

Eixo Temático: Inovação e Sustentabilidade

**ANÁLISE SOBRE A VARIABILIDADE ANUAL DA PRECIPITAÇÃO
PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO JACUÍ/RS COMO
SUBSÍDIO PRA A GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS**

**BEHAVIOR ANALYSIS OF ANNUAL PRECIPITATION IN THE CATCHMENT
AREA OF THE HIGH JACUÍ/RS AS SUBSIDY TO THE WATERSHED
MANAGEMENT**

Jakeline Baratto e Cássio Arthur Wollmann

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo analisar espacialmente a variabilidade anual da precipitação pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, visando sua influência na gestão das bacias hidrográficas. A área de estudo possui um total de 12.985,44 km², abrangendo municípios importantes do Rio Grande do Sul como Carazinho, Cruz Alta, Passo Fundo, Sobradinho e Tupanciretã, cuja população total estima-se em 366.628 habitantes (IBGE, 2010). Os principais cursos de água além do rio Jacuí, são o Rio Jacuí-mirim, Jacuízinho, Rios Ivaí, dos Caixões. Os principais usos da água se destinam à irrigação, dessedentação animal, consumo humano e geração de energia elétrica. Como resultado, a precipitação média total em toda a bacia hidrográfica do Alto Jacuí para o período de 1960 a 2000 foi de 1736, 63 mm anuais. Na análise foi possível observar que a montante dos principais rios, ocorre uma maior precipitação do que a jusante. Dessa forma, os reservatórios localizados nessa porção da bacia recebem mais precipitação. Assim, a precipitação aumenta de sudoeste para nordestes. A pesquisa foi de fundamental importância para ter melhores informações sobre a variabilidade média total nos postos pluviométricos na bacia hidrográfica do Alto Jacuí para a melhor gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Precipitação, bacia hidrográfica, gestão, distribuição espacial.

ABSTRACT

The present paper aims to analyse spatially the annual variability of rainfall of the catchment area of the Alto Jacuí, seeking his influence in the management of river basins. The study area has a total of 12,985 .44 km², encompassing important municipalities of Rio Grande do Sul as Carazinho, Cruz Alta, Passo Fundo, Sobradinho and Tupanciretã, whose total population is estimated at 366,628 inhabitants (IBGE, 2010). The main water courses besides the Jacuí River, are the River Jacuí-mirim, Jacuízinho, rivers Ivaí, the Caixões. The main uses of the water intended for irrigation, animal watering, human consumption and electric power generation. As a result, the total average rainfall throughout the watershed of upper Jacuí for the period 1960 to 2000 was 1736, 63 mm annually. In the analysis it was possible to observe that the amount of major rivers, occurs a greater precipitation than downstream. In this way, the reservoirs located in this portion of the basin receive more precipitation. Thus, precipitation increases from the southwest to Northeast. The survey was of fundamental importance to have better information on the average total variability in rainfall in the catchment area of the Jacuí High for better management of water resources.

Keywords: rainfall, hydrographic basin, management spatial distribution

Introdução

A precipitação pluvial é um dos elementos climáticos que possuem maior impacto, pois está relacionado com diversos setores da sociedade, de forma que o regime pluviométrico pode 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).

Assim, na determinação da variação espacial das precipitações pluviométricas há a possibilidade de minimizar, com maior segurança, os riscos ambientais provenientes de eventos “extremos”, como inundações ou períodos de estiagem. Na análise espacial das precipitações pluviométricas, os níveis altimétricos constituem-se um elemento importante na avaliação das diferentes médias de chuvas (SILVEIRA, 2012).

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

Dessa forma, Paula (2008) também destaca que a precipitação 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 períodos longos sem chuvas e ou em períodos com chuvas intensas. Com isso, os planejamentos, projetos e pesquisas em recursos hídricos requerem informações hidrológicas precisas, reduzindo assim, a possibilidade de falhas de projetos, bem como o risco econômico que surge de informações inadequadas (VIEIRA, et al. 2012).

Por sua vez, as bacias hidrográficas têm sido utilizadas como importantes unidades de planejamento e gestão ambiental, pois, permite uma série de observações quanto ao uso e conservação dos recursos naturais, ultrapassando os limites municipais, abordando-se de uma forma integrada este importante sistema ambiental. Assim, entre os elementos do clima, a pluviometria assume um papel importante para a caracterização climática de uma determinada área, pois a questão pluviométrica se torna essencial para a atividade de agrícola (Silva; Silva, 2012).

