



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CHAPECÓ

CURSO DE GEOGRAFIA

ANDERSON BORGES

VARIABILIDADE PLUVIAL NO MUNICÍPIO DE SEARA:

INFLUÊNCIA DO EL NIÑO E DA LA NIÑA

CHAPECÓ/SC

2015

ANDERSON BORGES

**VARIABILIDADE PLUVIAL NO MUNICÍPIO DE SEARA:
INFLUÊNCIA DO EL NIÑO E DA LA NIÑA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação, apresentado como requisito para obter grau de licenciatura em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof^ª. Esp. Angélica Vuelma

Co-orientador: Msc. Gilsania de Souza Cruz

CHAPECÓ/SC

2015

ANDERSON BORGES

VARIABILIDADE PLUVIAL NO MUNICÍPIO DE SEARA:

INFLUÊNCIA DO EL NIÑO E DA LA NIÑA

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal da Fronteira sul.

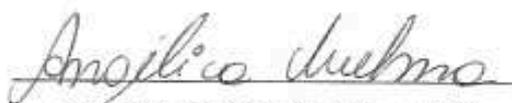
Orientadora: Prof. Esp. Angélica Vuelma.

Co-orientadora: Msc. Gilsania de Souza Cruz.

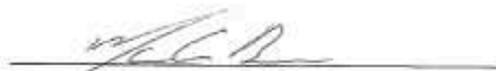
Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

10 / 12 / 2015

BANCA EXAMINADORA



Prof. Esp. Angélica Vuelma – UFFS



Prof. Dr. Marlon Brandt – UFFS



Prof. Dr. James Luiz Berto – UFFS

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Borges, Anderson

Variabilidade Pluvial no Município de Seara:
Influência do El Niño e da La Niña / Anderson Borges. --
2015.
48 f.:il.

Orientadora: Angélica Vuelma.

Co-orientadora: Gilsania de Souza Cruz .

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Geografia - Licenciatura , Chapecó, SC, 2015.

1. Variabilidade Pluvial. 2. El Niño . 3.
Precipitação. I. Vuelma, Angélica, orient. II. ,
Gilsania de Souza Cruz, co-orient. III. Universidade
Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

Dedico esse trabalho aos meus avós, Adão e Liria Borges, por todo apoio e aprendizado que me proporcionam até hoje.

AGRADECIMENTOS

À minha Família (Mãe, tios, primos e avós), que sempre apoiaram, e se fizeram presentes nos bons e maus momentos.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelo incentivo e pelos momentos inesquecíveis que me proporcionaram nesses mais de quatro anos de curso.

À família Plaumann, Fritz (*in memoriam*) e Gisela. Ao Fritz, pela dedicação que teve por mais de 60 anos coletando dados pela simples curiosidade e interesse em Climatologia. À Gisela, pela receptividade e apoio na obtenção dos cadernos.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina (EPAGRI) pela disponibilidade dos dados, em especial ao Dr. Zenório Piana, por realizar os primeiros contatos e à Msc. Gilsania de Souza Cruz Araujo por participar como Co-orientadora do meu trabalho de conclusão de curso.

À prefeitura municipal de Seara pela recepção e colaboração com o trabalho.

À professora Angélica Vuelma pelas orientações. Em especial ao professor Msc. Andrey L. Binda, pelas orientações ao longo do curso, pelos conselhos e apoio, até mesmo no período de afastamento para conclusão do Doutorado.

À Andressa Bauermann, pela compreensão, pelo carinho e ajuda no trabalho.

Enfim, à todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O El Niño Oscilação Sul (ENOS) têm sido reconhecido como importante modulador das chuvas no sul do Brasil. Nesse sentido, o presente trabalho visa analisar a variabilidade pluvial em Seara/SC, no período de 1931 a 2013 e a influência do fenômeno ENOS. Foram utilizados dados mensais e anuais de precipitação obtidos por meio de contato com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina (EPAGRI) (1931-1984) e Prefeitura Municipal de Seara (1985-2013). Como esses dados não são oficiais foi realizada a verificação da consistência comparando com as chuvas em Abelardo Luz/SC. Uma vez que os dados apresentaram consistência considerável, foram calculados parâmetros estatísticos, tais como: a média, a mediana, a moda, o desvio padrão e o coeficiente de variação, bem como, calculados os limites de confiança e de predição da reta de tendência. Estudou-se a relação da precipitação com os anos de ocorrência do ENOS e foi efetuada uma correlação da variabilidade pluvial com a Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). Conclui-se que o fenômeno El Niño interfere de maneira direta no regime de precipitação em Seara, contanto, o fenômeno La Niña em diversos episódios não apresentou alterações no regime de chuvas. A relação com a ODP fica evidenciada em diversos momentos, refletindo na intensidade do ENOS. As análises de predição são marcadas pela tendência de aumento nas precipitações, mínimas e máximas. Nas análises mensais fica exposto o clima dinâmico da região, não existindo padrões no regime pluviométrico. Essas intensas variações resultam em períodos tanto de excesso, como de falta de chuvas.

Palavras Chave: Variabilidade Pluvial. El Niño. Precipitação.

ABSTRACT

El Niño Southern Oscillation (ENSO) have been recognized as an important modulator of rainfall in southern Brazil. In this sense, this study aims to analyze the rainfall variability and the ENSO influence in Seara, western of Santa Catarina State. Monthly and annual rainfall data were used provided by the *Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina* (EPAGRI) (1931-1984) e *Prefeitura Municipal de Seara* (1985-2013). As these data are unofficial, a consistency test was performed by comparing to rainfall in Abelardo Luz, Santa Catarina State. Once the data presented considerable consistency, it was calculated statistical parameters such as the mean, median, mode, standard deviation and coefficient of variation as well, calculate the confidence limits and tendency for linear prediction. It was studied the relation of precipitation with the years of occurrence of ENSO and a correlation of rainfall variability was made with the Decadal Oscillation Pacific (DOP). The conclusion is that the El Niño phenomenon interfere in a direct way in the precipitation regime in Seara, although in several episodes of La Niña did not notice the drastic reduction in rainfall. The relationship with the ODP is evident, reflecting the distribution of the phases of ENSO. Prediction tests are marked by the tendency of increase in minimum and maximum rainfall. In the monthly analysis is exposed the dynamic climate of the region, with no patterns in rainfall. These variations result in intense periods of both excess, such as low rainfall.

Keywords: Rainfall Variability. El Niño. Rainfall.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: DEFINIÇÕES E CONCEITOS.....	9
2.1 ORIGEM DO EL NIÑO.....	9
2.2 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS).....	10
2.3 OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO.....	12
2.4 INFLUÊNCIA DO EL NIÑO E LA NIÑA NOS CLIMAS DO BRASIL	13
3 LOCALIZAÇÃO	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 LOCAL E A COLETA DOS DADOS	19
4.2 ORGANIZAÇÃO E TABULAÇÃO.....	21
4.3 VERIFICAÇÃO DA HOMOGENEIDADE DOS DADOS	21
4.3.1 Análise de Dupla Massa.....	22
4.6 ANÁLISE MENSAL	26
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	27
5.1 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DOS DADOS.....	27
5.2 ANÁLISE DOS DADOS	28
5.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE, ESTIMATIVA E PADRÕES DA PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA	31
5.2.1 Estimativa e padrões da precipitação anual média.....	31
5.2.2 Análise Interanual da Precipitação	34
5.2.3 Análise da variabilidade e influência do ENOS	36
5.4 ANÁLISE MENSAL	39
5.5 ÍNDICE PADRONIZADO DE ANOMALIA ANUAL.....	44
6 CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

Estudos relacionados ao clima são uma importante fonte de conhecimento, pois cada lugar é influenciado por fatores geográficos distintos, que por si afetam de maneira singular as características termo- pluviométricas. Não se pode esquecer que determinados fenômenos de escala global, tal como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) apresenta importante resposta sobre essas características, sobretudo, na precipitação. Na região sul do Brasil, inúmeros trabalhos (OLIVEIRA, 1999, ANDRADE, 2003, BUFFON; BINDA, 2012, 2013a, 2013b) têm atribuído ao ENOS como importante modulador das chuvas.

Os relatos em relação ao ENOS são superficiais em diversos momentos, necessitando uma análise maior dos efeitos globais e abordar de maneira clara os efeitos na região sul do Brasil. Na revisão bibliográfica vai ser abordado todos os processos dinâmicos relacionados a formação do fenômeno.

O trabalho vai utilizar métodos estatísticos de predição e realizar análises mensais e anuais de chuvas. Nesse sentido, este trabalho visa relacionar a influência do ENOS, nas chuvas no município de Seara/SC, num período de 80 anos, correspondente entre 1931-2013.

2-REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: DEFINIÇÕES E CONCEITOS

A revisão bibliográfica vai contemplar alguns conceitos e definições ligadas a origem e funcionamento do fenômeno ENOS.

2.1 ORIGEM DO EL NIÑO

O fenômeno El Niño já teve sua existência evidenciada por registros paleoclimáticos. Esses registros são das cheias do Rio Nilo, que foi a base da agricultura egípcia por centenas de anos. Em anos de El Niño as cheias eram mais fracas e prejudicava a agricultura, o monitoramento do Rio Nilo começou por volta de 622 D.C (OLIVEIRA, 1999, P.5).

Contudo, a denominação El Niño remonta ao século XVIII e foi utilizada pela primeira vez por pescadores peruanos para designar uma corrente de águas quentes que surgia no Oceano Pacífico, na costa da América do Sul, no final do mês de dezembro. Em alusão ao Natal e ao "Menino Jesus", essa corrente de água quente foi chamada de El Niño, expressão espanhola que significa "O Menino" (CUNHA *et. al*, 2011).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p.191) o El Niño tem registros de manifestação, já no século XVI, quando há relatos de veleiros, que realizaram o trajeto entre o Panamá e Lima (Peru) em pouco mais de 20 dias, impulsionados por fortes ventos de Oeste, o normal da viagem, seria demorar meses.

As pesquisas apontam quatro possíveis origens do fenômeno; 1- *A tese dos oceanógrafos*: consiste no acúmulo de águas quentes a oeste do oceano pacífico, resultado de um aumento dos ventos de leste que antecedem o fenômeno El Niño, com isso o nível do mar se eleva e com o enfraquecimento dos ventos alísios de sudeste, a água se move para o leste e bloqueia o caminho das águas frias provenientes do sul; 2- *A tese dos meteorologistas*: diz que a origem é externa ao oceano pacífico, relacionando o fenômeno com anomalias de pressão em altitude, resultando em alterações na intensidade dos ventos alísios e criando condições para o El Niño; 3- *A tese dos Geólogos*: o fenômeno El Niño está relacionado com erupções vulcânicas submarinas e/ou continentais. As erupções continentais alteram a radiação que vem pra superfície, pois injetam cinzas vulcânicas na troposfera e modificam circulação atmosférica; e, 4- *A tese dos Astrônomos*: o fenômeno El Niño estaria ligado a ciclos solares de 11 anos (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 191).

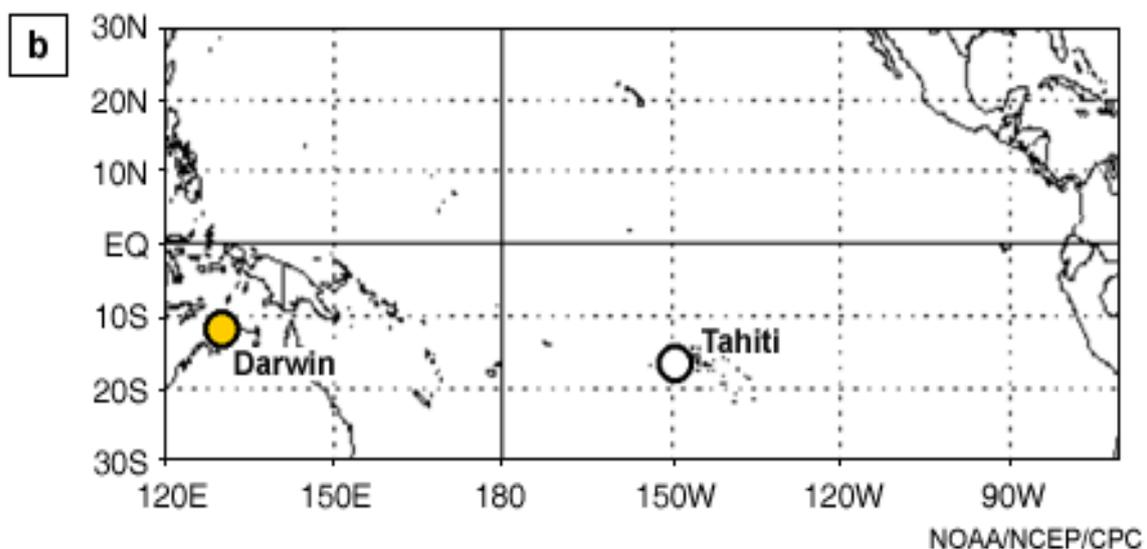
2.2 EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS)

O fenômeno “El Niño” é caracterizado pelo aquecimento anormal das águas do oceano pacífico, combinado com alterações nos campos de pressão na direção Leste-Oeste. Essas variações nos campos de pressão é denominada Oscilação Sul (OS) e influenciam diretamente na circulação geral da atmosfera (CGA), causando alterações climáticas por diversos locais do planeta. O fenômeno apresenta duas fases, uma quente, denominada “El Niño” e uma fria, denominada “La Niña”, que ocorrem com uma frequência variável de 3 a 7 anos e sua duração fica de 6 a 18 meses. As anomalias na temperatura do oceano variam de 1 °C a 6°C acima da média térmica, que é 23°C. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, OLIVEIRA, 1999, MOLION, ANDRADE, 2003).

O El Niño está associado a diversos fatores, como oscilação sul, célula de Walker, temperatura na superfície do mar e movimentação geral da atmosfera, sendo assim, necessitamos entender cada um deles de maneira individual e em conjunto.

O inglês Sir Gilbert Walker tentou associar um fenômeno local com parâmetros atmosféricos globais, cruzando dados de duas estações (figura 1), uma no Taiti (oceano Pacífico) e outra em Darwin (oceano Índico, Austrália), e observou que variações de pressão nesses locais ocasionava efeitos globais, esse índice de variação foi denominado Oscilação Sul (OLIVEIRA, 1999, p. 6).

Figura 1- Localização das estações de Tahiti e Darwin.



Disponível em; <<http://www.wunderground.com/blog/JeffMasters/major-severe-weather-outbreak-possible-this-week>>Acesso em: 25 de out. 2015.

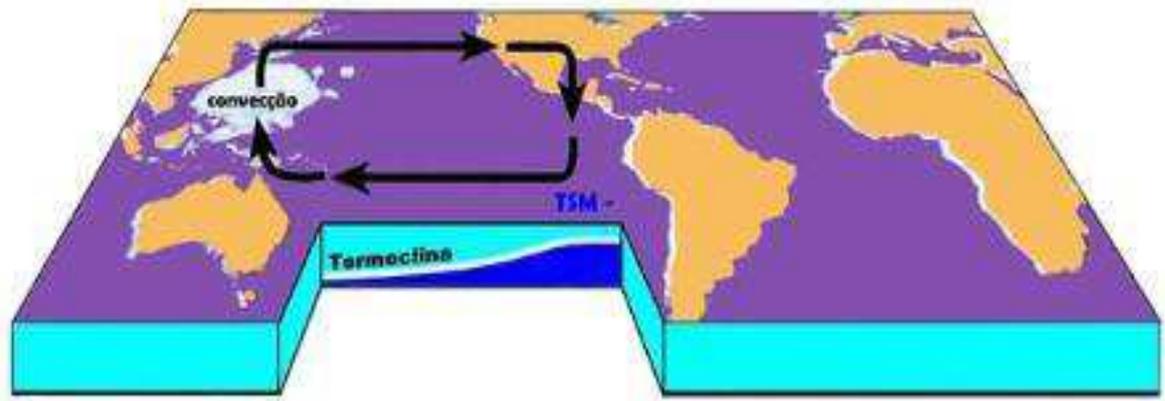
Andrade (2003, p.6) descreve que a Oscilação Sul (OS):

[...] funciona como um balanço de massa atmosférica de grande escala, envolvendo trocas de ar entre os hemisférios leste e oeste, centrado nas latitudes tropicais e subtropicais, sendo que os centros de ação localizam-se sobre a Indonésia e no Oceano Pacífico Tropical Sul. Esses centros de ação estão ligados por uma célula de circulação de grande escala no sentido zonal, isto é, de leste- oeste (denominada de Célula de Walker por Bjerknes em 1969), com ramo ascendente no Pacífico oeste e ramo subsidente no Pacífico leste.

