GEONORDESTE

https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste
ISSN: 2318-2695

Recebido em 22 de novembro de 2020
Aprovado em 27 de dezembro de 2020

DIAGNÓSTICO TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NO MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS ENTRE OS ANOS 1960-2015

TEMPORAL DIAGNOSIS OF PLUVIOMETRIC PRECIPITATION IN THE MUNICIPALITY OF JAGUARI/RS/BRAZIL BETWEEN 1960-2015

DIAGNÓSTICO TEMPORAL DE LA PRECIPITACIÓN PLUVIOMÉTRICA EN EL MUNICIPIO DE JAGUARI/RS/BRASIL ENTRE 1960-2015

DOI 10.33360/RGN.2318-2695.2021.i1.p.60-76

Bruno Zucuni Prina
Doutor em Geografia (PPGGEO) - UFSM
Técnico de Laboratório de Geotecnologia e Topografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) - Campus Erechim
E-mail: brunozprina@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-7873-5440

Romário Trentin
Professor de Geografia da Universidade Federal de Santa (UFSM)
Doutor em Geografia pela Universidade Federal do Paraná (UFPR)
E-mail: romario.trentin@gmail.com
Orcid: https://orcid.org/0000-0002-0615-2801

RESUMO
Este trabalho visa analisar o histórico das precipitações no município de Jaguari/RS entre o período de 1960-2015, além de sua relação com as inundações ocorridas no município e com os períodos de El Niño. A metodologia foi segmentada em três fases, com a análise das inundações, identificação dos períodos com incidência do fenômeno El Niño e apreciação dos dados de precipitação com a realização das correlações dos dados. Com a aplicação metodológica, constatou-se que o mês mais chuvoso no município é outubro, com uma média de 178,48 mm. Ainda, pode-se averiguar que o acumulado precipitado, em média, possui uma maior concentração entre os meses de setembro/outubro e março/maio. Por fim, frisa-se que as metodologias de sistematização dos resultados foram eficientes para a apreciação de um diagnóstico global a respeito da precipitação na área de estudo, junto com a análise dos eventos de El Niño e com as inundações.
Palavras-chaves: El Niño; Chuvas; Inundações; Geoprocessamento.

ABSTRACT
This paper aims to analyze the history of rainfall in the municipality of Jaguari/RS/Brazil between 1960-2015, and its relationship with the flooding that occurred in the municipality and the periods of El Niño. The methodology was divided into three phases, with the flood analysis, identification of the periods with incidence of El Niño phenomenon and precipitation data appreciation with the data correlations. With the methodological application, it was found that the wettest month in the municipality is October, with an average of 178.48 mm. Still, it can be verified that the accumulated precipitate, on average, has a higher concentration between the months of September/October and March/May. Finally, it is emphasized that the results systematization methodologies were efficient for the assessment of a global diagnosis regarding precipitation in the study area, together with the analysis of El Niño events and flooding.
Keywords: El Niño; Rain; Floods; Geoprocessing.

RESUMEN
Este trabajo tiene como objetivo analizar la historia de las precipitaciones en el municipio de Jaguari/RS/Brasil entre el período 1960-2015, además de su relación con las inundaciones que ocurrieron en el municipio y con los períodos de El Niño. La metodología fue segmentada en tres fases, con el análisis de las inundaciones, la identificación de los períodos con la incidencia del fenómeno de El Niño y la

apreciación de los datos de precipitación con la realización de las correlaciones de datos. Con la aplicación metodológica, se encontró que el mes más lluvioso en el municipio es octubre, con un promedio de 178.48 mm. Aún así, se puede determinar que el precipitado acumulado, en promedio, tiene una mayor concentración entre los meses de septiembre/octubre y marzo/mayo. Finalmente, se enfatiza que las metodologías para sistematizar los resultados fueron eficientes para la apreciación de un diagnóstico global con respecto a la precipitación en el área de estudio, junto con el análisis de eventos e inundaciones de El Niño.
Keywords: El Niño; Lluvia; Inundaciones; Geoprocesamiento.

1. INTRODUÇÃO

As pesquisas científicas, espontaneamente e crescentemente, estão sendo sistematizadas em função das linhas de pesquisas correlatas as mudanças climáticas, com foco a análise detalhada da incidência dos eventos extremos. Muitas dessas pesquisas visam analisar a quantificação e o monitoramento das variáveis ambientais (DOURADO; OLIVEIRA; AVILA, 2013), dentro dessa temática que o presente trabalho foi desenvolvido. Grande parte das discussões acerca das mudanças climáticas globais repercutem nas mais variadas escalas espaciais da Terra, seja em escalas locais ou regionais, intensificando as pautas de debates científicos (SANCHES; VERDUM; FISCH, 2012).

