

Ciência e Natura

ISSN: 0100-8307

cienciaenaturarevista@gmail.com

Universidade Federal de Santa Maria

Brasil

Baratto, Jakeline; Wollmann, Cássio Arthur  
Precipitação histórica do mês de outubro para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS  
Ciência e Natura, vol. 39, 2017, pp. 41-57  
Universidade Federal de Santa Maria  
Santa Maria, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467553604004>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

## Precipitação histórica do mês de outubro para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS

Historic monthly rainfall in October, in Alto Jacuí/RS hydrographic basin

Jakeline Baratto<sup>1</sup> e Cássio Arthur Wollmann<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Doutoranda PPGGEO, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil  
*jekeline.jake@hotmail.com*

<sup>2</sup> Prof. Dr. Depto. Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil  
*cassio\_geo@yahoo.com.br*

### Resumo

O objetivo deste trabalho visa analisar a série temporal e especial da precipitação pluviométrica para o mês de outubro na bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS. A área de estudo está, localizada na Região Hidrográfica do Guaíba, abrange uma área de 12.985,44 km<sup>2</sup>. Para esta pesquisa foram utilizados 27 postos pluviométricos distribuídos em toda a área de estudo. Esses dados foram tabulados e organizados no Excel 2013, onde se pode calcular a média, gerar tabelas e gráficos. Para a espacialização da precipitação média do mês de outubro utilizou-se a técnica de Sturges para a escolha das classes e o software ARCGIS para a interpolação. Como resultado obteve a média de 194,9 mm. Ao analisar a média da série histórica temporal e espacial da precipitação pluviométrica para o mês de outubro na bacia hidrográfica no Alto Jacuí pode-se perceber que a distribuição temporal possui maior variabilidade do que a distribuição espacial. Com isso, a distribuição temporal é afetada por fenômenos de maior escala, como por exemplo, o fenômeno ENOS (La Niña e El Niño). Já a distribuição espacial sofre a influência do deslocamento das passagens das Frentes Frias, juntamente com o efeito da altitude.

**Palavras-chave:** Série histórica. Precipitação pluviométrica. Bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

### Abstract

The present paper is to analyze the temporal and special series of rainfall for the month of October in the water shedad of the Alto Jacuí- RS. The study area, located in the Guaíba Hydrographic Region, covers an area of 12,985.44 km<sup>2</sup>. For this research, 27 pluviometric stations distributed throughout the study area were used. This data was tabulated and organized in Excel 2013, where you can calculate the average and generate tables and graphs. For the spatialization of the mean precipitation of October, the Sturges technique was used to select the classes and the ArcGIS software for the interpolation. As a result it obtained the average of 194.9 mm. When analyzing the mean of the temporal and spatial historical series of rainfall for the month of October in the water shedad of the Alto Jacuí- RS it can be seen that the temporal distribution has greater variability than the spatial distribution. Thus, the temporal distribution is affected by larger scale phenomena, such as the ENSO phenomenon (La Niña and El Niño). The spatial distribution is influenced by the displacement of the Cold Fronts passages, together with the altitude effect.

**Keywords:** Historic Series. Rainfall. Hydrographic basin of Alto Jacuí.

## 1 Introdução

Uma série temporal é considerada qualquer conjunto de dados ordenadas ao longo do tempo (MORETTIN; TOLOI, 1981). Ainda os autores colocam que entre os objetivos de investigar as séries temporais estão a investigar o mecanismo gerador da série temporal, fazer previsões de valores futuros da mesma e descrever o comportamento da série através de gráficos e a verificação da existência de tendência. Reboita (2005) concordando com Morettin e Toloi (1981) salienta que uma série temporal é um conjunto de observações ordenado no tempo, como por exemplo, os autores trazem os registros de temperaturas diárias, as vendas diárias de uma loja, a temperatura de um paciente a cada um certo período, entre outros. Sendo que na climatologia os estudos da precipitação pluviométrica e a temperatura do ar são os que mais utilizam esse tipo de abordagem.

Para Bezerra et al. (2004) o estudo das diversas variáveis do tempo, pela climatologia torna-se importante em virtude do impacto ambiental que as anomalias desses elementos climatológicos provocam no clima regional. Com isso, através das análises dos comportamentos das séries climáticas dos elementos meteorológicos, são fundamentais para o planejamento de inúmeras atividades hidrológicas, como de drenagem de águas pluviais, atividades agrícolas, econômicas, sociais, e também controle do nível de reservatórios de barragem de hidroelétricas (BEZERRA; DANTAS; TRINDADE, 2004).

Conforme Chechi e Sanches (2013, p.44)

A análise de séries temporais aplicada a dados climatológicos tem atraído um especial interesse nos últimos anos, pois o clima interfere diretamente em muitas atividades econômicas, determinando o sucesso ou fracasso de vários empreendimentos, sobretudo os ligados a produção agrícola (CHECHI; SANCHES, 2013, p.44).

Portanto, conhecer essa dinâmica pluvial é de suma importância para a solução de problemas referentes aos períodos chuvosos e menos chuvosos, bem como, evitar os problemas referentes aos eventos extremos de precipitação, que resultam na entrada de sedimentos nos reservatórios, diminuindo sua vida útil. Além disso, a bacia hidrográfica está diretamente ligada à dinâmica do setor agropecuário, fazendo com que os eventos adversos de precipitação afetem a economia da região, trazendo na maioria das vezes prejuízos. Dessa forma, conhecer a dinâmica da precipitação auxilia no gerenciamento de bacias hidrográficas e seu recurso hídrico, fornecendo ao ordenamento do território meios para melhor avaliar os impactos das atividades humanas empregadas. Assim, conhecer a o regime pluviométrica mensal vem a auxiliar nesse setor tão marcante na bacia em estudo.

A bacia hidrográfica do Alto Jacuí foi selecionada como área de estudo do projeto Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD), cujo um dos objetivos é estabelecer metodologias a partir de técnicas de climatologia para análise em bacias hidrográficas, buscando avaliar as modificações ocorridas no meio ambiente a partir dos processos antrópicos de uso e ocupação. O projeto compreende três universidades, sendo elas a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de Goiás (UFG) e Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde cada uma abrange uma bacia hidrográfica de interesse. Nas três universidades a área de atuação deste projeto está ligada à geografia. Destarte, esta pesquisa é um dos requisitos do referido projeto, analisando a variabilidade das chuvas na bacia hidrográfica do Alto Jacuí na escala temporal e espacial.

O objetivo este trabalho visa analisar a série temporal e especial da precipitação pluviométrica para o mês de outubro na bacia hidrográfica do Alto Jacuí/RS. Justifica-se em analisar esse mês pois, conforme com Sartori (1993, 2003) o outubro é um dos meses que apresentam os maiores níveis pluviométricos para o Rio Grande do Sul. Baratto

(2017) também destaca que para a bacia hidrográfica do Alto Jacuí outubro é o mês com maior média da precipitação pluviométrica.

### 1.1. Área de estudo

A bacia hidrográfica do Alto Jacuí, localizada na Região Hidrográfica do Guaíba, abrange uma área de 12.985,44 km<sup>2</sup>. Limita-se ao norte e a oeste com os divisores de água da bacia do Uruguai; ao sul com o divisor do Rio Jacuí (Bacia do Baixo Jacuí); e a leste com os divisores de água da Bacia do Taquari-Antas, estando entre as coordenadas geográficas 28°08' a 29°55' de latitude sul e 52°15' a 53°50' de longitude oeste (SEMA, 2010). Na Figura 1, é possível observar a localização da bacia hidrográfica.

Conforme o censo de 2010, a população urbana residente nos municípios inseridos na bacia do Alto Jacuí representa 55% do total da população da bacia hidrográfica, o que corresponde a 624.921 habitantes. Enquanto que a população rural condiz com 45%, sendo um total de 514.425 habitantes. A população total da bacia hidrográfica é de 1.138.916 habitantes ou 10,6% da população do Rio Grande do Sul (IBGE, 2010).

