

CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IBICUÍ, RS

João Paulo Delapasse Simioni¹
Franciele Francisca Marmentini Rovani²
Amanda Comassetto Iense³
Cássio Arthur Wollmann⁴

Resumo: Esta pesquisa tem o objetivo de caracterizar a precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, localizada na porção centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul. Para a eleição dos anos-padrão foram considerados os totais anuais e sazonais da série pluviométrica 1980-2009 das Estações Meteorológicas oficiais da FEPAGRO e do INMET. Para o tratamento das variáveis seguiu-se as orientações técnicas de Sant'Anna Neto (1990), Souza (1998) e Silva et. al. (2005), sendo as etapas: 1) coleta e tabulação dos dados pluviométricos em base anual e mensal, 2) cálculo dos totais anuais e sazonais e obtenção dos seus valores normais e 3) caracterização anual e sazonal da precipitação pela verificação da dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Após a escolha dos anos-padrões e do ano habitual, foi inserido no software Surfer 10.0, as variáveis de precipitação, juntamente com as coordenadas UTM X e Y das respectivas estações meteorológicas, para então confeccionar as isolinhas de precipitação pluviométrica através do método geoestatístico de krigagem. Em seguida, exportou-se as isolinhas para o formato shapefile, o qual permite a manipulação dos dados no software ArcGIS 10.2, onde foi definida as classes para o mapeamento da precipitação pluviométrica. Quanto a dinâmica espacial da precipitação na bacia pode-se perceber a ocorrência de duas diferentes dinâmicas climáticas, a primeira, localizada no planalto de Uruguiana, no médio-baixo curso do rio, compreendida pelas cidades de Uruguiana e Alegrete, onde as altitudes variam de 80 a 120 metros, marcada por um relevo suavemente ondulado, onde a precipitação anual registra aproximadamente 1200 milímetros. A outra área é caracterizada pela abrangência da depressão central gaúcha, Escarpa da Serra Geral e Planalto Dissecado do Rio Uruguai, a qual compreende as cidades de Santiago e Santa Maria, com altitudes variando de 130 a 350 metros, onde a precipitação normal atinge 1800 mm anuais.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica, Bacia hidrográfica, Rio Ibicuí.

Rainfall characterization of the river basin Ibicuí, RS

Abstract: This research aims to characterize the rainfall in the river basin Ibicuí, located in the central-west of the state of Rio Grande do Sul to the election of the standard years were considered as annual and seasonal rainfall totals for the series 1980 - 2009 from the official Weather Stations FEPAGRO and INMET. For the treatment of variables followed the technical guidelines of Sant'Anna Neto (1990), Souza (1998) and Silva et. al. (2005), with the steps: 1) collection and tabulation of data on annual rainfall and monthly basis, 2) calculation of annual and seasonal totals and

¹ Geógrafo pela Universidade Federal de Santa Maria. Mestrando do Programa de Pósgraduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: gejoaopaulo@gmail.com

² Geógrafa pela Universidade Federal de Santa Maria. Doutoranda do Programa de Pósgraduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria. Email: franciele.rovani@yahoo.com.br

³ Discente, Curso de Geografia Bacharelado, Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Geociências. E-mail: x.comassetto@gmail.com

⁴ Geógrafo, doutor em Geografia Física pela Universidade de São Paulo. Prof. Dr. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Departamento de Geociências, Curso de Geografia. E-mail: cassio_geo@yahoo.com.br

attainment of their normal values, and 3) annual and seasonal precipitation characterization for verifying the dispersion (standard deviation and coefficient of variation). After years of choice patterns and the usual year was 10.0 Surfer inserted in software, the precipitation along with the UTM coordinates X and Y of the respective meteorological stations, and then fabricate the contours of rainfall through the geostatistical method kriging. Then the contours are exported to shapefile format, which allows the manipulation of data in ArcGIS 10.2, where the classes for the mapping of rainfall was defined software. As for the spatial dynamics of rainfall in the basin can be seen to occur in two different climatic dynamics, the first located in the highlands of Uruguaiana in middle-lower course of the river, comprised of the cities Uruguaiana and Alegrete, where altitudes range from 80 to 120 meters, marked by gently rolling relief, where annual rainfall enrolls approximately 1200 mm. The other area is characterized by the breadth of the state's central depression, the general saw Escarpment and Plateau dissected the Uruguay River, which comprises the towns of Santiago and Santa Maria, with altitudes ranging 130-350 meters, where normal rainfall reaches 1800 mm annual.

Keywords: *Rainfall, River Basin, River Ibicuí.*

INTRODUÇÃO

A compreensão da dinâmica espaço-temporal dos elementos climáticos, principalmente da precipitação pluviométrica em bacias hidrográficas merece uma ênfase especial, uma vez que, o conhecimento de sua distribuição no espaço e da sua irregularidade no tempo tornam-se fundamentais para o planejamento destas áreas de grande importância para a gestão e preservação dos recursos hídricos, mas que estão cada vez mais ocupadas pelas incessantes atividades antrópicas.

Assim sendo, a precipitação pluviométrica é um elemento de suma importância na caracterização do clima, o qual, segundo Bezerra et. al. (2004, 2010); Aguiar (1995); Marengo (2001) interfere em todos as frações das atividades econômicas e do ecossistema, através do ciclo hidrológico, pois a água encontra-se em todos os estágios e fases do sistema superfície-atmosfera.

A bacia hidrográfica do Ibicuí está situada na porção centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, abrangendo uma área de 36.397,69 km² (COMITE IBICUI, 2013), sendo suas demandas de água caracterizadas por uma forte sazonalidade, provocada principalmente pela irrigação do arroz (98% da demanda total de água), que ocorre de forma concentrada entre os meses de novembro e fevereiro.

Assim, entendendo que 98% de toda a demanda de água da bacia ocorrem em um intervalo de três meses, justamente no verão quando ocorrem as menores disponibilidades hídricas (SARTORI,

1993; WOLLMANN, 2011), identifica-se a existência de uma nítida sazonalidade nas demandas de água influenciada principalmente pelas atividades rizícolas (COMITE IBICUI, op. cit.).

Tratando-se de bacias hidrográficas a caracterização climática torna-se fundamental para a gestão e planejamento, tanto do uso do solo quanto na concessão de outorgas e licenças para o uso da água em determinadas estações do ano.

Deste modo, este trabalho tem como objetivo a caracterização da precipitação pluviométrica na Bacia do Ibicuí, a partir do mapeamento e definição das normais climatológicas, dos anos mais e menos chuvosos e também do ano habitual.

Localização e breve caracterização geográfica da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Ibicuí está situada na porção centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), abrangendo uma área de 36.397,69 km², sendo sua geomorfologia compreendida pelo planalto dissecado do Rio Uruguai, Escarpa da Serra Geral, Depressão Central Gaúcha e o planalto de Uruguaiana (SAMPAIO et al., 2010).

A Bacia do Ibicuí abrange trinta municípios do Rio Grande do Sul, sendo que doze inserem-se em sua totalidade no espaço geográfico da Bacia, e os demais estão inseridos parcialmente. Os principais cursos d'água são os Rios Ibicuí Mirim, Toropi, Jaguari, Itu, Jaguarzinho, Santa Maria, Ibirapuitã e os Arroios Caverá, Miracatu, Pai Passo, Inhandui, Ibirocai, Touro Passo e Bororé. Ao todo são 55 arroios desaguando no Rio Ibicuí (COMITÊ IBICUÍ, 2013).