A ligação do El Niño com a Oscilação Sul se estabelece da seguinte maneira:

As variações no campo das TSM sobre o Pacífico Tropical estão associadas com variações no campo de PNM, gerando modificações na configuração da Célula de Walker, conforme figura 2, que por sua vez, provocam mudanças nos ventos superficiais (Ventos Alísios). Nos anos extremos da Oscilação Sul (PNM alta em Darwin e baixa em Taiti, ou seja, IOS negativo) ocorrendo conjuntamente com o El Niño (aquecimento anormal das águas oceânicas no Pacífico centro-leste) e enfraquecimento dos ventos alísios, caracterizam o "episódio quente do ENOS" ou simplesmente El Niño. Em geral, os episódios El Niño atingem sua maturação no mês de dezembro (ANDRADE, 2003, p.6).

Figura 2-As setas pretas indicam o funcionamento da célula de Walker em um ano normal



Disponível em; <<http://dattifernande.blogspot.com.br/2013/01/el-nino-la-nina-sua-influencia-no-globo.html>>
Acesso em: 25 de out. 2015.

Eventos de “La Niña” aconteceram com menor frequência, La Niña, é a fase negativa do ENOS. Os eventos de La Niña são caracterizados pelo aumento dos ventos alísios, resultando em uma ressurgência maior no Pacífico equatorial oriental. As águas mais quentes são represadas mais a oeste que o normal, modificando a célula Walker, que vai aumentar a precipitação na região oeste do oceano Pacífico e nordeste do oceano Índico e realizar o movimento descendente na área do pacífico equatorial central e oriental. Esses movimentos ficam mais intensos e inibem a formação de nuvens na região (OLIVEIRA, 1999, ANDRADE, 2003).

Além do fenômeno ENOS, também podemos relacionar a Oscilação decadal do Pacífico (ODP) com a frequência desses fenômenos, determinando períodos de tempo com possibilidade maior de ocorrência de um fenômeno ou outro.

2.3 OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO

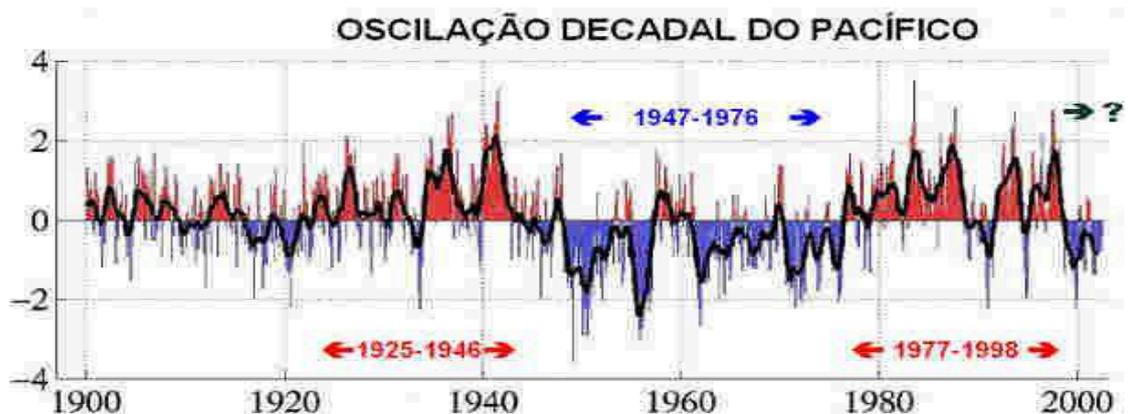
As temperaturas da superfície do Oceano Pacífico (TSM) apresentam uma configuração com variações de prazo mais longo, semelhante ao El Niño, denominada Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) e descrita por (MANTUA et al. 1997 *apud* MOLION, 2005, p.1).

Segundo Molion (2005, p.1), da mesma forma que o El Niño, a ODP apresenta duas fases;

A fase fria é caracterizada por anomalias negativas de TSM no Pacífico Tropical e, simultaneamente, anomalias de TSM (Temperatura da Superfície do Mar) positivas no Pacífico Extratropical em ambos hemisférios. A última fase fria ocorreu no período 1947-1976. Já a fase quente apresenta configuração contrária, com anomalias de TSM positivas no Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical. A fase quente se estendeu de 1977 a 1998. Não se sabe ainda qual é a causa da ODP, tampouco seus impactos sobre o clima. Porém, considerando que a atmosfera terrestre é aquecida por debaixo, os oceanos são a condição de contorno inferior mais importante para o clima e, certamente, o Pacífico, por ocupar um terço da superfície terrestre, deve ter um papel preponderante na variabilidade climática interdecadal.

Percebemos as variações na ODP na figura abaixo:

Figura 3- Série temporal do Índice Multivariado de El Niño-Oscilação Sul.



Disponível em; <<http://www.geocities.ws/zuritageo/aquecimento global.html>> Acesso em: 16 ago. 2015.

Kayano e Andreoli (2009, p.375) abordam a ODP como “Oscilação Decenal do Pacífico”, descrevem o fenômeno com espaço de tempo de 20 a 30 anos e com mudanças

abruptas de fase pra fase. Na fase fria os eventos tem frequências equivalentes, porém, na fase quente os eventos de El Niño são mais frequentes e intensos.

Molion (2005, p.4), afirma ainda que “a ODP parece ter entrado novamente em sua fase negativa a partir de 1999, na qual deve permanecer até cerca de 2025 possivelmente, ou seja, pelos próximos 25 anos, com um conseqüente aumento (redução) da frequência de eventos La Niña (El Niño)”. Sendo assim o sistema Terra-oceanos-atmosfera pode reagir como na última fase fria (1947-76), acarretando em um decréscimo de 0,15°C até 2025.

Na série temporal (figura 3) podemos observar o que os autores citam acima, uma fase fria entre 1947-1976, com grande ocorrência de La Niña e uma fase de aquecimento entre 1977 e 1998, com uma frequência maior de El Niño. A partir de 1999 há grande possibilidade de uma maior ocorrência de La Niña.

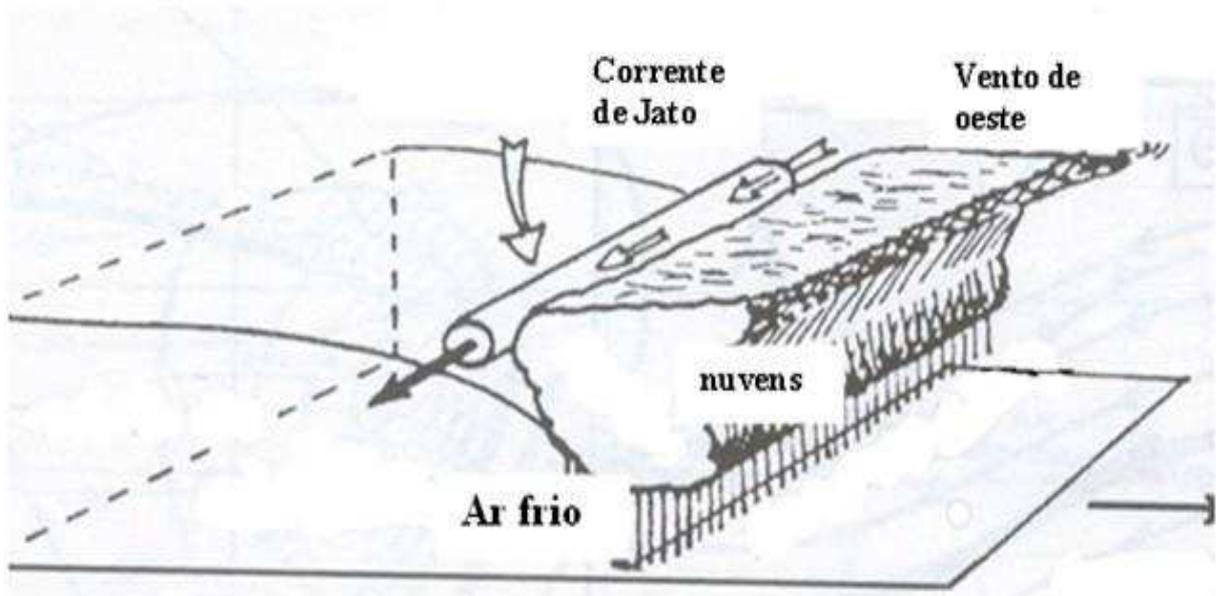
2.4 INFLUÊNCIA DO EL NIÑO E LA NIÑA NOS CLIMAS DO BRASIL

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007, p. 189), o El Niño faz se notar na costa Peruana, “com as águas frias provenientes do fundo oceânico (fenômeno conhecido como ressurgência) e da corrente marinha de Humboldt são interceptadas por águas quentes oriundas do norte e oeste”. Essas alterações provocam variações climáticas em diversas partes do planeta. O El Niño faz com que:

[...] os ventos em altos níveis, chamados de Jato Subtropical, tornem-se mais intensos que o normal em decorrência do aumento do gradiente de temperatura entre o Equador e os Pólos. O fortalecimento destes jatos cria um bloqueio para os sistemas frontais que chegam nos estados de Santa Catarina e Paraná, permanecendo estacionados sobre esta área. Desta forma, ocorre um aumento da precipitação (anomalia positiva) nesta região, principalmente na primavera do ano em que o fenômeno se inicia e no outono-inverno do ano seguinte, abrangendo mais intensamente as áreas próximas ao oceano (GRIMM et al., 1997 apud ANDRADE, 2003, p.11).

Esse jato subtropical é definido como “corrente de ar em forma de um estreito cano ou conduto, quase horizontal (Figura 4), geralmente próximo a tropopausa, cujo eixo localiza-se ao longo de uma linha de velocidade máxima e de fortes cisalhamentos verticais e horizontais” (OMM,1992 apud ESCOBAR, 2009, p.128).

Figura 4- Relação entre jato polar e a frente fria.



Fonte: ESCOBAR, 2009, p.130.

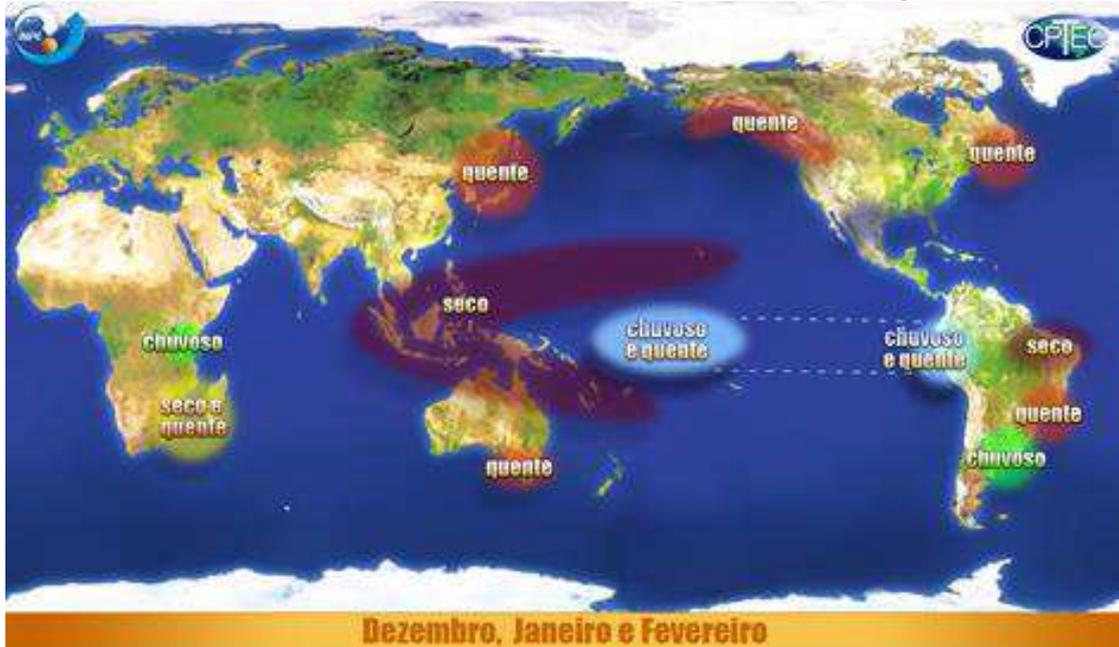
As correntes de jato são muito importantes para entender as variações do clima, pois quando se deslocam, movimentam também os centros de alta e baixa pressão e alteram o deslocamento das frentes frias e quentes (ESCOBAR, 2009, p.130).

Com o aumento e possível movimentação das correntes de jato está pronto o cenário para intensas precipitações, as frentes frias (polares) se deslocam do continente antártico e quando penetram no oceano se aquecem e umedecem rapidamente, após se tornarem instáveis (com o desaparecimento da subsidência), as frentes frias se deslocam pelo continente sul-americano entre o centro de ação do Pacífico e do Atlântico, seguindo em duas direções, uma delas a leste da cordilheira (NIMER, 1979, p.15).

Ao encontrar as correntes de jato, essas frentes “estacionam” sobre a região sul e causam intensas precipitações. Vale lembrar que as frentes frias se deslocam com muita frequência pela região sul do Brasil.

As figuras 5 e 6 apresentam os efeitos do El Niño pelo mundo, em alguns períodos do ano.

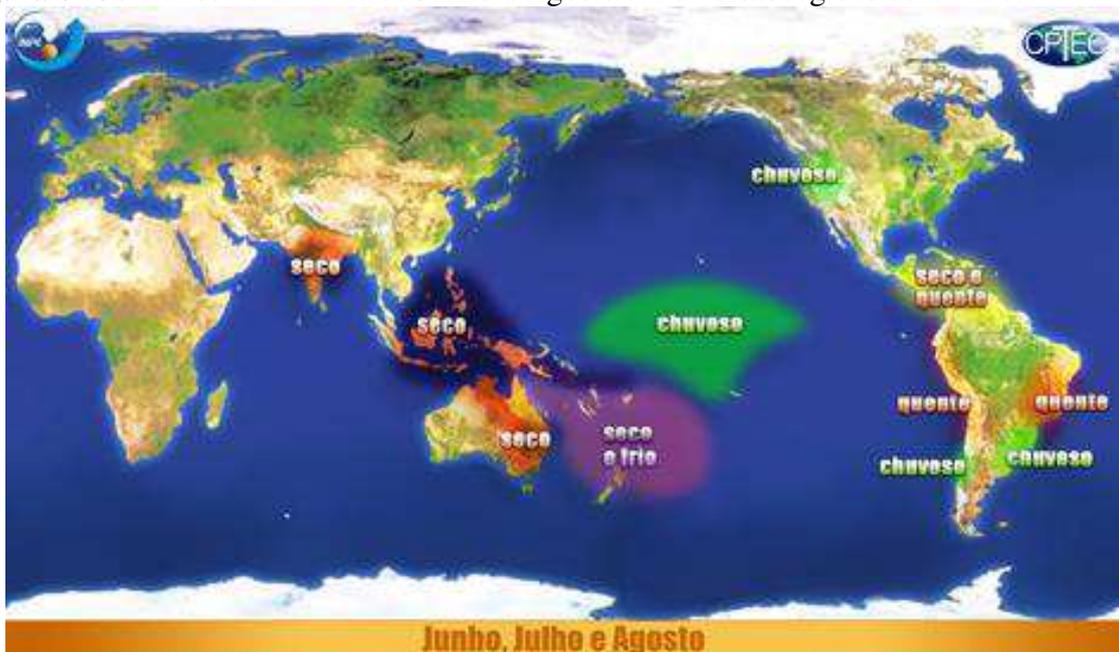
Figura 5- Os efeitos do El Niño de Dezembro a Fevereiro em diversas regiões do mundo.



Disponível em; <http://enos.cptec.inpe.br/~renos/common/img/DJF_el.jpg> Acessado em 25/08/2015.

De acordo com Oliveira (1999, p.50) os efeitos do El Niño na região norte e nordeste são secas moderadas ou intensas, na região nordeste isso pode acontecer até mesmo na época de chuvas, na região sudeste ocorre um moderado aumento da temperatura média, na região centro oeste não tem evidências de efeitos, somente em áreas próximas à divisa com a região sul, podem observar os efeitos do fenômeno.

Figura 6- Os efeitos do El Niño de Junho a Agosto em diversas regiões do mundo.