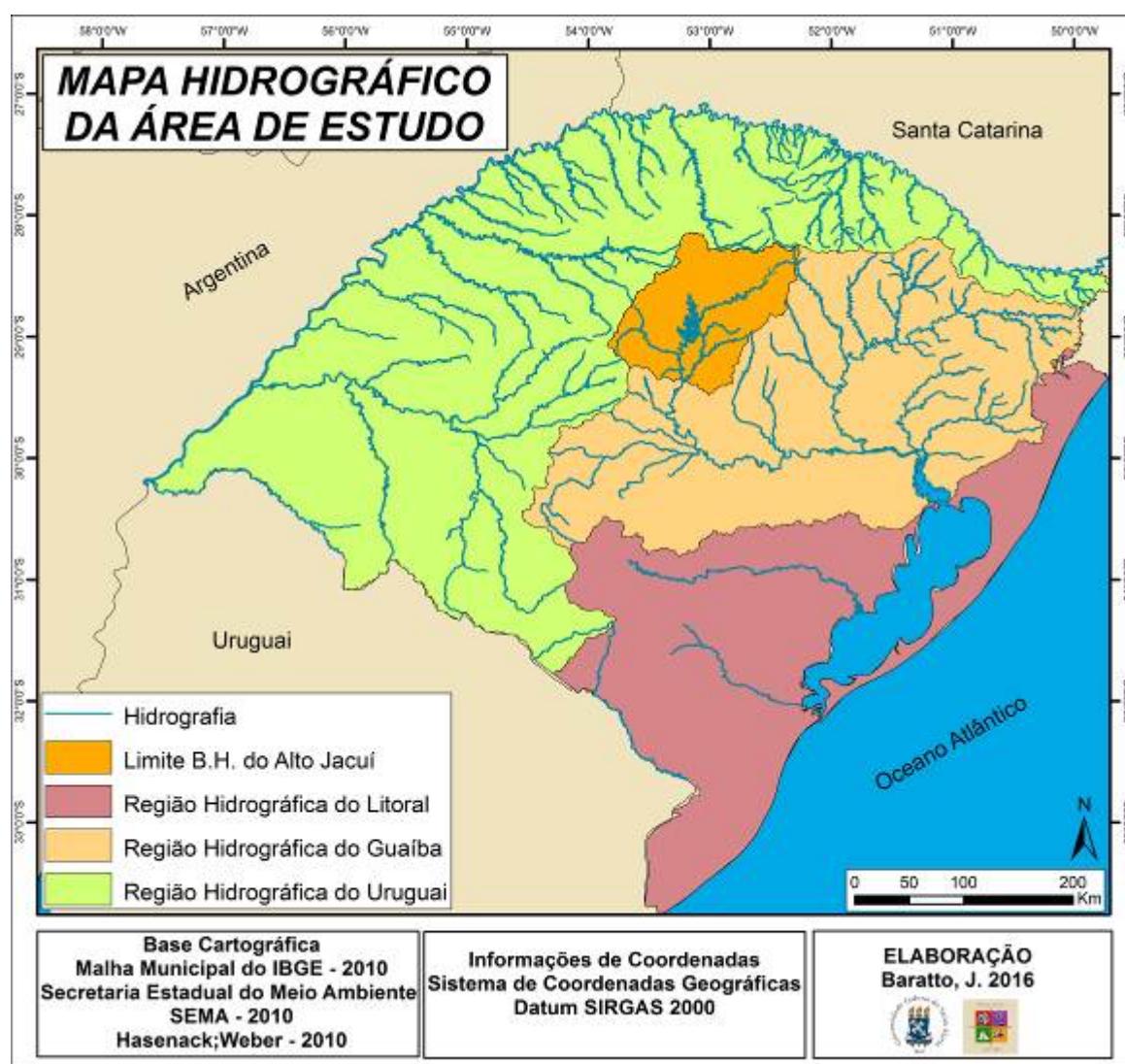
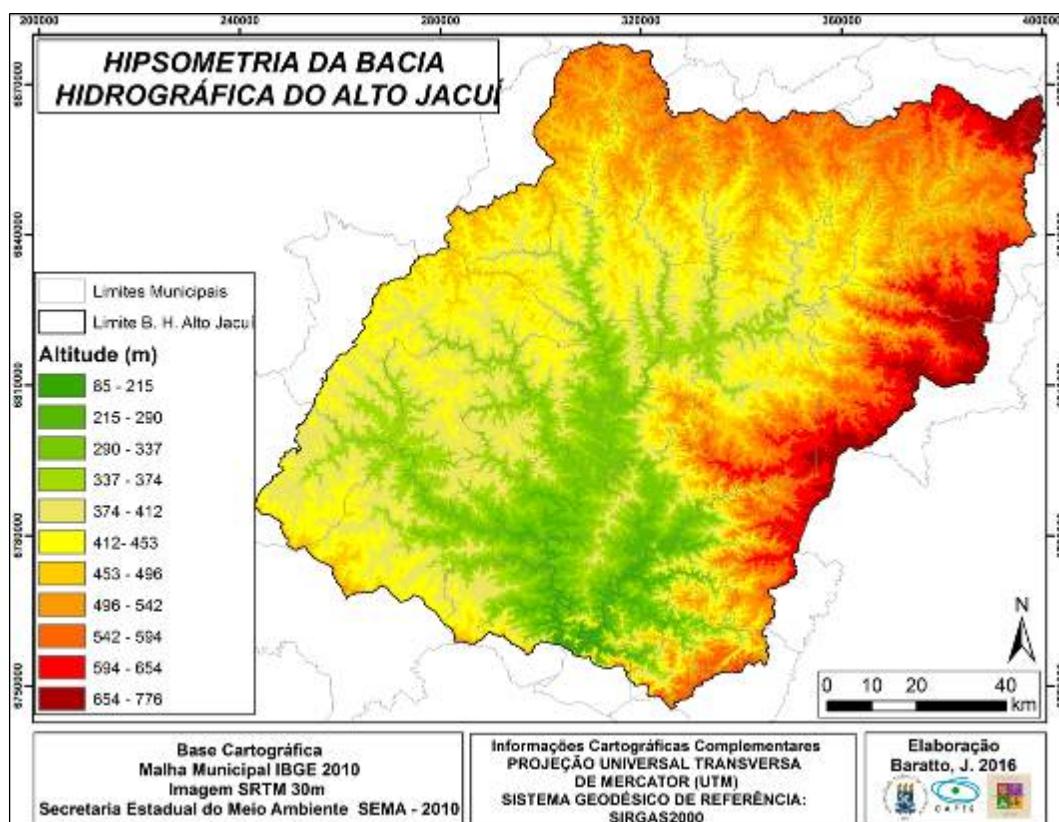


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Alto Jacuí

A bacia hidrográfica do Alto Jacuí possui grande variação altimétrica, correspondendo de 654 m a 776 m acima do nível do mar. As menores altitudes se localizam próximas aos leitos dos principais cursos d'água localizados na bacia do Alto Jacuí, sendo eles, rio Jacuí na sua região sul, rio Jacuí-mirim, nas proximidades do reservatório Passo Real, rio Ingaí, rio Ivaí, e também no rio dos Caixões. Assim, as áreas com as menores altitudes localizam-se no setor centro-sul da bacia e as maiores altitudes se localizam na região leste e sudeste da bacia hidrográfica, cuja altimetria varia de 654 m a 776 m, conforme a figura 2.



**Figura 2 – Variação altimétrica da bacia hidrográfica do Alto Jacuí**

Conforme o atlas climático do Rio Grande do Sul, a variação da temperatura média sazonal para o outono na área de estudo varia de 18° a 19°C, na primavera a temperatura média é 19°C. No verão a temperatura média varia entre 23° e 24°C, já para o inverno a temperatura média varia entre 14° e 15°C. A média da temperatura máxima anual, para a área de estudo, varia entre 24° e 25°C. A média da temperatura mínima anual varia entre 13° e 14°C (FEPAGRO/CEMET, 2011).

Para Rossato (2011), a média total da precipitação pluviométrica na área onde está localizada a bacia hidrográfica varia entre 1600 mm a 1800 mm, sendo que na parte sul da bacia ocorrem as menores médias de precipitação e na parte norte as maiores médias.

No ano de 2001, por meio do Decreto Estadual nº 10350, de 11/06/2011 foi criado o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí (COAJU), um colegiado de entidades que fazem parte do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, previsto na lei estadual nº 10350, de 30 de dezembro de 1994 (COAJU, 2009).

Este comitê tem por finalidade de executar ações que visam a qualidade e a disponibilidade das águas de uma região, procurando estabelecer mecanismos jurídicos e institucionais de gestão e ordenamento dos recursos hídricos que estão atrelados aos mecanismos econômicos a longo prazo. Outro objetivo do COAJU é estabelecer intervenções estruturais e não estruturais que garantam a concretização das metas qualitativas e quantitativas desejadas (COAJU, 2016).

## 2 Fundamentação Teórica

Para a meteorologia, segundo Ayoade (2003, p.159), o termo precipitação “...é qualquer deposição de água na forma líquida ou sólida e derivada da atmosfera”. Assim, refere-se às várias formas líquidas e congeladas de água, como por exemplo, neve, granizo, orvalho, geada, nevoeiro. Porém, somente a chuva e a neve contribuem significativamente para os totais de precipitação. Dessa forma, como no Rio Grande do Sul a ocorrência de neve se restringe as áreas mais altas da serra geral e ocorrem só em condições específicas, o termo precipitação para a pesquisa estará se referindo a chuva, ou precipitação pluvial.

