



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

DENIS ANDERSON VIEIRA DE MOURA

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA SAZONAL NA BACIA
DO RIO IVAÍ (PR).**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Deise Fabiana Ely

LONDRINA
2018

DENIS ANDERSON VIEIRA DE MOURA

**VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA SAZONAL NA BACIA
DO RIO IVAÍ (PR).**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao Departamento de Geociências da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do Título de Bacharel em Geografia.

Banca examinadora

Orientador: Prof.^a Dr.^a. Deise Fabiana Ely
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Marciel Lohmann
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof.^a Me. Lindberg Nascimento Junior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 08 de fevereiro de 2018.

DEDICATÓRIA

À minha mãe e meu irmão,
Aparecida e Deividy.

AGRADECIMENTOS

Sobretudo, meus primeiros agradecimentos devem ser destinados aqueles que me proporcionaram condições, e que me apoiaram ao longo de toda minha vida escolar e acadêmica, minha mãe Aparecida, e meu irmão Deivid. Um agradecimento especial a minha mãe, obrigado por todo caráter e toda a educação que me foi dada.

Em segundo, à minha orientadora, Profa. Dra. Deise Fabiana Ely, a qual ao longo desses últimos quatro anos vem me orientando e contribuindo de modo muito significativo em minha formação acadêmica, sem a qual, após todas orientações e inúmeras correções, este trabalho não teria alcançado tal qualidade.

Não posso me esquecer também das professoras Dra. Margarida de Cássia Campo, Dra. Tânia Maria Fresca, Dra. Cláudia Ximenes, Dra. Maria Del Carmen Matilde Huertas Calvente, que contribuíram não apenas com minha formação acadêmica e intelectual, mas também com uma formação humana e social.

A todos os amigos da turma 2000 do ano de 2012; Ariel, Alene, Beatriz, Drielly, Denilson, Ester, Luis, Renata, Thais Mayara, Thais Castro, Thais Gaffo, Thiago; que foram incríveis companheiros durante toda a graduação.

E é claro, a todos os membros do LabClima; em especial a Fabiana e Regina que acompanharam os meus passos iniciais nas atividades do laboratório, e aos que vieram um pouco depois: Nathan, Rodrigo, mas que já fazem parte desta família. Cada um de vocês tiveram uma grande parcela de contribuição para o desenvolvimento desse trabalho. Ainda um agradecimento especial à Fabiana, que acabou com as minhas aflições finais deste trabalho, com a incrível orientação na produção dos mapas.

Também não posso me esquecer de outros grandes amigos que indiretamente contribuíram com todo meu trabalho, um agradecimento especial à Jéssica Pizaia, Tatiana Freitas, Verônica Reis, Vitor Gomes, Luciana Umakoshi, Ana Oliveira, Lucas Bernal.

“Se você tem metas para um ano, plante arroz.
Se você tem metas para 10 anos, plante uma árvore.
Se você tem metas para 100 anos, eduque uma criança.
Se você tem metas para 1000 anos, então preserve o ambiente natural”
CONFUCIO

MOURA, Denis Anderson Vieira de. **Variabilidade Pluviométrica Sazonal na Bacia do Rio Ivaí (PR)**. 2018. 51 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina. 2018.

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo estudar a variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio Ivaí (PR) com o intuito de verificar se há padrões na ocorrência de períodos secos e/ou chuvosos, de modo que os resultados possam ser úteis ao planejamento, como por exemplo para o abastecimento de municípios e, também, para outros setores econômicos, dentre eles o agrícola que é um dos principais responsáveis pela economia dos municípios localizados nesta bacia. A pesquisa foi realizada a partir de dados pluviométricos de estações meteorológicas, agrometeorológicas e postos pluviométricos distribuídos ao longo da bacia para um período de 40 anos. Que pertencem aos órgãos ANA (Agência Nacional de Águas), IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). Por meio do presente estudo foi constatada uma relação do fenômeno El Niño com a ocorrência de períodos chuvosos e da La Niña com períodos mais secos ou com a predominância do regime pluviométrico habitual. Para as análises sazonais foi constatado uma tendência chuvosa para o setor noroeste da bacia, e seca para a região sul. Essas tendências são mais visíveis para as estações do verão, outono e inverno, enquanto que para a primavera as tendências observadas apontam para uma redução dos totais pluviométricos para a região noroeste e de aumento da pluviosidade para o sul da bacia.

Palavras-chave: Variabilidade Pluviométrica, Bacia do Rio Ivaí, El Niño, La Niña.

MOURA, Denis Anderson Vieira de. **Seasonal Rainfall Variability in the Ivaí River Basin (PR)**. 2018. 51 f. Monograph (Bachelors Thesis in Geography) – Universidade Estadual de Londrina. 2018.

ABSTRACT

The aim of this research is to study the precipitation variability in the Ivaí River Basin (PR) in order to verify if there are patterns in the incidence of dry and / or rainy periods, in a way that the results can be used for planning, such as for example the cities water supply and also to other economic sectors, amongst them the agriculture that is one of the main accountable for the economy of the municipalities located in this basin. The research was carried out using the precipitation data of meteorological stations, agrometeorological stations and precipitation stations distributed along the basin for a period of 40 years (1976 - 2015). The area of this study has a total of 31 stations and stations that belong to the National Water Agency (from the Portuguese *Agência Nacional de Águas - ANA*), Agronomic Institute of Paraná (from the Portuguese *Instituto Agrônômico do Paraná - IAPAR*) and National Meteorological Institute (from the Portuguese *Instituto Nacional de Meteorologia - INMET*). The results demonstrated a relationship between El Niño phenomenon with the occurrence of rainy periods, and La Niña with drier periods or with the predominance of the usual rainfall patterns. Moreover, for the seasonal analysis, a rainy tendency was observed for the northwest area of the basin, and drought for the southern region. These tendencies are most noticeable for the seasons of summer, autumn and winter, whereas for spring the observed tendencies pointed out for a total rainfall reduction for the northwest area and for an increased amount of rainfall to the south of the basin.