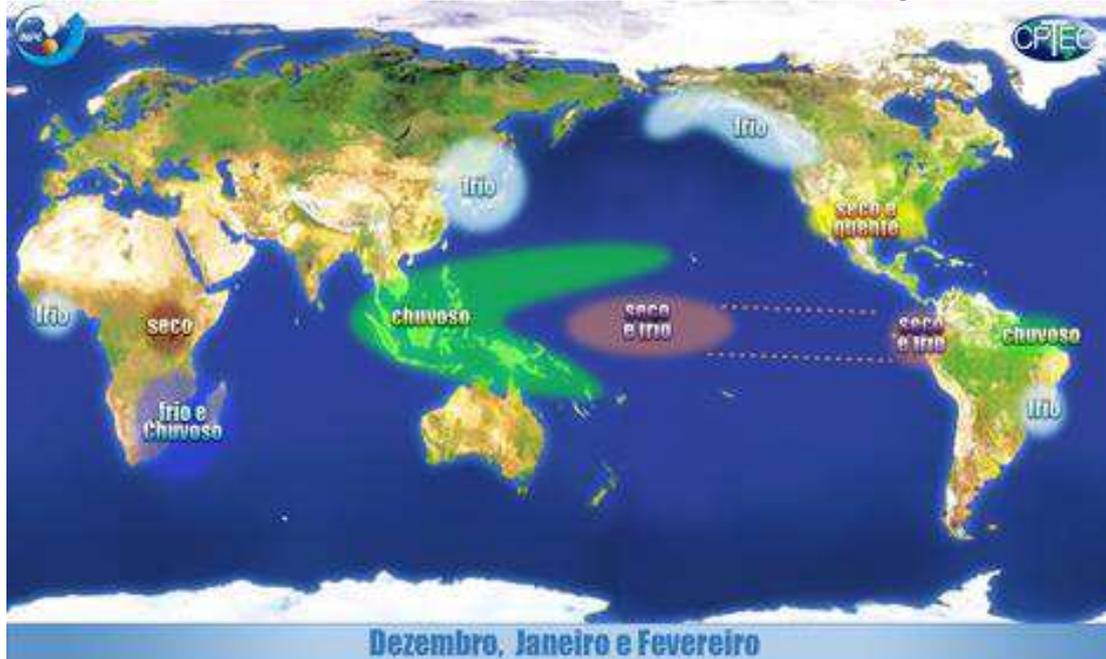


Disponível em; http://enos.cptec.inpe.br/~renos/common/img/JJA_el.jpg Acessado em 25/08/2015.

Em um país nas dimensões do Brasil, apresenta efeitos variados, no último El Niño forte que ocorreu em 1998, a região Norte e Nordeste sofreu com a escassez de chuva, enquanto no Sul do país teve um ano muito chuvoso.

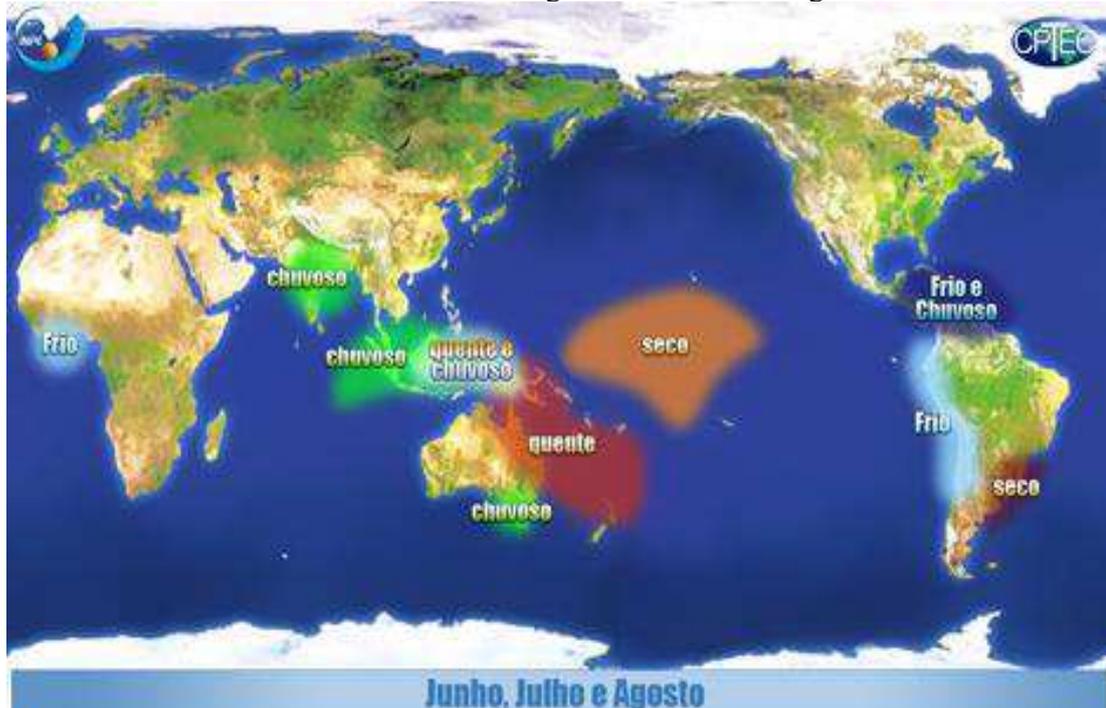
Observando as figuras 7 e 8, expressam os efeitos do La Niña pelo mundo, durante alguns períodos do ano;

Figura 7- Os efeitos do La Niña de Dezembro a Fevereiro em diversas regiões do mundo.



Disponível em; http://enos.cptec.inpe.br/~renos/common/img/DJF_la.jpg Acessado em 25/08/2015

Figura 8- Os efeitos do La Niña de Junho a Agosto em diversas regiões do mundo.



Disponível em; http://enos.cptec.inpe.br/~renos/common/img/JJA_la.jpg Acessado em 25/08/2015.

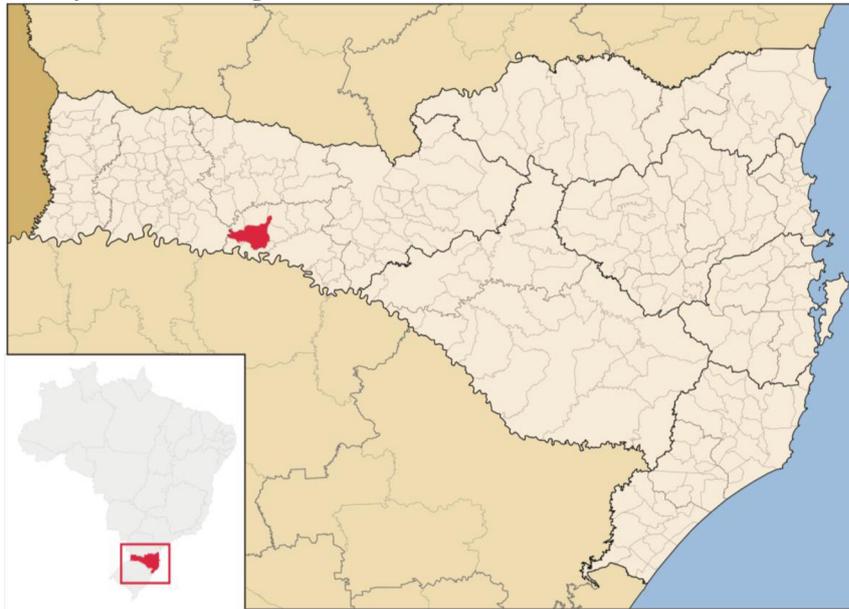
Podemos perceber que o efeito da La Niña é contrário ao El Niño, onde o Sul passa por um período seco, com diminuição nas precipitações e temperaturas. O território Brasileiro sofre alterações consideráveis. Oliveira (1999, p.56) aborda que durante a La Niña as frentes frias se deslocam rapidamente pela região sul, ocasionando secas, á uma tendência no aumento das chuvas na região amazônica, e também a possibilidade de chuvas acima da média na região semiárida do nordeste, porém, para ocorrer chuvas acima da média na região nordeste é necessário condições atmosféricas favoráveis no oceano Atlântico.

Os efeitos do El Niño são visíveis, os gráficos no decorrer do trabalho vão apresentar a variação na precipitação durante um ano de ocorrência do fenômeno El Niño, La Niña e um ano normal.

3 LOCALIZAÇÃO

O município de Seara possui área territorial de 312,5 km² e aproximadamente 17.000 habitantes (IBGE, 2010¹). Está situado na Microrregião do Alto Uruguai Catarinense, faz limites com os municípios de Xavantina e Arvoredo ao Norte, Paial e Itá ao Sul, Chapecó a Oeste e Ipumirim e Arabutã a Leste (Figura 9);

Figura 9- Localização do município de Seara.



Disponível em; <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Seara_\(Santa_Catarina\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Seara_(Santa_Catarina))> Acesso em: 16 ago. 2015.

Seara está localizada no planalto meio oeste, “a individualidade do planalto do meio-oeste decorre da forte erosão do rio do peixe e seus afluentes, e dos rios a jusante, criando vales profundos com margens escalonadas em patamares” (PELUSO JÚNIOR, 1986, p.23). O planalto meio-oeste é composto por rochas vulcânicas basálticas da formação serra geral (SCHEIBE, 1986, p.28), drenados pelos rios Ariranha e Irani. A vegetação é composta pela Floresta Ombrófila Mista, contanto, com o aumento das atividades antrópicas, a floresta tem sua área reduzida consideravelmente nas últimas décadas. Quanto ao clima, conforme a classificação de Köppen é Cfa (mesotérmico úmido) com verões quentes e invernos frios. A principal atividade econômica no município é a agropecuária, com a presença de alguns frigoríficos, com destaque para a JBS Foods (PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA, 2015²).

¹ Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=42&dados=0>> Acesso em 25/08/2015

² Disponível em: http://www.seara.sc.gov.br/arquivos_internos/index.php?abrir=sobre_seara Acesso em 25/08/15.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

As entidades responsáveis pelos dados atualmente são, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural De Santa Catarina (EPAGRI) e Prefeitura Municipal de Seara. A EPAGRI cedeu os dados do período de 1931 a 1984 e a Prefeitura de Seara cedeu os dados do período de 1985 a 2013. Vale ressaltar um período de falhas, que agrega os anos de 1952 a 1954, período em que Fritz viajou ao Mato Grosso para realizar trabalhos entomológicos.

O *software* BrOffice.org Calc© versão 3.2.0³ foi utilizado para manipulação dos dados e para a confecção dos gráficos apresentados.

4.1 LOCAL E A COLETA DOS DADOS

O local de coleta e registro da precipitação se localiza no distrito de Nova Teutônia, nas proximidades da residência de Fritz Plaumann. Está localizado aproximadamente na Latitude de 27°09'49"S, Longitude de 52°25'25" O e a 352m de altitude. Os dados utilizados no trabalho foram coletados por Fritz Plaumann (1902-1994) e Gisela Plaumann, durante o período de 1931-2013.

O pluviômetro construído por Fritz Plaumann é um não registrador, só pode captar o total de precipitação. “A chuva entra em um recipiente coletor através de uma abertura com área distinta, sendo que a chuva coletada é medida com a utilização de um frasco medidor ou uma proveta, graduado em milímetros” (AYOADE, 2010, p.160). O pluviômetro estava situado em uma área sem obstáculos e próximo ao solo. Pois, o volume de chuva captado:

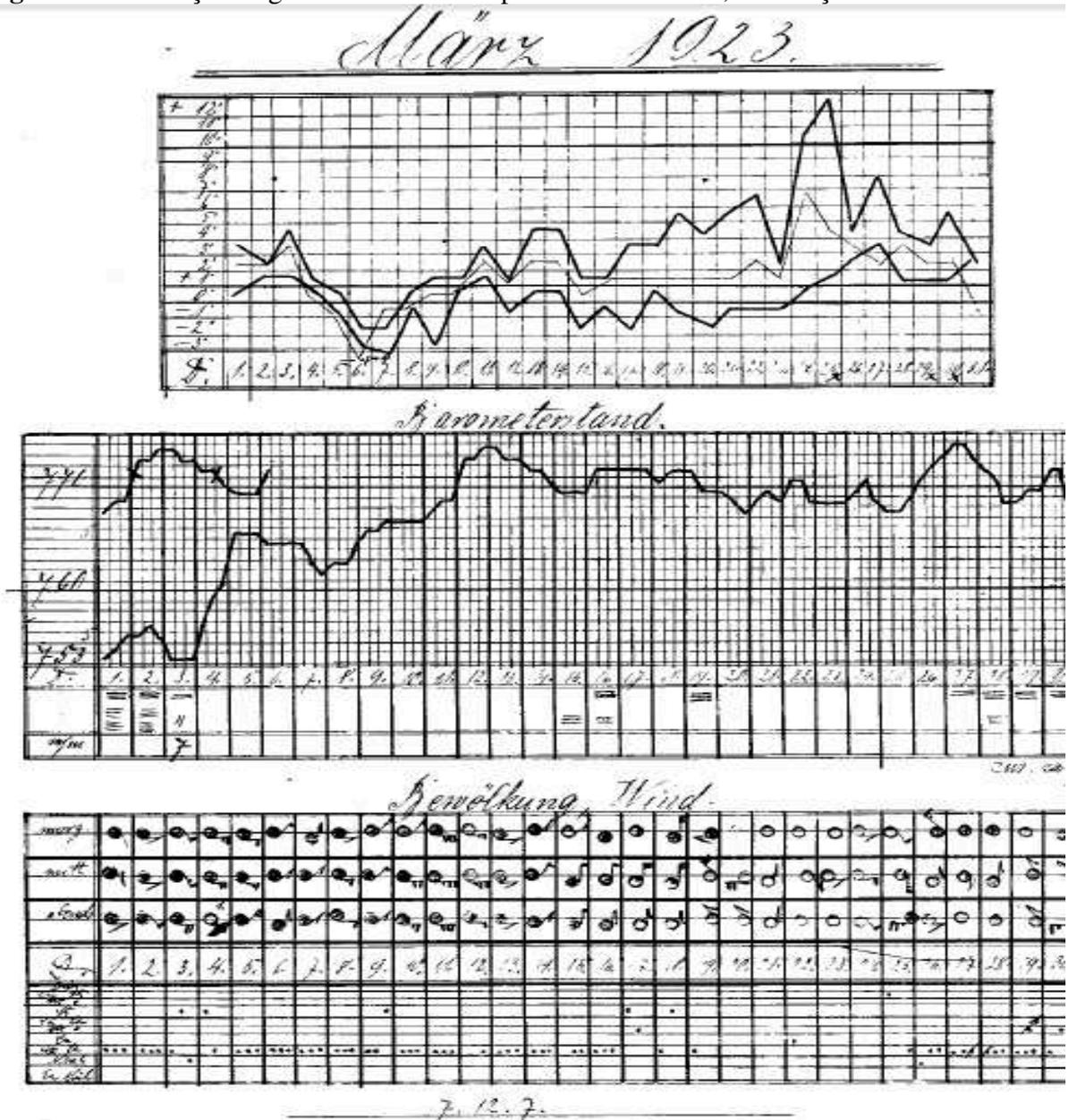
[...] por um dado pluviômetro, em determinado local depende de numerosos fatores, tais como altura do pluviômetro acima do solo, a velocidade do vento e a taxa de evaporação. Os fatores de localização do sitio também são importantes. Experimentos tem mostrado que quanto maior a altura do pluviômetro acima do solo, menor é o volume de chuva captado. Similarmente, o volume de chuva coletado por um pluviômetro tende a diminuir com a crescente velocidade ou turbulência do vento. Portanto, os pluviômetros tem que estar bem situados, longe de quaisquer obstáculos, como árvore ou paredes, capazes de influenciar o volume de chuva coletado (AYOADE, 2010, p.161).

O entomólogo Fritz Plaumann realizava anotações diárias e durante toda sua vida descreveu em seus cadernos as variações climáticas. Há vários relatos onde Plaumann já observava que algumas alterações na pressão atmosférica indicavam tempestades, que a

³Copyright Sun Microsystems Inc.

precipitação da região possuía variações anuais. Na década de 30, Fritz, por exemplo, ressaltava as variações de mais de 1000 mm de um ano para o outro. Fritz tinha curiosidade nas variações climáticas, que fica evidenciado em gráficos feitos por ele na década de 1920, como o expresso na figura 10:

Figura 10- Anotações e gráficos elaborados por Fritz Plaumann, de Março de 1923.



Fonte; PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA.

Os gráficos da figura 10 expressam as variações na temperatura, pressão, precipitação e direção dos ventos, observados por Fritz Plaumann em 1923. Nesse período (1921-1930) não foram encontradas anotações, apenas gráficos de alguns meses do período.

4.2 ORGANIZAÇÃO E TABULAÇÃO

A organização dos dados foi elaborada conforme Zavattini; Boin (2013), bem como, os parâmetros estatísticos utilizados, conforme segue.

A **média aritmética** foi calculada pela Equação (1):

$$X = \sum_{1an}/n \quad \dots(1)$$

Onde X= média aritmética; \sum = somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

A **moda** é a quantia de vezes que o mesmo valor ocorre (mês) no decorrer do período.