Para Varejão-Silva (2006, p. 345), “chuva é a precipitação de gotas de água com diâmetro superior a 0,5”, o referido autor então, quantifica o conceito de chuva, como sendo o diâmetro da água precipitada. Nesse contexto, Mendonça e Danni-Oliveira (2007) destacam que a precipitação pluvial é a quantidade total de água que precipita em um dia, e assim, a partir do total diário obtém-se os totais mensal, sazonal e o anual.

Chama-se pluviometria a quantificação das precipitações. A quantidade de precipitação é normalmente expressa em termos da espessura da camada d’água que se formaria sobre a superfície horizontal, plana e impermeável, com 1m<sup>2</sup> de área, sendo a unidade adotada o milímetro, o qual corresponde à queda de um litro de água por metro quadrado da projeção da superfície terrestre (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Ainda segundo o mesmo autor, a precipitação pluviométrica varia de acordo com as seguintes condições: duração, frequência, desvios e índice. Duração é o tempo de ocorrência da precipitação - minutos ou horas. Intensidade: razão entre altura e duração (mm/minuto ou mm/h.). Frequência consiste na incidência de certo volume num dado local. Já o desvio é o grau de anomalia de certo episódio pluviométrico, dessa forma pode ser positivo (supranormal) ou negativo (infranormal). O índice revela uma análise já efetuada com a pluviosidade efetivamente ocorrida, assim não é o dado bruto (VAREJÃO-SILVA, 2006).

No intuito de medir a precipitação em questão, recorre-se a ajuda do instrumento denominado pluviômetro. Existem dois tipos básicos, o pluviômetro registrador, e o não registrador. Com o primeiro instrumento é possível medir o volume precipitado e a sua duração. Já no pluviômetro não-registrador somente é possível medir o volume precipitado (AYOADE, 2003).

Dessa forma, De Paula (2009) destaca que os pluviômetros registradores também chamados de pluviógrafos, têm uma vantagem sobre os demais, pois apresentam-se sobre a possibilidade de se determinar duas características importantes das chuvas: a intensidade, definida como a quantidade de água precipitada por unidade de tempo, expressa em milímetros por hora (mm/h) e a duração das chuvas, definida como a diferença de tempo entre o instante de início e término do evento.

As estações pluviométricas, ou postos de medições de chuvas, são locais escolhidos para instalação dos equipamentos de medição da precipitação. Suas localizações devem ser geograficamente fixadas obedecendo a uma certa regularidade na distribuição espacial. As estações devem estar sempre aptas ao monitoramento e apresentar um

cronograma de manutenções periódicas, tanto nos equipamentos como nos outros componentes da estação. A função das estações e dos postos é prover dados para constituir séries históricas ininterruptas (SALGUEIRO, 2005).

A precipitação pluvial é um dos elementos meteorológicos de maior variabilidade temporal e espacial tanto no período de ocorrência quanto na intensidade. Assim, muitas vezes podem acarretar consequências negativas em diversos setores da sociedade como acontece durante longos períodos sem chuvas e/ ou em períodos com chuvas intensas e/ou vários dias de chuvas consecutivos, que podem levar às inundações e erosões no solo (DE PAULA, 2008).

Para Galvani e Lima (2012), além da distribuição regional da precipitação pluviométrica deve ser considerada a distribuição temporal, pois o planejamento de atividades agrícolas e econômicas de determinada região podem variar em função da distribuição sazonal das chuvas.

Assim, estes elementos climáticos possuem grande impacto, por estarem relacionados a diversos setores da sociedade, de forma a afetar a economia, o meio ambiente e a própria sociedade, tanto na micro quanto na macro escala. A chuva é um elemento importante na compreensão do clima em escala regional e pode ser considerado o principal elemento na análise e organização do planejamento territorial e ambiental (CORREA, 2013).

Para Dziubate (2013), o conhecimento espaço-temporal da variabilidade das chuvas em uma bacia hidrográfica permite a disponibilidade de dados tanto para zoneamento agrícola, quanto para o abastecimento, contribuindo assim para a mitigação de impactos ambientais. Ainda, o autor coloca que o conhecimento da distribuição espacial e temporal das chuvas em uma bacia hidrográfica é de extrema importância pois permite o planejamento em períodos considerados críticos em caso de estiagem.

No Rio Grande do Sul, segundo Sartori (2003), as distribuições temporo-espaciais das chuvas refletem-se por três condicionantes: a posição subtropical, a direção dos compartimentos de relevo e a direção geral dos deslocamentos das Frentes Polares, que é de sudoeste para nordeste. No Estado, segundo a referida, ocorre o aumento dos índices pluviométricos do quadrante sul para o quadrante norte conforme a disposição dos compartimentos geomorfológicos do Rio Grande do Sul, tendo as maiores altitudes ao norte e nordeste e menores altitudes a leste e sudeste.

Outro importante fator destacado pela autora, quando tratado sobre a distribuição temporo-espacial, é o efeito orográfico, produzido pela barreira imposta da serra geral, que possuiu uma orientação de leste para oeste intensificando o processo de ascendência da dinâmica frontal. Sendo que as maiores precipitações do estado ocorrem na região nordeste do estado.

Além dos fatores geográficos na variação espacial da precipitação pluviométrica, o Rio Grande do Sul sofre na variação temporal a influência dos fenômenos La Niña e El Niño. Para o estado, conforme Berlato e Fontana (2003), um dos efeitos associados ao fenômeno El Niño é precipitação pluvial abundante, principalmente na primavera do ano de início do fenômeno e as precipitações ficam acima do normal no final do outono e no início do inverno do ano seguinte. Em relação às Frentes Frios, para o período de El Niño, elas podem ficar semi-estacionárias por vários dias, provocando precipitação pluvial. No período de La Niña as chuvas tende a diminuir principalmente na primavera e no início do verão, devido às rápidas passagens das Frentes Frios.

O clima do Rio Grande do Sul já foi e continua sendo estudado por muitos pesquisadores. Nessa perspectiva, são apresentadas as principais classificações climáticas já realizadas no estado. Assim, podemos destacar Machado (1950), Moreno (1961), e mais recentemente Rosato (2011).

Machado (1950) classifica o estado do Rio Grande do Sul em oito regiões climáticas, para isso, leva em consideração os fatores que mais influenciam sobre o território, como a altitude e as grandes massas d'água, sendo eles, o oceano, grande lagoas e rios. Dessa forma, as oitos regiões são: Campanha, Serra do Sudeste, Litoral, Depressão Central, Vale do Uruguai, que por sua vez se divide em baixo vale do Uruguai e alto Vale do Uruguai, Missões, Planalto e por fim Serra do Nordeste, onde se destaca a bacia hidrográfica na região climática do Planalto.

Segundo Maluf (2000), as classificações climáticas são importantes como subsídios às atividades que, direta ou indiretamente, dependem do meio ambiente. Possibilitando assim, o conhecimento das características climáticas básicas e gerais de uma região, podendo auxiliar nos processos de seleção de áreas para o planejamento e desenvolvimento de uma determinada região.

A classificação de Machado foi utilizada por Sartori (1993), onde a autora utilizou as regiões climáticas para analisar a distribuição das chuvas no Estado (Figura 3), com isso foi possível observar as regiões climáticas estabelecidas por Machado (1950) e o enquadramento da bacia hidrográfica do Alto Jacuí nas mesmas.