Segundo Sampaio et al. (2010) a vegetação predominante nesta área é constituída por campos, na qual predomina a Estepe Gramíneo-Lenhosa, e pela floresta (Floresta Estacional Decidual e Floresta Aluvial), principalmente no rebordo do planalto, além das matas ciliares que ocorrem ao longo do rio. Com a exploração econômica da área, a vegetação original encontra-se muito modificada, com o cultivo de gramíneas para pastagens e a implementação de cultivos agrícolas de soja, milho arroz e fumo até mesmo nas áreas de encosta abrupta.

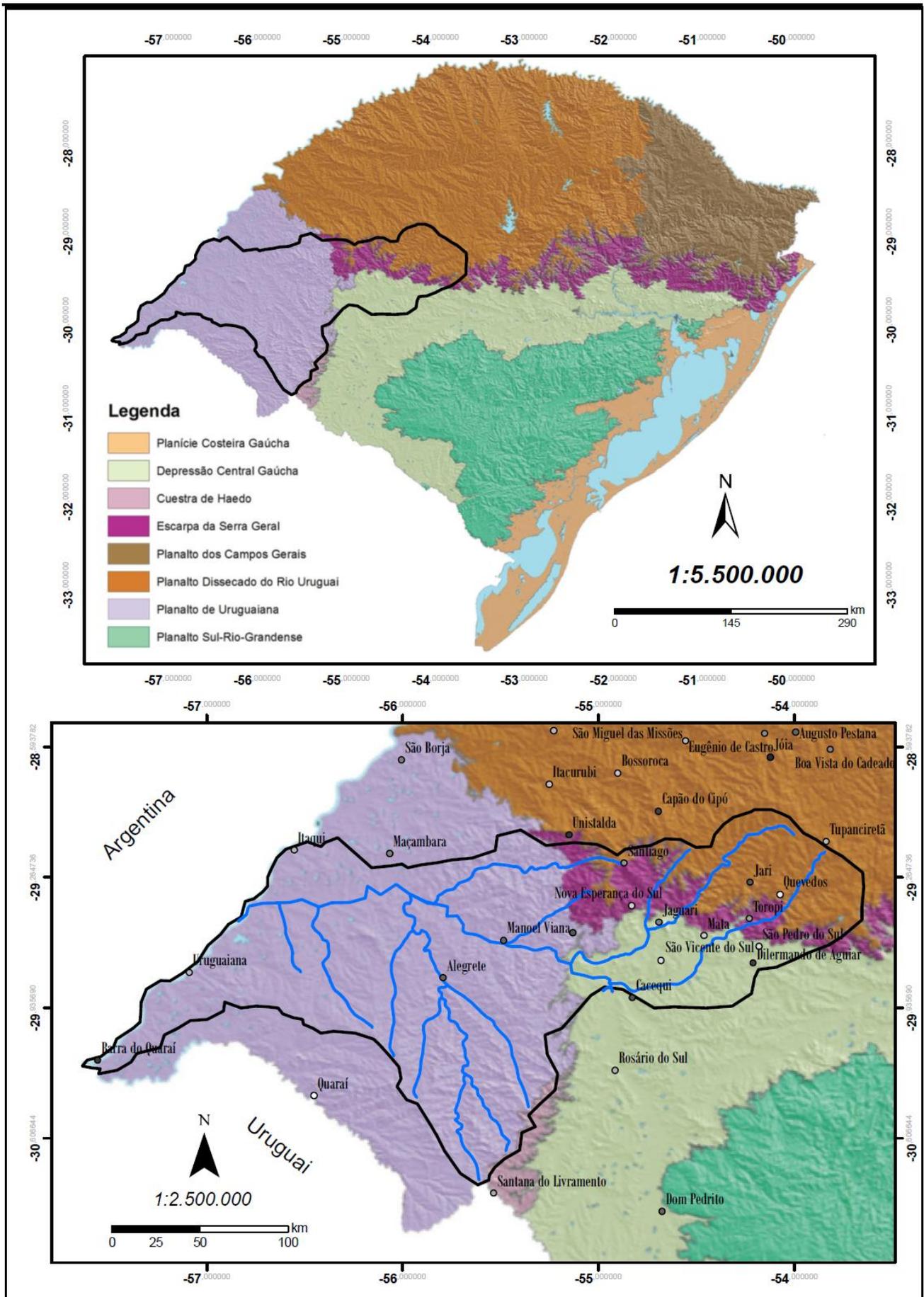


Figura 1 - Localização espacial da Bacia Hidrográfica do Ibicuí, RS.

Conforme Vieira (1984), a Bacia do Ibicuí tem características um pouco diferenciada das demais bacias hidrográficas do Rio Grande do Sul, visto que boa parte do curso do Rio Ibicuí se dá em terrenos paleozóicos da bacia sedimentar do Paraná (Depressão Central). O curso médio inferior ocorre no capeamento basáltico, de pouca consistência. O alagamento das margens, várzeas e campos de pastagens é uma consequência do escoamento mais lento, face aos gradientes de declives menores. Entre os meses de maior índice pluviométrico e menor demanda hídrica por parte da rizicultura (março a setembro), o rio se torna navegável em quase toda a extensão.

Do ponto de vista socioeconômico a bacia do Ibicuí destaca-se pelas atividades agropecuárias e de serviços, sendo Santa Maria a cidade de maior participação no produto interno bruto (PIB) da região com aproximadamente 26%, seguida da cidade de Uruguaiana e Alegrete, com 19% e 8% de participação, respectivamente.

Em relação as atividades turísticas, a Bacia destaca-se principalmente pela quantidade de balneários, os quais são bastante frequentados nos meses de verão, período em que ocorre, como mencionado anteriormente, uma grande demanda de água para a agricultura, fazendo com que em períodos de menores valores pluviométricos alguns dos rios sequem por inteiro ou em partes ao longo de seus cursos. Segundo a FEPAM (2013) atualmente existem onze balneários cadastrados, sendo os principais a Praia das Areais Brancas em Rosário do Sul, o balneário Rainha do Sol em Manoel Viana e o balneário Fernando Schilling em Jaguari.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa de caracterização da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, fez-se um resgate metodológico para a seleção dos anos-padrão em relação a dinâmica atmosférica do Rio Grande do Sul, firmando-se principalmente nos trabalhos de Monteiro (1971), Sartori (2003), Wollmann e Sartori (2009) e Wollmann (2011).

Foram trabalhados os dados mensais e anuais de 16 Estações Meteorológicas das cidades situadas dentro e ao entorno da bacia hidrográfica do Rio Ibicuí, disponibilizadas pela Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), sendo consultados os dados de pluviometria mensal e anual, do período entre janeiro de 1980 a dezembro de 2009, totalizando 30 anos de análise de dados.

Para a escolha dos anos-padrão utilizou-se o método proposto por Moura e Zanella (2012), onde os autores apresentam os procedimentos de escolha de períodos padrão (habituais e

excepcionais) em escala anual, estacional, mensal ou episódica por meio do tratamento quantitativo e/ou qualitativo da pluviosidade.