O conhecimento detalhado da variabilidade das precipitações pluviométricas nessa área é de grande importância, pois, com isso, objetiva-se um melhor planejamento das atividades agrícolas, industriais, turísticas, bem como o planejamento do uso racional da água nas diversas regiões da bacia hidrográfica (CHIERICE; LANDIM, 2014).

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar especialmente a variabilidade anual da precipitação pluviométrica da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí visando sua influência na gestão da bacia hidrográfica.

Caracterização da Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí situa-se na porção centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 28°08' S a 29°55' S, e 52°15' N a 53°50' N (Figura 1).

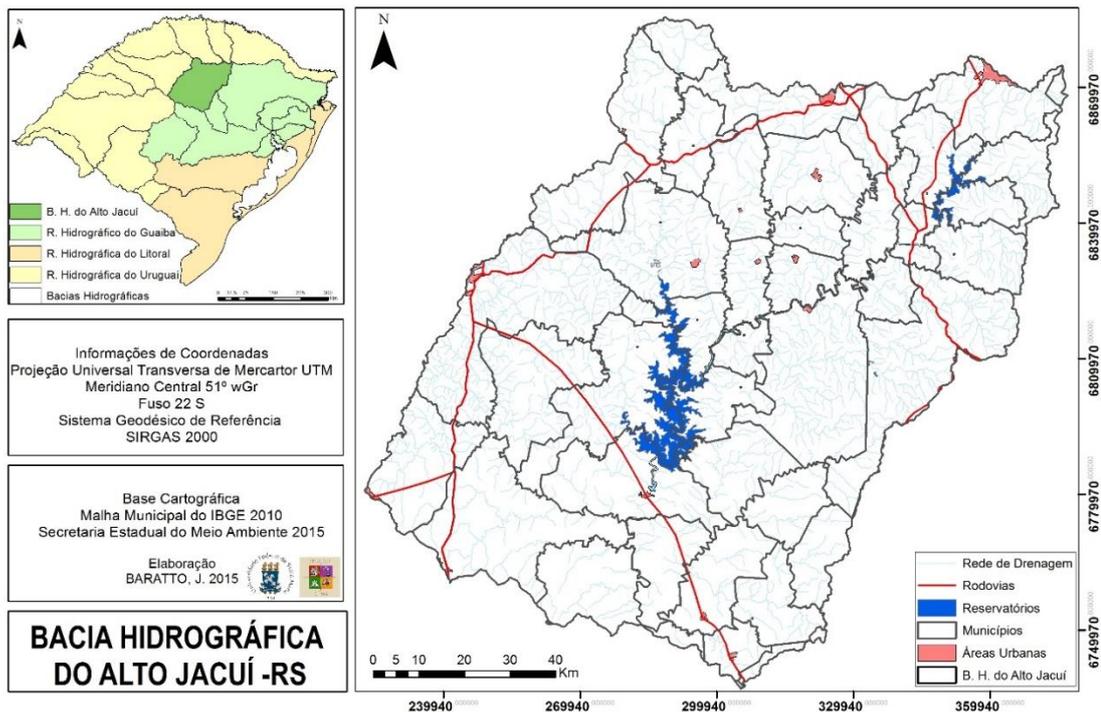


Figura 1- Localização da área de estudo.

A bacia hidrográfica o Alto Jacuí abrange as Províncias Geomorfológicas dos Planaltos Meridional e Chapadas da Bacia do Paraná e a área de transição do rebordo desses planalto com a Depressão. Na área de estudo há uma formação geológica predominantemente de Rochas Vulcânicas e Arenitos intercalado da Formação Serra Geral. Na sua parte leste a um predomínio de rochas Vulcânicas Ácidas e Arenitos Intercalados e na parte oeste um ocorrência de rochas Sedimentar da Formação Caturrita (CEEE, 2008).

Segundo Ziani (2015) a Bacia Hidrografia do Alto Jacuí possui uma amplitude altimétrica de 700 metros, sendo que as maiores altitudes na bacia estão localizadas nas porção nordeste e leste. Já as menores altitudes estão localizado na parte sul. Assim, a bacia possui um aumento das altitude no leste e nordeste.