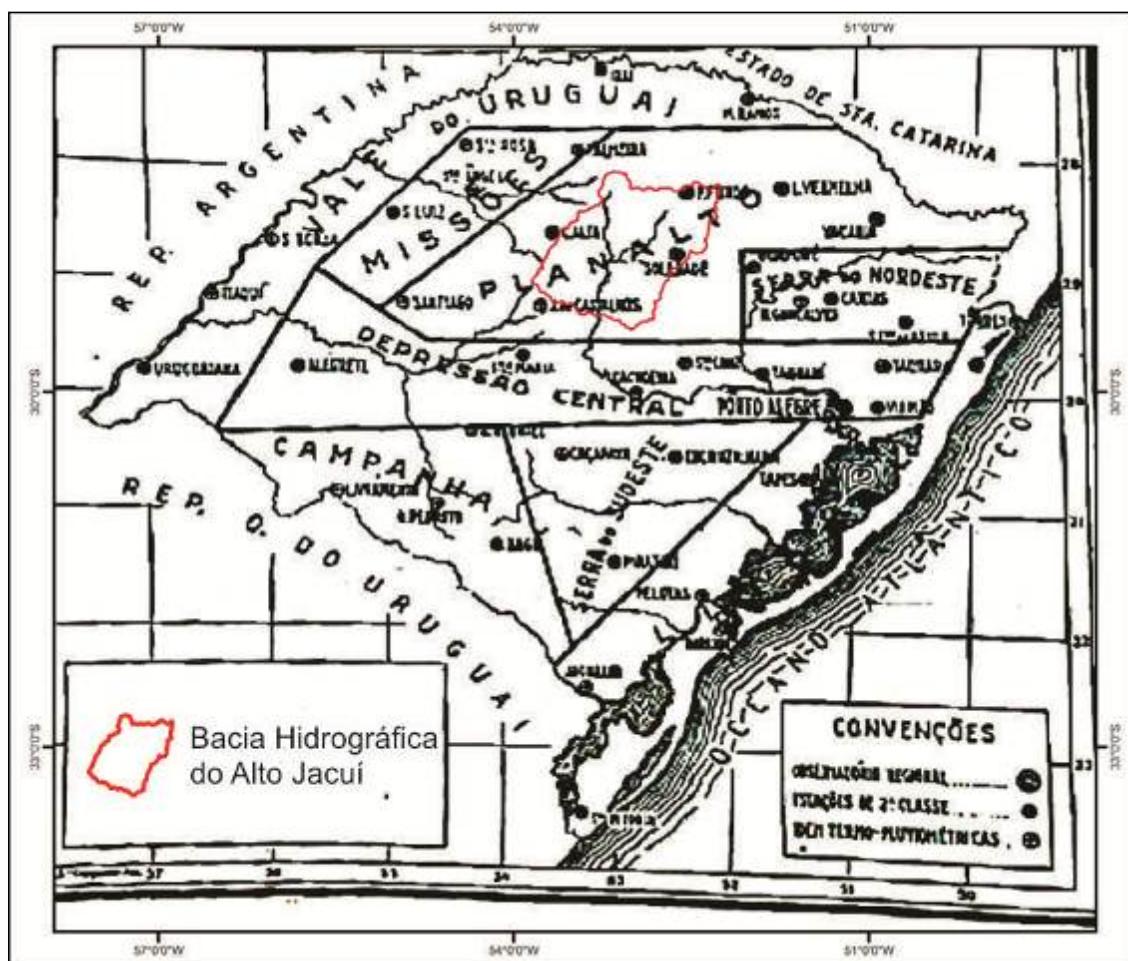


Figura 3 - Regiões climáticas do Rio Grande do Sul

Na sua classificação Machado (1950) salienta que a região climática do planalto, área de estudo desta pesquisa, é a segunda zona mais fria e a região leste é mais úmida que a região oeste. Segue ainda colocando que a temperatura média anual é de 17,1°C, as máximas absolutas apresentam valores superiores a 35,5°C e os extremos absolutos chegaram a máxima de 39,4°C e a mínima de -8,5°C.

Para o autor, as normais de chuva são superiores a 1550 mm e inferiores a 2050 mm. O número de dias de chuvas ao ano varia de 84 a 111 dias. Os normais mensais de chuva variam de 100 mm a 200 mm. Essa região faz parte do regime de chuva de inverno (27%), exceto o extremo oeste que obedece ao regime de chuva de outono (27%). Assim, para a região climática do Planalto a velocidade média geral dos ventos variam entre 2 a 4 m/s, sendo predominante os ventos do quadrante norte, com exceção da metade oeste que se acentua o domínio dos ventos de sudeste. A formação de nevoeiro ocorre principalmente na metade leste. As ocorrências de geada são abundantes, na região oeste da região do Planalto formam-se de abril a novembro e no leste de março a dezembro. A precipitação de neve é frequente somente no extremo leste. A região também é muito atingida por ondas de frio e raramente afetada por ondas de calor.

Moreno, em 1961, procurou estabelecer uma nova subdivisão das áreas morfoclimáticas do Rio Grande do Sul. Para tanto apresentou uma nova classificação baseada no sistema de W. Köppen. Dessa forma, o estado do Rio Grande do Sul fica dividido em duas áreas climáticas “Cfb” ou I e “Cfa” ou II, numa classificação geral. Na Figura 4, é possível observar a classificação proposta pelo autor e em destaque a área de estudo.

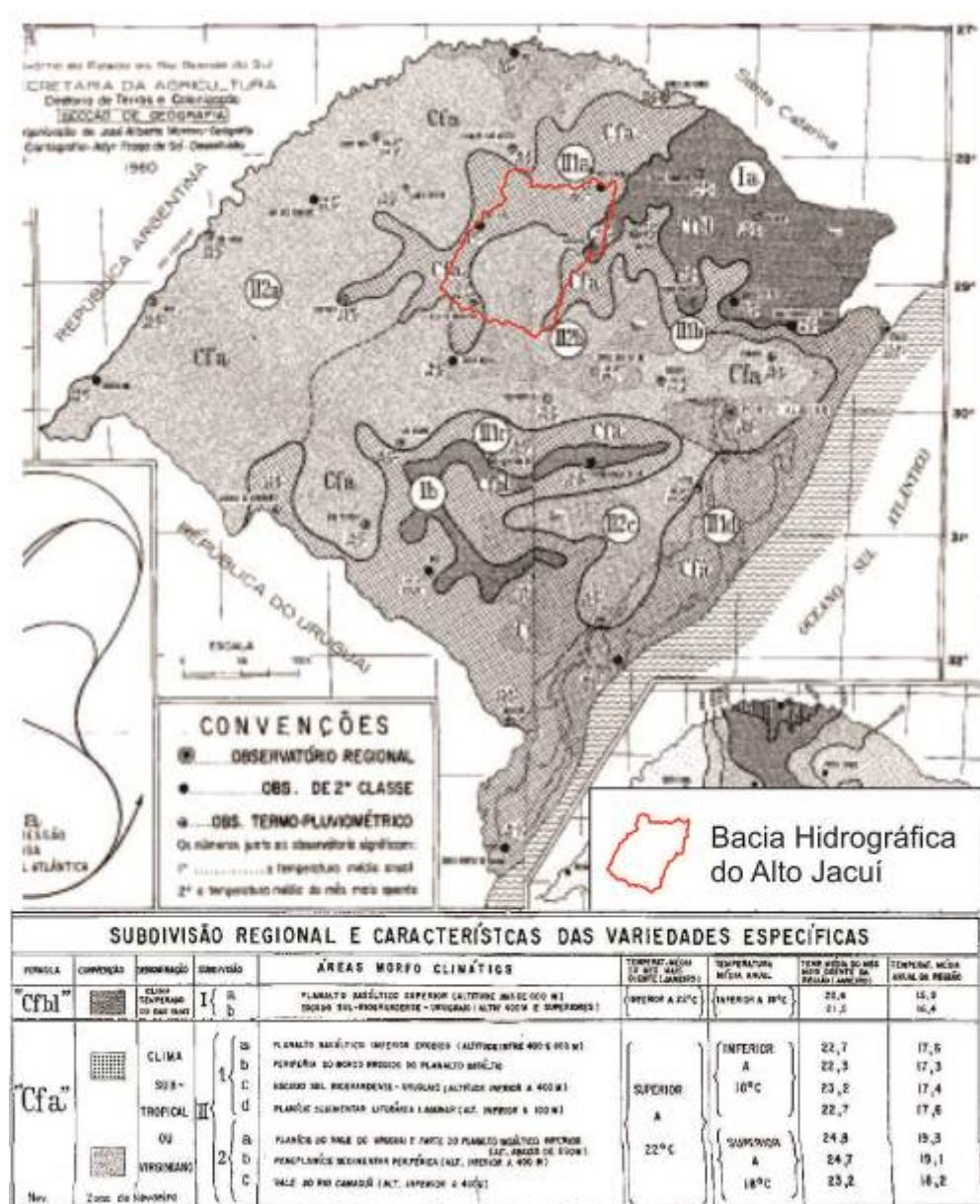


Figura 4 - Classificação climática proposta por Moreno (1961)

As diferenças de relevo mostram, principalmente, que as áreas da classe II possuem maiores variações considerando-se as médias anuais de temperatura. Dessa forma, procurou-se outro fator que pudesse, aproveitando para a divisão geral, estabelecendo novos subtipos climáticos no estado. Assim, o autor utilizou a isoterma anual de 18°C como critério para subdivisão das áreas “Cfa”. Não se subdividaram as áreas “Cfb” por já serem descontínuas e possuírem menor amplitude térmica.