São muitos os trabalhos que se utilizaram desse critério no Brasil para o estudo do ritmo do clima em diferentes abordagens, entre eles cabe mencionar as obras de Monteiro (1969 e 2000), Sant'Anna Neto (1990), Souza (1998), Zavattini (2009). Para o tratamento das variáveis seguiu-se as orientações técnicas de Sant'Anna Neto (1990), Souza (1998) e Silva et al. (2005).

Das etapas do tratamento:

- 1) coleta e tabulação dos dados pluviométricos em base anual e sazonal;
- 2) cálculo dos totais anuais e sazonais e obtenção dos seus valores normais, utilizando a fórmula:

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{x_i}{N} \right)$$

Onde x_i é o total anual de chuva (mm) e i = número de observações (30 anos)

- 3) caracterização anual e sazonal da precipitação pela verificação da dispersão (desvio padrão).

Após o tratamento e a caracterização das variáveis pluviométricas iniciou-se a etapa de classificação e análise dos anos-padrão. Foi tomado como referência para a classificação o parâmetro sugerido por Sant'Anna Neto (1990); Moura e Zanella (2012), os quais estabelecem o uso do coeficiente de variação como critério de escolha dos anos-padrão. Do parâmetro proposto:

- ✓ Ano-padrão mais Chuvoso: ano com pluviosidade elevada, com índices superiores a 25% da média normal;
- ✓ Ano-padrão Habitual: ano com pluviosidade normal, cujo total pluvial situa-se dentro dos desvios médios padrão, com variação de -12,5% a +12,5%;
- ✓ Ano-padrão menos Chuvoso: ano com pluviosidade reduzida, com índices inferiores a -25% da média normal.

A figura 2 mostra a síntese da distribuição temporal dos desvios percentuais e identifica os períodos padrão da precipitação.

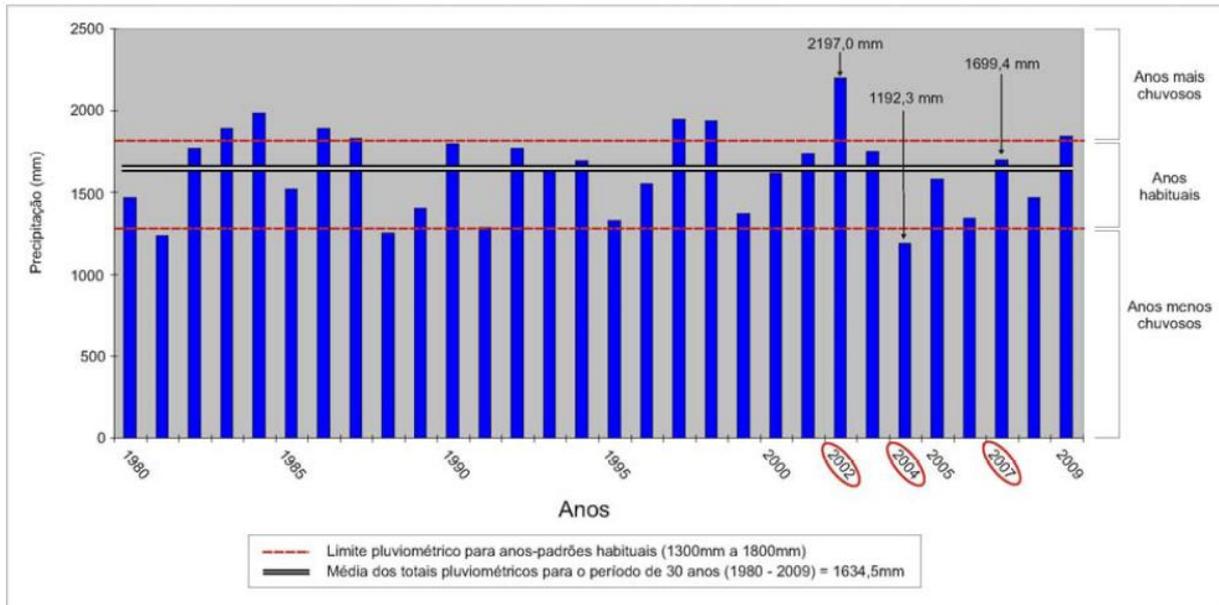


Figura 2 – Distribuição da precipitação pluviométrica no Estado do Rio Grande do Sul entre os anos de 1980 a 2009)

Dessa maneira, os padrões da pluviosidade anual apresentam as seguintes características:

- ✓ Ano-padrão mais Chuvoso: foram identificados oito anos (1983, 1984, 1986, 1987, 1997, 1998, 2002 e 2009), onde a precipitação ultrapassou valores maiores que 25% da média, porém para a análise dos dados levou em conta apenas o ano-padrão mais chuvoso 2002, ano em que registrou-se a maior pluviosidade total, entre os anos estudados (2197,0 mm);
- ✓ Ano-padrão Habitual: foram identificados dezoito anos com pluviosidade regular (1980, 1982, 1985, 1989, 1990, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1999, 2000, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007 e 2008), onde para a análise dos dados, levou-se em conta o ano de 2007 (ano-padrão habitual próximo a média mais recente encontrado no período de análise)
- ✓ Ano-padrão menos chuvoso: se enquadra nessa categoria quatro anos (1981, 1988, 1991 e 2004), sendo escolhido para análise o ano 2004 (ano de menor pluviosidade entre os 30 anos de análise).

De posse dos dados referentes aos anos-padrão, deu-se início à construção dos mapas de isolinhas de representação espacial da precipitação pluviométrica dos anos-padrão e também da normal climatológica organizada pela FEPAGRO.

Para a construção das isolinhas, foi utilizado o software Surfer 10.0, onde inseriu em sua interface a coordenada UTM X e Y de cada estação pluviométrica juntamente com a respectiva variável, calculada anteriormente.

O método geostatístico utilizado na confecção das isolinhas foi a krigagem, pois é um método de análise de dados baseado na interpolação dos dados. Assim, os valores intermediários dos dados são preservados, e o resultado final é uma superfície contínua de dados mais suavizados, minimizando os contrastes entre os polígonos.

Segundo Jakob (2002) a krigagem utiliza o dado tabular e sua posição geográfica para calcular as interpolações onde, as unidades de análise mais próximas entre si são mais parecidas do que unidades mais afastadas. Deste modo a krigagem utiliza funções matemáticas para acrescentar pesos maiores nas posições mais próximas aos pontos amostrais e pesos menores nas posições mais distantes, criando assim novos pontos interpolados com base nessas combinações lineares de dados, diminuindo o erro e aumentando a confiabilidade dos dados.

Após geradas as isolinhas no Surfer 10.0 exportou-as para o formato shapefile, onde foi possível manipular dos dados no software ArcGIS 10.2 versão educacional, pois se torna necessária a edição dos vetores e a atribuição de classes de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Da Normal Climatológica Sazonal e Anual

A precipitação pluviométrica na Bacia do Ibicuí apresenta uma variabilidade têmporo-espacial bastante distinta em todas as estações do ano, como observado na figura 3.

Conforme a figura 3, no verão é possível verificar uma pequena variação espacial da precipitação pluviométrica em toda área da Bacia. Nota-se que os maiores registros de pluviosidade estão próximos dos divisores de água (limites da bacia hidrográfica) que, por influência da orografia apresentam valores pluviométricos maiores se comparado as áreas a jusante do Rio Ibicuí.

