP	ENOS/ONI	DN	Características da circulação atmosférica
	Jul	-0,31	0,8	EST	Houve chuvas abaixo da média climatológica em grande parte de Santa Catarina e Paraná. Seis sistemas frontais atuaram, porém tiveram um rápido deslocamento provocando pouca chuva na região.
2004	Mar	0,61	0,1	EST	Terceiro mês consecutivo com chuvas abaixo da média em toda a região Sul, com déficit de até 200 mm. Quatro sistemas frontais atuaram com rápido deslocamento que possibilitaram o período de estiagem.
	Abr	0,57	0,1	EST	A ocorrência de chuva foi maior na segunda quinzena do mês, quando houve a passagem dos sistemas frontais. Desta forma, a estiagem ocorreu no início do mês.

Fonte: LINDNER (2007), Boletins Climanalise do CPTEC/INPE (1996 a 2004) e Climate Prediction Center do NCEP/NOAA (2012). Elaboração: Kátia Spinelli, 2012.

Os índices da ODP e do ENOS mostram a fase em que se encontravam essas variabilidades, positiva ou negativa. Kayano e Andreolli (2007) ressaltaram que quando a ODP e ENOS apresentam o mesmo sinal, predominam os efeitos de El Niño ou La Niña nas latitudes subtropicais. Fazendo essa análise na amostra de dados presentes no quadro 5 concluiu-se que 68% dos registros de inundação tiveram ODP e ENOS com sinal positivo. Já nos casos de estiagem somente 23% deles ocorrem com ambos os fenômenos negativos. Contudo, quando os índices da ODP estiveram negativos ocorreram 64% dos episódios de estiagem. Outro dado importante é que 73% das inundações ocorreram quando o índice da ODP estava positivo. O fenômeno El Niño influenciou em 52% dos casos de inundação. Nos episódios de estiagens as porcentagens com relação aos ENOS foram menores que 40%.

Levando esses dados em consideração verificou-se que há uma boa relação entre inundação e a ocorrência de ODP e ENOS, ambos com o sinal positivo durante o mesmo período, porém não ocorreu o mesmo com os episódios de estiagens, com ODP e ENOS em suas fases negativas. Desta forma, esses resultados não foram totalmente favoráveis aos encontrados por Kayano e Andreolli (2007).

Herrmann et al (2007) encontraram forte relação entre as inundações em Santa Catarina e os eventos de El Niño forte e moderado, enquanto que Molleri e Gonçalves (2007) mostraram que as estiagens estariam relacionadas a La Niña, embora ambas as pesquisas mencionem que também ocorreram os desastres naturais na outra fase do ENOS. Na bacia do Rio do Peixe, também há relação entre alguns episódios de inundação e El Niño; e estiagens e La Niña, contudo os dados mostraram maior relação entre os desastres naturais e os índices da ODP. Vale ressaltar que Herrmann et al (2007); e Molleri e Gonçalves (2007) não fizeram essa relação com a ODP.

As inundações ocorreram em menor quantidade no verão, e se distribuíram de forma equilibrada durante as outras estações do ano, de modo que no outono teve oito ocorrências, sete na primavera e seis no inverno. Analisando os sistemas atmosféricos percebe-se que em todos os eventos de inundações mais de um sistema atmosférico atuou. Foi comum a atuação de frentes que foram intensificadas por outros sistemas de baixos, médios ou/e altos níveis da atmosfera. Nos meses de inundação foi comum a atuação (alguns de forma conjunta) de frentes, cavados de baixos e altos níveis, aglomerados convectivos, vórtices ciclônicos de altos e médios níveis, correntes de jato subtropical e de baixos níveis, e CCMs.

As estiagens foram registradas principalmente no outono (57%) e no verão (28%), em meses em que fracos ou rápidos sistemas frontais causaram poucas chuvas. Especialmente nos anos 2002 e 2004, as estiagens também estiveram relacionadas com Bloqueios Atmosféricos e episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) no sudeste brasileiro (SACCO, 2010).