A área de estudo está inserida nos climas Cfa Ia, Cfa IIb e uma pequena área na região a leste no clima Cfb Ia. Assim, os climas que predominam na bacia hidrográfica, segundo a classificação de Moreno (1961), são o Cfa Ia, mais na região oeste e norte a bacia, e o Cfa IIb mais na região centro sul. Conforme a classificação de Moreno (1961) a região de clima Cfa 1a possui a temperatura média anual inferior a 18°C, sendo que as altitudes são compreendidas entre 400m e 800m referente ao Planalto Basáltico: inferior erodido.

As características gerais da área “Cfa” ou IIb são temperaturas médias do mês mais frio compreendida entre 3° e 18°C e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Já as características das áreas de “Cfb 1a” ou Ia são com temperaturas médias do mês mais frio compreendida entre 3 e 18°C e temperatura média no mês mais quente inferior a 22°C, cuja altitude é superior a 600 m.

A mais recente classificação climática do Rio Grande do Sul é proposta por Rossato (2011). Em sua classificação, a autora considera a gênese (dinâmica) e a variabilidade dos elementos climáticos e os fatores geográficos, como relevo, altitude, maritimidade, continentalidade, correntes e urbanização e com isso, apresentou quatro tipos climáticos principais para o RS, sendo eles, Subtropical I – Pouco Úmido, Subtropical II: Medianamente Úmido com Variação Longitudinal das Temperaturas Médias; Subtropical III: úmido com variação longitudinal das temperaturas médias e Subtropical IV- muito úmido, sendo dois destes subdivididos em 2 sub-regiões (Subtropical Ia- Pouco Úmido com inverno frio e verão fresco, e Subtropical Ib – Pouco úmido com inverno fresco e verão quente, e Subtropical IVb – Muito Úmido com inverno frio e verão fresco.

Levando em consideração estas características, define-se que a área de estudo está localizada em dois diferentes climas, dos quais o clima subtropical II e subtropical II, cujo o segundo abrange maior área. Na Figura 5, é possível observar a espacialização da classificação climática do RS proposta por Rossato (2011) e em destaque a bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

Segundo Rossato (2011) o clima subtropical II é considerado medianamente úmido com variação longitudinal de temperatura média. Nessa área possui a participação dos sistemas polares e tropicais continentais, porém com interferência crescentes dos sistemas tropicais marítimos. O clima também é influenciado pelo relevo (depressão central), a continentalidade e a maritimidade, cabe ressaltar que os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações. Este clima caracteriza-se por chuvas de 1500 mm a 1700 mm anuais que são distribuídas em 90 a 110 dias de chuva, a variação mensal de dias de chuva varia de 6 a 9 dias de chuvas. A temperatura média anual varia entre 17°C a 20°C, a temperatura média do mês mais frio oscila entre 11°C a 14°C e a temperatura média do mês mais quente varia entre 23°C a 26°C.

O clima subtropical III, ainda conforme a mesma autora é encontrado na faixa localizada na escarpa do Planalto Basáltico até o litoral Norte. Essa região apresenta menor influência dos sistemas polares (44% dos dias do ano) e maior interferência dos Sistemas tropicais continentais na região oeste, cerca de 5% e marítimos na metade leste (25%). Estes se conjugam como o efeito do relevo (escarpa) e vales da borda do Planalto Basáltico, da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas, os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações e atingem a região em 20% a 23% dos dias anuais.

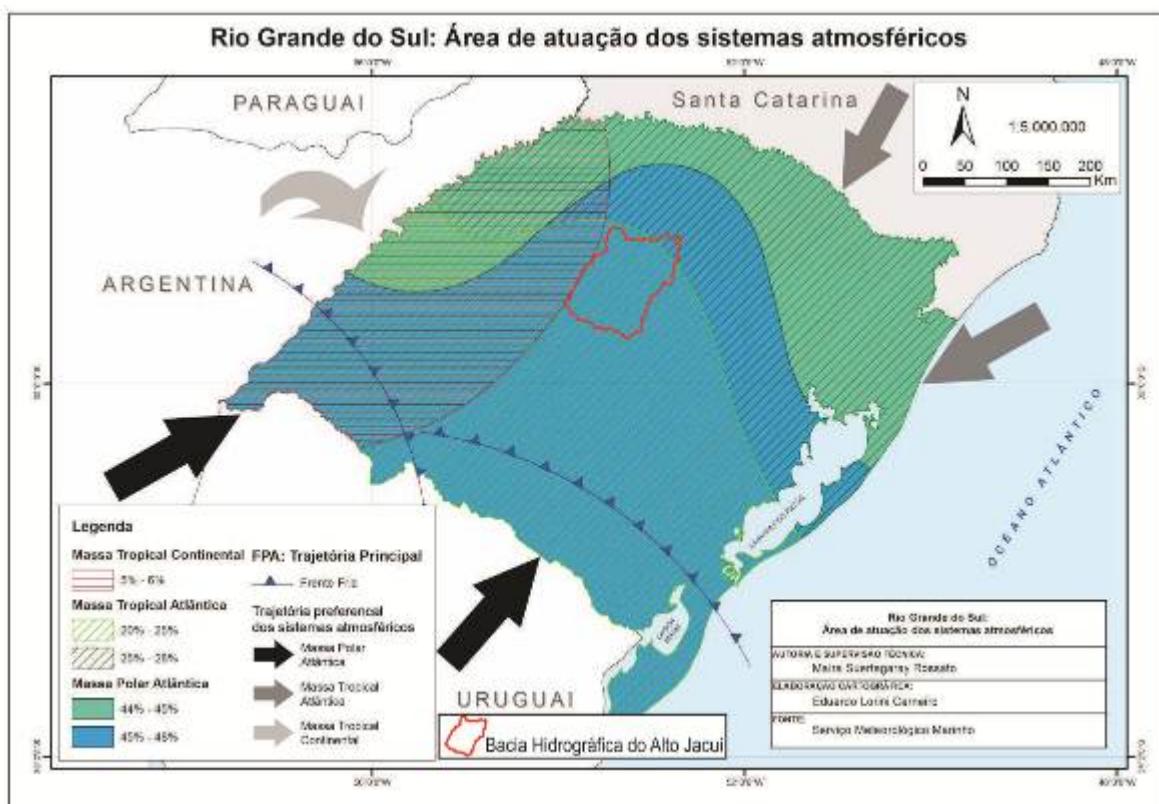


Figura 5 - Classificação climática do Rio Grande do Sul proposta por Rossato (2011).

O mesmo estudo, acima citado, também revela que o clima subtropical III é úmido com variação longitudinal de temperaturas médias, tem sua área com menor influência dos sistemas polares e maior interferência dos sistemas tropicais conjugados com o efeito do relevo (escarpa e vales da borda do Planalto Basáltico) da continentalidade, da maritimidade e das áreas urbanizadas. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.

Por fim, o clima subtropical III é caracterizado por chuvas anuais entre 1700 mm 1800 mm. No ano ocorrem de 100-120 dias de chuvas. Há um leve aumento nos dias mensais de chuva sendo normalmente de 9-12 dias. A temperatura média anual varia entre 17 °C a 20°C. A temperatura média do mês mais frio oscila entre 11°C a 14°C e a temperatura do mês mais quente varia entre 23°C a 26°C. As temperaturas aumentam em direção ao oeste desta região, mas também nos grandes centros urbanos do RS (ROSSATO, 2011).

### 3 Procedimentos Metodológicos

#### 3.1 Dados Pluviométricos

Os dados pluviométricos foram adquiridos por meio dos postos pluviométricos controlados pela Companhia Estadual de Energia Elétrica Geração e Transmissão (CEEE-GT) e da Agência Nacional das Águas (ANA), também foram utilizados dados pluviométricos da estação meteorológica da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro). Na tabela 1, é possível observar os postos pluviométricos selecionados e a sua altitude.