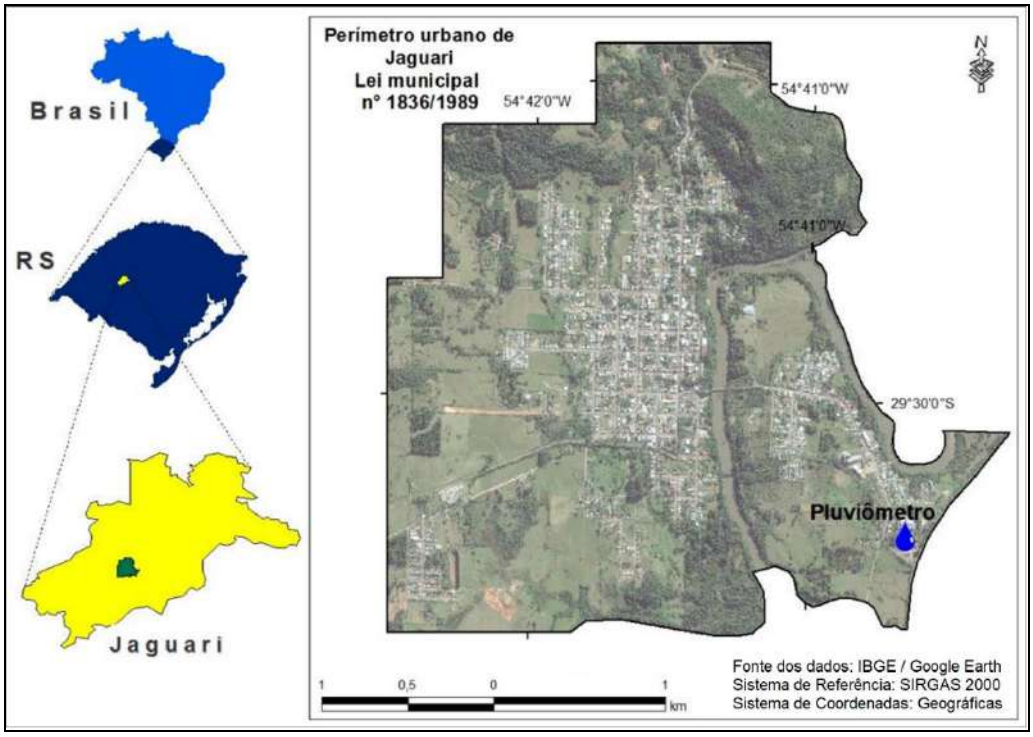
Assim sendo, o foco desse trabalho é analisar uma série histórica de precipitação no município de Jaguari/RS e correlacioná-la com as: *a)* ocorrências de inundações verificadas no município e *b)* com os períodos de El Niño, entre os anos de 1960 a 2015. Dessa forma, verifica-se que a análise dos dados estará orientada dentro de um registro pontual de precipitação, obtido por meio de um pluviômetro, o qual está localizado no perímetro urbano da cidade, conforme identificado na figura 1. Cabe ressaltar que muitos estudos existentes dentro dessa linha, também ocorrem de forma espacial, por meio da análise de dados de radares meteorológicos (BERTONI; TUCCI, 2002 apud CALDEIRA; ARAÚJO; BESKOW, 2011). Assim sendo, o registro pontual será estendido para a análise de todo o trabalho, dentro da área de estudo (NÓBREGA; SOUZA; GALVÍNCIO, 2008).

Os dados de precipitação foram obtidos por meio do sítio da Agência Nacional de Águas (ANA), e são disponibilizados no portal *HidroWeb*, por meio de um arquivo organizado em formato de banco de dados. No total a ANA analisa cerca de 4.543 estações de monitoramento hidrometeorológico no Brasil, e, em síntese tem como objetivo disponibilizar, ao público em geral, o cadastro de informações fluviométricas e pluviométricas, do Sistema de Informações Hidrológicas sintetizadas no território brasileiro (ANA, 2015).

Inúmeros são os focos de análises dos estudos, os quais realizem a espacialização das informações tangentes à precipitação. Nesse trabalho, conforme já evidenciado, o foco é analisar a

correlação entre precipitação e inundação, porém multivariados são os estudos dentro dessa temática. Assim sendo, pode-se citar, a fim de exemplificação, o trabalho de Borsato, Ely e Borsato (2012) os quais analisaram a influência da variabilidade climática junto aos problemas em algumas atividades econômicas, como, por exemplo, na agricultura.

Figura 1: Localização da área de estudo e do pluviômetro, fonte de dados desse trabalho.



Fonte: Os autores.

As mudanças globais provocam uma série de problemas, sendo que as consequências podem ser analisadas em várias partes do mundo. Dentre os principais eventos, podem-se destacar as tempestades, as inundações, as ondas de calor e as secas (EKWE et al., 2014).

As alterações climáticas, sejam elas ligadas a eventos extremos com excesso ou a falta de chuvas ou com a ocorrência de inundações e secas, estão fortemente ligadas a incidência do El Niño e da La Niña. Na América do Sul, incontáveis são as alterações climáticas registradas, dentro delas, podem-se citar as chuvas acima da média climatológica (com o El Niño) e abaixo da média (com a La Niña) (BORSATO; ELY; BORSATO, 2012).

A ligação entre as precipitações e as inundações é diagnosticada dentro do ciclo hidrológico, pois todas as ações de trocas de águas (dentro do ciclo) possuem vários componentes, porém, sem dúvida, a precipitação é a mais importante, além de possuir a maior variabilidade no espaço (COLLISCHONN, 2006 apud CALDEIRA; ARAÚJO; BESKOW, 2011). Ologunorisa e Tersoo (2006) afirmam que a principal causa das inundações, dentro de uma escala mundial, deve-se à

incidência de intensas precipitações.

As alterações climáticas refletem negativamente no bem-estar da população, uma vez que a incidência de eventos climáticos extremos gera calor ou frio extremos, além de chuvas ou secas. Igualmente, além do aspecto de incidência direta às pessoas, há prejuízo dentro das atividades econômicas, como por exemplo, na agricultura (BORSATO; ELY; BORSATO, 2012).

Rosa et al. (2011) destacam que analisar o comportamento das precipitações pode auxiliar na identificação de diagnósticos de eventos extremos, além de servir de base na prevenção dos impactos desses desastres.

Ao trabalhar com dados hidrológicos, pode-se citar dois dentre os segmentos de análises. O primeiro segmento refere-se aos períodos de alto índice pluviométrico, com ênfase às inundações; o segundo refere-se às épocas contrárias ao primeiro, ou seja, os períodos sem precipitações, as secas (TRENBERTH, 2005).

A partir da contextualização bibliográfica sobre o assunto, salienta-se que o problema desse trabalho está contido na resolução da seguinte questão: "*Quais as relação entre as precipitações (análise mensal, dias com chuvas, picos de precipitação), eventos El Niño e as inundações no município de Jaguari?*". Justifica-se, desse modo, que entender a análise desses fenômenos, os quais estão fortemente interligados, pode-se haver uma avaliação detalhada a respeito da dinâmica pluvial e fluvial dentro da área de estudo, e assim, compreender os extremos climáticos e suas respectivas correlações.

O objetivo geral do trabalho é o de analisar as precipitações incidentes no município de Jaguari, por meio da análise mensal, no período de 1960 a 2015, e, posteriormente correlacionar com as principais inundações incidentes no município. Ainda, na análise entre precipitações e inundações, serão avaliados os períodos com incidência do El Niño a fim de verificar o comportamento climático.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Antes de segmentar os procedimentos metodológicos envolvidos nesse trabalho, há de citar os materiais e aplicativos os quais foram utilizados. Assim, dentre os materiais, pode-se destacar os dados de precipitação da ANA, obtidos por meio do sítio *Hidroweb*.