Keywords: Precipitation Variability, Ivaí River Basin, El Niño, La Niña.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Bacias Hidrográficas do Paraná.....	22
Figura 02: Perfil topográfico da bacia do rio Ivaí.	23
Figura 03: Espacialização das estações e postos pluviométricos localizados na bacia que subsidia o presente estudo.....	26
Figura 04: Tabela Valores-limites dos quantis.....	30
Figura 05: Painel da Variabilidade espaço-temporal das chuvas na Bacia do Rio Ivaí.	33
Figura 06: Tabela anos padrões e gráfico do Índice Padronizado	35
Figura 07: Resultados das aplicações estatísticas para a Sazonalidade do verão ...	39
Figura 08: Resultados das aplicações estatísticas para a Sazonalidade da Outono	41
Figura 09: Resultados das aplicações estatísticas para o Inverno.....	43
Figura 10: Resultados das aplicações estatísticas para a Primavera	44
Figura 11: Estatística OLS.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 01: Demanda Hídrica na área da Bacia hidrográfica do Rio Ivaí	24
Tabela 02: Relação das Estações e Postos Pluviométricos utilizados para o estudo	27
Tabela 03: : Relação das estações e postos pluviométricos que compõe a figura 06.	36

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. CLIMA, BACIA HIDROGRÁFICAS E VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA	13
2.1. Hidrografia e Climatologia	14
2.2. Dinâmica atmosférica e Ciclo Hidrológico	16
2.3. Variabilidade Climática	18
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	22
4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
5. RESULTADOS E ANÁLISES	33
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
7. REFERÊNCIAS.....	49

1. INTRODUÇÃO

A partir da significativa importância social e econômica das chuvas, faz-se necessário a produção de estudos que analisem sua distribuição espaço temporal. Deste modo, este trabalho objetivou analisar a variabilidade das chuvas com o intuito de identificar padrões na variabilidade anual e sazonal na área de abrangência da Bacia do Rio Ivaí (PR).

Para tanto, a investigação ocorreu em três etapas. Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico para compreensão e caracterização do clima, sua variabilidade e seus possíveis impactos sociais, principalmente nos setores agrícola e energético.

Em um segundo momento, foi realizada a caracterização da área de estudo, a bacia do Rio Ivaí, localizada quase que em sua totalidade no terceiro planalto paranaense, com sua montante e jusante voltadas da porção central ao noroeste do estado do Paraná, respectivamente. Nesta etapa buscou-se compreender suas características físicas, sociais e econômicas, bem como dos municípios que a compõem.

Por último, foram utilizados os dados pluviométricos referentes ao período de 1976 a 2015, obtidos junto a ANA (Agência Nacional de Águas), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) e IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná). Os dados diários foram coletados em 31 estações que, posteriormente, foram tabulados para a escala de totais anuais e sazonais.

A bacia hidrográfica em estudo possui uma intensa atividade agrícola que é desenvolvida no território de 102 municípios, ou seja, a água enquanto recurso possui importância social (abastecimento doméstico) e econômica (atividades agrícolas e industriais) fundamental.

Além de uma análise da variabilidade anual, os totais pluviométricos de cada estação foram tabulados em quatro divisões sazonais: verão (dezembro, janeiro e fevereiro); outono (março, abril e maio); inverno (junho, julho e agosto) e primavera (setembro, outubro e novembro) para a construção de uma representação gráfica dos valores pluviométricos, representados em valores mínimos e máximos e os valores limites para os intervalos extremamente secos, secos, habituais, chuvosos e extremamente chuvosos; com o intuito de verificar qual período do ano possui os maiores e menores valores de precipitação.

A variabilidade também foi analisada por meio dos valores dos totais anuais e, por meio da elaboração de uma matriz com a ocorrência dos anos padrões foi feito um agrupamento visual de períodos com tendências chuvosas e secas para, posteriormente, serem relacionadas com as ocorrências dos períodos de El Niño e La Niña.

Para atingir o objetivo geral da pesquisa foram aplicados métodos estatísticos aos referidos dados utilizando a ferramenta Earth Trends Modeler do software IDRISI©, além de técnicas de geoprocessamento disponíveis nos softwares IDRISI© e QGIS para a espacialização da área de estudos e caracterizar possíveis áreas que permitem a correlação da variabilidade climática com os períodos de predominância dos fenômenos El Niño e La Niña.

2. CLIMA, BACIAS HIDROGRÁFICAS E VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA

O clima é caracterizado por uma complexa dinâmica que incorpora diversos elementos atmosféricos e espaciais. Com sua dinâmica própria, atua na superfície da Terra de acordo com os diferentes usos e tipos de ocupações do solo (MANGILI, 2014).