Para definir a **Mediana** foi utilizada a Equação (2):

$$n/2 \quad n+2/2 \quad \dots(2)$$

A mediana nada mais é que do que o valor que divide exatamente ao meio a série de dados

O **Desvio-padrão** foi calculado conforme Equação (3):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{1an}(xi-X)^2}{n}} \quad \dots(3)$$

Onde xi= o valor individual de cada dado; X= média aritmética; \sum = somatória dos dados, do primeiro ao enésimo; n= número de ocorrências.

O Coeficiente de variação é uma medida de dispersão relativa, onde o resultado é dado em porcentagem (%), é calculado conforme a Equação (4):

$$CV=(S/X)*100 \quad \dots(4)$$

4.3 VERIFICAÇÃO DA HOMOGENEIDADE DOS DADOS

Pelo fato dos dados de chuva coletados por Plaumann não serem oficiais, realizou-se a análise de dupla massa para verificar a homogeneidade dos dados. Para isso foram utilizados os dados anuais de Abelardo Luz/SC (1958-2008), manipulados em outro trabalho (BUFFON; BINDA, 2011, 2012).

Segundo os autores, os dados utilizados foram obtidos no banco de dados hidroweb (<http://hidroweb.ana.gov.br>) da Agência Nacional das Águas (ANA). “A estação pluviométrica (código 02652000) encontra-se localizada a 26°33’22”S e 52°19’51”W, a 760 m de altitude, sendo de responsabilidade da ANA e monitorada pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (BUFFON; BINDA, 2012, p.3)”.

Os motivos para a utilização desses dados são a proximidade entre os pontos de coleta (aproximadamente 100 km), por coincidir a faixa de tempo estudada (1958-2008) e por que a estação de Abelardo Luz está vinculada a órgãos como a ANA e CPRM, agregando credibilidade aos dados.

4.3.1 Análise de Dupla Massa

O método da dupla massa consiste na coleta de dados de duas ou mais localidades de uma determinada área e traçar um gráfico dos totais acumulados de precipitação (Seara-SC) *versus* os totais acumulados em um posto base de comparação (Abelardo Luz- SC) (HOLTZ, 2014; PAZ, 2004; TUCCI, 2000).

Os pontos devem coincidir em uma reta de tendência. Conforme Holtz (2014, p.15), “esses pontos devem ser colocados, aproximadamente, segundo uma linha reta. Uma mudança brusca de direção dessa reta indica qualquer anormalidade havida com o posto, tal como a mudança de local ou as condições de exposição do aparelho às precipitações”.

4.4 HISTOGRAMA

Segundo Zavattini e Boin (2013, p.37), para a construção do histograma, são necessários os extremos de precipitação, no caso de Seara-SC, são 1128,8mm e 3975,5mm. Para definir o número ideal de classes, foi utilizada a fórmula de Sturges (Equação (5)):

$$K=1+3,3*\log n \quad \dots(5)$$

Tabela 1- Definição do Número de Classes (K) e o intervalo de classes (ATV)

Fórmula de Sturges	ATV=Maior <i>n</i> -Menor <i>n</i>
$k=1+3,3*\log n$	406,6714286
$k=1+3,3*\log 80$	ATV= 407
7,2799	
k=7	

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Com a utilização da fórmula de Sturges, ficou definido a utilização de 7 classes, o intervalo dessas classes será de 407mm, como podemos observar na tabela 1;

Tabela 2-Intervalo de Classes (fórmula de Sturges) e a frequência das chuvas anuais (mm)

De (mm)	A (mm)	Frequência
1128	1535	3
1536	1943	18
1944	2351	26
2352	2759	20
2760	3167	9
3168	3575	3
3576	3983	1
Total		80

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Após a definição das classes, basta calcular a frequência, com base na tabela 1.

4.5 PREDIÇÃO

Para realizar as análises de predição se deve traçar uma reta de tendência e definir os limites de predição e de confiança (ZAVATTINI; BOIN, 2013).

O diagrama de dispersão foi elaborado de acordo com Zavattini e Boin (2013, p.45), onde o eixo Y representa os totais anuais (mm) em Seara- SC e, o eixo X, apresenta cada um dos oitenta anos, do período de 1931 a 2013. Nesse primeiro momento o objetivo é observar a evolução dos valores de precipitação, e definir possíveis variações e tendências.

Para a reta de tendência (ou regressão) utiliza-se o método dos mínimos quadrados, como foi proposto por Zavattini e Boin (2013, p.47). A reta de tendência é importante, por que;

Se a variável independente X corresponder ao tempo, os dados representarão os valores de Y em diversos momentos. Os dados ordenados em relação ao tempo são denominados séries temporais. A reta ou curva de regressão de Y para X, neste caso, é denominada de tendência e é frequentemente empregada para as finalidades de avaliação, predição ou previsão (SPIEGEL, 1976, p.369 apud ZAVATTINI e BOIN, 2013, p.46).

A reta de tendência é elaborada conforme a Equação (6):

$$\hat{Y}=Y+(\sum XY / \sum X^2)*X...(6)$$

Onde Y= média aritmética e X= cada valor da série, como podemos observar na tabela abaixo o ponto inicial (Y¹ representa o ano de 1931) e o ponto final (Y² representa o ano de 2013),

Tabela 3- Cálculo do Ponto inicial e final da reta dos mínimos quadrados

Reta dos Mínimos Quadrados	
$\hat{Y} = Y + (\sum XY / \sum X^2) * X$	
2055,77863	
2523,58137	
Y ¹	2055,8
Y ²	2523,6

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

O erro padrão (S \hat{Y}) foi denominado pela Equação (7)

$$S\hat{Y} = S_{y \cdot x} \sqrt{1/n + (x-X)^2 / \sum (x_i - X)^2} \quad \dots(7)$$

Onde X= média e S $_{y \cdot x}$ = desvio padrão dos resíduos. O desvio padrão é calculado pela Equação (8):

$$S_{y \cdot x} = \sqrt{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 2} \quad \dots(8)$$

Onde \hat{Y}_i = equação da reta e n= número de observações. Para encontrar o desvio padrão, precisamos calcular o “Y_{res}”, o desvio dos valores reais (ZAVATTINI; BOIN, 2013, p.50). O “Y_{res}” é calculado a partir da Equação (9):

$$Y_{res} = Y_i - \hat{Y}_i \quad \dots(9)$$

Tabela 4- Cálculo do Desvio padrão

Fórmula do desvio padrão
$S_{y \cdot x} = \sqrt{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2 / n - 2}$
$S_{y \cdot x} = \sqrt{17294223,1 / 80 - 2}$
$S_{y \cdot x} = \sqrt{221721}$
$S_{y \cdot x} = 470,9\text{mm}$

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Com o desvio padrão já calculado (S $_{y \cdot x}$ =470,9mm), vamos obter o erro padrão das estimativas (S \hat{Y}), com isso vamos definir os limites de confiança.

Com os dados de 1931, inserimos os dados na fórmula para encontrar o erro padrão (S \hat{Y}), o resultado fica em 104,3mm. Com a definição do erro padrão, o valor é multiplicado por 2,101 (resultando em 219,2mm), segundo Zavattini e Boin (2013, p.52), “a multiplicação

de cada valor de $S\hat{Y}$ por 2,101- valor crítico de distribuição t de Student, teste bilateral, nível de confiança de 95%, com n-2 graus de liberdade, que pode ser encontrado em tabelas estatísticas dos livros dessa área”

O limite de confiança é determinado pela soma e subtração dos 219,2mm (valor definido com base no ano de 1931) da reta de regressão (2055,8), sendo assim, com o valor estimado para o ano de 1931, é de 2055,8mm, o limite de confiança superior fica em 2274,9mm e o limite de confiança inferior fica em 1836,6mm. O limite de confiança vai ladear a reta de regressão, definindo as possíveis variações na tendência de inclinação da reta de regressão.

O limite de predição é definido pela Equação (10)

$$\hat{Y} \pm T(.5; n-2) * S_{y \cdot x} \sqrt{1 + 1/n + (x-X)^2 / \sum (x_i - X)^2} \dots (10)$$

Onde X= média e $S_{y \cdot x}$ = desvio padrão dos resíduos, \hat{Y} = equação da reta e n=número de observações (ZAVATTINI; BOIN, 2013, p.52). Utilizando os valores encontrados anteriormente, definimos os limites de predição, limite superior e inferior. Com base no ano de 1931, o cálculo do limite de predição ficou em $\hat{Y} \pm 1013,3$ mm. Esse valor é somado e subtraído do valor estimado da reta de regressão (tendência), 2055,8mm, sendo assim, o limite de predição superior (para o ano de 1931) fica em 3069,1mm e o limite de predição inferior fica em 1042,4mm, esses valores vão ladear a reta de regressão.

Após a conclusão dos limites de predição, foi realizado os cálculos para encontrar o coeficiente de determinação (r^2), muito útil para “verificar qual o ajustamento da reta de regressão, ou em outras palavras, quanto da variabilidade dos valores observados da variável dependente é apreendido pela regressão (GERARDI; SILVA, 1981, p.96 apud ZAVATTINI; BOIN, 2013, p.54)”.

O coeficiente de determinação é determinado pela Equação (11):

$$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - Y)^2}{\sum (Y_i - Y)^2} \dots (11)$$

Onde Y= média.

Tabela 5- Cálculo do Coeficiente de determinação.

Coeficiente de Determinação (r^2)
$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y} - Y)^2}{\sum (Y_i - Y)^2}$
0,08
$r^2 = 8\%$

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

4.6 ANÁLISE MENSAL

A análise mensal vai ser realizada observando os dados das somas mensais de determinados anos e comparados com a média mensal da série completa ($X = \sum_{1an}/n$). Essa análise vai abordar os anos com as maiores e menores precipitações, buscando comparar os resultados com outros autores. Um gráfico de dispersão mensal vai ajudar a compreender os eventos de precipitação durante os meses estudados.

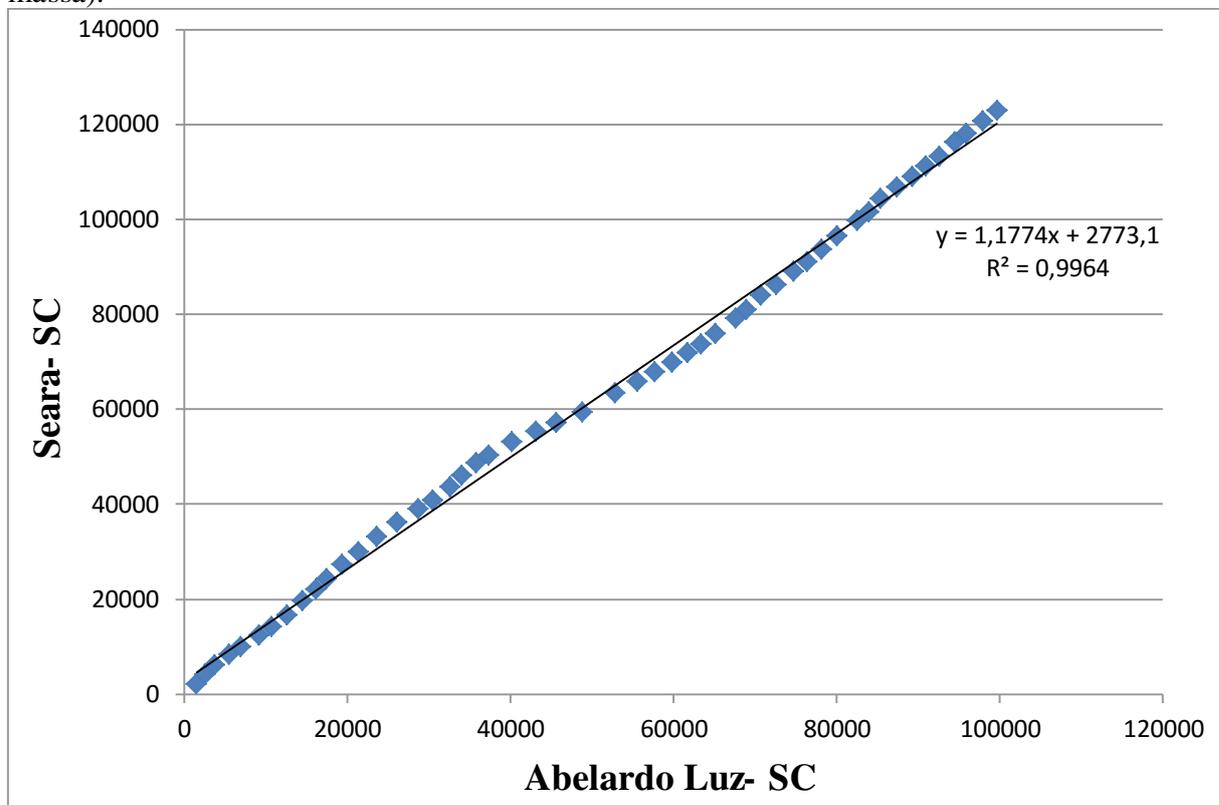
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DOS DADOS

Para fazer a análise de consistência foi utilizado o método da dupla massa. Nesse método é feito um gráfico de dispersão (figura 11) comparando os dados de Seara com os de Abelardo Luz. A reta de tendência do gráfico e o valor de “R²” vão determinar a confiabilidade dos dados coletados pela família Plaumann.

O gráfico (figura 11) apresenta uma reta de tendência, onde os valores de Seara (eixo y) e Abelardo Luz (eixo x) coincidem paralelamente a linha de tendência, indicando um acúmulo de precipitação proporcional no espaço de tempo estudado. O R² indica em porcentagem a confiabilidade dos dados, que no caso de Seara está em 99,64%. Por se tratar de uma série não oficial, foi realizado a análise da dupla massa para confirmar de maneira científica a veracidade dos dados.

Figura 11- Verificação da homogeneidade dos totais anuais de Seara (análise de dupla massa).



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013), Seara-SC. BINDA; BUFFON (2012), Abelardo Luz-SC

5.2 ANÁLISE DOS DADOS

A tabela 6 foi construída levando em conta a precipitação diária da cidade de Seara e a partir disso, foi definido os totais mensais e anuais da série (1931-2013). A tabela apresenta também a média Aritmética (X), a mediana, moda, desvio padrão (S) e coeficiente de Variação (CV).

Tabela 6- Chuvas Mensais e Anuais (mm) e medidas de tendência central e variabilidade

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1931	247,5	19	196,3	332,3	161	181	154,7	138,7	328,7	98,2	138,2	177,4	2173
1932	78,8	152,1	229,5	427,9	415,6	187	145,5	180,8	194,5	282,4	112,1	137,8	2544
1933	143,4	167,9	84,8	58,2	116,5	67,3	131,8	97,3	170,7	318,4	58	129,9	1544,2
1934	286,8	332,8	169,1	266,6	91,3	119	89,9	155,8	189,2	157,4	99,6	199,6	2157,1
1935	154,7	180,2	30,7	60,6	82,4	175	244,2	230,4	392,1	432,7	138,2	369,7	2490,9
1936	153,4	107,9	153,9	132,5	146,3	459	278,5	273,4	179,7	164,1	104,2	102,4	2255,3
1937	157,3	90,3	218,4	141,4	70,6	25,6	67,1	201,4	165,5	115,9	182,6	192,5	1628,6
1938	241,3	375,1	147,9	317,8	229,9	391,5	129,4	39,3	103,8	205,6	90,2	95,2	2367
1939	185,5	297,2	102,9	0	238,5	326,6	36,4	122,2	210,1	178,9	345,6	216,6	2260,5
1940	305,2	118,1	158,5	282,2	157,1	116,9	96	94,7	42,7	117	256,8	241,7	1986,9
1941	145	193,5	196,9	347,1	188,3	130,1	233,3	225	153,8	183,5	253,9	158,8	2409,2
1942	246,8	92,5	288,9	198,5	165,1	71,9	161,2	136,1	210	87,5	67,4	69,4	1795,3
1943	54,7	142,5	194,6	27,9	375,8	286,5	201,3	86,4	230,9	127,2	89,6	122,8	1940,2
1944	194,4	186,7	97,8	73,8	26,4	62,7	45,1	54,4	41,9	159,6	170,4	15,6	1128,8
1945	217,8	98,5	81,7	75	39,3	76,9	81,1	146	156	141,2	122,1	148,2	1383,8
1946	405,1	411,5	178,8	96	216,2	247,1	163,5	96,3	57,1	265,4	133,4	166	2436,4
1947	144,9	157,6	136,6	116,4	198,2	208,2	107,8	160,7	240,3	58,6	38,5	231,7	1799,5
1948	112,5	300,7	146,7	128,5	288,4	42	284,6	122	151,2	309,8	74,8	76,2	2037,4
1949	224	26,1	292,3	96	119,1	209,8	62,4	117,8	158,6	92,9	170,5	118,7	1688,2
1950	133,7	247,3	267,7	116	190,7	130,7	121,5	159,3	166,5	340	182,6	192,7	2248,7
1951	370,8	388,3	121,3	36,3	56,6	79,6	59,5	36	139,1	480	297,3	112	2176,8
1955	109	133,5	160	292,5	231,5	279	294	176	72,5	121	51	130	2050
1956	339,5	73,5	265	234,5	163	84	132,5	98	220	82	0	78	1770
1957	200,5	218	136,5	257,5	15	277,5	159,5	299,4	348,5	177,5	168,5	184,5	2442,9
1958	129	130	98,5	160,5	115,5	157,5	122	169	312	145,5	375,5	222	2137
1959	119	192,5	143,5	298,5	212	129,5	120	120,5	138,5	167	91	163	1895
1960	355	131	46,5	134,5	150	121	119	274	160,5	246	145,5	173	2056
1961	145	244	380	215,5	113	96,5	69	168	418,5	270	93,5	111,5	2324,5
1962	140	190	107	85	292	29,5	117,5	81	194,2	116	126,5	65	1543,7
1963	422,5	154	240	56,5	152	56	104,5	117,5	156,5	315	372,5	219	2366
1964	88	201,5	203,5	314	26,5	84,5	99,5	246	153	101	50,5	204	1772
1965	122	156	111,5	134,5	144	80,5	292,5	328,5	363,5	226,5	106,5	358	2424
1966	257	442	192,5	82	59,5	374,5	181,8	382,5	198,4	460	166,5	386,5	3183,2
1967	224,5	258,5	128	22,5	117	125,2	134,2	448	284	179	209,5	114	2244,4
1968	203	86,5	265	261	45	157,5	181	78	249	206	258	312	2302
1969	470	352,5	265	238,5	217,5	260	138	142	185	199	392	153,5	3013
1970	140	135,5	202,5	87	320	407,5	201,5	135	232,5	243,5	58	556,5	2719,5