CONCLUSÃO

Na bacia Rio do Peixe não houve uma variabilidade significativa da precipitação espacialmente, levando em consideração as estações meteorológicas disponíveis e a metodologia utilizada. Contudo, houve variabilidade temporal da precipitação mensal, sazonal, anual e interdecadal. A variabilidade anual e sazonal teve uma relação maior com as fases da ODP. Percebeu-se que os ENOS influenciaram mais na ocorrência de anos poucos chuvosos e chuvosos, já nos extremos anuais houve menor relação. A primavera é a estação mais influenciada pelas condições de tempo que os fenômenos El Niño e La Niña proporcionam. Extremos mensais também tiveram relação com as fases da ODP. Em alguns extremos mensais analisados, percebeu-se quais condições da atmosfera os influencia. Destacam-se os sistemas convectivos que atuam em conjunto, como frentes, cavados, corrente de jato e vórtices ciclônicos, proporcionando meses muito chuvosos, ou chuvosos. Já alguns meses muito pouco chuvosos, ou que tiveram registro de estiagens, foram causados, principalmente, pela rápida passagem de sistemas convectivos.

Na Bacia Rio do Peixe, as chuvas ocorrem durante o ano com maior acúmulo na primavera, com média de 475 mm, e menor acúmulo durante o inverno, com média de 347 mm. De acordo com o período de dados a média mensal mostrou que o mês mais chuvoso é outubro e o menos chuvoso é abril. A precipitação média anual é de 1624 mm e apesar de bem distribuída durante o ano, sem ter um período específico de seca, apresenta variabilidade. A análise dos dados mostrou que houve anos, meses e trimestres (estações do ano) muito pouco chuvosos e muito chuvosos. Essa variabilidade resultou em alguns desastres naturais como estiagens e inundações.

Os anos muito pouco chuvosos registraram uma precipitação abaixo de 1324,6 mm e os muito chuvosos acima de 1936,7 mm. Quando se comparou os anos com os períodos de ENOS se destacou os anos chuvosos em que 70% deles ocorreram em anos de El Niño. Contudo a técnica da ANOVA demonstrou que não houve diferença estatística na média entre a precipitação de anos com ou sem ENOS.

Outro fenômeno de grande escala apontado em algumas pesquisas por influenciar na variabilidade da chuva é a ODP. Os índices da ODP se relacionaram estatisticamente com a chuva anual da bacia Rio do Peixe. A correlação estatística aplicada teve um valor $r = 0,4$ indicando uma correlação regular. Observou-se que durante a primeira

fase fria da ODP (1947-1976) 59% dos anos da região foram muito poucos chuvosos ou poucos chuvosos. E durante a fase quente da ODP (1977-1998) 49% dos anos foram muito chuvosos ou chuvosos. Conclui-se que o índice da ODP pode influenciar no regime de chuva da Bacia Rio do Peixe, contudo não é o único fenômeno atmosférico que interfere na precipitação.

As fases da ODP também influenciaram em algumas estações do ano, proporcionando alguns períodos muito pouco chuvosos e/ou muito chuvosos. A análise dos resultados da ANOVA mostrou que houve diferença significativa entre a média da precipitação entre as fases da ODP nas estações da primavera, verão e outono. Na estação do inverno, contudo, de onze anos com invernos *muito pouco chuvosos* oito deles ocorreram na primeira fase fria da ODP (1945-1976). Já os anos com invernos *muito chuvosos* (nove), ocorreram em sua maioria (seis) na fase quente da ODP (1977-1998). Na primavera também se percebeu essa relação, porém somente nas primaveras *muito pouco chuvosas*, em que 90% ocorreram na primeira fase fria da ODP. Isso também ocorreu no verão, onde a maioria dos verões *muito pouco chuvosos* ocorreu na mesma fase da ODP. É importante ressaltar que as primaveras e verões *muito chuvosos* ocorreram em maior número nos últimos dez anos, se tornando relevante futuros estudos sobre outros fenômenos que podem ter atuado nesses casos, e que não foram estudados nessa pesquisa.