Sendo assim, o fenômeno climático:

[...] afeta a agricultura e determina a adequação dos suprimentos alimentícios de dois modos principais. Um é através dos azares (imprevistos) climáticos para as lavouras e o outro é através do controle exercido pelo clima sobre o tipo de agricultura praticável ou viável numa determinada área. Os parâmetros climáticos exercem influência sobre todos os estágios da cadeia de produção agrícola, incluindo a preparação da terra, semeadura, crescimento dos cultivos, colheita, armazenamento, transporte e comercialização (AYOADE, 1986, p. 261).

Desta forma, as atividades agrícolas possuem estreitas ligações com as variações naturais do clima, sendo assim, um conhecimento mais profundo acerca dos fatores componentes da dinâmica climática são essenciais para o desenvolvimento do processo produtivo.

Segundo Mangili (2014), o clima exerce uma significativa importância no desenvolvimento do meio agrícola, encarado enquanto um sistema natural e dinâmico, este possui variações naturais que podem ser denominadas ciclos que, nas atividades agrícolas, são conhecidos como azares climáticos.

Os “azares” climáticos (climatic hazards), entretanto, pela sua própria natureza e magnitude, escapam ao controle do homem. Fenômenos como furacões, tornados, vendavais, ocorrências de granizo e geada, além dos veranicos e da influência do “El Niño”, pela sua potencialização, envolvem forças físicas superiores à capacidade de proteção que a sociedade contemporânea tem a seu dispor (SANT’ANNA NETO, 1998, p. 128).

Desse modo, para o seu estudo faz-se necessário a observação e análise de seus principais componentes, como a temperatura e a pluviosidade (BALDO, 2006), além de efetuar correlações com eventos climáticos por meio de dados numéricos.

O clima pode ser definido como uma sucessão habitual de diferentes tipos de tempos atmosféricos num dado lugar. Além das condições atmosféricas, os condicionantes espaciais são determinantes para a configuração do clima, como por exemplo, a latitude, a altitude, a continentalidade e a maritimidade.

A latitude determina a incidência dos raios solares sobre o lugar, quanto maior for a latitude (mais próximo dos Pólos 90° N e S) menor será a intensidade dos raios solares que incidem sobre o mesmo; enquanto que a menor latitude (regiões próximas à Linha do Equador) promove uma maior incidência da radiação solar sobre o lugar. Vale destacar a importância da radiação solar no sistema climático, considerada sua principal entrada de energia.

Franco (2017) realizou um estudo sobre a relação da variabilidade pluviométrica para o estado do Paraná e constatou a existência de períodos predominantemente secos ou chuvosos com uma alternância média de 10 anos.

Ainda, segundo Franco (2017), existe uma ocorrência de alternâncias ora diretas, ora indiretas entre a variabilidade das chuvas com o padrão dos índices das teleconexões que ocorrem no Atlântico como a AAO (Antarctic Oscillation), AMM (Atlantic Meridional Mode), AMO (Atlantic Multidecadal Oscillation), TSA (Tropical Southern Atlantic), TNA (Tropical Northern Atlantic). Neste estudo, a variabilidade será analisada por meio de ocorrência de eventos como El Niño e La Niña.

Para a bacia do rio Iguaçu, Caldana e Ely (2016) identificaram que os fenômenos El Niño e La Niña, possuem uma influência direta com a ocorrência de anos com “máximos e mínimos pluviométricos”. A análise dos índices obtidos apontam que no território da bacia do rio Iguaçu há um predomínio de períodos mais úmidos, sobretudo pela sua posição geográfica que faz com que a região seja mais suscetível à passagem de frentes frias.

2.1. Hidrografia e Climatologia.

Além de toda a importância econômica do clima, por meio, de sua estreita relação com a agricultura, o mesmo possui uma ampla ligação com a questão da gestão dos recursos hídricos. Logo, a climatologia e a hidrologia são campos do conhecimento físico natural altamente interligados.

Segundo TUCCI (1993), a Hidrologia

[...] é uma ciência que se baseia na observação dos processos envolvidos no meio físico natural. Para analisar a sazonalidade da ocorrência de precipitação [...] utilizam-se observações realizadas no passado. (TUCCI, 1993, p. 27)

Até a década de 1930 a Hidrologia possuía um caráter altamente empírico e descritivo dos elementos físicos e naturais de uma bacia hidrográfica, contudo com o avanço do meio científico e a demanda por soluções para problemas

socioambientais de cunho hidrológico (TUCCI, 1993), fez com que esta ciência se desenvolvesse em prol das políticas de gestão dos recursos hídricos.

Os estudos hidrológicos eram baseados em sua homogeneidade das séries hidrológicas, ou seja, as estatísticas da hidrologia não se alteram com o tempo, contudo uma não homogeneidade tem aparecido devido algumas causas isoladas e combinadas como, a falta de representatividade das séries históricas, alterações físicas, químicas e biológicas da bacia hidrográfica, e as próprias mudanças climáticas. (TUCCI; BRAGA, 2003, p. 01 e 02)

Esta ciência que aborda a questão da água e sua dinâmica no planeta, tem como um de seus objetivos subsidiar, por meio de métodos quantitativos, o gerenciamento de estudos para auxiliar o planejamento dos recursos hídricos, seja para a questão energética, abastecimento hídrico agrícola, doméstico e industrial, como também para amenizar impactos socioambientais como a escassez e o controle de enchentes.