Para analisar as inundações na área de estudo, optou-se por utilizar os dados sintetizados no trabalho de Prina (2015), facilitando, assim, a geração das correlações dos dados. Além disso, utilizou-se, novamente os dados da ANA, porém, nesse momento com os dados fluviométricos, analisando, dessa forma, os dias que o rio Jaguari atingiu as maiores cotas.

Deve-se ressaltar, que, para realizar toda as etapas metodológicas, utilizou-se uma planilha eletrônica do *Microsoft Office Excel*®, sendo de grande importância para a tabulação dos dados. Ainda, cabe ressaltar que a modelagem da série histórica da precipitação pluviométrica ocorreu junto ao ArcMap (ArcGIS®).

A fim de identificar os procedimentos teórico-práticos implementados nesse trabalho, os mesmos, a seguir, estarão endereçados cronologicamente. Em síntese, pode-se segmentar a metodologia em três fases, com a análise das inundações, identificação dos períodos com ocorrência de El Niño e apreciação dos dados de precipitação com a realização das correlações entre os dados de precipitação/inundação e precipitação/eventos de El Niño. As duas primeiras etapas foram obtidas de forma direta e a terceira etapa foi segmentada em frações menores de análises.

Conforme já salientado, por meio do trabalho de Prina (2015), obteve-se a síntese dos principais registros históricos das inundações ocorridas na área de estudo. Assim, nessa referida etapa, a tabulação dos dados ocorreu de forma automática. Além desses registros, analisaram-se outros eventos no qual o nível do rio Jaguari esteve em cotas acima de 9 m, sendo este, um valor no qual as águas extrapolam à planície de inundação da área de estudo. Esses últimos registros foram sintetizados a partir da tabulação dos dados fluviométricos disponibilizados pela ANA, no sítio do *Hidroweb*.

Afim de analisar os períodos de ocorrência de eventos El Niño na área de estudo, avaliaram-se os registros históricos disponibilizado no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Dessa forma, pode-se contextualizar os principias períodos de inserção de El Niño, facilitando as posteriores análises, de correlação das informações.

A última etapa metodológica do trabalho refere-se a análise dos dados de precipitação. Essa etapa metodológica possui uma série de segmentações detalhadas, com foco a: obtenção dos dados (junto ao sítio do *Hidroweb*); tabulação dos dados em uma planilha eletrônica; realização de um diagnóstico geral referente a situação pluviométrica do município; análise da precipitação de forma mensal, com foco a análise do total de chuvas registradas por mês; análise mensal da precipitação, enfocando-se aos registros de chuvas máximas por mês; análise do número máximo de dias com chuvas em um único mês; e criação de gráficos/mapas para realizar a espacialização da precipitação.

Na etapa de construção de mapas, dividiram-se os dados em segmentos parcelados a cada cinco anos. Nessa análise, fica visível realizar a identificação de quais foram os períodos de maiores agrupamentos de precipitações (dentre os registros da ANA), gerando dessa forma, um entendimento global da dinâmica pluvial na área de estudo, no intervalo analisado. Além disso, pode-se contextualizar as informações junto aos períodos de El Niño e aos registros de inundações,

e, assim, correlacioná-los.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 INUNDAÇÕES OCORRIDAS NO PERÍMETRO URBANO DE JAGUARI/RS NO PERÍODO 1960-2015

A fim de desenvolver e analisar a proposta global desse trabalho, uma das primeiras informações que devem ser analisadas e destacadas refere-se à avaliação das principais inundações que ocorreram no perímetro urbano do município de Jaguari. Assim sendo, tem-se, por meio da Tabela 1, a tabulação dos principais registros. Dentre os dados da tabela 1, há uma coluna que individualiza uma caracterização ao evento como "inundação significativa". Assim sendo, nesse item, foram destacadas as inundações que resultaram em situações mais alarmantes, como por exemplo, com a invasão das águas em áreas urbanizadas.

Tabela 1: Inundações ocorridas no perímetro urbano de Jaguari/RS.

Mês	Ano	Inundação significativa
Setembro	1965	
Setembro	**1972**	**x**
Junho	1972	
Agosto	1972	
Maio	1973	
Junho	1973	
Agosto	1976	
Setembro	1979	
Outubro	1980	
Agosto	**1982**	**x**
Novembro	1982	
Março	1983	
Abril	**1984**	**x**
Setembro	1988	
Setembro	1990	
Outubro	**1997**	**x**
Novembro	**1997**	**x**
Abril	**1998**	**x**
Outubro	**2002**	**x**
Dezembro	2003	
Maio	2003	
Outubro	2005	
Novembro	2009	
Janeiro	**2010**	**x**
Outubro	**2012**	**x**
Junho	**2014**	**x**
Outubro	**2015**	**x**

Fonte: Os autores; Prina (2015); ANA – *Hidroweb*.

3.2 ANOS COM OCORRÊNCIA DE *EL NIÑO*

Ainda, com o intuito de apreciar a proposta desse trabalho, deve-se destacar os principais registros de incidência do fenômeno El Niño no estado do Rio Grande do Sul. Assim sendo, a fim de contextualizar esses registros, a tabela 2 destaca os eventos classificados com o índice "Forte", "Moderado" e "Fraco" conforme evidenciado no sítio do INPE.

Tabela 2: Registros de El Niño.

Ano/Período	Intensidade
1963	Fraco
1965 - 1966	Moderada
1968 - 1970	Moderada
1972 - 1973	**Forte**
1976 - 1977	Fraco
1977 - 1978	Fraco
1979 - 1980	Fraco
1982 - 1983	**Forte**
1986 - 1988	Moderada
1990 - 1993	**Forte**
1994 - 1995	Moderada
1997 - 1998	**Forte**
2002 - 2003	Moderada
2004 - 2005	Fraco
2006 - 2007	Fraco
2009 - 2010	Fraco
2015	**Forte**

Fonte: Os autores. INPE.

3.3 APRECIAÇÃO DOS DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Após realizado uma síntese geral sobre as inundações e a incidência do fenômeno El Niño, a seguir serão contextualizados os principais registros sobre as precipitações na área de estudo, com base nos dados disponíveis pela ANA.