As dessemelhanças espaciais do ritmo pluviométrico no verão são perceptíveis seguindo o curso do Rio Ibicuí (principal rio da bacia), onde a extremo leste do rio, nas nascentes do Ibicuí, choveu o equivalente 400 mm, enquanto que, ao aproximar-se da foz do Rio, a extremo oeste, a precipitação atinge aproximados 300 mm totais durante o período de verão, ou seja, cem milímetros a menos que nos limites a leste da Bacia.

Salienta-se ainda que este é o período de maior demanda de água por parte da rizicultura, no qual segundo o Plano Ibicuí (2010) nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro a demanda hídrica superficial para irrigação atinge 418 m³/s.

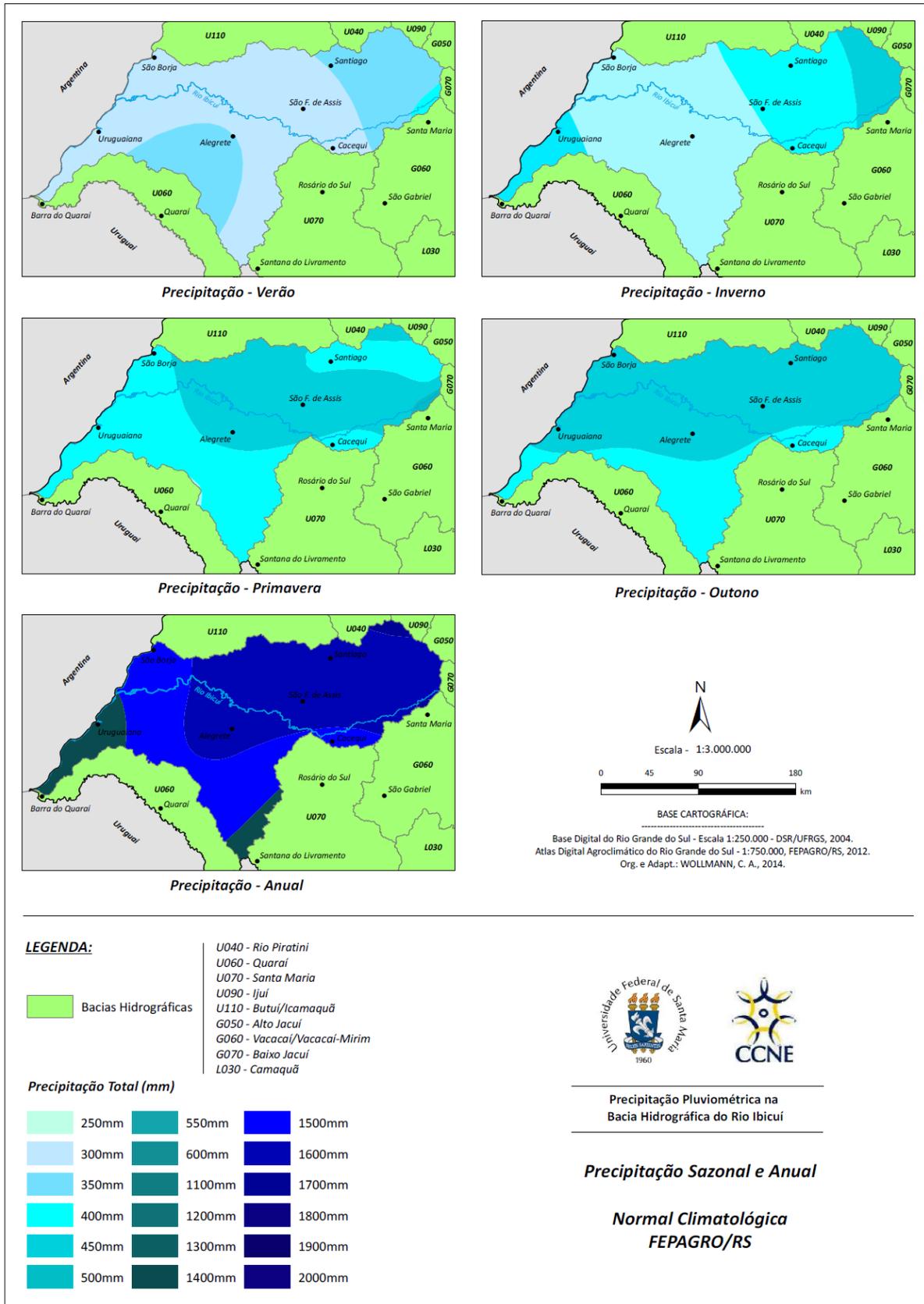


Figura 3 - Normal Climatológica da Precipitação Anual e Sazonal na Bacia Hidrográfica do Ibicuí, RS.
 Fonte: FEPAGRO/RS

Na primavera é possível identificar uma variação têmporo-espacial do regime pluviométrico total se comparado às outras estações do ano. Relacionando-se ao verão, a região de maior precipitação pluviométrica na primavera foi também a região da cabeceira do Rio Ibicuí, sendo seus valores pluviométricos menores conforme o curso do Rio, semelhante ao verificado no verão. A área que abrange as cidades de Alegrete e São Francisco de Assis, no curso médio do Rio Ibicuí apresentou pluviosidade de aproximadamente 500 mm totais, duzentos a mais se comparado a mesma área no verão, comprovando o maior regime pluviométrico na primavera.

A região ao entorno das cidades de Uruguaiana e São Borja, próximas a foz do Ibicuí, apresentou novamente os menores índices pluviométricos da Bacia, ou seja, aproximadamente 400 mm totais na primavera.

Segundo o Plano Ibicuí (op. cit.) na primavera a maior demanda de água superficial é para o abastecimento humano e para a dessedentação animal, gerando uma demanda total de aproximadamente 7 m³/s.

Conforme Araújo (1930) existe no Rio Grande do Sul dois tipos de chuva. O primeiro é o do oeste, iniciando em março e com término em junho, e pode ser chamado tipo de chuvas de Outono, e o segundo, é o da parte leste, o qual tem seu início no mês de junho e finaliza em setembro, acentuando-se em agosto e setembro na parte nordeste do Estado, e pode ser determinado como tipo de chuvas de inverno.

Deste modo, a estação de outono apresenta a menor variação espacial da precipitação pluviométrica, pois conforme percebe-se na figura 2 a variação espacial da precipitação nesta estação do ano foi de apenas 50 mm em toda a área da Bacia. Nota-se ainda que a distribuição da precipitação neste período ocorreu horizontalmente no sentido norte-sul da bacia, sendo a porção norte, de maiores valores pluviométricos que a porção sul.

Assim como na primavera, o outono também apresentou uma pequena variação têmporo-espacial, exceto na região ao entorno de Santiago, onde a precipitação apresentou valores mais elevados (450 mm). Neste período as maiores demandas de águas superficiais foram novamente para o abastecimento público e para o consumo animal (PLANO IBICUI, 2010). Diferentemente do outono, que apresentou uma variação espacial de precipitação pluviométrica de apenas 50mm, o inverno caracterizou-se por uma variação espacial no sentido vertical, definida por quatro distintas faixas de cores. A região ao entorno de Alegrete e São Borja, no médio/baixo curso do Rio Ibicuí,

apresentou a área de menor valor total de precipitação pluviométrica e, a área compreendida pela cidade de Uruguaiana apresentou os maiores valores pluviométricos para a estação de inverno.