Tabela 1 – Postos pluviométricos selecionados na bacia hidrográfica do Alto Jacuí

Ponto	Nome	Município	UTM X	UTM Y	Altitude	Responsável
<b>Posto 01</b>	Passo estrela	Arroio do tigre	298505	6768230	339	CEEE-GT
<b>Posto 02</b>	Usina Ivaí	Júlio de Castilhos	270537	6774888	290	CEEE-GT
<b>Posto 03</b>	Itaúba	Arroio do tigre	282790	6761837	183	CEEE-GT
<b>Posto 04</b>	Coloninha	Arroio do tigre	305430	6749052	440	CEEE-GT
<b>Posto 05</b>	Barragem salto grande	Salto do Jacuí	284870	6781873	279	CEEE-GT
<b>Posto 06</b>	Esquina gaucha	Cruz alta	244434	6829492	400	CEEE-GT
<b>Posto 07</b>	Três capões	Cruz alta	255836	6808677	350	CEEE-GT
<b>Posto 08</b>	Ponte Santo Antonio	Ibirubá	289449	6830557	433	CEEE-GT
<b>Posto 09</b>	Passo do Lagoão	Ibirubá	295309	6830864	250	CEEE-GT
<b>Posto 10</b>	Pessegueiro	Passo fundo	359235	6875306	540	CEEE-GT
<b>Posto 11</b>	Vila Três Passos	Marau	364029	6850268	510	CEEE-GT
<b>Posto 12</b>	Usina Ernestina	Passo fundo	349113	6839880	500	CEEE-GT
<b>Posto 13</b>	Usina colorado	Tapera	317416	6832156	360	CEEE-GT
<b>Posto 14</b>	Pulador	Passo fundo	345917	6846805	600	CEEE-GT
<b>Posto 15</b>	Ponte Jacuí	Victor Graeff	328870	6840146	468	CEEE-GT
<b>Posto 16</b>	Passo Bela Vista	Espumoso	320080	6819637	408	CEEE-GT
<b>Posto 17</b>	Barragem Capiguí	Marau	382408	6851017	512	CEEE-GT
<b>Posto 18</b>	Auler	Soledade	365165	6812958	700	CEEE-GT
<b>Posto 19</b>	Júlio de Castilhos	Júlio de Castilhos	239564	6764235	514	FEPAGRO
<b>Posto 20</b>	Chapada	Chapada	296940	6894582	450	ANA
<b>Posto 21</b>	Santa Clara do Ingaí	Cruz alta	286573	6820094	390	ANA
<b>Posto 22</b>	Dona Francisca	Dona Francisca	272278	6720517	25	ANA
<b>Posto 23</b>	Colônia Xadrez	Carazinho	328631	6880609	593	ANA
<b>Posto 24</b>	Tupanciretã	Tupanciretã	225581	6779252	469	ANA
<b>Posto 25</b>	Condor	Condor	257582	6875339	440	ANA
<b>Posto 26</b>	Barros Cassal	Barros Cassal	345765	6781529	620	ANA
<b>Posto 27</b>	Não-me-Toque	Não-me-Toque	322202	6851020	491	ANA

A partir destes dados, foram selecionados 27 postos pluviométricos com uma série temporal de 31 anos, de janeiro de 1980 a dezembro de 2010 (Figura 6), os quais estão localizados dentro e fora da bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Para esta pesquisa só será utilizado o mês de outubro, como proposto no objetivo.

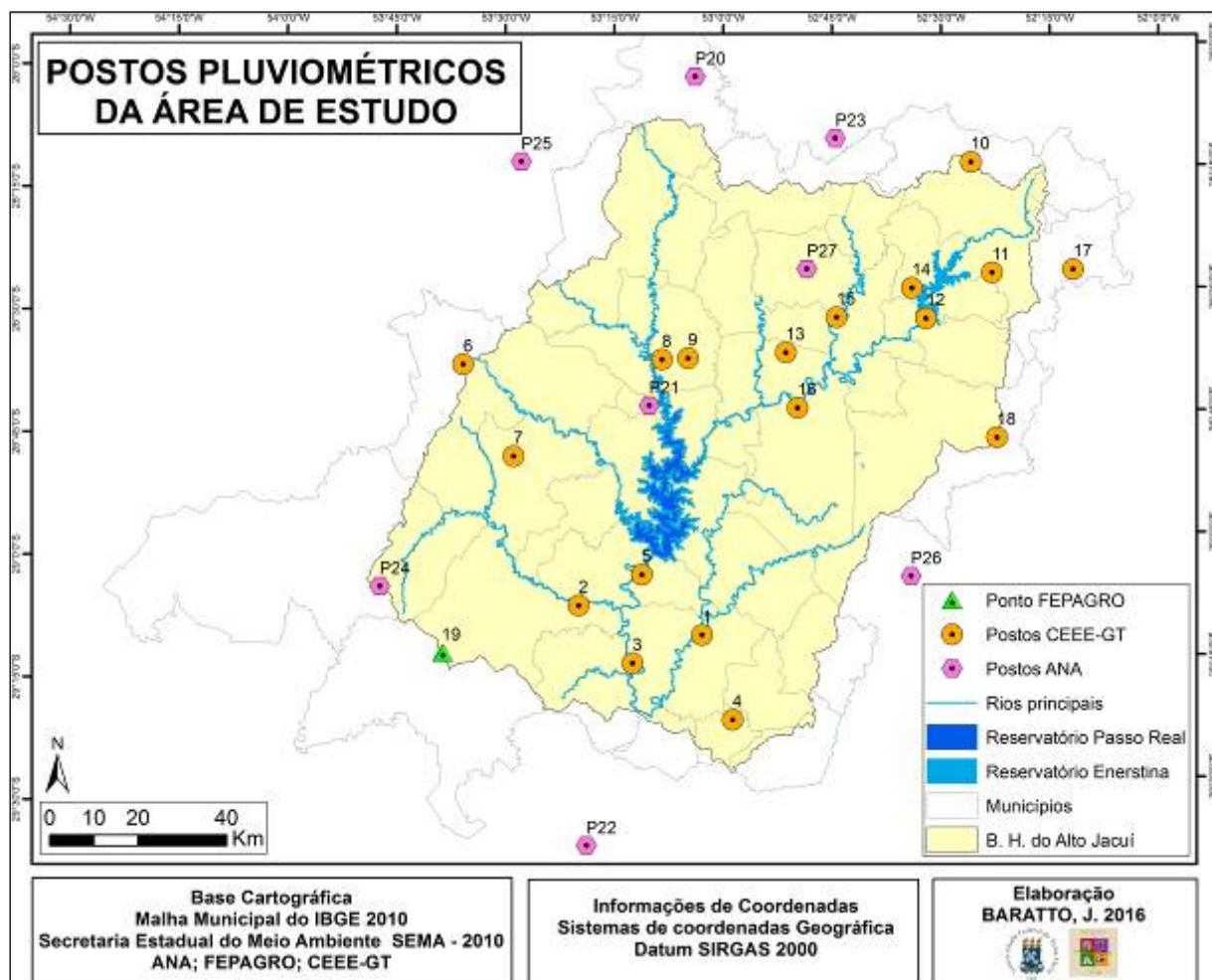


Figura 6 – Distribuição dos postos pluviométricos selecionados

Após a aquisição dos dados, os mesmos foram tabulados no Microsoft Office Excel 2013. Primeiramente foram identificadas as falhas e elas sendo preenchidas pela técnica do dado real do vizinho mais próximo. O próximo passo foi aplicar a técnica de dupla massa para analisar a consistência do banco de dados, assim, foi encontrada uma elevada correlação. Com o banco de dados preenchido foi selecionado o mês de outubro para a análise, sendo extraído os dados mensais dos 31 anos de análise. Os dados mensais da precipitação pluviométrica foram organizados no Microsoft Office Excel 2013 para a geração de tabelas e gráficos.

Para a espacialização da distribuição pluviométrica da bacia hidrográfica do Alto Jacuí foram organizadas no Microsoft Office Excel 2013 tabelas referentes a precipitação pluviométrica média mensal para o período de análise,

Antes de importá-las para o referido software foi necessário determinar o número de classes que cada a geração do mapa. Assim, foi utilizado o método de Sturges para determinar o número de classes. Em relação a precipitação pluviométrica média mensal foram estabelecidas nove classes com intervalos iguais de 14 mm entre elas, sendo que as classes variam de 94 - 108 mm; 109 - 123 mm; 124 - 138 mm; 139 - 153 mm; 154 - 168 mm; 169 - 183 mm; 184 - 198 mm; 199 - 213 mm; 214 - 228 mm.

Após a importação dos dados pluviométrico no Software ArcGIS 10.1, foram geradas as isoietas pelo método de interpolação geoestatística krigagem ordinária, cujo modelo de semiovriograma utilizado foi o esférico, pois segundo Wollmann (2011) a krigagem ordinária é um método muito utilizado para a espacialização de dados climáticos.

## 4 Resultados

Como resultado pode-se observar que a média histórica, dois 31 anos, para o mês de outubro foi de 194,9mm. Que segundo Rossato (2011) é a média da precipitação pluviométrica para a região do estado onde se localiza a bacia hidrográfica do Alto Jacuí para o mês de outubro que varia entre 155-195 mm. Silveira (2012) ao estudar a variação da precipitação pluviométrica na bacia do rio Vacacaí localizada na região mais ao sudoeste da bacia em estudo, também destaca que o mês de outubro é um dos meses com elevada média pluviométrica. Correa (2013) também destaca que para a bacia hidrográfica do rio Piqueri, localizada no interior do estado do Paraná, a precipitação média mensal eleva-se no mês de outubro, se caracterizando como o mês mais chuvoso.