Percebeu-se mais acentuadamente a relação entre ENOS e a precipitação sazonal, somente na primavera, em que 80% das primaveras muito pouco chuvosas ocorreram em meses de La Niña. Das primaveras muito chuvosas, 55,5% ocorreram sobre influencia do El Niño, e, nenhuma ocorreu em meses La Niña. As outras estações do ano se demonstraram menos favoráveis aos impactos do ENOS. Destacam-se os outonos muito pouco chuvosos em que 60% dos casos ocorreram em meses *sem ocorrência* do ENOS. Os resultados da ANOVA também confirmam essas conclusões.

Verificou-se a possível influencia da ODP também na quantidade de extremos mensais por ano. Na primeira fase fria da ODP ocorreram mais anos com no mínimo três meses *muito pouco chuvosos*, em relação à fase quente. Já na fase quente (1977-1998) ocorreram mais anos com no mínimo três meses muito chuvosos.

A análise da circulação da atmosfera também é importante para entender os extremos mensais e a ocorrência de inundações e estiagens na bacia Rio Peixe. Nos períodos com extremos mensais consecutivos analisados, concluiu-se que sistemas convectivos atuaram muitas vezes em conjunto e favoreceram meses *muito chuvosos* e inundações. Foi

comum a ocorrência de frentes, cavados, VCANs, CCMs, correntes de jatos em baixos níveis, jato subtropical e aglomerados convectivos. Em alguns meses, a passagem das frentes foi intensificada por cavados, correntes de jato ou vórtice ciclônico. Já os meses *muito pouco chuvosos* e as estiagens foram resultado do rápido deslocamento de sistemas convectivos, e bloqueios atmosféricos estudados por outros autores.

Destacou-se a importância também dos índices da ODP e do ENOS, que quando ambos apresentam o sinal positivo predominaram os efeitos do El Niño causando 68% dos registros de inundações. Quando se analisou somente os sinais do índice da ODP verificou-se que 63% das estiagens ocorreram com sinal negativo do índice, e 73% das inundações com o sinal positivo. Desta forma torna-se relevante levar em consideração o sinal da ODP nas previsões de precipitação e desastres naturais. O fenômeno El Niño também pode ter influenciado em 52% dos casos de inundação.

A maioria das inundações que ocorreram na Bacia Rio do Peixe foi em meses muito chuvosos, e 79% delas ocorreram com chuva acima de 200 mm. Contudo nem todo o mês que choveu mais que 200 mm de chuva registraram desastres naturais. Foram poucos os registros de estiagens que ocorreram em meses classificados em *muito pouco chuvosos* ou *pouco chuvosos*, a maioria ocorreu em meses classificados em *normais*. Destacando-se a importância de análise de dados diários da precipitação para estudos mais detalhados sobre estiagem.

Apontou-se no capítulo 2, que havia uma divergência de ideias entre pesquisadores sobre o aumento ou a redução das chuvas para as próximas décadas. Na bacia Rio do Peixe, nos últimos 19 anos, percebeu-se uma tendência ao aumento da precipitação anual. Porém na fase fria da ODP (1945 -1976) os anos foram em sua maioria muito pouco chuvosos ou pouco chuvosos, além de ocorrer anos com mais meses muito pouco chuvoso. Dessa forma se levarmos em consideração esse fenômeno pode-se prever que para as próximas décadas (fase fria) os anos podem ter uma redução na precipitação. Já que durante essa pesquisa se demonstrou a interferência da ODP na precipitação da região, é importante que esta influência seja considerada em planejamento urbano e agrícola.

Diante do exposto conclui-se que a aplicação da técnica dos quantis aos dados permitiu determinar quantitativamente a possível relação entre períodos mais e menos chuvosos com a ODP e ENOS e qualitativamente com a circulação da atmosfera, demonstrando e explicando variabilidades anuais, sazonais, interdecadais, e mensais.