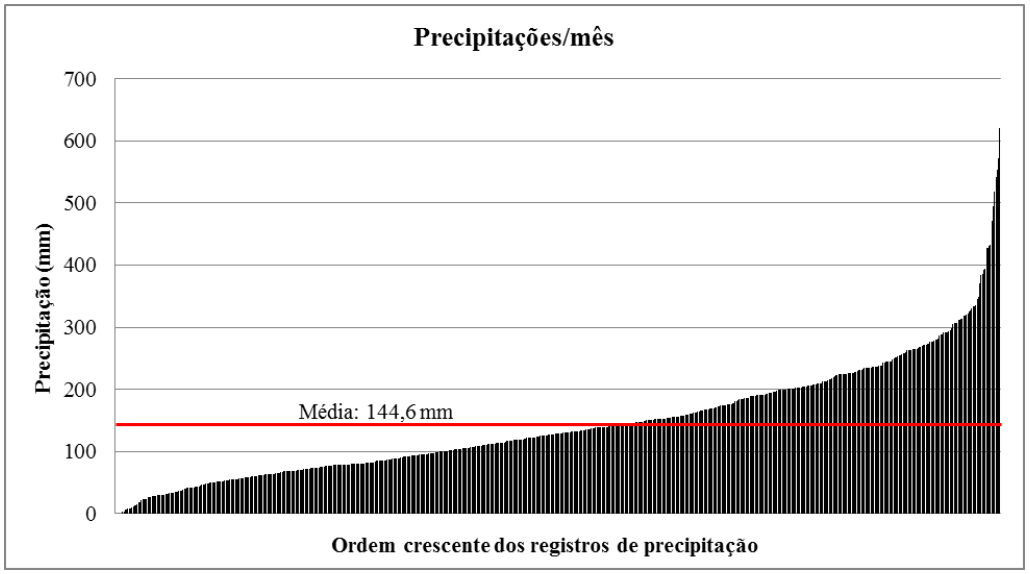
Inicialmente, cabe destacar uma análise geral acerca da tabulação dos dados. No período entre 1960 a 2015, registrou-se um montante de 95.312 mm no município de Jaguari, com 5.336 dias com chuva. Dessa forma há uma média mensal de 144,6 mm de chuva e média de 8,1 dias com incidência de precipitações por mês.

A seguir serão apresentados os resultados obtidos por meio da análise mensal das chuvas na área de estudo. Assim sendo, a figura 2 destaca os referidos dados, e, junto a tabela 3 há o realce para os dez maiores registros de precipitação mensal no município.

Em síntese, pode-se contextualizar que, dentre os dez registros mensais com maiores quantitativos de precipitação, no período analisado, apenas dois deles não apresentaram alguma correlação direta com a incidência de El Niño, e 70% desses períodos resultaram em inundações dentro da área de estudo.

Outra questão analisada refere-se à precipitação máxima assinalada em cada mês. A partir dessa análise, registrou-se, junto figura 3, todos os dados (máximos) precipitados no período, disposto em ordem crescente, e na tabela 4 as dez maiores precipitações apontadas nesse período.

Figura 2: Registros das precipitações/mês na área de estudo.



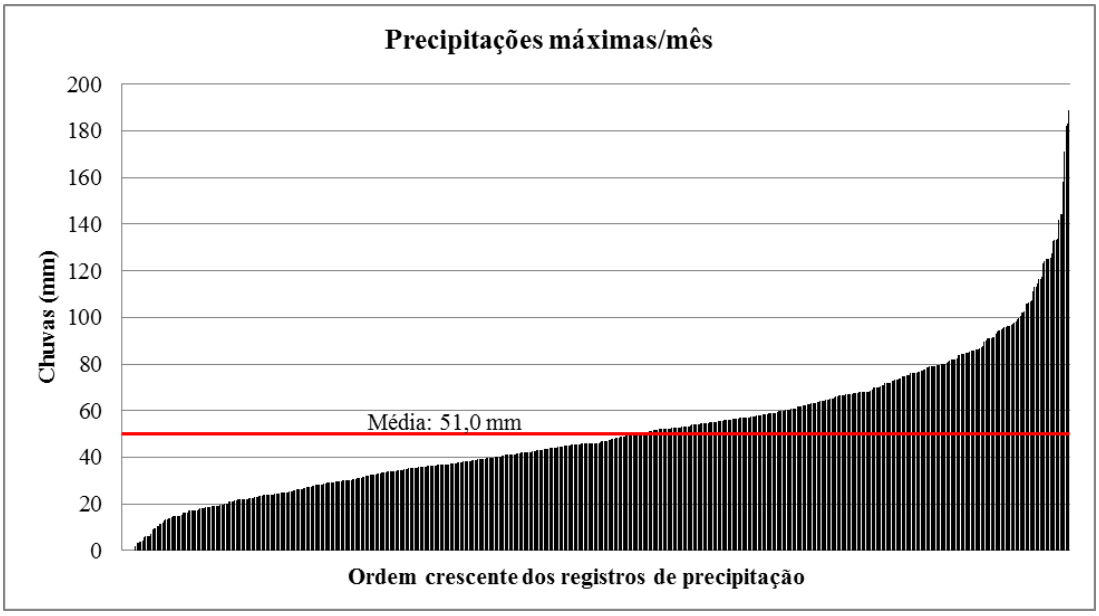
Fonte: Os autores.

Tabela 3: Ranqueamento das maiores precipitações mensais no município.

Ranqueamento	Data	Chuva (mm)	Registro de Inundação?	Incidência de El Niño?
1º	maio/1984	620,6	Sim	Forte (ano anterior)
2º	julho/1987	572,1	-	Moderado
3º	novembro/2009	553,1	Sim	Fraco
4º	outubro/1997	541,6	Sim	Forte
5º	abril/1998	518,3	Sim	Forte
6º	outubro/2002	494,0	Sim	Moderado
7º	dezembro/1965	471,2	Sim	Moderado
8º	março/1966	433,5	-	Moderado
9º	janeiro/2001	430,6	-	-
10º	outubro/2015	427,9	Sim	Forte

Fonte: Os autores.

Figura 3: Registros das maiores precipitações diárias na área de estudo (máximas/mês)



Fonte: Os autores.

Tabela 4: Ranqueamento das maiores precipitações diárias no município (máximas/mensais).