As inundações são problemas comumente observados nos espaços urbanos, principalmente em grandes centros de crescimento desordenado, as mesmas podem receber duas classificações: a) inundações ribeirinhas e b) inundações devido à urbanização. A inundação ribeirinha é um processo natural, no qual o nível do leito do rio se eleva de acordo com o volume precipitado, enquanto que as inundações decorrentes da urbanização decorrem da intensa impermeabilização do solo (TUCCI; BRAGA, 2003).

Atualmente, o controle de inundações cabe exclusivamente aos poderes municipais, que devem ser responsáveis pela elaboração de estudos técnicos, bem como medidas mitigatórias para os problemas causados pelas inundações.

A bacia hidrográfica é o elemento fundamental para a análise e estudos do ciclo hidrológico, sendo esta

“[...]uma área de captação natural de água da precipitação que faz convergir os escoamentos para um único ponto de saída, seu exutório. A bacia hidrográfica compõe-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único no exutório.” (TUCCI, 1993, p.40)

Neste contexto, a bacia hidrográfica pode ser considerada como um sistema físico, configurado pela entrada de água precipitada e a saída posterior desse volume por meio da evaporação. O escoamento superficial é ocasionado pela saturação do solo, que causa uma queda de sua permeabilidade, como também

pela ação gravitacional, impulsionada pela angulação das vertentes, criando assim uma rede de drenagem, que possui a função de conduzir a água até a saída da bacia (TUCCI, 1993).

A área de uma bacia hidrográfica é um dado fundamental para determinar a capacidade hídrica da mesma, trabalho comumente feito por meio de aplicação de cálculos matemáticos em bases cartográficas arquivadas eletronicamente em SIG's (TUCCI, 1993).

2.2. Dinâmica atmosférica e ciclo hidrológico.

Em meio a todo esse sistema, a dinâmica atmosférica exerce um papel fundamental. A atmosfera constitui uma camada de gases que envolve a Terra, nela ocorre os principais fenômenos meteorológicos que caracterizam o clima. A atmosfera encontra-se dividida em duas camadas, sendo elas a baixa e a alta atmosfera; o limite entre ambas é denominado de tropopausa (BERTONI, 1993).

A baixa atmosfera encontra-se dividida em outras duas camadas, denominadas: troposfera e estratosfera, onde ocorrem os principais fenômenos estudados pela climatologia.

A estratosfera é a camada que se localiza entre a troposfera e a ionosfera, possui uma baixa variação de temperatura comparada à troposfera. Em suas camadas mais elevadas encontra-se uma subcamada onde está concentrado o gás O₃ (Ozônio), que é responsável pelo controle da quantidade de raios ultravioletas (emitidos pelo Sol) que atingem a Terra (BERTONI, 1993).

Situada entre a superfície terrestre e a tropopausa encontra-se a troposfera. Nesta camada ocorre o transporte das massas de água, energia (energia térmica recebida do sol), movimentação do ar (ventos), originando os principais fenômenos meteorológicos que são de interesse da Climatologia e da Hidrometeorologia. Essa camada possui um gradiente térmico vertical negativo, ou seja, quanto maior for a altitude, menores serão as temperaturas, isso indica que a fonte primária de aquecimento do ar atmosférico é a própria Terra. Outro fator para esse gradiente térmico é o de que as camadas inferiores possuem maiores níveis de concentração de vapor d'água, o que as tornam mais eficientes para absorver a radiação terrestre. A troposfera é mais espessa no Equador e possui uma espessura menor nos Pólos (BERTONI, 1993).

A umidade atmosférica é um elemento essencial do ciclo hidrológico, pois a mesma regula o volume das precipitações, a distribuição da água pelo planeta e a transpiração dos seres vivos. A umidade atmosférica refere-se somente ao vapor d'água, não levando em consideração a água em seus estados líquidos e sólidos.

A radiação, a condução e a convecção são os principais mecanismos de transporte de energia e movimentação de massa na atmosfera. Por meio da radiação a energia solar ingressa na atmosfera, fornecendo energia para todos os fenômenos atmosféricos. A condução origina-se a partir de movimentos aleatórios de moléculas presentes no ar, estes movimentos dependem da temperatura (BERTONI, 1993).

O Ciclo Hidrológico é um fenômeno em escala planetária de circulação e renovação da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, sendo o Sol a matriz energética de todo esse sistema e, segundo TUCCI (1993 p. 35), "O ciclo hidrológico só é fechado em nível global".

O ciclo hidrológico possui dois sentidos: 1) superfície-atmosfera em que o fluxo da água ocorre fundamentalmente no estado gasoso e 2) atmosfera-superfície onde o fluxo ocorre em qualquer estado da matéria (sólido, líquido e gasoso); sendo denominado de precipitação, no qual sua forma mais comum é a chuva, que ocorre a partir da aglutinação e crescimento das microgotículas que ganham tamanho e peso suficientes para superar a força dos movimentos ascendentes do meio atmosférico (TUCCI, 1993).

No Brasil as chuvas possuem uma grande variação em seu regime pluviométrico, sendo elas associadas

[...] à atuação e à sazonalidade dos sistemas convectivos de macro e mesoescala e, em especial, da frente polar atlântica (FPA) [...] que se expressam na diversidade climática do país. Com tipos chuvosos, semiáridos, tropicais e subtropicais. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.146)

Com uma grande extensão latitudinal, o Brasil apresenta uma grande diversidade de climas, desde áreas semiáridas, chuvosas e subtropicais. Nesta última área climática as chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, podendo haver períodos curtos de secas.