1971	440,5	356,5	149,5	402,5	316	380,5	196,5	286	224	163,5	90	181	3186,5
1972	323,5	251	207	185,5	73,5	516,5	183	458	304	214,5	271	62	3049,5
1973	315,5	174,5	99	230	221	182	254	401	303	215,5	134,5	149	2679
1974	224,5	138,5	97,5	88,5	161	201	88,5	170	59	259	213	159,5	1860
1975	289	197	166,5	78,5	134,5	257,5	122	249	340	322	200	459	2815
1976	372	110	152,5	109	295	143,5	237	218	162	245	349	162	2555
1977	192	326,2	303	59	124,5	209	227,5	265,5	207	215,5	274,3	137,5	2541
1978	171	39,5	128,5	12	79	97,5	267,5	82,5	187,5	216,5	230,5	153	1665
1979	15,5	272	130	230	429,5	54,5	212	188,5	165,5	484	226	293,5	2701
1980	150,5	80,5	121,5	109	327,5	147,5	214	164	206,5	310	266	187,5	2284,5
1981	193,5	223	201	182,5	26	186,5	23	64	145	123,5	245,5	277,5	1891
1982	117,5	179,5	101,5	40	175,5	287,5	166,8	205,5	127	242	421	106,5	2170,3
1983	200	322	402	291	610,5	305,5	955,5	118,5	222,5	200,5	209	138,5	3975,5
1984	216,5	279,2	142,5	188	156	254,5	152	315,7	165,5	196	225	182,5	2473,4
1985	102,5	295,5	180	229,5	195	83,7	151,8	177,4	127,3	107	98	173	1920,7
1986	161,3	144	138	380	248,5	77	60,5	153,5	236,5	199,5	139,8	78,3	2016,9
1987	213,2	190,8	33	251,4	308,1	134,6	151,8	91,3	144,5	207,5	123,9	168,5	2018,6
1988	208	90	173,2	189,2	362,9	403	47,5	0	78,2	229,5	84,5	100,5	1966,5
1989	315,2	239	141,5	136,5	101	92	138,5	221,3	316,5	226	132,5	132,5	2192,5
1990	325	184,5	156,5	367	351	326,5	99,5	192,5	330	379,5	289	143,5	3144,5
1991	282,5	62,2	27,9	171,5	38	397	154	82,5	98,5	209	106,5	292	1921,6
1992	187	300,5	313,5	155	428,5	311	160,5	199	178,5	232	299,5	100,7	2865,7
1993	362	161,5	195,5	74,5	205	163,5	225	45	386,5	202,5	179,5	120	2320,5
1994	93,7	493,5	39	210	229,5	280	387	44	199,5	418	237	190,5	2821,7
1995	203,5	113	161	167	50,5	195	122	127,5	339,5	272,5	87	127	1965,5
1996	301	287	162	65	77	193,5	168,5	246,5	290,5	260,5	232	274	2557,5
1997	111	409	129	99	154	205	255	290,5	161,5	515,5	311,5	234	2875
1998	376,5	483	287,5	397	190,5	102	187	278	373	303	15	214	3206,5
1999	231	202,5	75	345	104	138	317,5	32	125	235	39	87	1931
2000	239,5	199	154,5	132,5	159	180	240,5	159	527,5	336,5	156	330,5	2814,5
2001	272,5	157,5	187,5	195,5	269	225,5	196,5	57	206	265,5	186	86	2304,5
2002	100,5	92,5	77,5	78,5	218,5	257	146,5	236	296	361	253,5	242	2359,5
2003	143	203,5	289	127	80	143	185,5	141	93	240	157,5	440	2242,5
2004	165,5	80,5	49,5	211	189,5	49	217,5	63	257	329	232	26	1869,5
2005	286,5	21,5	100	344	301	390,5	449	161	302,5	449	89	121,5	3015,5
2006	298,5	86	157,5	53	21,5	149,5	57	162	142	129,5	314	216,5	1787
2007	128	277	104	351	427	63,5	271	62	158	259,5	302,5	222	2625,5
2008	209	115	89,5	421	77,5	278	39	134	220	432	167	93,5	2275,5
2009	162,5	161	46,5	56	254,5	118	198,5	292,5	472	232,5	247,5	96,5	2338
2010	173	245	189	429	292	58,5	192,5	105	144	155,5	143	417	2543,5
2011	202,5	335,5	201	133,5	63	288,5	250,5	278,5	186	448,5	120,5	121,5	2629,5
2012	68	129,5	82	207	50	91,5	217	32	78,5	247	53,5	240,5	1496,5
2013	123	200	304	162,5	116,5	323,5	78	346	242	244	213,5	253,5	2606,5
Σ (mm)	16935	16094	13086	14550	14639	15256	14026	13734	16898	19105	14156	14697	183174
X (mm)	211,7	201,2	163,6	181,9	183	190,7	175,3	171,7	211,2	238,8	177	183,7	2289,7
Mediana (mm)	200,3	185,6	154,2	161,5	161	169,3	157,1	159,2	191,7	226,3	166,8	162,5	2095,3
Moda (mm)	145	80,5	265	132,5	161	157,5	122	82,5	165,5	215,5	58	222	-
S (mm)	96,84	108,3	79,45	113,6	117,7	113,7	119,8	99,18	98,59	105,5	96,2	101,1	487,70
CV (%)	45,75	53,86	48,57	62,47	64,32	59,65	68,33	57,77	46,68	44,16	54,37	55,02	21,30

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

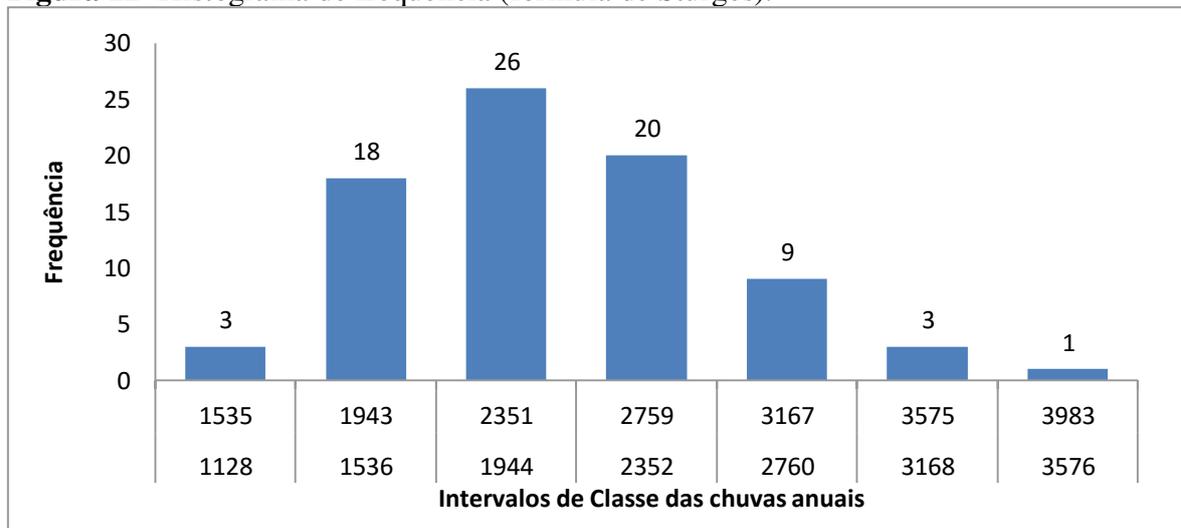
Ao observar a média mensal (\bar{X}) da tabela 6, definimos os meses mais chuvosos, Setembro (211,2 mm), Outubro (238,8) e Janeiro (211,7 mm), contanto, os meses com menor média de precipitação são Março (163,6 mm), Julho (175,3) e Agosto (171,7 mm). Nota-se uma variação pequena entre os meses de aumento e diminuição das chuvas, caracterizando uma distribuição quase que uniforme das precipitações durante o ano (NIMER, 1979).

Em relação à Moda, a frequência absoluta é baixa, pois no decorrer do tempo (80 anos) em nove meses os valores se repetiram apenas duas vezes e em três meses repetiram três vezes. A frequência relativa (em porcentagem) é muito baixa, ficando em 2.5% e 3.75%, representando que 3.75% dos meses de Março, Julho e Setembro os valores de chuvas se repetiram e 2.5% dos valores dos demais meses, também se repetem. Levando em conta o período, esses valores não tem significância.

O desvio-padrão foi marcado por elevada variação no outono/inverno, onde Maio (113,6 mm), Junho (117,7 mm), Julho (113,7 mm) e Agosto (119,8 mm) apresentam desvio maior que 110 mm de ano pra ano. Outro fator importante é que os demais meses também apresentam desvio considerado alto, o menor desvio ficou com o mês de Março (79,45 mm). O coeficiente de variação apenas coloca em porcentagem os resultados obtidos no desvio padrão, onde Maio (62,47%), Junho (64,32%), Julho (59,65%) e Agosto (68,33%) retratam as maiores variações. Essa variação é a relação entre a média e o desvio padrão.

Para observar os totais anuais, foram definidos classes e o intervalo entre as classes, utilizando a fórmula de Sturges. Com base nos resultados foi construído um histograma de frequência (Figura 12):

Figura 12- Histograma de frequência (fórmula de Sturges).



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Na figura 12 percebemos um maior número de anos com ocorrência de precipitação no intervalo de 1944 a 2351 mm (26), nos intervalos abaixo e acima, 1536 a 1943 mm e 2352 a 2759 mm, respectivamente. Apresentam um número de ocorrência considerável, 18 e 20 ocorrências. Contudo, nos extremos, percebemos uma diminuição, entre o intervalo de 1128 a 1535 mm notamos apenas 3 ocorrências. Já nos dois intervalos maiores, 3168 a 3575 mm e 3576 a 3983 mm, notamos 3 e 1 ocorrência. Com base nesse gráfico observamos poucos períodos de diminuição ou excesso de chuvas no espaço de tempo estudado.

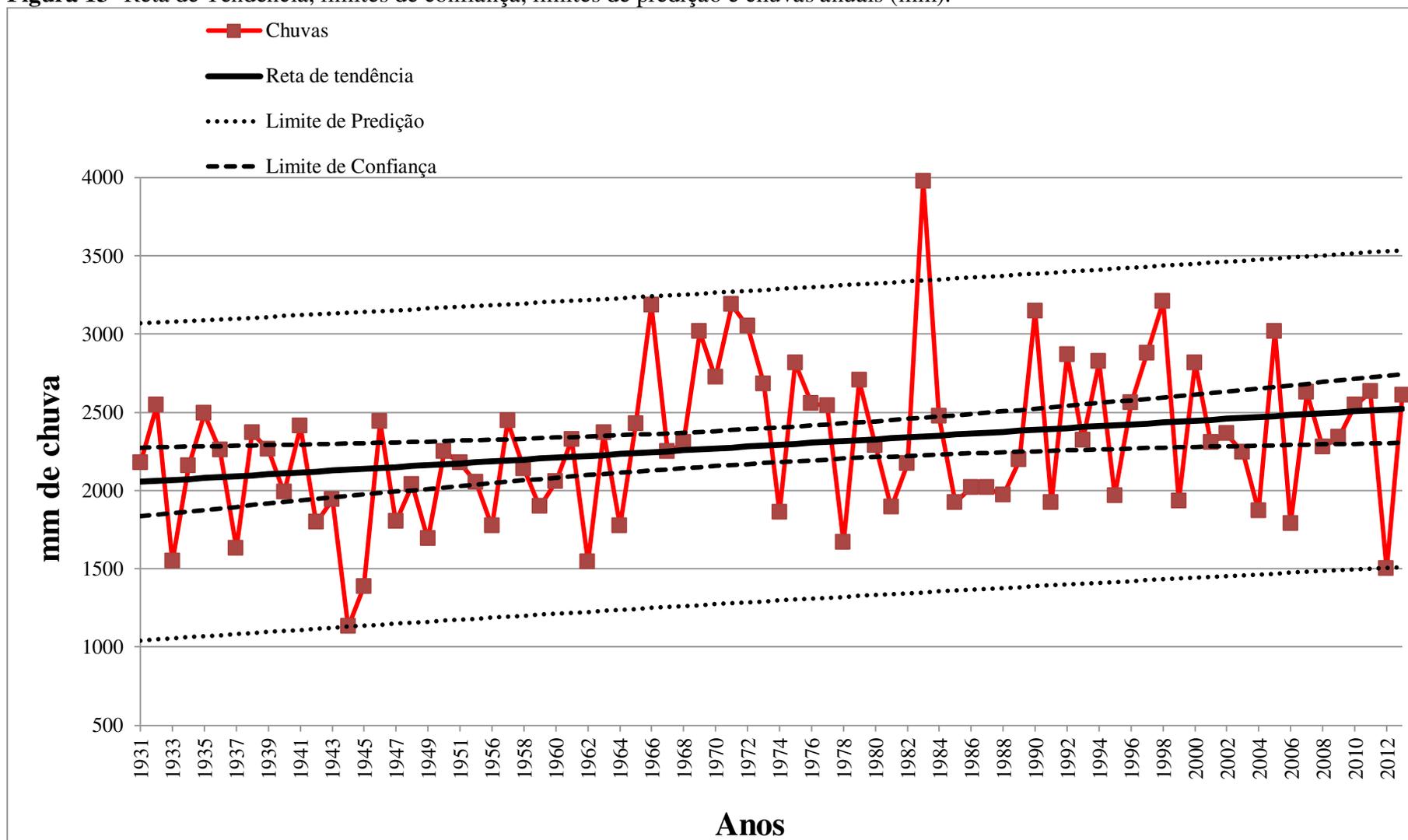
5.3 ANÁLISE DA VARIABILIDADE, ESTIMATIVA E PADRÕES DA PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA

As análises vão consistir em observar as tendências, estimativas e padrões da precipitação média anual.

5.3.1 Estimativa e padrões da precipitação anual média

A análise de variabilidade está exposta na figura 13. O gráfico abaixo vai abranger o período avaliado de 1931 a 2013, estabelecer uma reta de tendência, limites de predição e confiança:

Figura 13- Retas de Tendência, limites de confiança, limites de predição e chuvas anuais (mm).



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SS

A reta de tendência apresentada no gráfico define um crescimento na pluviosidade anual, como se percebe a elevação nos índices pluviométricos a partir de 1966 (3183,2 mm) em relação ao período anterior (1931-1965), quando a variabilidade anual dificilmente superava os 2500 mm. A reta de tendência em 1931 apresentava o valor de 2055,8mm e como a tendência foi de crescimento, o aumento foi constante, quando em 1974 já superava a média anual, chegando a 2292,6 mm. No ano de 2013 chegou a 2523,6 mm, portanto, se a reta permanecer com tendência de crescimento, a média anual de precipitação tem tendência de crescimento. Contudo, ao analisar os limites de confiança, faz-se notar as possíveis tendências para os próximos anos, quando a reta de tendência pode oscilar positivamente (com tendência de aumento ainda maior na variabilidade pluvial) quanto negativamente (com tendência de diminuição na variabilidade pluvial), essa tendência de inclinação negativa é pequena ou nula mediante os dados coletados até o momento.