A autora ainda salienta que a maior parte da população existente na BH do Alto Jacuí reside na área urbana, cerca de 60%. Em relação ao tipo de uso do solo a bacia hidrográfica é predominante para fins agrícola, correspondendo a 64% da área total da bacia (ZIANI,2014).

Revisão da Literatura

A bacia hidrográfica pode ser entendida como sendo toda a área de captação natural da água oriunda da precipitação pluvial que escoam superficialmente para um corpo de água ou seu contribuinte, assim os limites de uma bacia hidrográfica são definidos pelo relevo, dessa forma as áreas mais elevadas são consideradas como sendo os divisores de águas (SEMA, 2014). Bacia hidrográfica segundo Trentin (2007 apud, Rocha 1989) é definida como a área em que é drenada as chuvas por ravinas, canais e tributário para um curso principal, e ele para uma única saída onde é desaguado diretamente para o mar, ou um grande lado.

A gestão de bacias hidrográficas aprofunda-se à medida que aumenta sua importância como unidade para o planejamento e conservação do ambiente natural e urbano. No desenvolvimento econômico atual, ainda grande parte da água é utilizado de forma irracional e não sustentável (BERNARDI et al. 2013). Dessa forma o planejamento e a gestão dos recursos hídricos têm como principais objetivos minimizar os impactos do uso do solo, sobre

a importância da proteção dos recursos hídricos e realização de atividades educativas e conscientizadoras (CARVALHO, et al. 2012).

A legislação brasileira trata a bacia hidrográfica como um território de atuação de políticas públicas. Além de ser unidade básica para instalação de sistemas de gerenciamento de recursos hídricos, como uma unidade básica de gestão. No Brasil, considerando a Lei Federal n.º 9.433 do dia 8 de janeiro de 1997 o seu inciso V, do artigo 1º, a bacia hidrográfica é considerada unidade de território para prática da Política Nacional de Recursos Hídricos e ação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

No Rio Grande do Sul, a política de recursos hídricos também reconhece a bacia hidrográfica como unidade de gestão. A Lei Estadual do Rio Grande do Sul, n.º 10.350 de 30 de dezembro de 1994, institui o sistema estadual de recursos hídricos. No parágrafo único de seu artigo 1º, os recursos hídricos são integrados no ciclo hidrológico, englobando a derivação aérea, superficial e subterrânea, sendo a bacia hidrográfica a unidade básica de articulação. Essa lei regulariza, para cada bacia hidrográfica do estado, a criação de um comitê a fim de gerenciar a bacia.

No caso o Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Alto Jacuí foi criado pelo Decreto Estadual N°40.882, de 11/06/2001. Tem como membros 42 entidades representativas dos usuários da água, da população da bacia e dos órgãos da administração direta, estadual e federal, relacionados com recursos hídricos, conforme os artigos 13 e 14 da Lei Estadual n° 10.350/94, eleitos por seus pares, para um mandato de dois anos, permitida a recondução. Faz parte do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, juntamente com o Conselho de Recursos Hídricos CRH, o Departamento de Recursos Hídricos DRH, a Fundação Estadual de Proteção Ambiental FEPAM e as Agências de Regiões Hidrográficas (COAJU, 2015).

Na gestão de uma bacia hidrográfica, é importante quantificar a precipitação. Assim a determinação da precipitação pluviométrica média das bacias hidrográficas torna-se importante para a aplicação na gestão e planejamentos de recursos hídricos, visando o abastecimento de água humano, irrigação em áreas rurais e também evitar perdas com inundação de rios. Dessa forma, para calcular a precipitação média de uma bacia hidrográfica em um período, é necessário observar postos pluviométricos dentro do limite e em postos localizados em bacias vizinhas, pois influenciam no total precipitado no limites da bacia de interesse (ONZI et al, 2014).