BIBLIOGRAFIA

AGUIAR, D; MENDONÇA, M. Análise da ocorrência de geadas no período de 1980-2003 no Planalto Sul Catarinense. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA*, 4, 2004. Sergipe. Anais... (CD-ROM).

ANDRIOTTI, J. L. S. *Fundamentos de estatística e geoestatística*. São Leopoldo: Unisinos, 2004, p.61-80.

ALVES, P. A.; MATEI, F.L. *Migrações no Oeste Catarinense: história e elementos explicativos*. In: VI ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, Caxambú, Minas Gerais, 12 a 22 de setembro de 2006. Disponível em: < http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_598.pdf > Acesso em 21 abr. 2010.

ANDRIUCCI, L R.; SANT'ANNA, J.L. N. Valoração ambiental: uma abordagem teórica das relações entre os estudos climatológicos e as análises econômicas. In: *REVISTA BRASILEIRA DE CLIMATOLOGIA / ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CLIMATOLOGIA*. v. 2, n.2, 2006. Presidente Prudente: ABCLima, 2006.

AZEVEDO, P. V. et al . Previsão Estatística das chuvas de outono no estado do Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**. V13, n.1, 1998, p. 19-30. Disponível em: < http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=454 >. Acesso em: 20 jun. 2011.

AYOADE, J.O. *Introdução a climatologia para os trópicos*. Tradução de Maria Juraci Zani dos Santos; revisão de Suely Bastos. São Paulo: DIFEL, 1986.

BARBOSA, J. P. M. *Avaliação técnicas empíricas e estatísticas de identificação de extremos de precipitação para o litoral paulista e entorno*. 2008. 112 f. Dissertação. Pós-graduação em geociências, instituto de geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2008.

BOLETIM CLIMANÁLISE. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 11, n. 1, jan. 1996. São Paulo: CPTEC/INPE, 1996.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 11, n. 2, fev. 1996. São Paulo: CPTEC/INPE, 1996.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 11, n. 3, mar. 1996. São Paulo: CPTEC/INPE, 1996.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 11, n. 4, abr. 1996. São Paulo: CPTEC/INPE, 1996.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 11, n. 5, mai. 1996. São Paulo: CPTEC/INPE, 1996.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 12, n. 5, mai. 1997. São Paulo: CPTEC/INPE, 1997.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 12, n. 10, out. 1997. São Paulo: CPTEC/INPE, 1997.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 12, n. 11, nov. 1997. São Paulo: CPTEC/INPE, 1997.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 13, n. 1, jan. 1998. São Paulo: CPTEC/INPE, 1998.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 13, n. 2, fev. 1998. São Paulo: CPTEC/INPE, 1998.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 13, n. 3, mar. 1998. São Paulo: CPTEC/INPE, 1998.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 13, n. 4, abr. 1998. São Paulo: CPTEC/INPE, 1998.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 14, n. 3, mar. 1999. São Paulo: CPTEC/INPE, 1999.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 15, n. 1, jan. 2000. São Paulo: CPTEC/INPE, 2000.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 15, n. 9, set. 2000. São Paulo: CPTEC/INPE, 2000.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 15, n. 10, out. 2000. São Paulo: CPTEC/INPE, 2000.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 10, out. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 1, jan. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 3, mar. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 4, abr. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 7, jul. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 11, nov. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 17, n. 12, dez. 2002. São Paulo: CPTEC/INPE, 2002.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 18, n. 8, ago. 2003. São Paulo: CPTEC/INPE, 2003.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 18, n. 9, set. 2003. São Paulo: CPTEC/INPE, 2003.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 19, n. 3, mar. 2004. São Paulo: CPTEC/INPE, 2004.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 19, n. 4, abr. 2004. São Paulo: CPTEC/INPE, 2004.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 24, n. 3, mar. 2009. São Paulo: CPTEC/INPE, 2009.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 24, n. 4, abr. 2009. São Paulo: CPTEC/INPE, 2009.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 24, n. 7, jul. 2009. São Paulo: CPTEC/INPE, 2009.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 24, n. 8, ago. 2009. São Paulo: CPTEC/INPE, 2009.