O limite de confiança expressa a variação de precipitação considerada normal para o período de tempo estudado. Até o ano de 1965, 14 anos estavam inseridos dentro dos limites de confiança, sendo eles 1931(2173 mm) 1934 (2157,1 mm), 1936 (2255,3 mm), 1939 (2260,5), 1940 (1986,9 mm), 1943 (1940,2 mm), 1948 (2037,4 mm), 1950 (2248,7 mm), 1951 (2176,8 mm), 1955 (2050 mm), 1958 (2137 mm), 1960 (2056 mm), 1961 (2324,5 mm) e 1963 (2366 mm). Porém, nesse período (1931-1965) se observa 11 anos de diminuição dos totais anuais, além do limite inferior de confiança. Os anos em que ocorreu uma diminuição dos totais anuais são 1933 (1544,2 mm), 1937 (1628,6 mm), 1942 (1795,3 mm), 1944 (1128,8 mm), 1945 (1383,8 mm), 1947 (1799,5 mm), 1949 (1688,2 mm), 1956 (1770 mm), 1959 (1895 mm), 1962 (1543,7 mm) e 1964 (1772 mm). No período de 1931 a 1965 se constata 7 anos em que os totais anuais superaram o limite de confiança superior, são eles, 1932 (2544 mm), 1935 (2490,9 mm), 1938 (2367 mm), 1941 (2409,2 mm), 1946 (2436,4 mm), 1957 (2442,89 mm) e 1965 (2424 mm). Nota-se que apenas o ano de 1932 (2544 mm) superou a casa dos 2500 mm de precipitação anual, esse padrão vai se alterar no segundo período abordado (1966-2013).

Durante o período de 1966 a 2013 destacamos os anos que ficaram entre os limites de confiança, 1967 (2244,4 mm), 1968(2302 mm), 1980 (2284,5 mm), 1984 (2473,4 mm), 1993 (2320,5 mm), 1996 (2557,5 mm), 2001 (2304,5 mm), 2002 (2359,5 mm), 2007 (2625,5 mm), 2008 (2275,5 mm), 2009 (2338,5 mm), 2010 (2543,5 mm), 2011 (2629,5 mm) e 2013 (2606,5 mm). Cabe destacar o crescimento dos limites de confiança, pois acompanham a reta de tendência, e no período atual os limites de confiança variam de 2300 a 2700 mm. No segundo período (1966-2013) verificamos uma tendência diferente, onde 18 anos estão acima do limite

de confiança superior, sendo eles 1966 (3183,2 mm), 1969 (3013 mm), 1970 (2719,5 mm), 1971 (3186,5 mm), 1972 (3049,5 mm), 1973 (2679 mm), 1975 (2815 mm), 1976 (2555 mm), 1977 (2541 mm), 1979 (2701 mm), 1983 (3975,5 mm), 1990 (3144,5 mm), 1992 (2865,7 mm), 1994 (2821,7 mm), 1997 (2875 mm), 1998 (3206,5 mm), 2000 (2814,5 mm) e 2005 (3015,5 mm). Nesse espaço de tempo frisamos o aumento considerável nos anos chuvosos, que no primeiro período (1931-1966) dificilmente chegavam a 2500 mm e no período de 1966-2013 por muitas vezes extrapolaram os 3000 mm.

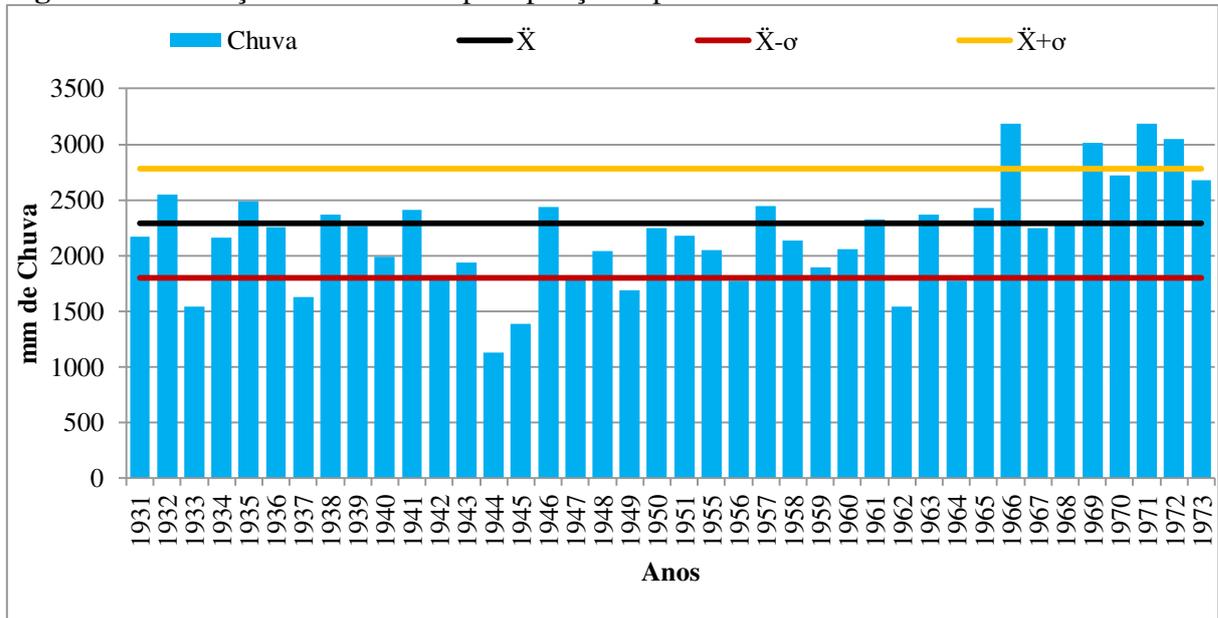
Quanto aos anos em que os acúmulos de precipitação ficaram abaixo do limite de confiança inferior, são 16 anos nesse segundo período, sendo eles; 1974 (1860 mm), 1978 (1665 mm), 1981 (1891 mm), 1982 (2170,3 mm), 1985 (1920,7 mm), 1986 (2016,9 mm), 1987 (2018,6 mm), 1988 (1966,5 mm), 1989 (2192,5 mm), 1991 (1921,6 mm), 1995 (1965,51 mm), 1999 (1931 mm), 2003 (2242,5 mm), 2004 (1869,5 mm), 2006 (1787 mm) e 2012 (1496,5 mm). Com o aumento na tendência de chuvas, o limite de confiança também acompanhou o crescimento, em alguns momentos as variações de ano pra ano ficou na casa dos 1000 mm, como em 2012 (1496,5 mm) e 2013 (2606,5 mm).

Quando analisamos os limites de predição, abordamos os limites máximo e mínimo de precipitação que podemos esperar para o presente e futuro, contanto, destacamos o ano de 1983 (3975,5 mm), nesse ano superou o limite de predição, com um acúmulo de precipitação superior em 1686 mm a média anual (2289,7 mm), algo marcante durante esse ano foi o acúmulo muito maior de chuvas em todas as estações do ano, porém, essas análises vão ser aprofundadas nas análises mensais.

No período estudado (1931-2013) apenas quatro anos se aproximaram dos limites de predição, dois ao limite superior e dois ao limite inferior. Os anos que se aproximaram ao limite superior foram 1966 (3183,2 mm) e 1971 (3186,5mm). Já o limite inferior foram os anos de 1944 (1128,4 mm) e 2012 (1496,5 mm). Como o limite de predição também acompanha a reta de tendência, os períodos secos (recentes) são marcados por acúmulo de chuvas maior.

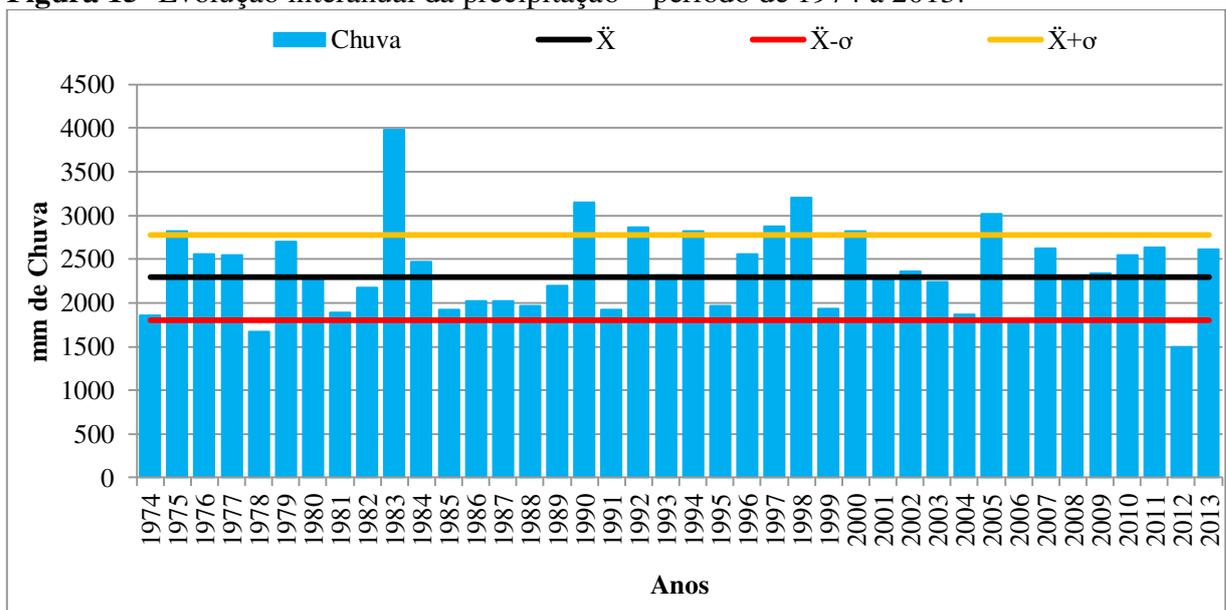
5.3.2 Análise Interanual da Precipitação

Para realizar a análise interanual foi dividido em dois períodos de quarenta anos cada, e nos gráficos (figura 14 e 15) foi delimitado a média (2289,7 mm), e o desvio padrão (487,7 mm) foi inserido, adicionando ou subtraindo a média.

Figura 14- Evolução interanual da precipitação – período de 1931 a 1973.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Nesse primeiro período que vai de 1931 a 1973 observamos poucas variações além das demarcadas pelo desvio-padrão, sendo quatro deles (1966, 1969, 1971, 1972) ultrapassando o limite superior ($\bar{X}+\sigma$) e oito deles (1933, 1937, 1942, 1944, 1945, 1949, 1962 e 1964) ultrapassando o limite inferior ($\bar{X}-\sigma$). Observa-se uma tendência de aumento na precipitação no final da década de 1960.

Figura 15- Evolução interanual da precipitação – período de 1974 a 2013.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

A tendência de aumento se observa no segundo período (1974-2013), contudo, não apenas pelos picos de precipitação, mas também pela diminuição no número de anos com totais acumulados inferiores ao mínimo. Os anos em que os totais anuais superaram o limite superior foram oito (1975, 1983, 1990, 1992, 1994, 1997, 1998, 2000 e 2005). E os que superaram o limite inferior foram três (1978, 2006 e 2012). Nota-se um aumento na precipitação média, que já foi abordado anteriormente e se reforça no gráfico acima (figura 15).

5.3.3 Análise da variabilidade e influência do ENOS

Nas análises realizadas é possível observar a variabilidade das precipitações anuais que se aproxima da casa dos 500 mm, tendo como referência a média de 2289,7 mm/ano. Essa variação já era observada por Fritz Plaumann em 1934, quando descreve em seus cadernos a diferença de 1000 mm entre os anos de 1932 e 1933.

Atenta-se para a discriminação de períodos em que há uma tendência nos totais anuais. Até 1965 os picos de precipitação raramente chegavam na casa dos 2500 mm. A partir de 1966 há uma intensificação, e por diversas vezes os totais anuais ultrapassaram 2500 mm, e em algumas vezes extrapolaram a faixa dos 3000 mm. Essa característica pode ser atribuída à Oscilação Decadal do Pacífico (ODP) (MOLION, 2005), contudo, essas análises vão ser discutidas posteriormente. A tabela abaixo classifica os anos com influência do ENOS (INPE, 2015; OLIVEIRA, 1999). Os valores na coluna “Var” são definidos pela subtração do valor acumulado de cada ano pela média aritmética da série (2289,7 mm). Os resultados acima do desvio-padrão (487 mm) estão em negrito, na cor vermelha (variação positiva) e azul (variação negativa);

Tabela 7- Classificação dos anos de ocorrência do ENOS e sua intensidade.

Ano	Chuvvas (mm)	Var (mm)	Ano	Chuvvas (mm)	Var (mm)	Ano	Chuvvas (mm)	Var (mm)
1931	2173	-116,7	1961	2324,5	34,8	1988	1966,5	-323,2
1932	2544	254,3	1962	1543,7	-746	1989	2192,5	-97,2
1933	1544,2	-745,5	1963	2366	76,3	1990	3144,5	854,8
1934	2157,1	-132,6	1964	1772	-517,7	1991	1921,6	-368,1
1935	2490,9	201,2	1965	2424	134,3	1992	2865,7	576
1936	2255,3	-34,4	1966	3183,2	893,5	1993	2320,5	30,8
1937	1628,6	-661,1	1967	2244,4	-45,3	1994	2821,7	532
1938	2367	77,3	1968	2302	12,3	1995	1965,51	-324,2
1939	2260,5	-29,2	1969	3013	723,3	1996	2557,5	267,8
1940	1986,9	-302,8	1970	2719,5	429,8	1997	2875	585,3
1941	2409,2	119,5	1971	3186,5	896,8	1998	3206,5	916,8
1942	1795,3	-494,4	1972	3049,5	759,8	1999	1931	-358,7
1943	1940,2	-349,5	1973	2679	389,3	2000	2814,5	524,8
1944	1128,8	-1161	1974	1860	-429,7	2001	2304,5	14,8
1945	1383,8	-905,9	1975	2815	525,3	2002	2359,5	69,8
1946	2436,4	146,7	1976	2555	265,3	2003	2242,5	-47,2
1947	1799,5	-490,2	1977	2541	251,3	2004	1869,5	-420,2
1948	2037,4	-252,3	1978	1665	-624,7	2005	3015,5	725,8
1949	1688,2	-601,5	1979	2701	411,3	2006	1787	-502,7
1950	2248,7	-41	1980	2284,5	-5,2	2007	2625,5	335,8
1951	2176,8	-112,9	1981	1891	-398,7	2008	2275,5	-14,2
1955	2050	-239,7	1982	2170,3	-119,4	2009	2338	48,3
1956	1770	-519,7	1983	3975,5	1686	2010	2543,5	253,8
1957	2442,89	153,19	1984	2473,4	183,7	2011	2629,5	339,8
1958	2137	-152,7	1985	1920,7	-369	2012	1496,5	-793,2
1959	1895	-394,7	1986	2016,9	-272,8	2013	2606,5	316,8
1960	2056	-233,7	1987	2018,6	-271,1			

El Niño	Forte	Moderado	Fraco
La Niña	Forte	Moderado	Fraco

Fonte: EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURAMUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Os anos de ocorrência do El Niño são classificados pelo Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INPE). Essa classificação determina a intensidade do fenômeno (fraco moderado e forte). Porém, o fenômeno é dinâmico, sendo assim, anos de El Niño forte a precipitação pode ficar um pouco acima da média, como pode chover quase o dobro do esperado, exemplos disso são os anos de 1998 e 1983, quando choveu 3206,5 mm e 3975,5 mm respectivamente. Na tabela acima observamos que anos de El Niño “Moderado e Forte” em diversos momentos ultrapassou o valor do desvio padrão (487 mm), como observamos nos anos de 1966 (3183,2 mm), 1969 (3013 mm), 1972 (3049 mm), 1990 (3144,5 mm), 1992 (2865,7 mm), 1994 (2821,7 mm), 1997 (2875 mm). Contudo, vale ressaltar que diversos anos classificados como “El Niño”, não estão sobre influencia do fenômeno durante os doze meses do ano, ocorrendo variações pouco significativas no período. Em anos de El Niño Fraco

destacamos o ano de 2005 (3015,5 mm) com uma variação de 725,8 mm acima da média, porém, durante alguns eventos a variação foi negativa, 1978 (1665 mm), 624,7 mm abaixo da média e 2006 (1787 mm), 502,7 mm abaixo da média.