Nesse sentido, os dados pluviométricos tornam-se fundamentais em estudos relacionados à gestão dos recursos hídricos, com aplicação nos setores hidroenergético, planejamento, saneamento básico, abastecimento público e industrial, irrigação e drenagem, pecuária, previsão do tempo, impacto ambiental, entre outros estudos (SALGUEIRO, 2005). Assim, quantificar a disponibilidade de precipitação pluviométrica em uma bacia hidrográfica é fator importante para o gerenciamento dos recursos hídricos disponíveis, fundamentais para a irrigação, produção de culturas, e também para o controle de cheias e erosão hídrica (MICHELOTTI, et al. 2013)

Nesse contexto, Salgueiro (2005) salienta que conhecer as precipitações de uma região ou bacia hidrográfica assume um requisito fundamental para o desenvolvimento socioeconômico da mesma. A estimativa dos seus valores mais prováveis, a identificação das áreas de ocorrências e a regularidade com que as mesmas se distribuem, são informações importantes para o planejamento hídrico. Assim, obter o conhecimento dos totais precipitados constitui elemento importante na determinação das vazões superficiais e conseqüentemente suas disponibilidades para um perfeito gerenciamento do recurso hídrico.

Metodologia

Para a realização deste trabalho, precisou-se primeiramente coletar os dados dos postos pluviométricos controlados pela Companhia Estadual de Energia Elétrica Geração e Transmissão (CEEE-GT). Os dados obtidos foram de 17 postos localizados dentro e fora da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí, assim como salienta Onzi (2014) que para calcular a precipitação média de uma bacia hidrográfica, em um período histórico, se faz necessário observar postos pluviométricos dentro do limite da bacia e postos localizados em bacias hidrográficas vizinhas, que influenciam no total precipitado no limite dessa. Os dados obtidos compreende entre os anos de 1960 a 2000, totalizando 41 anos de dados pluviométricos em 17 postos (Tabela 1).

Tabela 1- Postos Pluviométricos localizados dentro e nas proximidades na Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Os dados foram manipulados através da estatística descritiva no software Excel 2013, buscando analisar as médias de todos os postos no período e os desvio padrão da precipitação média.

Postos	Município	UTM X	UTM Y	Altitude
Reservatório Capiguí	Marau	381343	6862787	664
Reservatório Eng. Maia Filho	Campos Borges	287051	6785543	361
Coloninha	Arroio do Tigre	305430	6749052	448
Esquina Gaúcha	Cruz Alta	244434	6829492	432
Itaúba	Estrela Velha	282790	6761837	377
Marau	Marau	382408	6851017	512
Passo Bela Vista	Espumoso	320080	6819637	408
Passo do Lagoão	Ibirubá	295309	6830864	424
Passo Estrela	Estrela Velha	298505	6768230	339
Pessegueiro	Passo Fundo	359235	6875306	611
Ponte Jacuí	Vitor Graeff	328870	6840146	468
Ponte Santo Antônio	Ibirubá	289449	6830557	433
Pulador	Ernestina	345917	6846805	511
Usina Colorado	Tapera	317416	6832156	411
Usina Ernestina	Ernestina	349113	6839880	500
Usina Ivaí	Júlio de Castilhos	270537	6774888	347
Vila Três Passos	Marau	364029	6850268	493

Para a confecção do mapa da distribuição pluviométrica da bacia hidrográfica do Alto Jacuí foram utilizados as médias dos totais de precipitação de todos os postos pluviométricos e através do programa computacional, ArcGIS 10.1, desenvolvido pela ESRI foram geradas as isoietas pelo método de interpolação geoestatística krigagem, pois é um método muito utilizado para a espacialização de dados climáticos conforme salienta Wollmann (2011). Segundo Salgueiro (2005) a Krigagem é um ótimo interpolador devido as informações a partir do semivariograma que são usadas para encontrar os pesos ótimos a serem associados às amostras. E também por utilizar a dependência espacial entre os pontos vizinhos expressos no semivariograma, para estimar valores em qualquer posição dentro do campo, sem tendência e com variância mínima.

Resultados

A precipitação média total em toda a bacia hidrográfica do Alto Jacuí para o período de 1960 a 2000 foi de 1736,63 mm. Assim, pode-se observar que a média do posto pluviométrico de Itaúba, localizado no município de Estrela Velha foi o a menor (1.583,4mm) no período analisado. E o posto pluviométrico de maior média (1.825,8mm) foi o posto de Coloninha localizado no município de Arroio do Tigre. Assim, na figura 3 é possível observar os postos pluviométricos analisados.