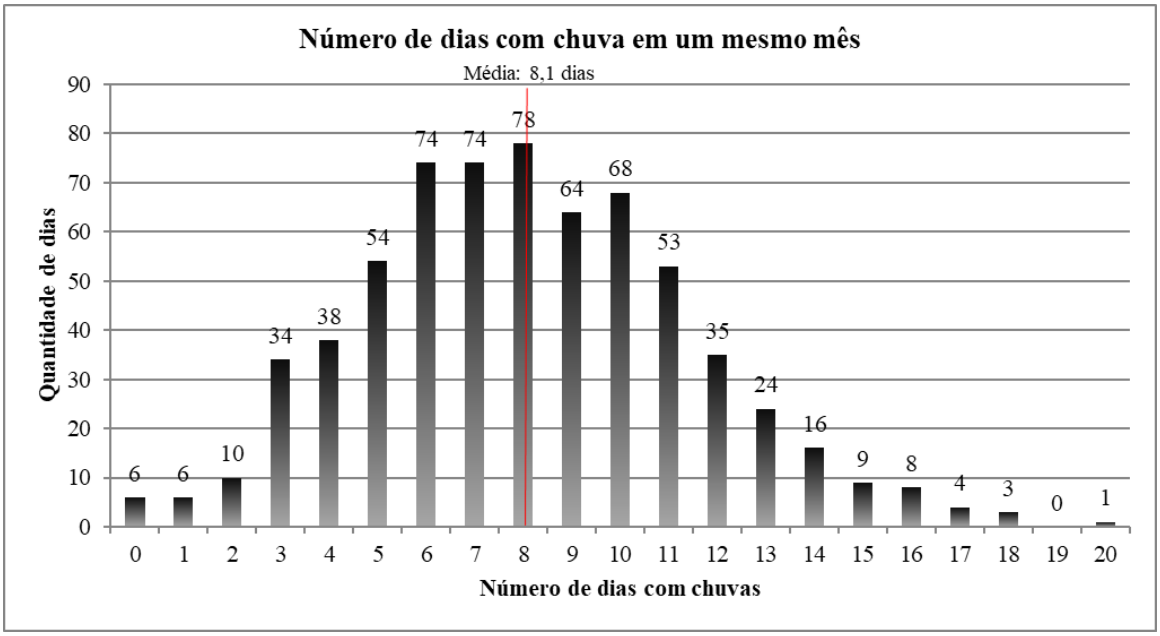
Ranqueamento	Data	Chuva (mm)	Registro de Inundação?	Incidência de El Niño?
1º	maio/84	189	Sim	Forte (1 ano anterior)
2º	abril/85	183		
3º	março/87	182		Moderado
4º	outubro/15	171	Sim	Forte
5º	outubro/02	158,3	Sim	Moderado
6º	junho/69	144,4		Moderado
7º	junho/60	144,2		
8º	janeiro/01	142,1		
9º	maio/74	133,8		Forte (1 ano anterior)
10º	abril/91	133,5		Forte

Fonte: Os autores.

A partir dessa análise pode-se contextualizar que entre os registros das maiores precipitações na área de estudo, algumas delas geraram inundações (anos de 1984, 2015 e 2002) e muitas delas foram influenciadas pela ocorrência do fenômeno El Niño (sete eventos).

Ainda, realizou-se a análise de número de dias em que há chuva em um mesmo mês no município. Em média, constatou-se que chovem 8,1 dias a cada mês. A máxima registrada foi com 20 dias de chuvas, ratificado em outubro de 2002. Os referidos dados estão destacados junto à figura 4, além do ranqueamento dos dados na tabela 5.

Figura 4: Registros do número de dias com chuva em um mesmo mês em Jaguari/RS.



Fonte: Os autores.

Tabela 5: Ranqueamento dos meses com o maior número de dias com chuvas em Jaguari.

Ranqueamento	Data	Nº de dias com chuva	Registro de Inundação?	Incidência de El Niño?
1º	outubro/2002	20	Sim	Moderado
2º	outubro /1997	18	Sim	Forte
3º	junho /1997	18	Sim	Forte
4º	janeiro/1971	18		
5º	julho/1983	17	Sim	Forte
6º	julho/1977	17		Fraco
7º	agosto/1972	17	Sim	Forte
8º	junho /1972	17	Sim	Forte
9º	novembro/2009	16	Sim	Fraco
10º	outubro /2005	16	Sim	Fraco
11º	maio/2005	16	Sim	Fraco
12º	dezembro/2003	16	Sim	Moderado
13º	abril/2002	16	Sim	Moderado
14º	fevereiro/1990	16	Sim	Forte
15º	junho/1984	16	Sim	Forte (1 ano anterior)
16º	agosto /1975	16		

Fonte: Os autores.

Analisando os dados da tabela 5 verifica-se que em oito datas registraram-se 16 dias no mês com chuvas, quatro registros com 17 dias de precipitação, três registros com 18 dias e um registro com 20 dias com chuvas, essa última sendo a máxima. No montante há 16 eventos, os quais, dentro do período de análise, são os que comportam os meses com maior número de dias com chuva. Nesses dados, verifica-se que em 81,25% dos dados (13 vezes) há registros, tanto de inundações como de El Niño. Assim denota-se a alta influência do El Niño dentro dos registros das

precipitações, que, assim, acabam por desencadear cenários de inundações.

Todos os dados já destacados anteriormente, seja de forma gráfica, tabular ou descritiva foram sintetizados e estão representados de forma visual, conforme identificado na figura 5. A seguir são analisados, detalhadamente os dados de precipitação na área de estudo, a partir das ilustrações da figura 5, as quais expressam as precipitações mensais no município de Jaguari.