_____. Boletim de monitoramento e análise climática. V. 24, n. 9, set. 2009. São Paulo: CPTEC/INPE, 2009.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.135-147.

CASTRO, A. L. C. *Manual de Desastres: desastres naturais*. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

_____. *Glossário da defesa civil: estudo de risco e medicina de desastres*. 5 ed. Brasília: SEDEC, 2003. 191 p.

CARDOSO, A. O. de; DIAS, P. L. S. Identificação de trimestres extremos no regime pluviométrico do Sul e Sudeste do Brasil e relação com anomalias da TSM. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.1, 149-162, 2004.

CERA, J. C.; FERRAZ, S. E. T.; BENDER, F. D. Influência da Oscilação Decadal do Pacífico e as mudanças no regime de chuva do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e natureza** Ed. Especial – Micrometeorologia (2009). Disponível em: <http://cascavel.ufsm.br/revista_ccne/ojs/index.php/cienciaenatura/artic/e/viewFile/410/321>. Acesso em: 04 jun. 2010.

CLIMANÁLISE: Número especial. São José dos Campos: INPE, 1986.

DIAS, M. A.F.da S. Complexos Convectivos de Mesoescala sobre a região Sul do Brasil. *REVISTA CLIMANÁLISE*. Ed. Especial 10 anos,

1996. Disponível em: <
<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/index1.shtml>. >
Acesso em: 13 out. 2009.

DOMINGOS, D.; WESTPHAL, L.R. *Paralelo de desenvolvimento Microrregional: microrregiões de Blumenau, de Itajaí e de Joaçaba*. Disponível em: <
http://www.apec.unesc.net/I%20ECC/Desenvolvimento_Meio/artigo4a.PDF >. Acesso em 15 out. 2009.

ESCOBAR, G. Jatos de altos níveis. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.135-147.

FERREIRA, J.N.; RAMIREZ, M. V.; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos de altos níveis que atuam nas vizinhanças do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.43-60.

FUENTES, M. V. *Climatologia de bloqueios próximos a América do Sul e seus efeitos*. Dissertação de Mestrado. São José dos Campos, INPE - 1997.

GAUSSEN, H. e BAGNOULDS, F. *Saison Seche et Indice Xerothermique*, . Faculté de Sciences, Toulouse, 1953, p.47.

GUANDIQUE, M. E. G. et al. Variação espacial e temporal da precipitação pluviométrica na Bacia do Rio Sorocaba – SP. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, anais 1980-2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-9468fb8e4f8a1772fe49de9d637e1c71.pdf> >. Acesso em: 10 jun. 2011.

GRIMM, A. M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al. (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.353 -374.

GONÇALVES, E.F.; MOLLERI, G.S.F.; RUDORFF, F.M. Distribuição dos desastres naturais no estado de Santa Catarina: estiagem (1980-2003). In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS*.

2004, Florianópolis. Anais. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 773-784 (CD-ROM).

GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F. Estiagem. In: HERRMANN, M.L. de P. (org.). *Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina*. Florianópolis, SC: 2007, p. 101-104.

HERRMANN, M.L. de P. (org.). *Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina*. Florianópolis, SC: 2007.

HERRMANN, M. L. de P., et al. Inundação Gradual. In: HERRMANN, M. L. de P. (org.). *Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina*. Florianópolis, SC: 2007.

IBGE. Cidades. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1> . Acesso em: 17 abr 2011.

INPE. *El Niño e La Niña*. Disponível em: < <http://enos.cptec.inpe.br/> >. Acesso em: 05 jun 2011.

JOINT INSTITUTE FOR THE STUDY OF THE ATMOSPHERE AND OCEAN. *PDO index*. Disponível em: < <http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest> > . Acesso em: 10 fev 2011

KAYANO, M. T; ANDREOLLI, R. V. Variabilidade Decenal a Multidecenal. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al. (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.169-180.