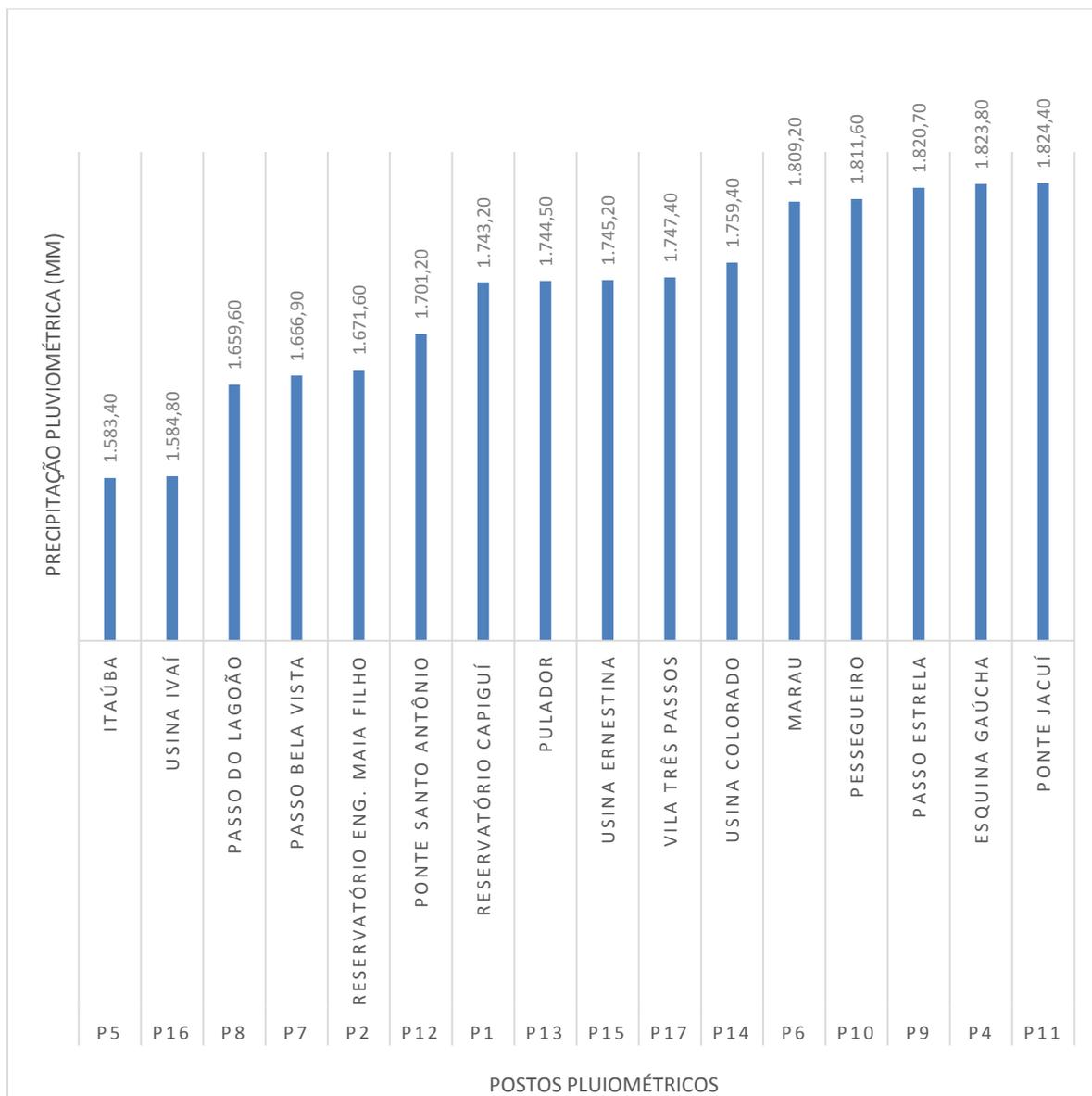


Figura 3- Postos Pluviométricos da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

Em relação ao desvio padrão da série analisada, pode-se observar na figura 4 que a maioria dos postos analisados ficaram dentro do desvio padrão. Apenas dois postos ficaram abaixo do desvio, sendo eles, o posto pluviométrico de Itaúba e da Usina de Ivaí. Outros

quatro postos pluviométricos ficaram um pouco acima do desvio, sendo eles, o posto de Coloninha, Esquina Gaúcha, Passo Estrela e Ponte Jacuí.