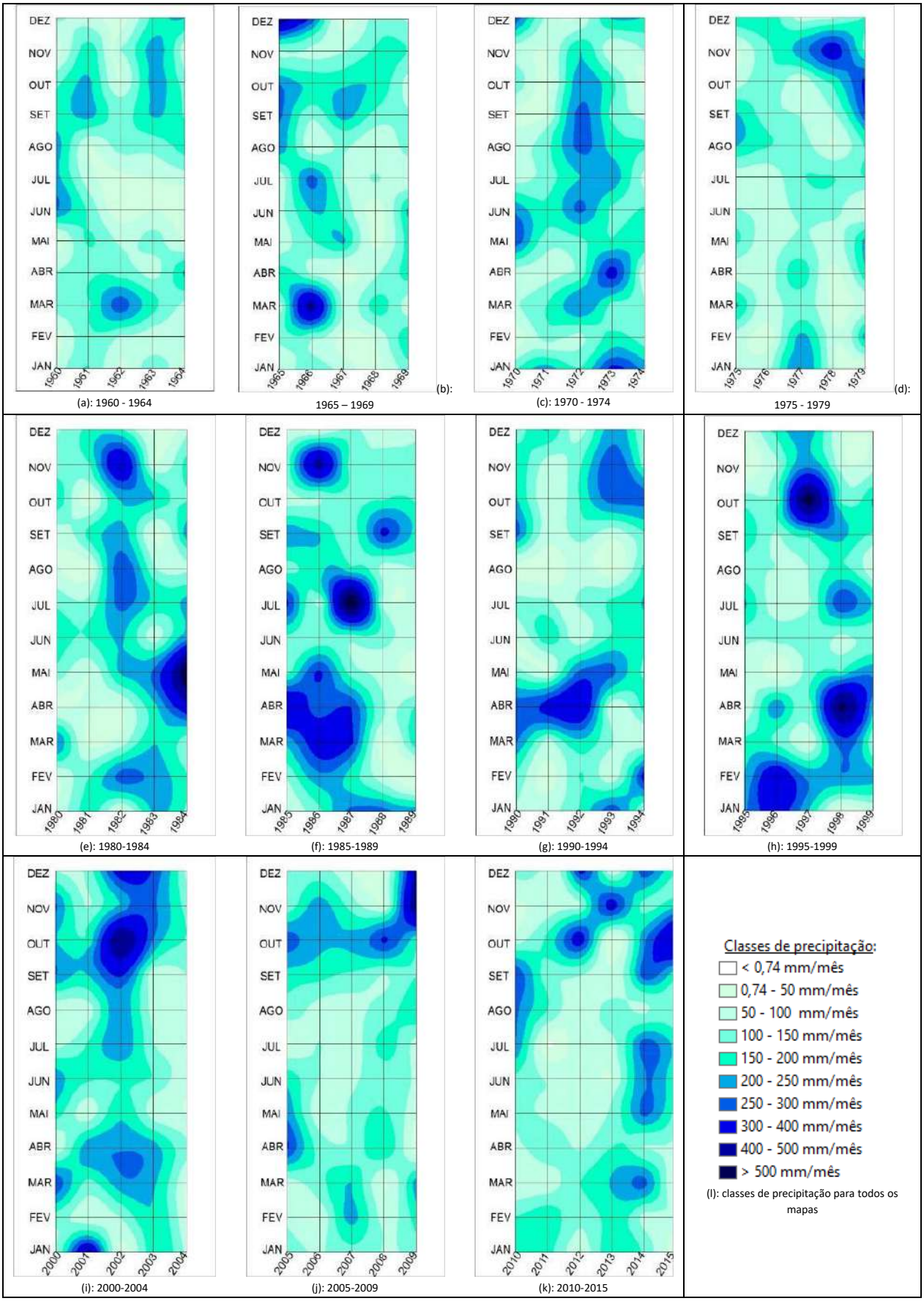
- Período de 1960-1964 (Figura 5a): relativamente nesse intervalo de análise dos dados não existiram grandes períodos de precipitação. Essa questão está muito interligada a incidência do El Niño, por ter sido diagnosticada, como Fraca, apenas no ano de 1963. Nesse período, as chuvas concentraram-se, predominantemente, no mês de março e entre setembro a outubro. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima ocorrência de precipitações entre maio e agosto a partir do ano de 1961.

- Período de 1965-1969 (Figura 5b): nesse período, 4 dos cinco anos analisados, possuem incidência de El Niño classificado como moderado, porém, mesmo assim, não há registros homogêneos de uma alta média pluvial, com exceção do registro de março de 1966. Nesse período, as chuvas concentraram-se, sem um predomínio homogêneo, e sim, segmentada em várias datas conforme o mês e ano de análise. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixa incidência de precipitações nos anos de 1967 e 1968, com ênfase aos meses de janeiro, fevereiro, maio, junho e julho.

- Período de 1970-1974 (Figura 5c): nos anos de 1972 e 1973 houve a incidência de El Niño Forte, tão logo, verifica-se a maior concentração de chuvas nessas datas. Assim sendo, visivelmente verifica-se que as chuvas se concentraram, nesses dois anos. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações no ano de 1970 (janeiro a abril, julho a novembro) e em 1971 (fevereiro, abril e entre agosto e setembro).

- Período de 1975-1979 (Figura 5d): nesse período houve a incidência de 4 anos com El Niño Fraco, e, o resultado é incidência baixa de precipitações, com exceção de alguns picos, registrados em novembro de 1978 e outubro de 1979. Nesse período as chuvas mantiveram, em geral, uma concentração heterogênea. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações entre janeiro e junho para todo o período (exceto entre janeiro e fevereiro de 1977).

Figura 5: Precipitação mensal segmentada a cada 5 anos dentro do período 1960-2015.



(a): 1960 - 1964 (b): 1965 – 1969 (c): 1970 - 1974 (d): 1975 - 1979

(e): 1980-1984 (f): 1985-1989 (g): 1990-1994 (h): 1995-1999

(i): 2000-2004 (j): 2005-2009 (k): 2010-2015

(l): classes de precipitação para todos os mapas

Fonte - Os autores.

- Período de 1980-1984 (Figura 5e): nos cinco anos de análise desse período houve a incidência de vários picos de precipitações, muito interligado a incidência de El Niño, na escala Forte, entre os anos de 1983 e 1984. Nesse período, as chuvas concentraram-se de forma irregular, com vários picos, com maior ênfase no mês de maio do ano de 1984, data a qual caracterizou a maior inundação do município de Jaguari, a qual atingiu características catastróficas. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixa incidência de precipitações em alguns pontos específicos.

- Período de 1985-1989 (Figura 5f): nesse período há a incidência de 3 anos com El Niño moderado, e com picos de precipitações altos (julho de 1985, maio e novembro de 1986, julho de 1987, setembro de 1988), porém entre 1985 e 1987, entre os meses de março e abril houve a incidência de intensas precipitações. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações nos anos de 1988 e 1989 entre fevereiro e agosto.