Por estar em uma área de transição climática, a Região Sul do Brasil possui um clima Subtropical e

[...] apresenta índices pluviométricos médios sazonais superiores a 251mm mensais, como consequência da atuação da FPA ao longo

de todo o ano [...]. A FPA é a principal agente promotora das chuvas nesse setor do território. (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.149)

Esse domínio climático atribui à região uma boa distribuição das chuvas ao longo do ano, sendo o verão a estação com maior volume de precipitação. O Paraná apresenta variações significativas em relação à distribuição da precipitação sobre seu território, o norte do estado (porção mais setentrional da Região Sul) pode apresentar curtos períodos de secas, em especial nos últimos meses do inverno (julho e agosto); enquanto que na porção sul e no litoral os episódios de seca são menos frequentes.

2.3. Variabilidade climática.

As pesquisas relacionadas à Climatologia Geográfica têm uma preocupação com as diferentes formas de espacialização do fenômeno climático e, portanto, estão subsidiadas numa escala espaço-temporal, ou seja, às dimensões espacial (extensão) e temporal (duração) são empregadas conjuntamente em suas análises (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Ainda assim, para a produção de estudos climatológicos “[...] é preciso uma série de dados meteorológicos produzidos por uma ou mais estações meteorológicas, de preferência superior a 30 anos” (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.25) que subsidiam uma análise do clima em uma Escala Contemporânea, muito utilizada na atualidade para verificar as variações nos padrões climáticos em escala regional, cujo princípio constitui um dos alicerces do presente trabalho.

O termo variabilidade se diferencia de acordo com o nível dos efeitos antrópicos geradores dessa mudança. Segundo o IPCC, Mudanças Climáticas são as alterações no clima e no tempo devido à variabilidade natural e/ou resultado das atividades antrópicas. Contudo na produção acadêmica, há uma grande dificuldade em distinguir as mudanças causadas pela ação do homem e àquelas derivadas da variabilidade natural do clima (TUCCI; BRAGA, 2003).

A Variabilidade Climática pode ser conceituada como um processo de variação do clima condicionado por fatores naturais existentes no globo terrestre e suas interações. Sendo um fenômeno que pode causar impactos econômicos e tornar-se um agravante para o desenvolvimento de alguns países (TUCCI; BRAGA, 2003).

Segundo ELY; DUBREUIL (2017, p. 554)

[...] a variabilidade de um dado parâmetro climático pode se dar mais ou menos em torno de um valor de referência central (da normal climatológica, por exemplo), ou seja, por meio de sua análise é possível observar os anos mais ou menos quentes ou mais úmidos e secos [...] a variabilidade constitui um aspecto natural do clima e influencia diretamente as atividades socioeconômicas.

A Variabilidade climática do continente sul-americano é de alta complexidade na escala espaço temporal, devido à grande diversidade de climas, sendo assim, torna-se imprescindível seus estudos para áreas dessa região (TUCCI; BRAGA, 2003).

O impacto do clima sobre os recursos hídricos é de fato um grande problema socioambiental e econômico. O abastecimento urbano em regiões semiáridas e mananciais urbanos com demanda acima da disponibilidade hídrica é um dos problemas mais afetados pela variabilidade pluviométrica (TUCCI; BRAGA, 2003).

Diante de todo esse contexto, fenômenos como o El Niño e a La Niña possuem grande influência sobre o clima global, ambos são dois fenômenos atmosféricos-oceânicos de grande impacto climático, seja em escala regional, como também em nível global. O El Niño é caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais do oceano Pacífico Tropical. Enquanto que em episódios de La Niña ocorre o oposto, um resfriamento das águas superficiais da faixa do Pacífico Tropical. A caracterização desses fenômenos é feita por meio de índices como o Índice de Oscilação Sul (IOS), que registra alterações térmicas e barométricas na referida região do Pacífico (CPTEC/INPE, 2016).

O regime do padrão pluviométrico da Região Sul é altamente afetado por eventos climáticos como El Niño e La Niña, já que ambos provocam mudanças na circulação atmosférica e, também, na precipitação; seja em nível regional ou global (OLIVEIRA; SATYAMURTY, 1998).

Em períodos de El Niño são constatadas alterações positivas no volume pluviométrico, enquanto que em eventos de La Niña são percebidas alterações negativas no regime pluviométrico. Ambos eventos alteram a pluviosidade da Região Sul, períodos de El Niño são chuvosos e de La Niña secos (GRIMM, 1996).

Com isso, os estudos das tendências pluviométricas podem constituir métodos que auxiliem, não apenas no mapeamento destes períodos secos mas também na prevenção dos impactos ocasionados em virtude de sua ocorrência. A

seca é um fenômeno climático que agrava a situação econômica do país, pois pode ocasionar aumentos nas tarifas de energia, dentre outros que afetam as unidades consumidoras, sejam elas domésticas, comerciais e industriais.

Nas práticas agrícolas o clima é apresentado como um condicionante para o seu desenvolvimento. Portanto, estudos sobre a variabilidade pluviométrica podem beneficiar as atividades agrícolas desenvolvidas, não apenas na área da bacia ora em estudo, mas também em todo estado paranaense, uma vez que sua economia é altamente pautada sobre as atividades agrícolas e pode ser fortemente afetada por qualquer variação ou oscilação climática.