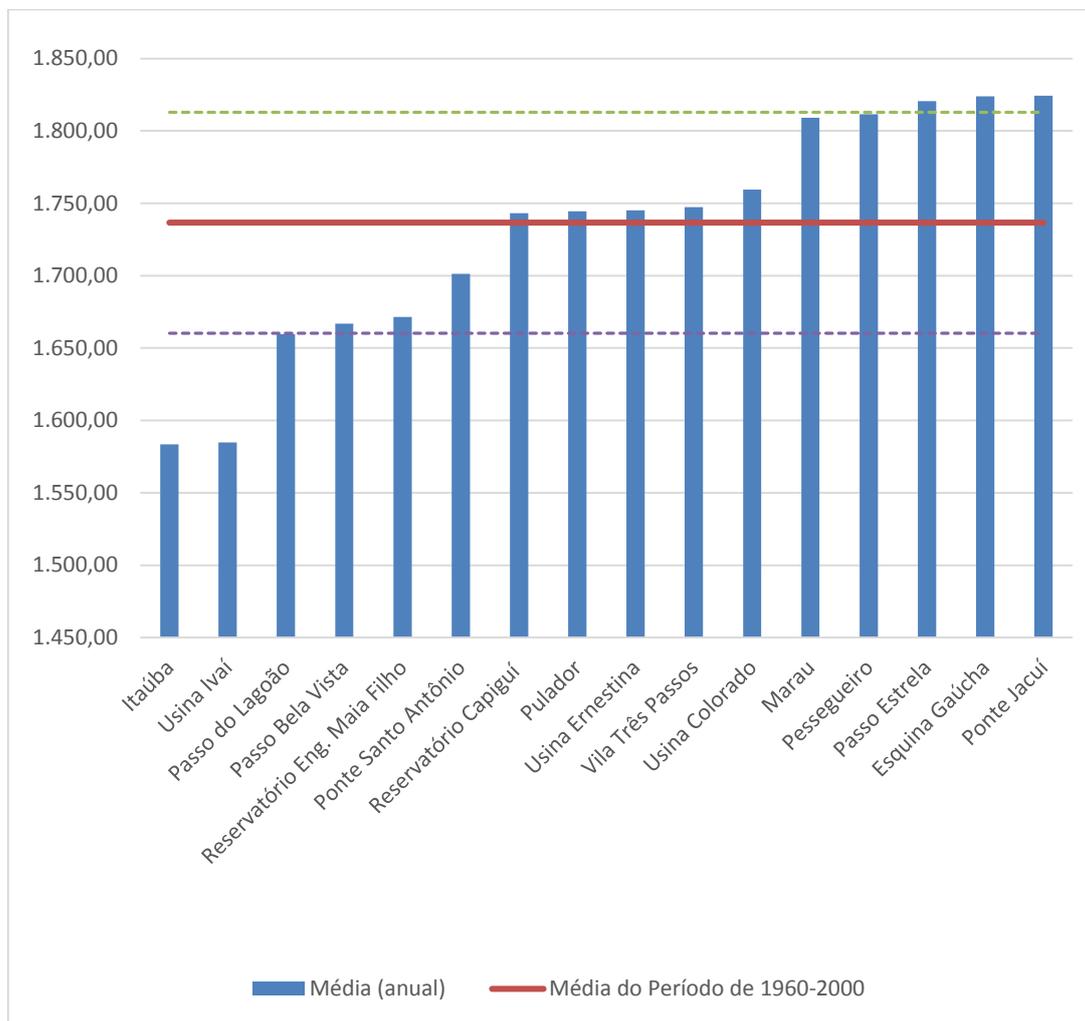


Figura 4- Desvio Padrão da média total nos postos pluviométricos analisados.

Ao analisar a distribuição espacial da precipitação pluviométrica média total de cada posto pluviométrico pode se observar que a precipitação tem uma variabilidade espacial não uniforme. Assim, na parte sudoeste da bacia encontram as menores médias totais de precipitação. Os maiores médias totais são encontradas na parte norte e sudeste da bacia hidrográfica do Alto Jacuí (Figura 5).