Conforme Machado (1950) ao estudar o clima do Rio Grande do Sul sob a perspectiva empírica, verificou que dos totais anuais registrados no Estado, 27% das chuvas correspondem ao regime de primavera, de 28% a 31% aos de outono, 28% aos de inverno e o restante ao regime de verão, comprovando assim, que o menor valor pluviométrico é atribuído ao verão e os maiores valores registrados no outono e no inverno.

Em relação aos totais anuais, verifica-se na Bacia do Ibicuí uma variação têmporo-espacial de 200 mm, sendo a porção a oeste da bacia a região a apresentar os menores valores pluviométricos, aproximadamente 1400 mm anuais. Enquanto que no curso médio do rio as chuvas atingem 1500 mm totais e nas cabeceiras de drenagem, em cidades como Santiago e São Francisco de Assis, o total anual é de 1600 mm.

Dos Anos Padrões

A escolha de períodos padrão é um procedimento adotado no emprego da análise rítmica, técnica proposta por Monteiro (1969, 1971, 1976). Conforme Moura e Zanella (2012) a análise rítmica é o aporte metodológico e técnico na investigação geográfica dos tipos de tempo em sua sucessão habitual e extrema, condição que configura o ritmo climático.

Deste modo, uma metodologia composta por diversos procedimentos é trazida por Monteiro (1969, 1971, 1976) e um destes procedimentos inclui a escolha de períodos “padrão” (anual, estacional, mensal ou episódico), que expressem um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais, ao lado daqueles afetados por irregularidades na circulação com capacidade de produzir situações adversas (MOURA E ZANELLA, op. cit. p. 548).

Ano Padrão mais chuvoso

O maior valor pluviométrico verificado na Bacia do Ibicuí corresponde ao ano de 2002 (Figura 4). Conforme Wollmann (2011) o ano de 2002 apresentou a ocorrência de *el niño* classificado como de intensidade moderada. Para o sul do Brasil, a ocorrência do fenômeno de *el niño* eleva significativamente os valores de precipitação pluviométrica.

Este fator é um indicativo da ocorrência de elevada precipitação, fazendo deste, o ano padrão de maior índice pluviométrico na Bacia do Ibicuí.

Observando a figura 4, verifica-se que no verão as chuvas atingiram valores entre 1200 e 1300 milímetros na bacia do Ibicuí. Valor este, considerado muito elevado se comparado a um ano habitual, que apresentou neste mesmo período, como maior índice registrado, apenas 300 mm totais, mil a menos se comparado ao ano mais chuvoso (2002).

A pluviosidade na primavera de 2002 também apresentou uma grande variação espacial na Bacia do Ibicuí, porém neste período a amplitude atingiu 500 mm, sendo que nos extremos oeste e leste da Bacia, foram as áreas de maiores valores pluviométricos, 1600 e 1500 mm totais, respectivamente.

No médio curso do Rio Ibicuí, o município de São Francisco de Assis apresentou um valor pluviométrico total na primavera de 1100 mm, enquanto que suas cidades vizinhas, Santiago e Cacequi, apresentaram o valor total de 1200 mm.

No outono, a variação têmporo-espacial exibiu um valor de precipitação bem definido, variando de leste para oeste da bacia, sendo que o extremo leste apresentou aproximadamente 500 mm de chuva no outono, enquanto que no extremo oeste, Uruguaiana apresentou um valor pluviométrico de 1000 mm.

Esta grande variação têmporo-espacial percebida anteriormente pode ser descartada para o inverno do ano padrão mais chuvoso (2002), pois a variação espacial neste período foi de apenas 100 mm. As áreas de extremo leste e sudoeste foram as que se destacaram com os maiores valores de precipitação, ou seja, 1500 mm, enquanto que nas áreas do médio curso do rio Ibicuí, compreendidas pelas cidades de Alegrete, São Francisco de Assis, São Borja e Uruguaiana apresentaram valores de 1400mm.

Ainda, conforme a figura 3 verificou-se que o ano padrão mais chuvoso, apresentou também uma grande variação pluviométrica, a qual atingiu pontos máximos novamente a extremo leste da bacia, como também a noroeste. Estas áreas registraram precipitações totais de aproximadamente 3200 mm, seguida pela área compreendida pela cidade de São Borja, com 3100mm anuais. A região central da Bacia do Ibicuí, entre as cidades de São Francisco de Assis e Alegrete apresentaram valores entre 2600 e 2700 mm, valores estes também registrados na foz do Rio Ibicuí.

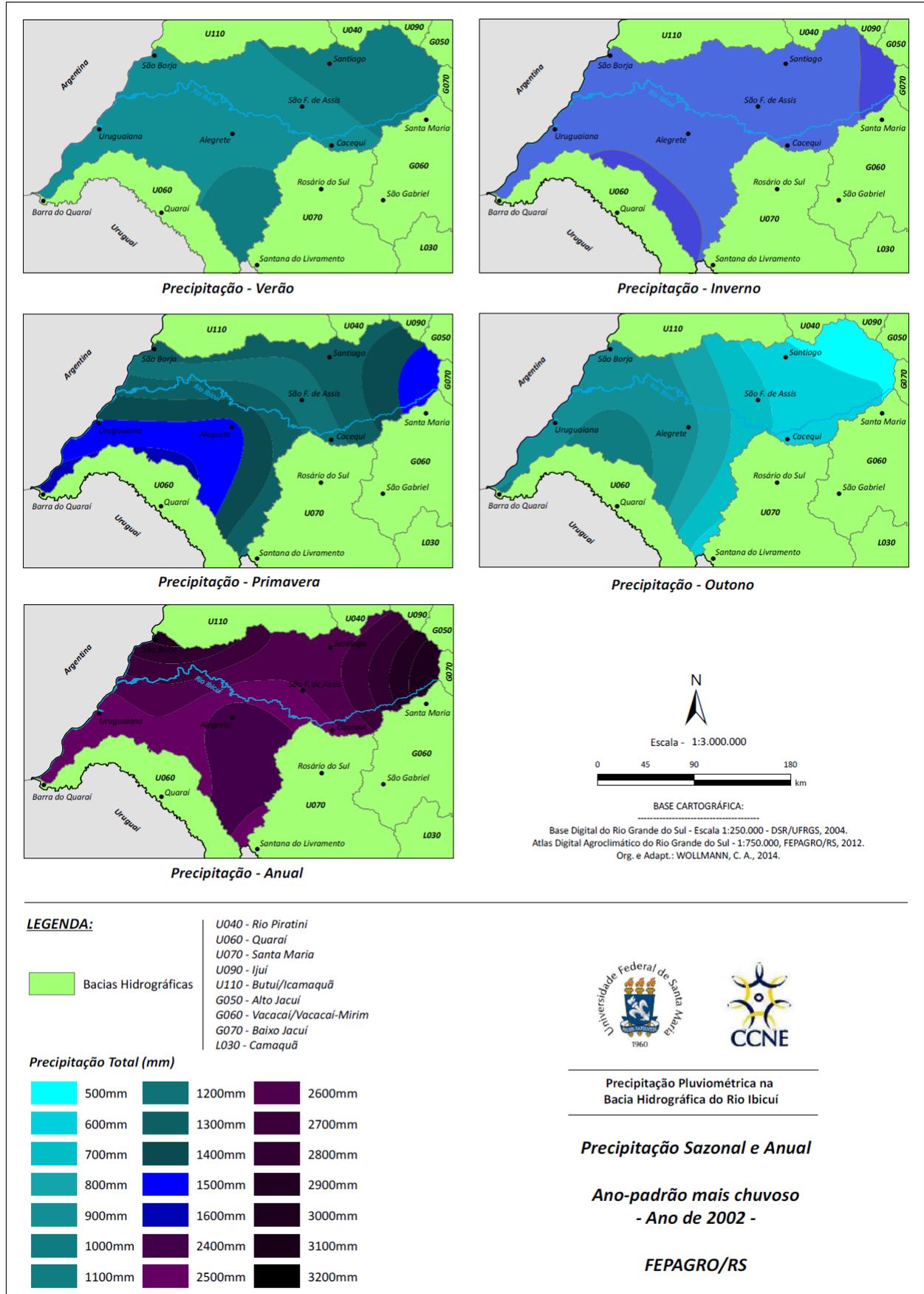


Figura 4 - Ano- Padrão Mais Chuvoso - 2002 - Bacia Hidrográfica do Ibicuí, RS.