A distribuição das chuvas no decorrer do ano apresenta grande importância para a manutenção de diversos segmentos socioeconômicos, sejam eles voltados à agropecuária, ao setor energético e, até mesmo, ao abastecimento urbano (industrial e doméstico), pois estas atividades são programadas de acordo com um ritmo mensal e sazonal. (BALDO, 2006)

O Brasil é responsável por 10% da produção de energia hidrelétrica do mundo e seu sistema energético depende 91% da produção de energia hidrelétrica. Grande parte das usinas hidrelétricas estão concentradas nas regiões sul e sudeste, o que pode causar crises energéticas em períodos de seca e estiagem, o que provoca uma diminuição nos volumes das vazões; uma vez que fenômenos como El Niño e La Niña provocam uma acentuada alteração nos regimes pluviométricos. Em especial a La Niña ocasiona processos de estiagens nas regiões sul e sudeste do Brasil (TUCCI; BRAGA, 2003) e, considerando que

O sistema elétrico brasileiro encontra-se em um limite de atendimento à demanda, adversidades climáticas podem resultar condicionantes críticos ao desenvolvimento econômico do país (TUCCI; BRAGA, 2003, p. 08).

Com o aumento de períodos de estiagem, a sustentabilidade desses processos dos setores agrícolas e hidrelétricos dependerão de aprimoramentos tecnológicos. O Brasil tem hoje uma grande demanda pelo uso dos recursos hídricos, pois além de sua população (mais de 200 milhões habitantes), a contínua expansão da fronteira agrícola, o impulsionamento dos padrões de consumo são fatores que aumentam de modo significativo a demanda por esse recurso.

Diante desses fatores, a escolha da bacia do rio Ivaí como área de estudo, deu-se pelo fato da mesma estar situada em uma região de transição climática, onde

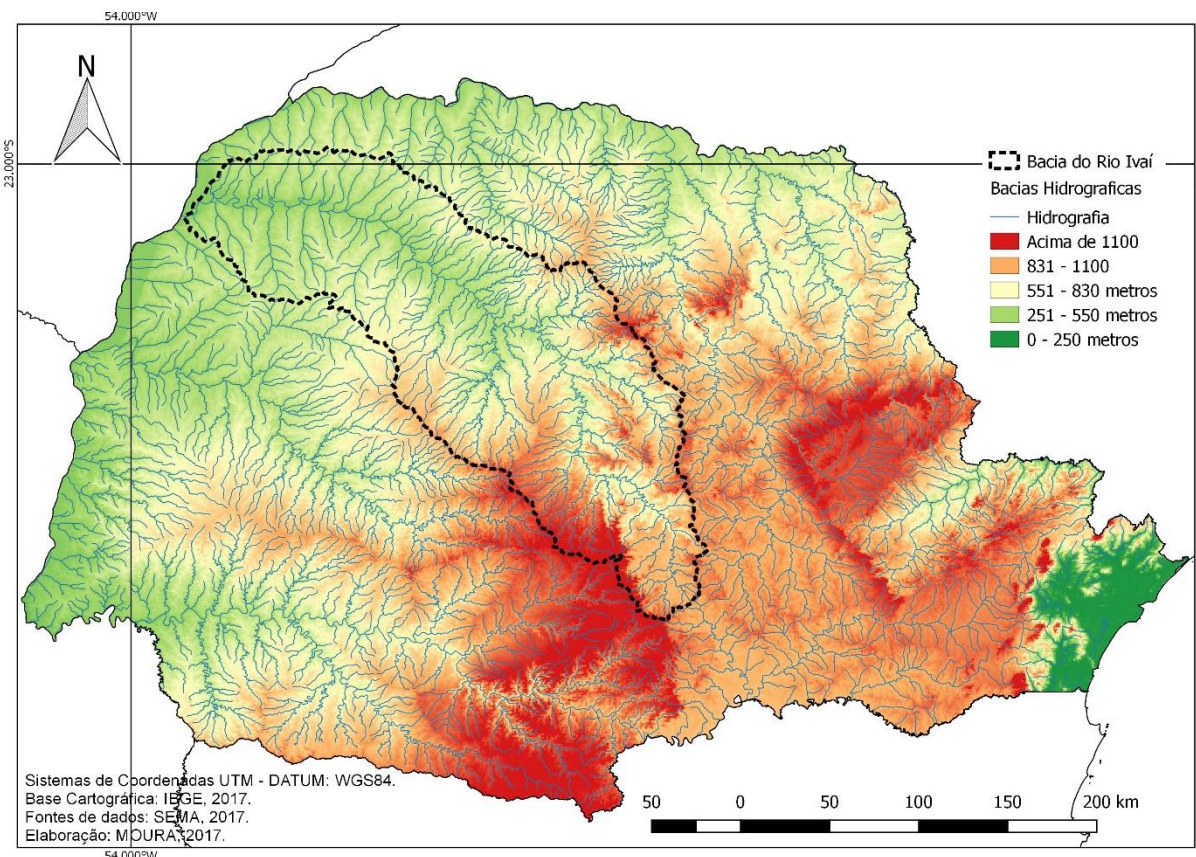
a variabilidade do clima na escala sazonal pode se dar de forma mais intensa. Um segundo fator é a importância econômica da agricultura para os municípios da bacia, segundo IPARDES (2017), a produtividade agrícola do Paraná vem crescendo consideravelmente nos últimos anos, ao mesmo tempo em que o estado lidera a produtividade das culturas do milho e do trigo. A área da bacia conta também com duas usinas hidrelétricas, ou seja, a importância econômica da compreensão da chuva para a área em estudo reflete-se no segmento agrícola, bem como no energético.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A bacia hidrográfica tem sido amplamente utilizada como referencial geográfico para pesquisas ou práticas de planejamento para o uso dos recursos naturais, principalmente em virtude da importância da água, o que vem transformando-as em unidades básicas de planejamento e gestão ambiental (BALDO, 2006).