Oliveira (1999, p.50) destaca que durante o El Niño pode ocorrer chuvas intensas de maio a julho, ressaltando que as frentes frias que vem de Sul podem ficar semi-estacionadas por vários dias. Destacamos o ano de 1983, onde em apenas um mês (Julho) choveu mais de 950 mm, esse ano foi marcado por diversas enchentes na região e os prejuízos só não foram maiores, devido a pouca atividade antrópica presente na época. Segundo Nimer (1979, p.214):

[...] na região sul, as chuvas quer leves quer pesadas, não se fazem ausentes durante muitos dias consecutivos, fica evidenciado que durante os 9 meses restantes de cada trimestre recebe uma acumulada de precipitação ligeiramente inferior àquela do trimestre chuvoso.

Contudo, nos anos de ocorrência do fenômeno El Niño o regime de chuvas aumenta em todas as estações do ano. Outro fator importante é observado no período entre 1931 e 1965, quando o ano com maior acúmulo de precipitação foi o de 1932, classificado como El Niño moderado, quando a precipitação chegou a 2544 mm, valor superior a outros anos com El Niños Fortes, tais como 1940 (1986,9 mm), 1957 (2442,89 mm), 1958 (2137 mm) e 1959 (1895 mm).

Um aspecto importante para avaliar os anos em que a precipitação diminui é que segundo a classificação do INPE (para o fenômeno La Niña a classificação é a mesma que a do El Niño, Forte, Moderado e Fraco). O fenômeno La Niña indica a possibilidade de seca na região Sul do Brasil, contudo, por se tratar de um fenômeno dinâmico, os efeitos podem ser variados. No município de Seara os anos de ocorrência de La Niña não se observa secas, em alguns anos de ocorrência verifica-se uma diminuição na precipitação, como no ano de 1988, quando choveu em torno de 1966,5 mm. Alguns eventos de La Niña Forte apresentam variação negativa (abaixo da média), como 1949 (1688,2 mm) e 1956 (1770 mm), esses dois anos superaram o valor do desvio padrão. Contudo, o ano de 1975 (2815 mm) apresentou variação positiva (525,3 mm acima da média), mesmo classificado como La Niña “Forte”. Alguns anos de La Niña Moderado e Fraco apresentam oscilação positiva, 1971 (3186,5 mm), 2000 (2814,5 mm) e negativa, 1964 (1772 mm) e 1995 (1965,51 mm). Essas variações são resultado de períodos mais curtos de influência do ENOS, apenas alguns meses do ano.

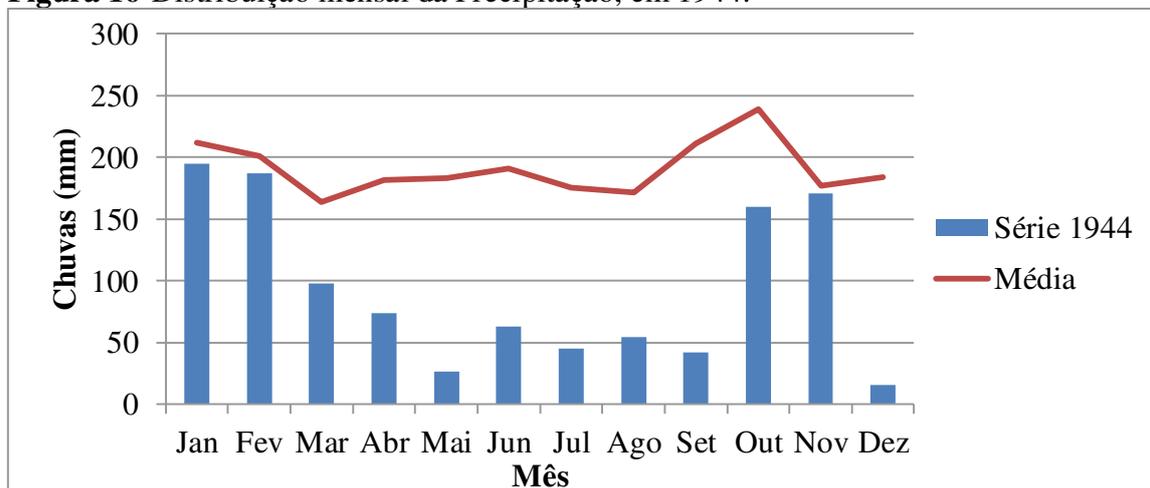
Vale ressaltar os anos de 1944 e 1945 classificados como anos normais, ou seja, sem a influência de qualquer fase do ENOS, sendo esses, os dois anos com os totais anuais mais baixos da série, 1128,8 mm e 1383,8 mm.

5.4 ANÁLISE MENSAL

Para realizar a análise mensal serão utilizados os anos que se apresentam próximo ou superaram o limite de predição, sendo eles 1944, 1966, 1971, 1983 e 2012. Esses anos apresentaram grandes anomalias na precipitação. Outro fator importante é a respeito das estações do ano, que serão divididas da seguinte forma; Verão (Janeiro, Fevereiro e Março), Outono (Abril, Maio e Junho), Inverno (Julho, Agosto e Setembro) e Primavera (Outubro, Novembro e Dezembro).

Na figura 16 observamos o ano de 1944, ano considerado normal (INPE, 2015), porém, com grande decréscimo na precipitação;

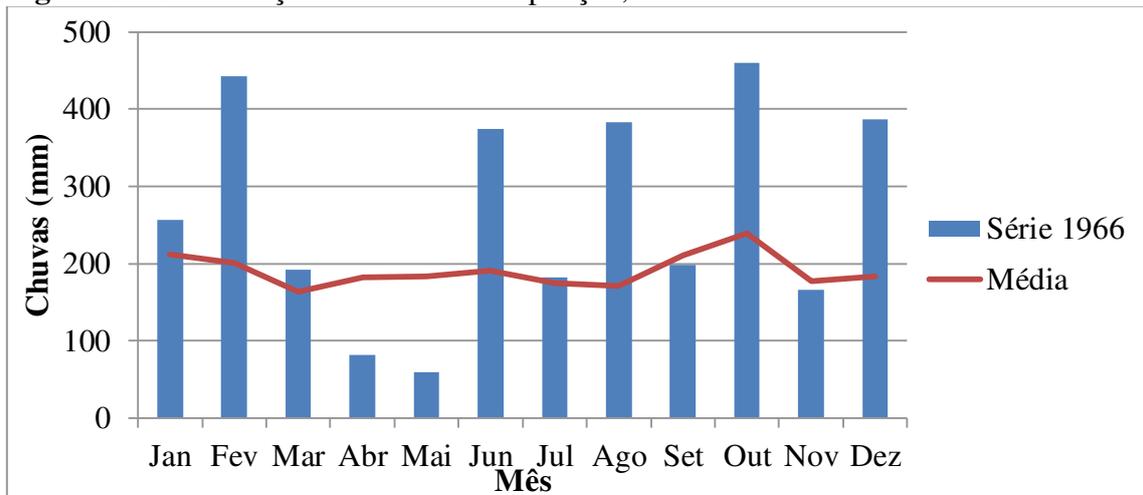
Figura 16-Distribuição mensal da Precipitação, em 1944.



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

O ano de 1944 é marcado por redução nos totais mensais em todas as estações, com destaque para o outono/inverno, que teve acumulados mensais na casa dos 50 mm. Nota-se que a média do período é marcada por índices elevados em todas as estações, característica de grande parte da região sul (NIMER, 1979), que apresenta precipitação na faixa dos 150 a 250 mm. Contudo, percebe-se aumento nas chuvas nos meses do Verão (Janeiro e Fevereiro) e Primavera (Outubro e Novembro).

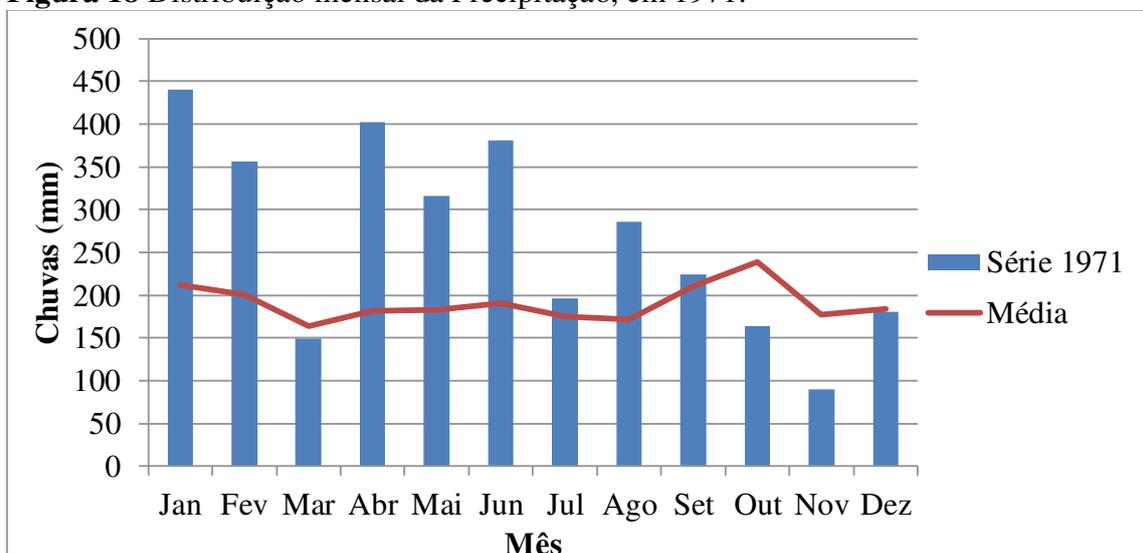
O ano de 1966 é marcado pela presença do fenômeno El Niño moderado (INPE, 2015), o que acarreta em um aumento no regime de chuvas. No gráfico abaixo (figura 17) observa-se um aumento considerável na precipitação no Verão e Primavera.

Figura 17- Distribuição mensal da Precipitação, em 1966.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Contanto, o Outono e Inverno são marcados por meses chuvosos, como Junho e Agosto. A única estação do ano que ficou com déficit de chuva em relação a média, foi o Outono, que mesmo com os 374,5 mm em Junho, no acumulado da estação (Outono), ficou abaixo da média. Destacamos os meses com intensa concentração de chuvas, Fevereiro (442 mm), Junho (374,5 mm), Agosto (382,5 mm), Outubro (460 mm) e Dezembro (386,5 mm) e o meses com falta de chuvas, Abril (82 mm) e Maio (59,5 mm).

Já no ano de 1971 (figura 18) percebemos um aumento no regime de chuvas no Verão, Outono e Inverno, contudo, esse ano é classificado como La Niña moderado (INPE, 2015). Esse ano segue a tendência do período, que a partir de 1969, vai até 1973 com anos de elevados acúmulos de precipitação.

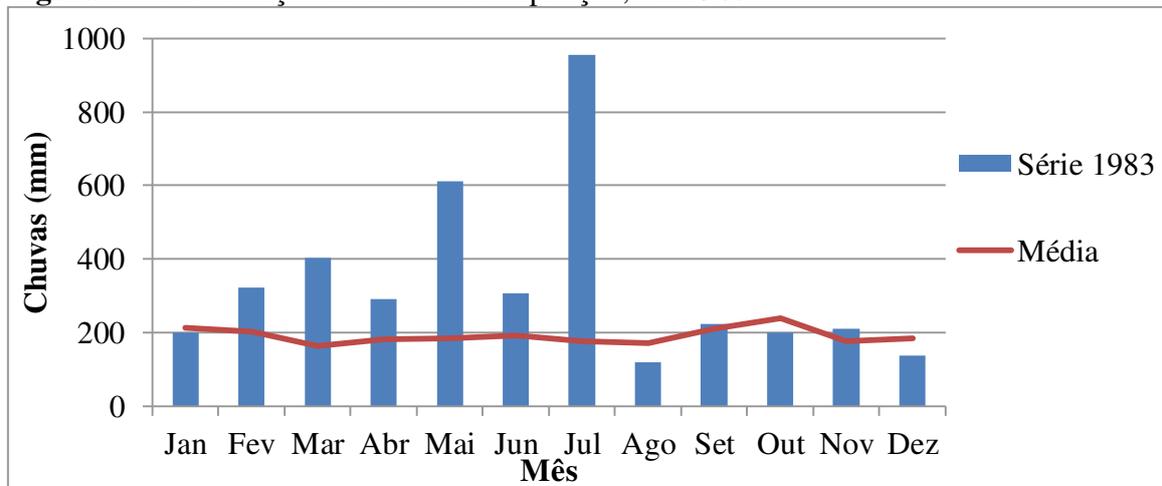
Figura 18 Distribuição mensal da Precipitação, em 1971.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Nota-se um aumento no Verão, Outono e Inverno. Destacamos os meses Janeiro (440,5 mm), Fevereiro (356,5 mm), Abril (402,5 mm), Maio (316 mm) e Junho (380,5 mm), meses que extrapolaram os 300 mm mensais. Já os meses com déficit considerável de chuvas, foram os meses de Outubro (163,5 mm) e Novembro (90 mm).

O gráfico abaixo (figura 19) corresponde ao ano de 1983, o ano mais chuvoso da série, o único ano a extrapolar os limites de predição;

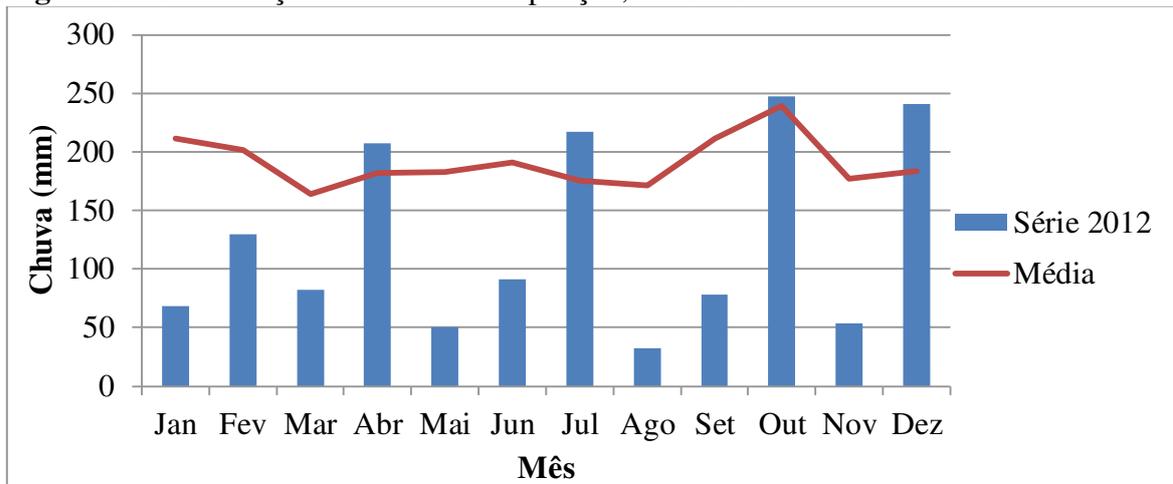
Figura 19- Distribuição mensal da Precipitação, em 1983.



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Ao analisar o ano de 1983, o que mais chama a atenção é o acúmulo de chuvas no mês de Julho (955,5 mm), quando em apenas um mês choveu 25% do total acumulado no ano. Além do mês de Julho, os meses de Fevereiro (322 mm), Março (402 mm), Abril (291 mm), Maio (610,5 mm) e Junho (305,5 mm) superaram a média do período. Somente três meses apresentaram uma diminuição na precipitação (em relação à média), Agosto (118,5 mm), Outubro (200,5 mm) e Dezembro (138,5 mm). Em 1983 é classificado como El Niño Forte (INPE, 2015) e sua concentração de chuvas em alguns meses, desencadearam grandes estragos socioambientais em toda a região.