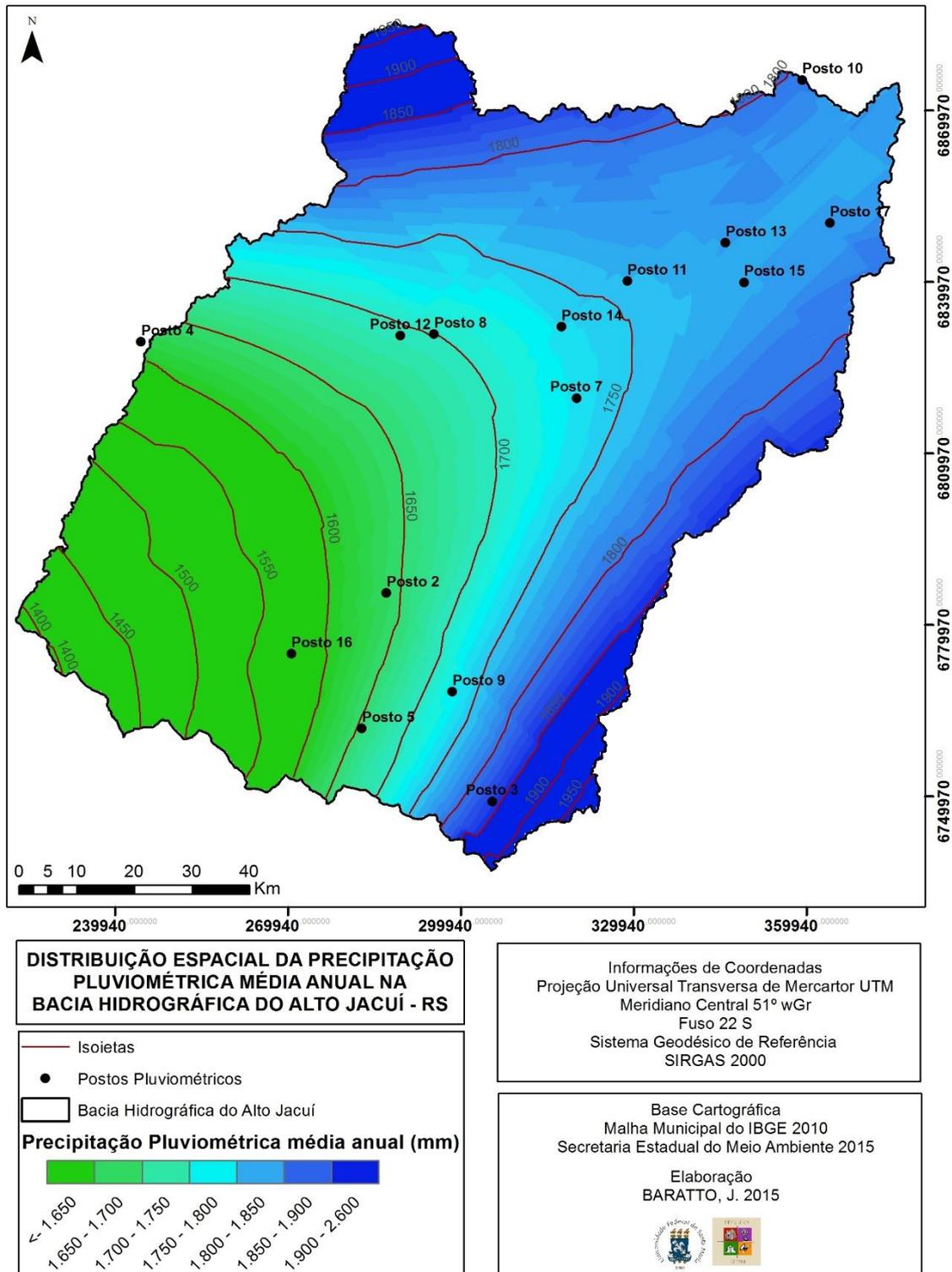


Figura 5- distribuição espacial da precipitação pluviométrica da bacia hidrográfica do Alto Jacuí.

As maiores precipitação se encontram a montante da bacia, nas nascentes dos principais rios que abastecem o reservatório Passo Real, que é utilizada para a geração de energia elétrica. Assim, na figura é possível observar os principais rios que formam a bacia hidrográfica do Alto Jacuí. Dessa forma, ocorrer um aumento da precipitação pluviométrica de sudoeste para nordeste, ao longos dos principais reservatório existente na bacia.

Conclusões

Portanto é importante a realização da análise precipitação pluviométrico média total de uma bacia hidrografia para auxiliar na gestão da mesma. Assim, na Bacia Hidrográfica do Rio do Alto Jacuí foi possível analisar que a precipitação não se distribui de forma uniforme.