- Período de 1990-1994 (Figura 5g): nesses 5 anos, há a incidência de 5 anos de El Niño, com 4 denominações como Forte e uma como Moderado. Assim sendo, contatou-se nesse período concentrações de chuvas concentradas entre os meses de março e maio, com mais ênfase ao mês de abril. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações entre julho e setembro. Em geral, nesse período, pela alta incidência do fenômeno El Niño, não necessariamente gerou altos picos de precipitação.

- Período de 1995-1999 (Figura 5h): nesse período há a incidência de 2 anos com El Niño forte (1997 e 1998) e um como moderado (1995), e, dessa forma, constatou-se 3 focos de altos índices de chuvas, mais precisamente entre janeiro e fevereiro dos anos de 1995, 1996 e 1997; em outubro de 1997; e em abril de 1998. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações em alguns meses e anos isolados.

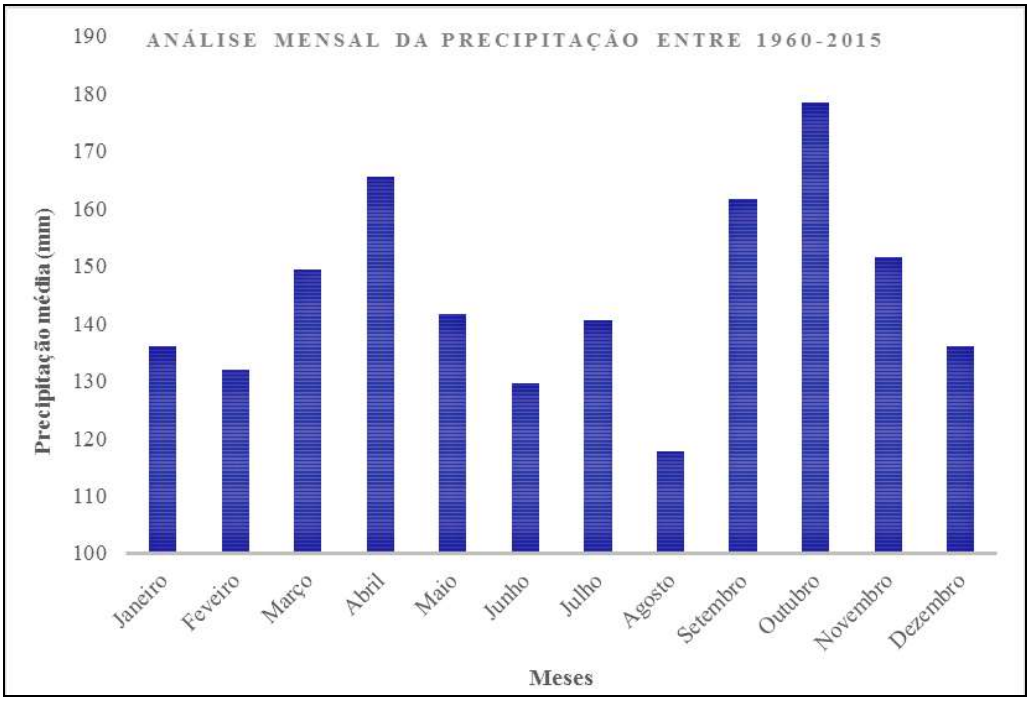
- Período de 2000-2004 (Figura 5i): nesse período houve a incidência do fenômeno El Niño como Moderado em 2002 e 2003 e como Fraco em 2004, e, assim, constatou-se altos índices de chuvas em janeiro de 2001 e entre setembro a dezembro entre 2002 e 2003. Nesse período, ainda, as chuvas concentraram-se, em março e abril de 2001 a 2003, e entre julho a dezembro em 2002. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixa incidência de precipitações entre maio e setembro de 2003 e 2004.

- Período de 2005-2009 (Figura 5j): nesse período há 4 anos de incidência de El Niño, porém todos caracterizados como Fraco. Mesmo assim, houve alguns períodos de concentrações de chuvas, com ênfase entre setembro e novembro, em dezembro de 2009 e entre abril e junho de 2005. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações entre maio e agosto dos anos de 2006 e 2007; janeiro a março de 2005 e 2006; janeiro a março de 2008; abril a julho de 2009.

- Período de 2010-2015 (Figura 5k): no último período de análise há incidência de El Niño Fraco em 2010 e Forte em 2015, e, a partir disso, demarca-se picos de precipitações, em vários pontos como: entre julho e setembro de 2010; outubro e dezembro de 2012; novembro de 2013; março de 2014; maio a julho de 2014, dezembro de 2014; e entre setembro e novembro de 2014 e 2015. Ainda, pode-se destacar que houve uma baixíssima incidência de precipitações março e abril dos anos de 2010 e 2011; em novembro de 2010 e 201; entre maio e julho de 2011; entre abril e setembro de 2012; entre maio e outubro de 2013; e entre janeiro e abril de 2015.

Após a realização de todas as análises desse trabalho, pode-se constatar quais os meses que, em média, possuem os maiores índices pluviométricos. Assim sendo, constatou-se que o mês mais chuvoso no município de Jaguari, entre os anos de 1960 a 2015 foi outubro, com uma média de 178,48 mm. Sucessivamente aparecem: abril com 165,58 mm; setembro com 161,67 mm; novembro com 151,52; março com 149,36; maio com 141,70 mm; julho com 140,63 mm; janeiro com 136,13 mm; dezembro 136,10 mm; fevereiro com 131,9 mm; junho com 129,50 mm; e agosto com 117,74 mm. A figura 6 apresenta um resumo sobre essa síntese mensal.

Figura 6: Gráfico da análise mensal das precipitações em Jaguari/RS entre 1960 e 2015.



Fonte: Os autores.

A partir da análise dos dados da figura 5 pode-se constatar que as chuvas se concentram, em primeiro plano, entre setembro e novembro, e em segundo plano entre março e maio, intervalos mensais de trocas entre as estações inverno-verão e verão-inverno, respectivamente. Dessa forma,

verifica-se que há um padrão estabelecido nas precipitações na área de estudo, considerando o intervalo analisado.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se de extrema importância ao trabalho as metodologias envolvidas para sistematização dos dados, e, dessa forma, obter uma análise global a respeito das precipitações na área de estudo, e, assim, relacioná-las com eventos de El Niño e com as inundações.