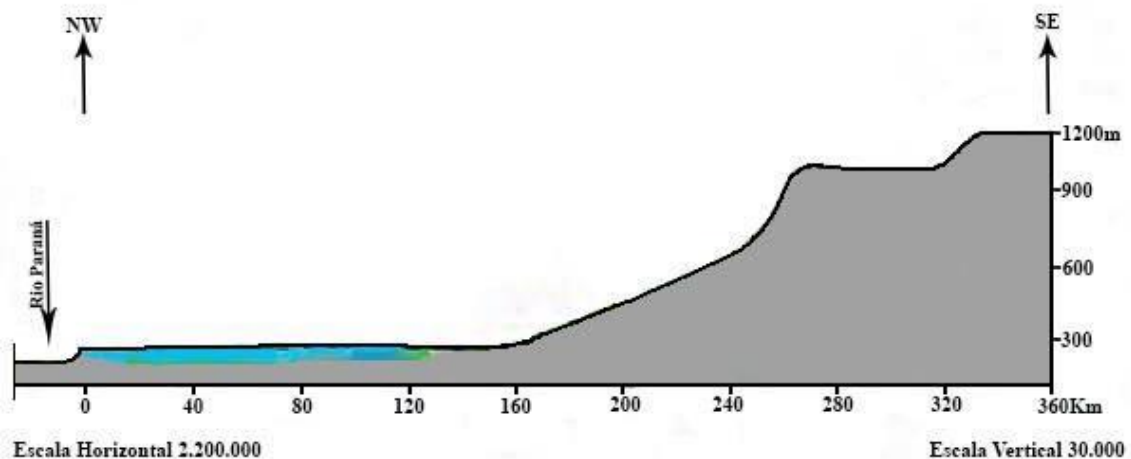
O estado do Paraná possui 16 grandes bacias hidrográficas (Figura 01), instituídas pela Resolução Nº 024/2006/SEMA, como segue: Litorânea, Iguaçu, Ribeira, Itararé, Cinzas, Tibagi, Ivaí, Paranapanema 1, Paranapanema 2, Paranapanema 3, Paranapanema 4, Pirapó, Paraná 1, Paraná 2, Paraná 3 e Piquiri (SEMA, 2013).

Figura 01: Bacias Hidrográficas do Paraná.



Fonte: SEMA – PR, 2013.

O rio Ivaí nasce a partir da confluência dos rios Dos Patos e São João, que ficam localizados na porção sul do Paraná, próximo da divisa dos municípios de Prudentópolis e Ivaí. A bacia possui um perfil topográfico que varia de 300 a mais de 1200 metros de sua foz até a nascente (BALDO, 2006), conforme figura 02.

Figura 02: Perfil topográfico da bacia do rio Ivaí.

Fonte: BALDO, 2006.

Org.: LUNARDELLI, 2017.

A bacia do Rio Ivaí está inserida quase que totalmente no Terceiro Planalto Paranaense, apenas uma pequena porção encontra-se no Segundo Planalto, onde se localiza a nascente do rio que lhe dá nome.

O Segundo Planalto corresponde a um patamar intermediário dos grandes planaltos do Paraná, sendo constituído por relevos tabulares, formando plataformas estruturais e “cuestas”. Sua topografia perde altitude no sentido sudeste – noroeste, onde as altitudes variam de 600 a mais de 1200 metros (MAACK, 1981).

O Terceiro Planalto possui um relevo mais uniforme e horizontalizado, que é caracterizado por chapadas extensas e por platôs com suaves ondulações. Nesta região as altitudes médias variam de 300 a 600 metros (MAACK, 1981).

A bacia possui uma área total de 35.845km², ocupando aproximadamente 19% do território paranaense, sendo a segunda maior em área e o segundo maior rio em extensão do estado. Encontra-se situada entre as coordenadas 22° 54' a 25° 33' de latitude sul e 50° 44' a 52° 42' de longitude oeste. Na área da bacia localiza-se um total de 105 municípios que, juntos, somam 21% da população do estado do Paraná. As principais cidades são: Maringá, Guarapuava, Apucarana, Umuarama, Campo Mourão e Paranavaí (SEMA, 2013).

O clima da bacia se enquadra em dois tipos principais, sendo eles o tropical nos cursos inferior e médio e o subtropical no curso superior da bacia. Os maiores valores dos totais pluviométricos ocorrem nos meses de outubro, dezembro e janeiro; enquanto que os menores valores são registrados nos meses de abril, julho

e agosto. Sua porção sul é bem suscetível a geadas, em especial após o mês de maio (BALDO, 2006).

Ao longo de toda a área da bacia, a vegetação natural foi amplamente retirada para a posterior transformação em campos de cultivo ou pastagens. Sua vegetação natural era o reflexo da interação de vários fatores naturais, sendo altamente influenciada por fatores como a altitude, latitude, clima e formações pedológicas e geológicas. Suas coberturas vegetais primitivas eram a Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Semidecidual, savana e estepe (BALDO, 2006).