Ano padrão menos chuvoso

O menor valor pluviométrico anual foi verificado no ano de 2004, conforme a figura 5.

O verão do referido ano apresentou um valor pluviométrico muito baixo, sendo registrado ao sul da bacia do Ibicuí, um total de 100 mm no verão. Na região do médio-baixo Ibicuí, a qual abrange as cidades de Alegrete e Uruguaiana, observou-se uma maior quantidade total de precipitação, sendo verificado nesta região 200 mm totais.

No verão o maior valor pluviométrico verificado, foi novamente na cabeceira do rio Ibicuí, na área que compreende parte dos municípios de São Pedro do Sul e Santa Maria. Nesta área choveu o equivalente à 400 mm, ou seja, 300 a mais que a extremo sul da bacia.

Apesar de também apresentar grande diferença pluvial, a primavera registrou valores maiores que verificado no verão. A região que compreende as cidades de Uruguaiana e Alegrete, apresentou no verão aproximadamente 200 mm de chuva, enquanto que na primavera registrou-se um total de 300 mm.

A menor diferença pluvial foi verificada no outono, onde registou-se apenas 100 mm de diferença em toda a área da bacia. Cidades como Uruguaiana, São Borja, Alegrete, Santiago, entre outras, registraram o menor índice do outono, com 200 mm enquanto que, a cidade de Cacequi apresentou uma faixa, a qual abrange também a cidade de Rosário do Sul, fora da bacia, com precipitação alcançando 300 mm.

Os menores valores pluviométricos foram identificados no inverno. Neste período verificou-se uma variação espacial crescente no sentido oeste-leste, onde a maior parte da Bacia, compreendida pelas cidades de Uruguaiana, Alegrete, São Francisco de Assis e Santiago, apresentaram um total pluviométrico de apenas 100 mm, ou seja, 1400 mm a menos que registrado nesta mesma área no ano padrão mais chuvoso.

A precipitação anual total apresentou uma grande variação espacial, sendo a região sul da bacia, que apresentara os mínimos valores no inverno e verão, apresentou também no regime total anual, os menores índices registrados na bacia.

Esta variação anual da precipitação é perceptível no sentido crescente sul-nordeste, onde no extremo sul registrou-se apenas 900 mm anuais, enquanto que na área compreendida pela depressão periférica sul-rio-grandense, próximos a cidade de Santa Maria, os valores pluviométricos totais registraram 1600 mm.

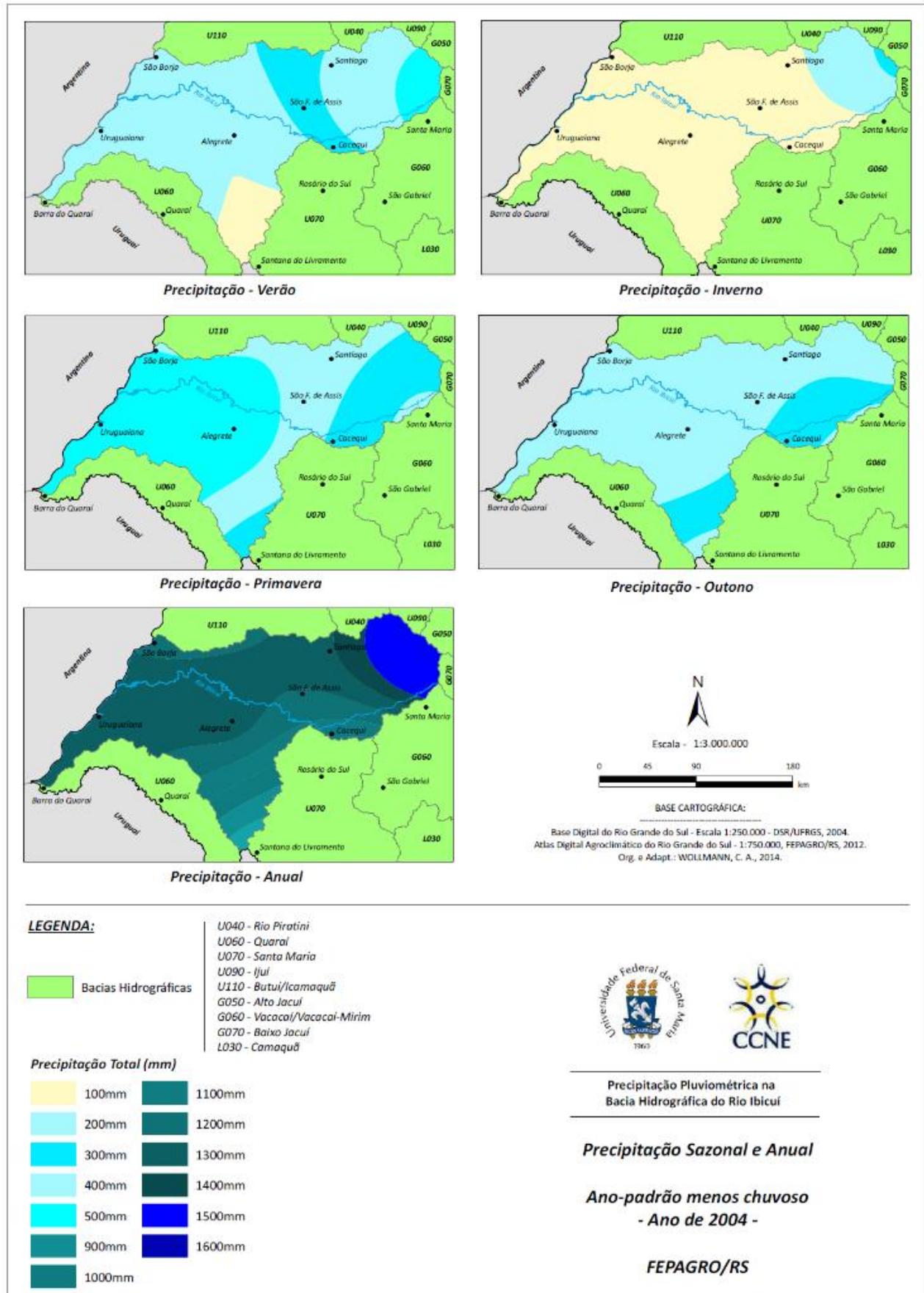


Figura 5 - Ano-Paradigma menos Chuvoso - 2004 - Bacia hidrográfica do Ibicuí, RS.