A precipitação média total para o período analisado (1960-2000) foi de 1736,63. Na análise foi possível observar que a montante dos principais rios, ocorre uma maior precipitação do que a jusante. Dessa forma, os reservatórios localizados nessa porção da bacia recebem mais precipitação. Com isso, o resultado obtido poderá ajudar na gestão da bacia hidrográfica do Ato Jacuí. Auxiliando na manutenção dos reservatórios para a geração de energia e também na produção agrícola.

Referência Bibliográfica

BRASIL, 1997. Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 27 mai. 2015.

BERNARDI, E. C. S. et al. Bacia hidrográfica como unidade de gestão ambiental. *Disciplinarum Scientia*. Série: Ciências Naturais e Tecnológicas, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 159-168, 2012. Disponível em: < <http://sites.unifra.br/Portals/36/Tecnologicas%202012-2/04.pdf>>. Acesso em: 21 Maio de 2015.

CARVALHO, A. P. V. Importância do Manejo da Bacia Hidrográfica e da Determinação de Processos Hidrológicos. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.2, n.2., p.148-156, Dezembro, 2012.

CHIERICE, R. A. F. & LANDIM, P. M. B. Variabilidade Espacial e Temporal de Precipitação Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 33, n. 1, p.157-171, 2014. Disponível em: <http://www.revistageociencias.com.br/33/volume33_1_files/33-1-artigo-12.pdf>. Acesso em: 15 de Abr. 2015.

COAJU – Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí. **Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí**. Disponível em: http://www.sema.rs.gov.br/conteudo.asp?cod_menu=56&cod_conteudo=6250>. Acessado em: 14 de maio de 2015.

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

CEEE-GT. Companhia Estadual de Distribuição de Energia Elétrica. Disponível

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

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidade**. Disponível em:

<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430637&search=rio-grande-do-sul|dilermando-de-aguiar|infograficos:-informacoes-completas>> Acesso em 04 de jul. 2014.

MICHELOTTI, D. Correlação entre Precipitação Pluviométrica Média Anual e Altitude na Bacia Hidrográfica Vacacaí-Mirim No Município de Santa Maria-RS. **Anais. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. Disponível em: <>. Acesso em: 22 ABR. 2015.

Ministério Público do Estado do Rio Grande do Sul. Lei Estadual 10.350, de 30 de dezembro de 1994. Institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, regulamentando o artigo 171 da Constituição do Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id468.htm>>. Acesso em: 01 jun. 2015

PAULA, A. D, de. **A Relação entre o Vento Norte e a Precipitação Pluviométrica de 2001 a 2007 no Município de Santa Maria-RS**. 2008, 67 f. Trabalho de Graduação II (Graduação em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

ONZI, J. G. et al. Monitoramento pluvial na bacia hidrográfica Taquari-Antas. II Congresso de Pesquisa e Extensão da FSG. Caxias do Sul – RS, Maio de 2014 Disponível em: <<http://ojs.fsg.br/index.php/pesquisaextensao>>. Acesso em 22 de Maio de 2015.

SALGUEIRO, J. H. P. de B. **Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na bacia do rio Ipojuca em Pernambuco**. Dissertação de Mestrado (Programa de pós-graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife – PE, 2005. 139f.

SARTORI, M.G.B **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.

SEMA- Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí.

SILVA, J. M. O; SILVA, E. V. da. Análise Hidroclimática da Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi/CE. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.346 – 358, 2012

TRENTI, R. ROBAINA, L. E.S. Análise do relevo no alto curso da bacia hidrográfica do rio Itu, RS. **Interface**, Porto Nacional/TO. v.2, n.2.p. 146-155, maio.2005.

WOLLMANN, C. A. **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.

VIEIRA, A. S. de A. Análise do comportamento pluviométrico da região hidrográfica do Tocantins Araguaia (RHTA) no período de 1977 – 2006. **Anais...XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** 2012. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/6a8f4435a85c973a9d8248b5a8c37fcb_e5c4936ebc00b66d9ed78810e39686cd.pdf>. Acesso em 29 Maio. 2015.

ZIANI, P. **Caracterização Geográfica da Bacia Hidrográfica do Alto Jacuí: Subsídio ao Manejo Integrado**. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria. 2014. 67p.