Dessa forma, foi observado que 74% dos anos analisados ficaram dentro da média do mês de outubro, o que corresponde a 22 anos (Figura 7). Os anos em que a precipitação do mês de outubro ficou acima da média, correspondem a 16% dos anos.

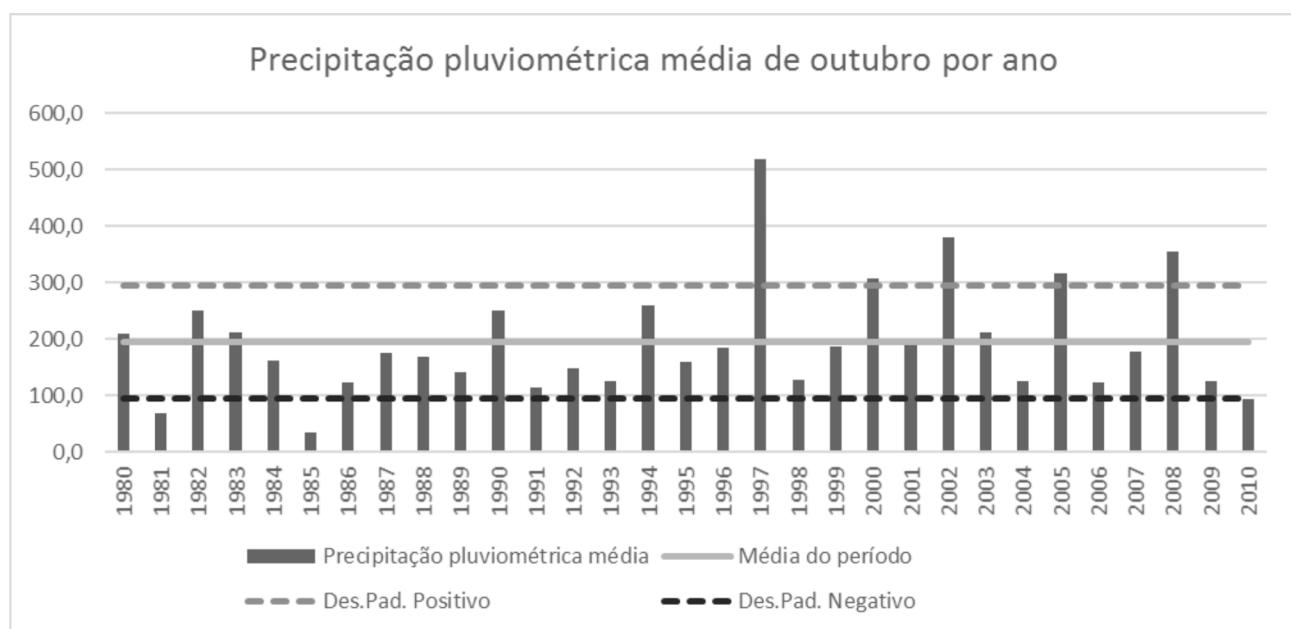


Figura 7 – Precipitação pluviométrica média para o mês de outubro nos 31 anos de análise

O ano de 1997 merece destaque pelo grande volume pluviométrico precipitado que segundo Berlato e Fontana (2003) durante o período de El Niño a precipitação pluvial fica acima da média para quase todos os meses do ano, mas os períodos da primavera e o do início do verão merecem destaque, principalmente nos meses de outubro e novembro, conforme o mês em estudo.

Os anos que tiveram a menor média dentre todos os postos pluviométrico foram os anos de 1981, 1985, 2010, que corresponde a 10% da série histórica analisada. No ano de menor média para o mês de outubro observou-se a atuação do fenômeno La Niña de intensidade fraca nos anos de 1983-1984 e 1984-1985, assim corrobora para a diminuição da precipitação pluviométrica de outubro (BERLATO; FONTANA, 2003).

Com relação à média da precipitação pluviométrico dos 31 anos para cada posto pluviométrico, pode-se observar que não ocorreram grandes variações espaciais. Para o mês de outubro o posto 03 obteve a menor precipitação média, com 161,9mm, localizado no município de Arroio do Tigre. O posto 25 foi o de maior mensal com 223,3mm. Assim, três postos ficaram abaixo da média dos postos pluviométricos. Sendo que a maioria dos postos pluviométricos

ficaram dentro da média pluviométrica para o mês em análise. E também três postos ficaram acima da média, sendo eles, posto 20, 23 e 25, na Figura 8, é possível observar essa variação.

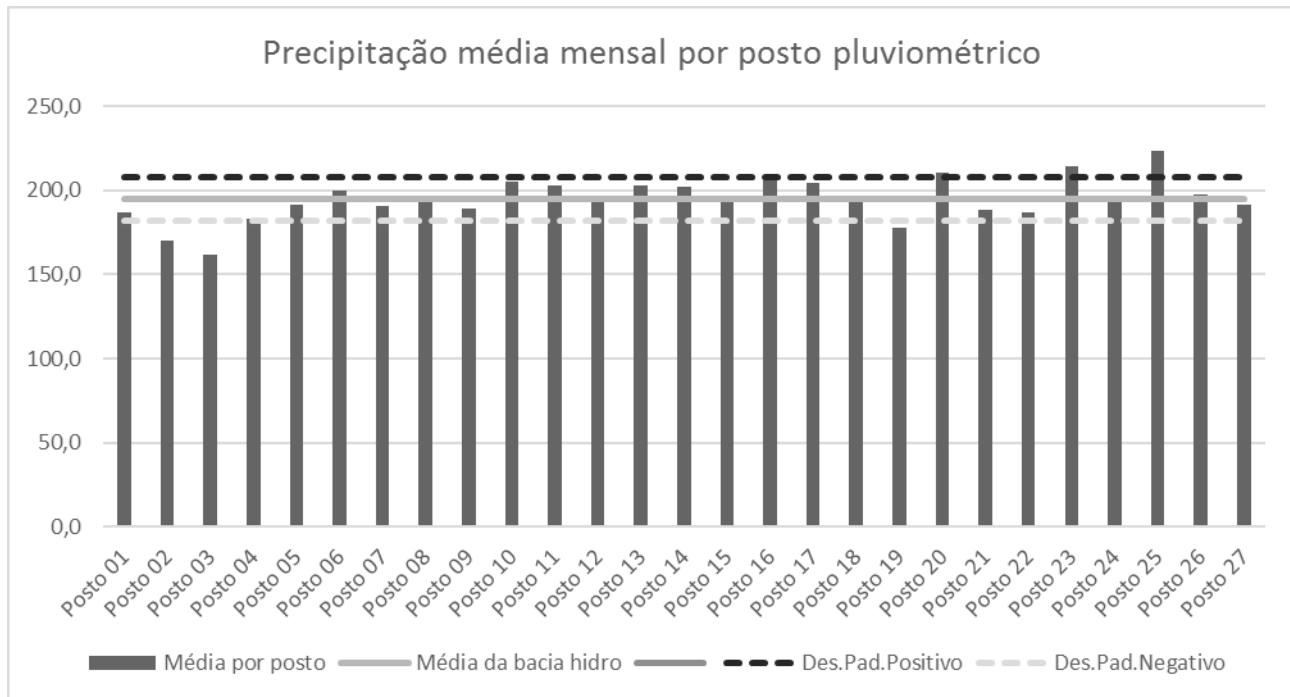


Figura 8 – Precipitação pluviométrica média para o mês de outubro nos 27 postos pluviométricos

De forma mais clara é possível observar, na Figura 9, a distribuição da precipitação pluviométrica média do período para a bacia hidrográfica. Com isso, pode-se perceber que a espacialização da média mensal de outubro na maior parte da bacia hidrográfica possui uma variação entre 190-228mm, abrangendo da porção centro-sul da bacia hidrográfica até as nascentes dos principais rios, que são o rio Jacuí, Jacuí-mirim, rio Glória e Colorado.

Nessa região onde ocorrem os maiores índices pluviométricos também estão localizados grande parte dos reservatórios existentes na área de estudo. Na porção leste concentram-se as maiores altitudes da bacia hidrográfica que variam entre 442 m a 776 m.

Na região sudoeste-sul ocorreram os menores valores de precipitação pluviométrica que variaram entre 154-168mm. Nessa região, a jusante da bacia hidrográfica, localizam-se as menores altitudes que variam entre 85m a 337m. Na distribuição espacial da precipitação média dos 31 anos pode-se observar que essa distribuição sofre a influência do deslocamento das frentes frias, bem como ressaltado por Sartori (1993, 2003) e Rossato (2011).