_____. Relations of South American summer rainfall interannual variations with the Pacific Decadal Oscillation. In: *International journal of climatology*. 2007. Disponível em: < http://mtc-m15.sid.inpe.br/col/cptec.inpe.br/walmeida/2004/11.23.15.19/doc/Kayano_relations.pdf >. Acesso em: 04 jun 2010.

KAYANO, M. T.; OLIVEIRA, C. P. Diferenças associadas à oscilação decenal do Pacífico nas relações interanuais de precipitação na América do Sul e temperatura da superfície do mar. In: *JORNADAS CIENTÍFICAS DE LA ASOCIACIÓN METEOROLÓGICA ESPAÑOLA, ECUENTRO HISPANO-LUSO DE METEOROLOGIA, E CONGRESO*

LATINOAMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA. Zaragoza, Espanha. 2008. Disponível em: <http://www.ame-web.org/JORNADAS/ID_Kayano.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2010.

KLEIN, R. M.; PASTORE, U. e COURA NETO, A. B. Vegetação. In: SANTA CATARINA. *Atlas de Santa Catarina*. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI, 1986.p.35-36.

LANDIM, P.M.B. Análise estatística de dados geológicos multivariados. Laboratório de Geomática – UNESP/ Campus de Rio Claro: Texto didático 03, p. 27 – 45.

LINDNER, E. A. *Estudos de eventos hidrológicos extremos na bacia do rio do Peixe-SC com aplicação de índice de umidade desenvolvida a partir do tank model*. 2007. 215 f. Tese (doutorado) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

LORENÇO, M. C. M.; FERREIRA, N. J. ; GAN, M. A. Vórtices ciclônicos em altos níveis de origem subtropical. *REVISTA CLIMANÁLISE*. Ed. Especial 10 anos, 1996. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliEsp10a/vociclo.htm>l>. Acesso em: 04 fev. 2011.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. **Bull. Amer. Meteor. Soc.** v. 78, p. 1069-1079, 1997.

MASON, S. J.; GODDARD, L. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. *Bulletin of the American Meteorological Society*, Washington, v. 82, n. 4, abr. 2001, p. 619-638. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/documentos/cursos/INMET_IRI/Climate_Information_Course/References/Mason%2BGoddard_2001.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2011.

MARCELINO, E.V.; NUNES, L. H. ; KOBIYAMA, M. Mapeamento de risco de desastres naturais do estado de Santa Catarina. In: *CAMINHOS DE GEOGRAFIA* - revista online. Disponível em: <<http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>>. Acesso em: 13/06/2010.

MARENGO, A. J. Mudanças Climáticas: detecção e cenários futuros para o Brasil até o final do século XXI. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.407-424.

MARENGO, J.A.; AMBRIZZI, T. ; SOARES, W. Jatos de baixos níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I.F.A. et al (org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de texto, 2009, p.169-180.

MARQUES, R. *Variabilidade da precipitação na bacia hidrográfica do rio Tubarão/SC de 1946 a 2006. 2010, 207f*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MENDES, M.C.D et al. Bloqueios atmosféricos de 1960 a 2000 sobre o oceano Pacífico Sul: impactos climáticos e mecanismos físicos associados. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n. 2, p.175-190, 2005. Disponível em: <
http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_dl.php?id_artigo=125&id_arquivo=162>. Acesso em: 20 jan. 2011.

MENDONÇA, M. et al. Variabilidade da precipitação, estiagens e produção agrícola na bacia hidrográfica do Rio Araranguá/SC, entre 2001-2004. *Anais... XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada*, 05-06 set 2005. São Paulo, p. 5327-5336.

MENDONÇA, M.; SACCO, F. G. *Estiagens ou Seca no Sul do Brasil - Reflexões sobre o tema a partir da Mesorregião Oeste Catarinense*. (no prelo).

MENDONÇA, F.; DANI-OLIVEIRA, I. M. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MIOR, L.C. *Agricultores familiares, agroindústrias e território: a dinâmica das redes de desenvolvimento rural no Oeste Catarinense*. Tese – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Ciências Humanas. Florianópolis, 2003.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. Secretaria nacional da defesa civil. *Manual para a decretação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública*. Volume I. Brasília: 2007.