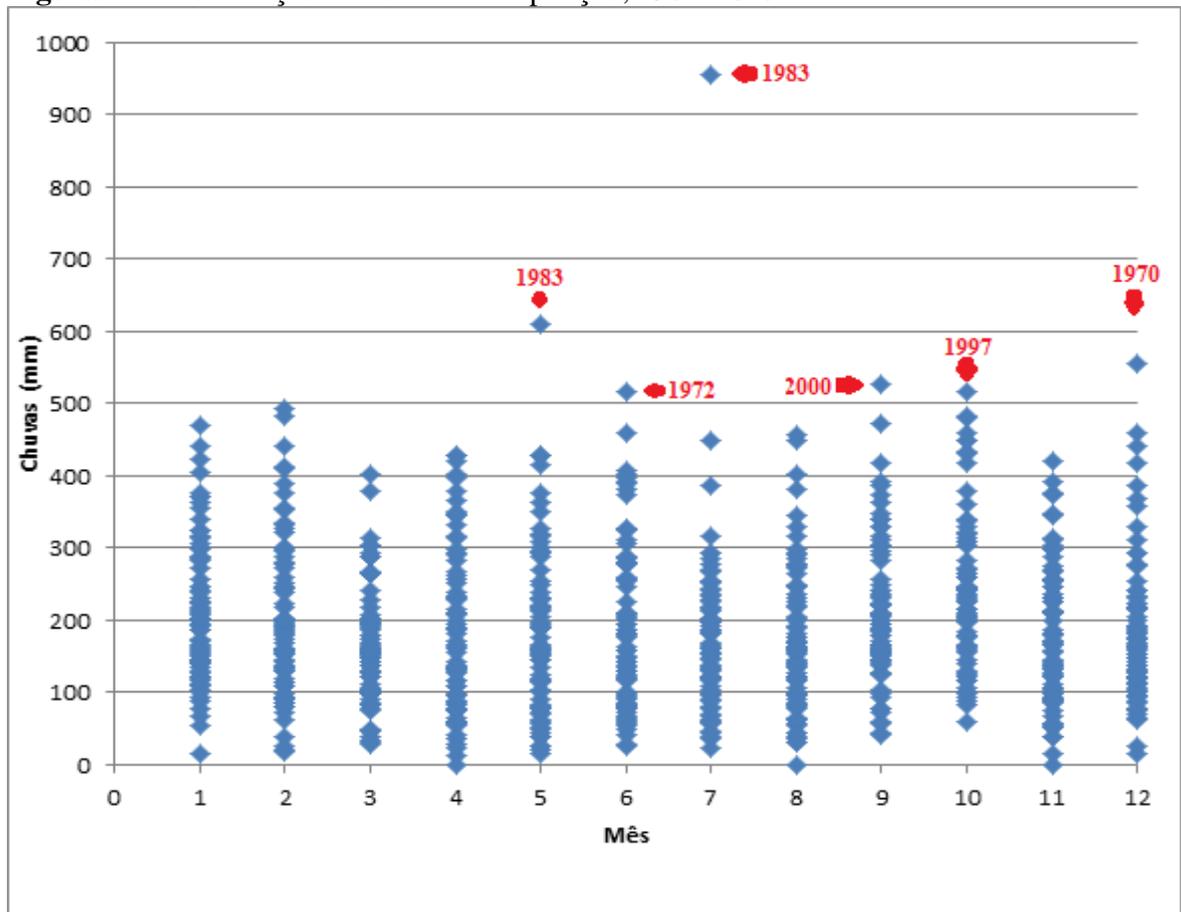
No último ano de análise, notamos uma diminuição nos totais mensais de precipitação, mesmo o ano de 2012 sendo classificado como “Normal” (INPE, 2015), sem influência do ENOS;

Figura 20- Distribuição mensal da Precipitação, em 2012.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

No ano de 2012, o que fica evidente é a falta de precipitação em oito meses do ano, Janeiro (68 mm), Fevereiro (129,5 mm), Março (82 mm), Maio (50 mm), Junho (91,5 mm), Agosto (32 mm), Setembro (78,5 mm) e Novembro (53,5 mm). Mesmo com oito meses abaixo da média histórica, o ano de 2012 não foi o menos chuvoso, muito disso por acompanhar a tendência em aumento da precipitação (análise de predição), até mesmo nos anos de diminuição da precipitação. Os outros quatro meses do ano ultrapassaram a média do período, Abril (207 mm), Julho (217 mm), Outubro (247 mm) e Dezembro (240,5 mm).

Realizando uma análise de todos os meses juntos, observamos pontos que chamam atenção. No gráfico de dispersão (figura 21) está exposto os dados de todos os meses do período (1931-2013);

Figura 21- Distribuição mensal da Precipitação, 1931-2013.

Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

Nota: Grifos do autor.

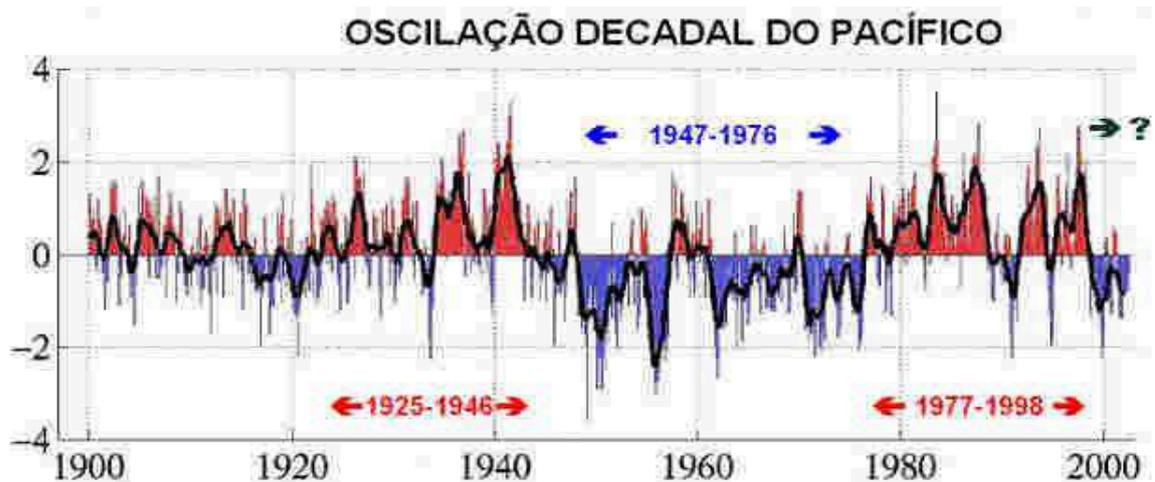
No gráfico acima alguns pontos que se destacam perante os outros, por excessos de precipitação em alguns meses. No ano de 1983 observamos os meses, 5 (Maio) e 7 (Julho) como os mais chuvosos da série, lembrando que o ano de 1983 está sobre influência do fenômeno ENOS. Outro destaque em ano de ocorrência do ENOS foi o de 1972, que no mês 6 (junho) ultrapassou a faixa dos 500 mm. No mês 9 (Setembro) está destacado o ano 2000, que mesmo estando sobre influência do La Niña teve um total anual maior que a média. E se destacou os mais de 500 mm no mês de Setembro, o maior registrado no período. O mês 10 (Outubro) é marcado pelo início do El Niño do ano de 1998, conseqüentemente os elevados índices de pluviosidade se iniciaram no ano de 1997, quando no mês de Outubro (1997) choveu mais de 500 mm. No ano de 1970 destacamos o mês 12 (Dezembro), quando choveu mais de 550 mm, lembrando que o ano de 1970 está sobre influência do fenômeno La Niña, contudo, apresentou variação positiva de precipitação, em relação à média histórica.

Durante a série estudada, em três momentos ocorreu à ausência total da precipitação em um determinado mês. Os meses foram Abril (4) de 1939, Agosto (8) de 1988 e Novembro (11) de 1956, os três anos são classificados como La Niña Forte (INPE, 2015), caracterizando que mesmo em estações do ano diferente, ocorre influência do fenômeno La Niña da escassez de precipitação.

5.5 ÍNDICE PADRONIZADO DE ANOMALIA ANUAL

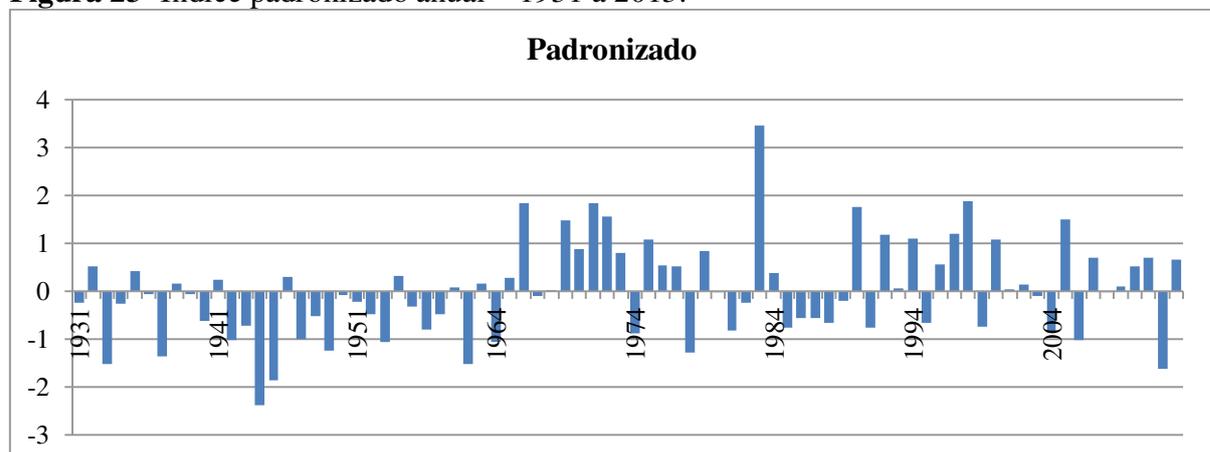
O índice padronizado foi construído com relação ao desvio nos acúmulos de precipitação do período em estudo, o índice foi calculado para verificar a relação com a Oscilação Decadal do Pacífico (MOLION, 2005);

Figura 22-Série temporal do Índice Multivariado de El Niño-Oscilação Sul.



Disponível em; <<http://www.geocities.ws/zuritageo/aquecimento global.html>> Acesso em: 16 ago. 2015.

Figura 23- Índice padronizado anual – 1931 a 2013.



Fonte; EPAGRI (1931-1984) e PREFEITURA MUNICIPAL DE SEARA (1984-2013). Seara-SC.

No gráfico acima (figuro 23) observamos que em um primeiro momento (1931-1946) os eventos de La Niña são mais intensos, chegando por diversas vezes superar o índice de -1 de intensidade, e ao contrário disso, os eventos de El Niño em nenhum momento superaram o índice 1 de intensidade.

Já no segundo momento (1947-1976) notamos uma tendência de diminuição na intensidade de La Niña em um primeiro momento, onde apenas um ano (1962) ficou acima do índice -1 de intensidade. Posterior a isso, a partir de 1966, a uma intensificação de El Niño, já ultrapassando o índice 1 de intensidade.

No terceiro período (1977-1998) é clara a ligação entre os fenômenos, os picos de anomalia positiva se intensificam chegando próximo a 4 em 1983, e os picos de anomalia negativa, apenas em um momento ultrapassa o índice -1, em 1978.

No quarto período (1999-2013), período que segundo Molion (2005) tem uma tendência a anomalias negativas, se concretiza na intensificação de fenômenos de La Niña, chegando próximo a -2 de anomalia, no ano de 2012.

No período em estudo se observa uma relação entre a ODP e o ENOS, com intensificação dos fenômenos em determinados períodos, acarretando em uma variação nos totais mensais e anuais de precipitação.

Como já foi tratado durante o trabalho, o ENOS é um evento dinâmico e não necessariamente vai aumentar ou diminuir os acúmulos de precipitação do município de Seara. Contudo, vale destacar os períodos que a precipitação esteve sobre influência do ENOS, resultou em elevação ou diminuição na pluviosidade, e esse aspecto ainda precisa ser muito estudado, pois os impactos são sentidos no meio rural, com influência na produção de grãos, por exemplo, e no meio urbano com enchentes ou períodos secos.

6 CONCLUSÃO

Conforme argumenta a bibliografia, a região Sul como um todo sofre os efeitos do El Niño, resultando em um aumento gradativo das chuvas. No município de Seara, em anos de El Niño observamos em diversos momentos aumento na precipitação, porém, com vários anos sem alterações na precipitação ou até diminuição da precipitação. Essa alternância é caracterizada pela presença dos fenômenos em alguns meses do ano, não influenciando nos totais anuais. Contudo, no município de Seara os eventos de La Niña não resultam em consideráveis períodos de seca e quando ocorrem eventuais períodos de diminuição na precipitação anual, a bibliografia classifica como anos normais (sem influência dos fenômenos).

Após as análises realizadas no trabalho, concluímos que o fenômeno ENOS interfere no regime de precipitação de Seara, em sua fase quente (El Niño). Porém, em sua fase fria (La Niña) a influência não é constante, em uma parte considerável dos episódios do fenômeno, não se observa alterações. Nas análises de predição se observa uma tendência de aumento nas precipitações, mínimas e máximas. Com relação a ODP, nota-se uma variação nos primeiros períodos, onde a Oscilação Decadal do Pacífico não se reflete na intensidade dos fenômenos em Seara. Entretanto, no decorrer do tempo às variações na ODP se refletem na tendência de intensidade do ENOS. As análises mensais contemplam a maneira dinâmica de atuação do ENOS, não definindo padrões exatos de precipitação.

O fenômeno ENOS interfere no contexto socioambiental de Seara, tendo em vista a elevada variabilidade pluvial do período. Eventos de excesso de precipitação, normalmente estão ligados ao “El Niño”, enquanto a diminuição da precipitação não está diretamente ligada ao “La Niña”.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Aparecido Ribeiro de. **Variabilidade da Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ivaí- Paraná**. 2003. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2003. Disponível em: <<http://sites.uem.br/pge/documentos-para-publicacao/dissertacoes-1/dissertacoes-2003-pdfs/AparecidoRibeiroAndrade.pdf>>. Acesso em: 16 ago. 2015.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 13 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.
- BUFFON, E. A. M. ; BINDA, A. L. . Análise trimestral da precipitação do município de Abelardo Luz-SC associado aos episódios extremos do fenômeno el Niño: um estudo de 1958 a 2008. In: **Anais XXX Encontro Estadual de Geografia: Outras Geografias, entre o território e ambiente, região e desenvolvimento.**, 2011, Erechim-RS. XXX Encontro Estadual de Geografia: Outras Geografias, entre o território e ambiente, região e desenvolvimento., 2011.
- BUFFON, E. A. M. ; BINDA, A. L.. Influência do total mensal e anual de dias com chuva na distribuição da precipitação no município de Abelardo Luz - SC (1960-1999). In: **III Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XXVIII Semana de Geografia da UEL**, 2012, Londrina-PR. Anais do III Simpósio Paranaense de Estudos Climáticos e XXVIII Semana de Geografia da UEL, 2012. p. 1-16.
- BUFFON, E. A. M. ; BINDA, A. L.. **Variabilidade no regime pluvial em Abelardo Luz (SC) no período de 1958 a 2008: interações entre mecanismos de teleconexão decadal e interanual**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 13, p. 285-297, 2013a.
- BUFFON, E. A. M. ; BINDA, A. L.. **Eventos de estiagem no município de Abelardo Luz-SC no período de 1960 a 1999**. Revista de Geografia (Recife), v. 30, p. 32-50, 2013b.
- CUNHA, G.R da. et al. **El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações** , Revista Plantio Direto, edição 121, janeiro/fevereiro de 2011. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo- RS. Disponível em; <http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=1028>Acesso em: 16 ago. 2015.
- EPAGRI- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina.
- ESCOBAR, Gustavo. Jatos de Altos Níveis. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al (Org.). **Tempo e Clima: no Brasil**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2009. p. 127-134.
- FERREIRA, Artur Gonçalves. **Meteorologia Prática**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2006. 191 p.
- GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1988. 291 p.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em; <<http://cod.ibge.gov.br/19W>>Acesso em: 16 ago. 2015.

INPE- Instituto Nacional de Pesquisas espaciais; <<http://enos.cptec.inpe.br/>> Acesso em: 08 Nov. 2015.

KAYANO, Mary T. ANDREOLI, Rita Valéria. Variabilidade Decenal a Multidecenal. In: CAVALCANTI, Iracema Fonseca de Albuquerque et al (Org.). **Tempo e Clima: no Brasil**. São Paulo: Oficina dos Textos, 2009. P. 127-134.

MENDONÇA, Francisco; DANNY-OLIVEIRA, Inês Moresco, **Climatologia, noções básicas e climas do Brasil**, Oficina de Textos, São Paulo, 2007.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Variabilidade e alterações Climáticas**, Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Disponível em; <http://www.proclira.uevora.pt/pdf/CLIVAR_PORTUGAL_2007.pdf> Acesso em: 16 ago. 2015.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. **Aquecimento Global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal Do Pacífico**. Revista Climanálise, [s. L.], p.1-5, ago. 2005. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/Artigo_Aquecimento_0805.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2015.

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Ibge, 1979. 422 p.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de. **O El Niño e Você: O Fenômeno Climático**. São José dos Campos: Transtec Editorial, 1999. 116 p.

PAZ, Adriano Rolim da. **Hidrologia aplicada**. Caxias do Sul: [s/n], 2004.

PELUSO JÚNIOR, V. A. **O relevo do território Catarinense**. Geosul, n.2, 1986. p.7-69.

SCHEIBE, L. F. **A geologia de Santa Catarina**. Geosul, n.1, 1986. p.7-38.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Perreira; MACHADO, Pedro José de Oliveira. **Introdução á Climatologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 256 p.

TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4. ed. Porto Alegre: Ufrgs, 2009. 943 p.

ZAVATTINI, João Afonso; BOIN, Marcos Norberto. **Climatologia geográfica: Teoria e Prática de Pesquisa**. Campinas: Alínea, 2013. 151 p.