Assim, pode-se evidenciar que distribuição espacial das chuvas médias para o mês de outubro acompanha o deslocamento das Frentes Fria, também sofrendo a influência da altitude, sendo que no sul e sudoeste da bacia hidrográfica ocorrem os menores valores de precipitação média e os maiores se localizam na região centro-sul até a porção norte-nordeste da mesma. A altitude também influencia na distribuição das chuvas pois a região leste da bacia hidrográfica apresenta as maiores altitudes.

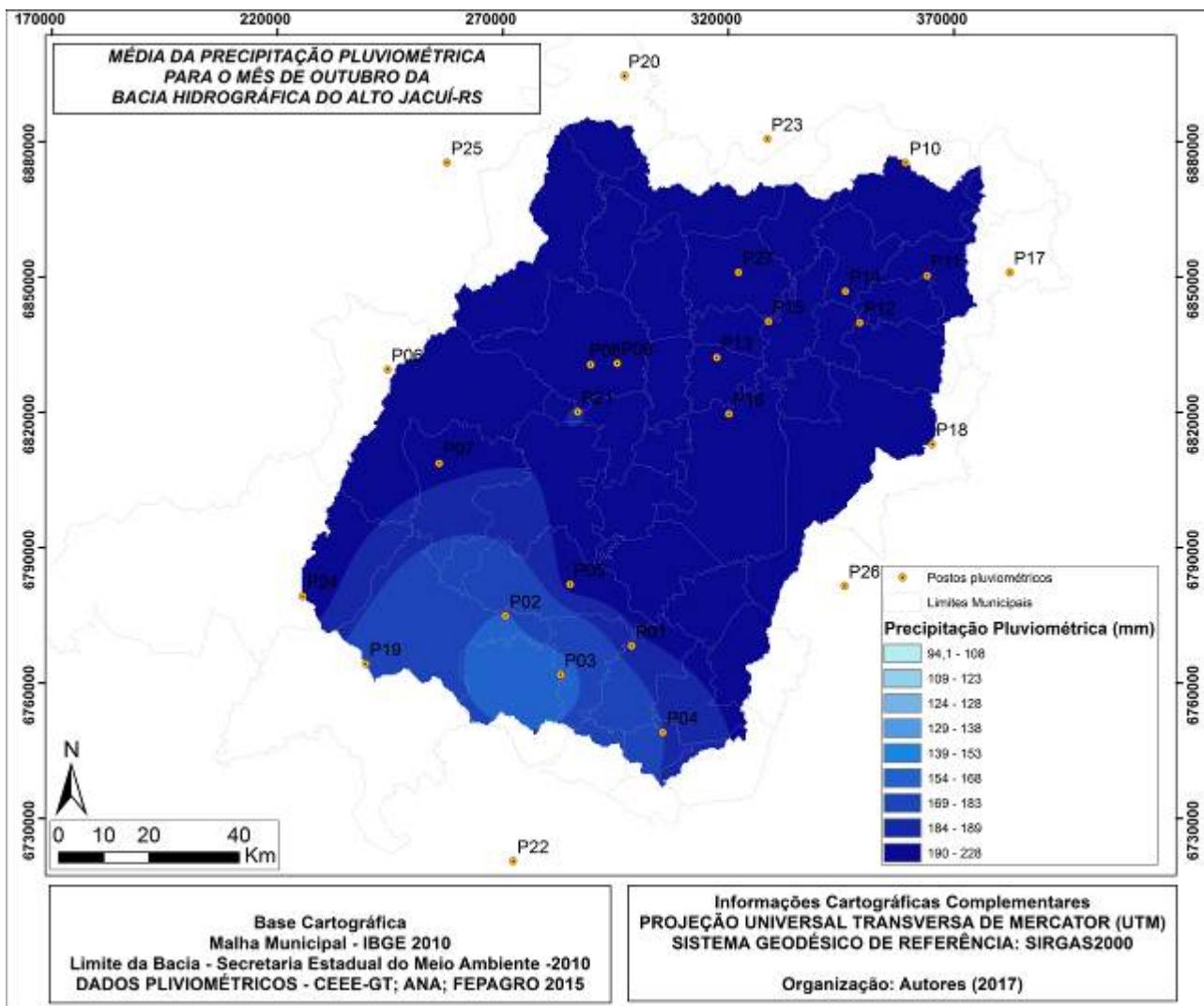


Figura 9 – Localização da bacia hidrográfica do Alto Jacuí

## 5 Conclusões

A média histórica, dois 31 anos, para o mês de outubro foi de 194,9mm. O ano de 1997 se destaca como sendo o ano de maior média mensal para a bacia hidrográfica. O ano de 1985 se caracteriza como o ano de menor média para a série em estudo. Com relação aos postos pluviométricos, podemos observar que o posto 25 foi o que obteve a maior média histórica. Já o posto 03 foi o de menor média para o período na área de estudo.

Ao analisar a média da série histórica temporal e espacial da precipitação pluviométrica para o mês de outubro na bacia hidrográfica no Alto Jacuí pode-se perceber que a distribuição temporal possui maior variabilidade do que a distribuição espacial. Com isso, a distribuição temporal é afetada por fenômenos de maior escala, como por exemplo o fenômeno ENOS (La Niña e El Niño). Já a distribuição espacial sofre a influência do deslocamento das passagens das Frentes Frias, juntamente com o efeito da altitude.

O fator de maior impacto deste trabalho está direcionado no auxílio do planejamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Assim, conhecer a dinâmica pluviométrica deste local permite maior propriedade ao se desenvolver projetos de desenvolvimento para a região de influência. Trazendo com isso a melhor utilização do

potencial energético e hídrico da bacia, com base nos fatores de qualidade e a sustentabilidade dos recursos hídricos do objeto de estudo.

## Agradecimentos

“O presente trabalho foi realizado com apoio do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES/Brasil - Nº Processo: 88881.068465/2014/01 - Projeto nº 071/2013 CAPES/PROCAD”.

## Referências

BERLATO MA; FONTANA DC. **El Niño e La Niña**: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

CORREA MGG. **Distribuição espacial e variabilidade da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR**. Dissertação (Mestre em Geografia Física) -Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CHECHI L; SANCHES FDEO. Análise de uma série temporal de precipitação para Erechim (RS) e um possível método de previsão climática. Ambiência Guarapuava (PR) v.9 n.1 p. 43 - 55 Jan./Abr. 2013.

COMITE DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ. **Plano de gerenciamento da Bacia hidrográfica do Alto Jacuí**: Relatório-T2. Passo Fundo, 2009.

COMITE DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ. **Plano de Bacia**. Carazinho, 2016. Disponível em: <[http://www.coaju.com.br/plano\\_de\\_bacia](http://www.coaju.com.br/plano_de_bacia)>. Acesso em: Jan. 2016.

DZIUBATE ER. **Análise da distribuição espacial e temporal da pluviosidade na bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR**. 2013. 71, p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PESQUISA AGORPECUÁRIA. **Atlas Climático do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2011. Disponível em <<http://www.cemet.rs.gov.br/conteudo/4731/?Refer%C3%A3ncia>>. Acesso em: 05. Out. 2016.

GALVANI E. (Org.); LIMA, NGBDE (Org.). **Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos caso**. 1. ed. Curitiba: Editora CRV, 2012. v. 1. 192 p.

MACHADO FP. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. IBGE, Rio de Janeiro, 1950.

MORETTIN P; TOLOI CMC. Modelos para previsão de séries temporais. Rio de Janeiro, 1981.

ROSSATO. M. S. **Os climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade, tendências e tipologia. 2011. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SARTORI MDAGBA. Distribuição das Chuvas no Rio Grande do Sul e Variabilidade Temporo-Espacial no Período 1912-1924. **Anais,...** Simpósio de Geografia Física, V, São Paulo. p. 275- 280, 1993.

SARTORI, M. da G. B. A. **A dinâmica do clima no Rio Grande do Sul:** indução empírica e conhecimentos científicos. Terra Livre, São Paulo, Ano 19, vol. I, n. 20, p. 27-49, jan./jul. 2003.

SILVEIRA PDAC. **Precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí, RS.** 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Geográfica) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

VAREJÃO-SILVA MA. **Meteorologia e Climatologia.** Recife, 2005. Disponível em:  
<[http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA\\_E\\_CLIMATOLOGIA\\_VD2\\_Mar\\_2006.pdf](http://www.icat.ufal.br/laboratorio/clima/data/uploads/pdf/METEOROLOGIA_E_CLIMATOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf)>. Acesso em: 20 Maio 2014

WOLLMANN CA. **Zoneamento Agroclimático para a Produção de Roseiras (Rosaceae spp.) no Rio Grande do Sul.** Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo. 2011. 382p. 2. V.