MINOBE, S. Spatio-temporal structure of the pentadecadal variability over the North Pacific. *Progress in Oceanography*, v. 47, p. 381-408, 2000.

MINUZZI, R. B. Chuvas em Santa Catarina durante eventos de El Niño oscilação sul. *Revista Geosul*, v. 25, n.50. Florianópolis: editora da UFSC, jul./dez. 2010, p. 107-127.

MOLION, L. C. B. Aquecimento Global, El Niño, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico. *Revista Climanalise*, ano 2, número 1, 2004 a 2005. Disponível em: <
<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/>>. Acessado em: 08 jun 2008.

_____. Tendências do clima nas próximas duas décadas. In: *V SEMANA DO MEIO AMBIENTE*, 3 a 5 de junho de 2008, Recife. *Anais...* Disponível em: <
http://www.fundaj.gov.br/geral/VSMA/VSMA2008_2311.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2010.

MONTEIRO, C. A. de F. *Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desenvolvimento da atmosfera como fenômeno geográfico*. Florianópolis: editora da UFSC, 1991, 239p.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. In: *GEOSUL*. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, editora da UFSC, n. 31, v.16, p. 69-78, 2001.

_____. *Avaliação das condições atmosféricas para controle da qualidade do ar no entorno do complexo termoelétrico Jorge Lacerda*. 1997. 84 f. Dissertação (mestrado em geografia) – Curso de Mestrado em Geografia, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

_____. *Dinâmica e caracterização dos tipos de tempo na bacia hidrográfica do rio Araranguá*. 2007. 223 f. Tese (doutorado em geografia) – Curso de Mestrado em Geografia, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MONTEIRO, M. A.; MENDONÇA, M. Dinâmica atmosférica no estado de Santa Catarina. In: HERRMANN, M. L. de P. (org.). *Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina*. Florianópolis: IOESC, 2006, p.5-9.

NASCIMENTO, E. L. Previsão de tempestades severas utilizando-se parâmetros convectivos e modelos de mesoescala: uma estratégia operacional adotável no Brasil? *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 20, n.1, p. 121-140, 2005.

NIMER, E. *Climatologia do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1979, p. 195-263.

NCEP/ NOAA. Cold & warm episodes by season. Disponível em: < http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml >. Acesso em: 10 jun 2012.

ORSELLI, L. Climatologia. In: SANTA CATARINA. *Atlas de Santa Catarina*. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI, 1986, p.31.

PEZZI, L.P.; ROSA, M. B.; BATISTA, N. N. M. A corrente de jatos sobre a América do Sul. In: *REVISTA CLIMANÁLISE*. Ed. Especial 10 anos, 1996. Disponível em: < <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliensp10a/index1.shtml> >. Acesso em: 19 jan 2011.

PRESTES, et al. Relações entre a Oscilação Decadal do Pacífico e a Variabilidade da Precipitação em Porto Alegre, RS. *Anais... XVI Congresso nacional de meteorologia*. 13 a 17 de setembro de 2010. Belém – Pará. Disponível em: < <http://www.cbmet2010.com/anais/> >. Acesso em: 28 de fevereiro de 2011.

PINHEIRO, K. S. F. et al. Caracterização espaço-temporal da precipitação efetiva e do índice de aridez na bacia hidrográfica do

Riacho da Boa Hora, Urbano Santos – MA. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, 16-21 abr. 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005, P.2535-2542.

REBELLO, E. R. G.. As Oscilações Decadais do Pacífico e suas possíveis influências no estado do Rio Grande do Sul. **Anais...** XIV CBMET, 2006, Florianópolis – SC, CBMET, 2006.

ROSA, R. O.; HERRMANN, M. L. de P. Geomorfologia. In: SANTA CATARINA. *Atlas de Santa Catarina*. Florianópolis: GAPLAN/SUEGI, 1986, p.31.