O uso dos dados da ANA mostrou-se fundamental a fim de analisar a variação pluviométrica, e, assim, atingir resultados satisfatórios a respeito da variação pluviométrica de Jaguari, indicando, inclusive os principais meses com incidência de chuvas.

Conforme o proposto pelo trabalho, pode-se analisar, especificamente, os períodos de El Niño, as principais inundações na área de estudo, a realização de um diagnóstico geral referente a situação pluviométrica do município; a análise da precipitação de forma mensal, a análise da quantidade de chuva por mês, a análise do número máximo de dias com chuvas em um único mês, e por fim, a contextualização geral dos resultados.

No que tange aos períodos de El Niño pode-se constatar os principais anos de incidência e assim, correlacionar com as épocas de precipitação, igualmente ocorreu para a análise das épocas com inundações na área de estudo. Assim, essas etapas foram fundamentais para dar subsídio a todo o processo de análise dos dados para a aérea de estudo.

A partir da análise geral das inundações, pode-se constatar a média mensal de chuvas (144,6 mm), e o número médio de dias com chuvas no município por mês (8,1 dias), gerando, assim, uma ideia geral sobre o assunto.

A partir da análise da precipitação mensal, verificaram-se os principais períodos de precipitação e os mesmos foram correlacionados aos anos de incidência de El Niño e com os registros de inundações, e, assim constatou-se que o mês com o maior índice pluviométrico no município foi constatado em maio de 1984 com 620,6 mm.

Na análise da máxima chuva a cada mês, pode-se verificar os dias com maiores precipitações dentro do período analisado, além de correlacioná-los com os anos de incidência de El Niño e com os registros de inundações. Assim, obteve-se um panorama global dessa temática, com a constatação do maior evento pluviométrico registrado em maio de 1984, com um montante de 189 mm. Assim, conclui-se que tanto com a análise do mês mais chuvoso, como na máxima precipitação, ambos os eventos convergiram para maio de 1984, período que abrangeu a maior inundação já registrada no município de Jaguari, a qual atingiu proporções catastróficas.

Na análise do número de dias com chuvas, em um único mês, constatou-se uma média geral de 8,1 dias com chuvas por mês, além de constatar um máximo de 20 dias com registros de chuvas, registrado em outubro do ano de 2002.

Ainda, pode-se contextualizar o enquadramento final de análise desse trabalho, com a constatação que o mês mais chuvoso no município de Jaguari, dentro do período de análise, é o mês de outubro com uma média de 178,48 mm. Também, constatou-se que as épocas de maiores índices pluviométricos se registram nos períodos de transição entre inverno e verão, e entre verão e inverno, respectivamente.

Por fim, destaca-se a alta influência dos eventos de El Niño nas precipitações em Jaguari, que por consequência acabam por desencadear processos de inundações.

REFERÊNCIAS

ANA - Agência Nacional de Águas. **Hidroweb**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>. Acesso em: 22 fev.2016.

BORSATO, F. P.; ELY, D. F.; BORSATO, V. da A. Apontamentos sobre a análise da variabilidade da precipitação pluviométrica e dos principais sistemas atmosféricos atuantes em dois anos de eventos de El Niño na mesorregião centro ocidental paranaense. **Revista Geonorte,** Edição Especial 2, v. 2, nº 5, p. 946 – 966, 2012.

CALDEIRA, T. L.; ARAÚJO, M. M. F. DE; BESKOW, S. Análise de série hidrológica de precipitação no sul do Rio Grande do Sul para aplicação na gestão e monitoramento de recursos hídricos. **IV Encontro Sul-brasileiro de Meteorologia**, Pelotas/RS, abril de 2011.

DOURADO, C. DA S.; OLIVEIRA, S. R. DE M.; AVILA, A. M. H. DE. Análise de zonas homogêneas em séries temporais de precipitação no Estado da Bahia. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 2, p. 192-198, 2013.

EKWE, M. C.; JOSHUA, J. K.; IGWE, J. E.; OSINOWO, A. A. Mathematical Study of Monthly and Annual Rainfall Trends in Nasarawa State, Nigeria. **IOSR Journal of Mathematics (IOSR-JM)**. e-ISSN: 2278-5728, p-ISSN:2319-765X. Volume 10, Issue 1 Ver. III. (Feb. 2014), p. 56-62.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Ocorrência de El Niño**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/tab_elnino.shtml>. Acesso em: 22 fev.2016.

NÓBREGA, R. S.; SOUZA, Ê. P. de; GALVÍNCIO, J. D. Análise da estimativa de precipitação do TRMM em uma sub-bacia da Amazônia Ocidental. **Revista de Geografia. Recife: UFPE – DCG/NAPA**, v. 25, nº 1, jan/abr. 2008.

OLOGUNORISA, T. E.; TERSOO, T. The Changing Rainfall Pattern and Its Implication for Flood Frequency in Makurdi, Northern Nigeria. JASEM ISSN 1119-8362. **J. Appl. Sci. Environ. Mgt.** September, 2006. V. 10 (3) 97 - 102.

PRINA, B. Z. Geotecnologias aplicadas no mapeamento das áreas de inundação do perímetro urbano de Jaguari/RS. **Dissertação de Mestrado.** Programa de Pós-Graduação em Geografia

(PPGGEO) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppggeo/images/dissertacoes/dissertacoes_2015/Bruno%20Zucuni%20Prina%20-%20Dissertao.pdf>. Acesso em: 22 fev.2016.

ROSA, A. F. M.; MIERES, L. da S.; SALDANHA, C. B.; ALVES, R. de C. M. Análise de chuva intensa na região de Agudo-RS em janeiro de 2010. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p. 2135.

SANCHES, F. de O.; VERDUM, R.; FISCH, G. Análise das chuvas mensais em Alegrete (RS) no período de 1928-2009: um estudo de tendência. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 1, nº 5, p. 844 – 854, 2012.

TRENBERTH, K. E. **The Impact of Climate Change and Variability on Heavy Precipitation, Floods, and Droughts**. Encyclopedia of Hydrological Sciences. Edited by M G Anderson. ©2005 John Wiley & Sons, Ltd.