Este fato demonstra a grande variação espacial da pluviosidade anual presente nesta bacia hidrográfica de grande importância, principalmente para a agricultura do Rio Grande do Sul.

Ano Habitual

O ano é habitual é compreendido pela pluviosidade normal cujo total pluvial situa-se dentro dos desvios médios padrão. Deste modo foi classificado como ano habitual o ano de 2007 (Figura 6).

No verão do ano habitual é possível identificar uma variação espacial tendendo a encontrar a depressão periférica sul-riograndense. Conforme observado anteriormente, atenta-se para a semelhança de valores pluviométricos das cidades de Alegrete e Uruguaiana em que no verão de 2007, ambas registraram um total de 100 mm.

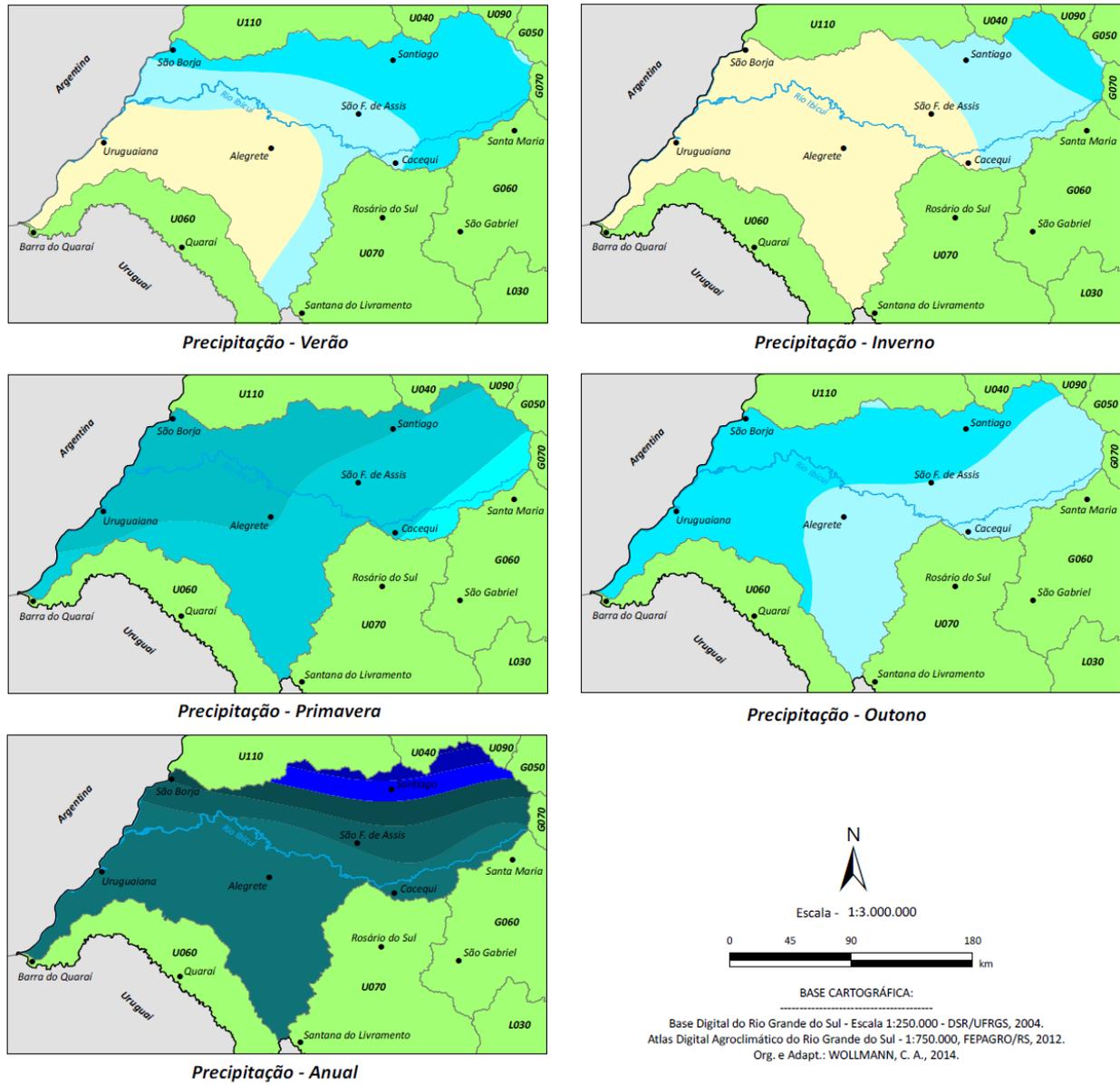
Esta semelhança de valores pluviométricos verificada nas cidades de Alegrete e Uruguaiana, é percebida também na depressão periférica, onde nesta área formam-se visivelmente faixas que apresentam um valor pluviométrico total mais elevado. Para o verão não foi diferente, ou seja, esta área que compreende parte das cidades de Santa Maria e São Pedro do Sul, apresentaram novamente, agora no ano habitual, os maiores valores pluviométricos, 300 milímetros totais.

Novamente a primavera apresentou maiores valores de pluviosidade se comparada ao verão. Diferentemente das outras estações do ano, a primavera registrou valores elevados de pluviosidade, ou seja, nas cidades de Alegrete, São Borja e Uruguaiana, que no verão apresentaram 100 mm, na primavera este valor subiu para um total de 700 mm.

Assim sendo, a precipitação no outono apresenta duas faixas de variação, uma verificada na porção oeste da Bacia com precipitação total de 300 mm e outra verificada na porção leste com 100 milímetros a mais de chuva.

Esta precipitação que por hora eleva-se, volta a registrar números mínimos no inverno de 2007, onde novamente Uruguaiana e Alegrete registram 100 mm de chuva, enquanto que a norte de Santa Maria os valores registraram o maior índice de pluviosidade novamente, 300 mm.

A figura 5 demonstra também o total anual da precipitação pluviométrica. No ano de 2007 a variação de precipitação foi de 600 mm dentro da área da Bacia do Ibicuí. Igualmente a registros anteriores, a mesma tendeu a aumentar no sentido sul-norte, sendo a região ao centro-sul da Bacia a apresentar os menores índices de pluviosidade (1200 mm anuais), enquanto que na porção norte próximo a Santiago, a precipitação registrada foi de 1.800 mm no ano habitual de 2007.

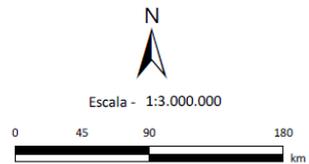


LEGENDA:

- Bacias Hidrográficas
- U040 - Rio Piratini
- U060 - Quaraí
- U070 - Santa Maria
- U090 - Ijuí
- U110 - Butuí/Icamaquã
- G050 - Alto Jacuí
- G060 - Vacacaí/Vacacaí-Mirim
- G070 - Baixo Jacuí
- L030 - Camaquã

Precipitação Total (mm)

	100mm		1200mm
	200mm		1300mm
	300mm		1400mm
	400mm		1500mm
	500mm		1600mm
	600mm		1700mm
	700mm		1800mm



BASE CARTOGRÁFICA:

Base Digital do Rio Grande do Sul - Escala 1:250.000 - DSR/UFRGS, 2004.
 Atlas Digital Agroclimático do Rio Grande do Sul - 1:750.000, FEPAGRO/RS, 2012.
 Org. e Adapt.: WOLLMANN, C. A., 2014.