ROCHA, A. M.G.C de; GANDU, A. W. A Zona de Convergência do Atlântico Sul. In: *REVISTA CLIMANÁLISE*. Ed. Especial 10 anos. Disponível em: <
<http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliensp10a/index1.shtml>. >
Acesso em: 13 out 2009.

SACCO, F. G. *Configurações atmosféricas em eventos de estiagem de 2001 a 2006 na mesorregião Oeste Catarinense*. Maio 2010. 107 f. Dissertação (mestrado em geografia) – Departamento de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2010.

SANSIGOLO, A, S; PEREIRA, C. S.; SILVA, I. R. Relação entre a precipitação regional no sul do Brasil e as temperaturas da superfície do oceano Atlântico e Pacífico. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.19, n.1, 2004, p. 5-11.

SCHEIBE, L. F. (coord.). *REDE GUARANI/SERRA GERAL*. Florianópolis: 2006. Disponível em: <
<http://www.rsgs.org.br/index2.htm> >. Acesso em: 15 out. 2009.

SCHOBENHAUS, C.; NEVES, B. B. de B. A geologia do Brasil no contexto da plataforma Sul – Americana. In: SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M ; GONÇALVES, J. H. (eds). *Geologia, tectonica e recursos minerais do Brasil*. Brasília: CPRM, 2003, p. 5 – 53.

SEVERO, L.D.; CAMPIGOTTO, A. P.; REFOSCO, J. C. Climatologia dos vórtices ciclônicos de altos níveis que afetam o Sul do Brasil. Disponível em: <
http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/383_76562.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2011.

SEVERO, D.L.; GAN, M.A. Anomalias de precipitação na região sul do Brasil: resultados preliminares. In: XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. *Anais...* SBMET, 2004. Disponível em: <
http://scholar.google.com.br/scholar?cites=4633859739456807017&hl=pt-BR&as_sdt=2000>. Acesso em: 4 fev. 2011.

SEVERO, L.D. Padrões de circulação anômala associados a episódios úmidos e secos no sul do Brasil. 2008. 224. Tese (doutorado em meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

SILVA, L. F. *Precipitação do norte do nordeste brasileiro e padrões de temperatura da superfície do mar e pressão ao nível do mar: relações com as fases do El Niño/Oscilação Sul e da Oscilação Decadal do Pacífico*. 2006. 95 p. (INPE-14080-TDI/1068). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2006. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/03.24.12.21>>. Acesso em: 04 jun. 2010.

SILVA, I. R. da. *Variabilidade sazonal e interanual das precipitações na região sul do Brasil associadas às temperaturas do oceano Atlântico e Pacífico*. 2001. 98 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2001.

SILVA, M. C. P. da. et al. Comportamento da Precipitação em Cuiabá e relações com a Oscilação Decadal do Pacífico. In: XVI Congresso brasileiro de meteorologia: a Amazônia e o clima global. *Anais...* Belém, 13 a 17 set 2010. Disponível em: <
http://www.cbmet2010.com/anais/artigos/755_42429.pdf>. Acesso em: 28 abr 2011.

STRECK N. A et al. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. *Revista Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.44, n.12, p.1553-1561, dez. 2009.

TRIOLA, M. F. *Introdução à estatística*. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. *Estatística Básica*. São Paulo: Atlas S.A, 2008, p. 412-415.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. *Meteorologia descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo: Nobel, 1988. 190-199p.

VIANELLO, R. V.; ALVES, A. R. *Meteorologia Básica e aplicações*. Minas Gerais: Impr. Universitária, 1991. 449 p.

XAVIER, T.M.B. ; XAVIER, A.F.S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos quantis: 1964 – 1998. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v 14, n.2, 63-78, 1999.

XAVIER, T. DE M^a. B. S.; XAVIER, A. F. S Classificação de anos Secos e Chuvosos na Região Nordeste do Brasil e sua Distribuição Espacial. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1984. *Anais...* v. 3, p. 267-275.

Zar, J. H. *Biostatistical Analysis*. 3^aed. Upper Saddle River, Prentice-Hall. New Jersey, USA. 1996. 662p.