Precipitação Pluviométrica na
 Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí

Precipitação Sazonal e Anual

**Ano-padrão habitual
 - Ano de 2007 -**

FEPAGRO/RS

Figura 6 - Ano- Padrão Habitual - 2007 - Bacia hidrográfica do Ibicuí, RS.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta pesquisa de caracterização da precipitação pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Ibicuí pode-se constatar primeiramente uma grande variação têmporo-espacial da precipitação pluviométrica principalmente nos meses de verão e inverno, caracterizados pelos menores valores pluviométricos enquanto que os meses de outono e primavera apresentaram os maiores valores pluviométricos da bacia do Ibicuí.

Quanto a dinâmica espacial da precipitação na bacia pode-se perceber a ocorrência de duas diferentes dinâmicas climáticas, a primeira, localizada no planalto de Uruguaiana, no médio-baixo curso do rio, compreendida pelas cidades de Uruguaiana e Alegrete, onde as altitudes variam de 80 a 120 metros, marcada por um relevo suavemente ondulado, onde a precipitação anual registra aproximadamente 1200 milímetros.

A outra área é caracterizada pela abrangência da depressão central gaúcha, Escarpa da Serra Geral e Planalto Dissecado do Rio Uruguai, a qual compreende as cidades de Santiago e Santa Maria, com altitudes variando de 130 a 350 metros, onde a precipitação normal atinge 1800 mm anuais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, L. C. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1930.

BEZERRA, Ricardo Braz. **BEZERRA, R. B. Balanço Hídrico em Porto Velho – RO, no Período de 1954 a 1993, através do Método de Thornthwaite e Mather**.1996. 83 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 1996.

BEZERRA, Ricardo Braz. **Variabilidade espacial do balanço hídrico climatológico da região Norte do Brasil e influência do de**. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004. Disponível em: <http://www.dca.ufcg.edu.br/posgrad_met/trabalhos.html>. Acesso em: 13 nov. 2013.

COMITE IBICUÍ (Rio Grande do Sul). Comitê Ibicuí (Ed.). **A Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí**. Disponível em: <<http://www.comiteibicui.com.br/abaciadorioibicui.php>>. Acesso em: 04 mar. 2014.

JAKOB, Alberto Augusto Eichman. A Krigagem como Método de Análise de Dados Demográficos. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12., 2002, Ouro Preto, Mg. **Anais do XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais**. Ouro Preto: Abep, 2002. p. 1 - 21. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/gt_sau_st3_jakob_text>.

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

MARENGO, José. Mudanças Climáticas Globais e Regionais: Avaliação atual do Brasil e Projeções de Cenários Climático. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p.1-18, jun. 2001. Semestral. Disponível em: <http://www.rbmet.org.br/port/revista/revista_artigo.php?id_artigo=537>. Acesso em: 13 fev. 2014.

MATZENAUER, Ronaldo; RADIN, Bernadete; ALMEIDA, Ivan Rodrigues de (Ed.). **Atlas climático**: Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura Pecuária e Agronegócio; Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), 2011. 1 v. Disponível em: <http://www.cemet.rs.gov.br/area/7/Atlas_Climático>. Acesso em: 12 mar. 2014.

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. **Análise Rítmica em Climatologia**: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971. 1 v. (Série Climatologia).

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. **Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil**: Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1969. 1 v. (Série Teses e Monografias).

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1976. 25 v. (Série Teses e Monografias).

MONTEIRO, Carlos Augusto Figueiredo. A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil: Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempos no Brasil. **Série Teses e Monografias**, São Paulo, v. 1, n. 1, p.1-10, Não é um mês valido! 1969.

MOURA, Marcelo de Oliveira; ZANELLA, Maria Elisa. Escolha de “Anos-Padrão” para o estudo do conforto térmico em Fortaleza, CE: verificação de critérios. **Revista Geonorte**, Amazonas, v. 1, n. 5, p.547-560, nov. 2012. Ed. Especial 2. Disponível em: <[http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_\(ESCOLHA DE “ANOS- PADRÃO” PARA O ESTUDO DO CONFORTO TÉRMICO EM FORTALEZA, CE](http://www.revistageonorte.ufam.edu.br/attachments/013_(ESCOLHA_DE_“ANOS-PADRÃO”_PARA_O_ESTUDO_DO_CONFORTO_TÉRMICO_EM_FORTALEZA,_CE)

OLIVEIRA, Francisco Evandro. **As Alterações Climáticas em Manaus no Século XX**. 1995. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

SAMPAIO, Marcela Vilar et al. Zoneamento ambiental da sub-bacia hidrográfica do Rio Ibicuí-Mirim, RS. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, Pb, v. 4, n. 2, p.25-28, jun. 2010. Disponível em: <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v4_n2_jun/tca05_zoneamento.pdf>. Acesso em: 1 fev. 2013.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista**. 1990. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

SARTORI, Maria da Graça Barros. Distribuição das chuvas no Rio Grande do Sul e a variabilidade têmporo-espacial no período 1912-1984. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 5., 1993, São Paulo. **Anais do V Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. São Paulo: USP, 1993. p. 275 - 277.

SILVA, Ângela Cristina et al. Caracterização das chuvas no litoral norte paulista. **Revista Cosmos**, Presidente Prudente, v. 3, n. 5, p.39-48, jan. 2005. Quadrimestral.

SOUZA, Cleonice Furtado de. **Dinâmica Climática e as Chuvas no Nordeste Brasileiro no Eixo Barra do Corda/MA- Natal/RN (relações com o fenômeno EL Niño)**. 1998. 374 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Departamento de Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

VIEIRA, Eurípides Falcão. **Rio Grande do Sul: Geografia física e vegetação**. Porto Alegre: Sagra, 1984.

WOLLMANN, Cássio Arthur. **Zoneamento Agroclimático para a Produção de Roseiras (Rosaceae spp.) no Rio grande do Sul**. 2011. 386 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia Física, Departamento de FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-18012012-123630/pt-br.php>>. Acesso em: 01 fev. 2013.

WOLLMANN, Cássio Arthur; SARTORI, Maria da Graça de Barros. Frequência mensal e sazonal da participação de sistemas atmosféricos no verão do Rio Grande do Sul: análise sobre três casos típicos (1986/1987, 1997/1998 e 2004/2005). **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 31, n. 1, p.141-161, jun. 2009. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaenatura/>>

WOLLMANN, Cássio Arthur; SARTORI, Maria da Graça de Barros. O Clima do Rio Grande do Sul No Verão: Análise Sobre a Circulação Atmosférica Regional e os Principais Tipos de Sucessão do Tempo em Três Casos Típicos. **Revista Geografia Ensino e Pesquisa**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p.33-43, jun. 2009.

WOLLMANN, Cássio Arthur; SIMIONI, João Paulo Delapasse. Variabilidade espacial dos atributos climáticos na Estação Ecológica do Taim (RS), sob domínio polar. **Revista do Departamento de Geografia - USP**, São Paulo, v. 25, n. 1, p.56-76, abr. 2013. Disponível em: <<http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/437>>. Acesso em: 12 fev. 2014.

ZAVATINI, João Afonso. **Estudos do clima no Brasil**. Campinas, Sp: Editora Alínea, 2009. 398 p.

Artigo submetido em: 02/04/2014

Artigo aceito em: 16/09/2014