A economia dos municípios localizados na área central e extremo noroeste da bacia é pautada principalmente nas atividades agrícolas, desse modo as chuvas são encaradas como um dos principais insumos para essa prática (SEMA, 2013).

Além da prática agrícola, a área de estudo também possui duas usinas hidrelétricas: a UHE Mourão, localizada no Município de Campo Mourão, com potencial energético de 8,7MW e a UHE Rio dos Patos, em Guarapuava, com 1,72MW de potência instalada (COPEL, 2014).

A demanda hídrica da bacia é de 9mil L/s (litros por segundo), sendo que 75% dessa demanda é atendida por reservatórios de mananciais superficiais e os demais 25% provenientes de mananciais subterrâneos (SEMA, 2013).

Tabela 1: Demanda Hídrica na área da Bacia hidrográfica do Rio Ivaí.

DEMANDA DE CONSUMO HÍDRICO	
Setor	Consumo (%)
Abastecimento Público	25
Indústrial	19
Agrícola	39
Pecuária	17

Fonte: SEMA, 2013.
Org.: Moura, 2017.

Os dados expostos na tabela 1 exemplificam os setores da utilização de recursos hídricos pelos 105 municípios da bacia, confirmando o setor agropecuário (agrícola e pecuária) como a maior demanda, representando 56% do total da demanda hídrica.

A disponibilidade hídrica da bacia é estimada em 272 mil L/s, dos quais 233 mil L/s são provenientes de mananciais superficiais e os demais 39 mil L/s disponíveis em reservatórios subterrâneos. As unidades aquíferas da região são:

Paleozóica Média-Superior, Paleozóica Superior, Guarani, Serra Geral e Caiuá (SEMA, 2013).

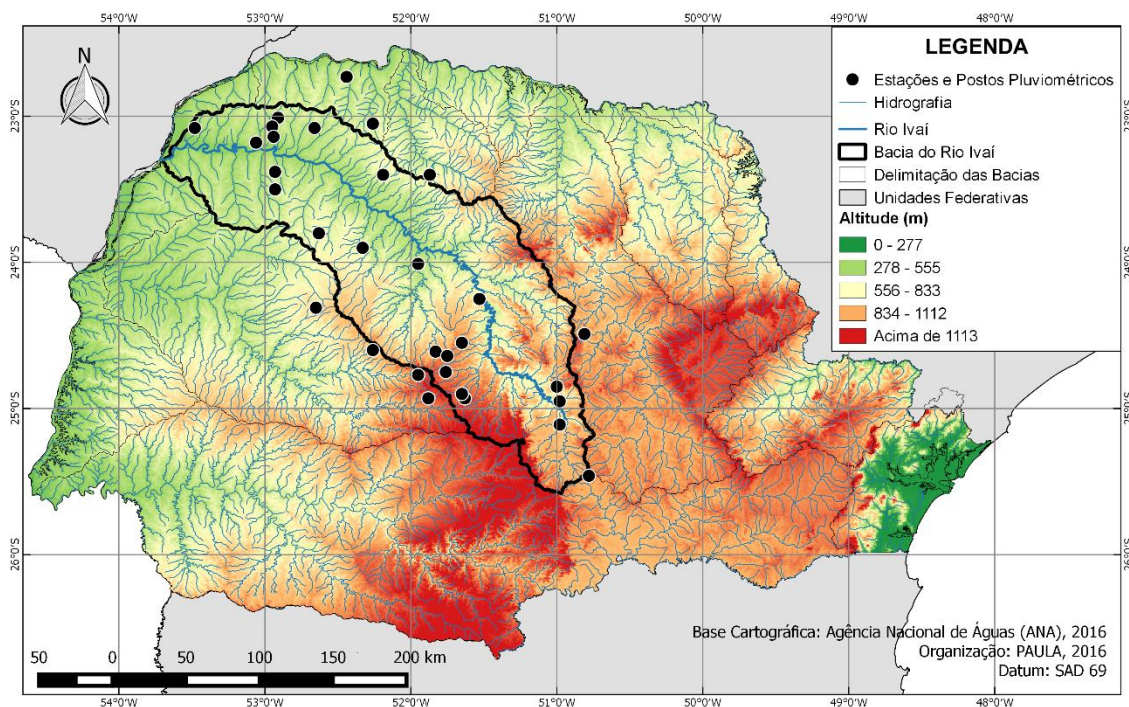
A bacia do Rio Ivaí possui uma dinâmica atmosférica complexa, sendo as chuvas frontais e advectivas os tipos de maior ocorrência pluviométrica, podendo ocorrer secas prolongadas ou episódios de chuvas intensas (SEMA, 2013). Uma melhor compreensão dessa variabilidade propicia uma menor vulnerabilidade das atividades agrícolas, podendo dar subsídios para amenizar problemas decorrentes dessas variações climáticas.

4. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os dados climáticos trabalhados, inicialmente representavam registros pluviométricos na escala diária, que foram coletados junto aos bancos de dados digitais que estão disponíveis nas páginas dos órgãos que possuem redes de coletas e registros desse tipo de informação. Ao longo da extensão da bacia do Rio Ivaí estão distribuídas 133 estações pluviométricas, meteorológicas e agrometeorológicas pertencentes respectivamente, à Agência Nacional de Águas (ANA), ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

No entanto, das 133 estações foi possível trabalhar com os dados de apenas 31 (Figura 03 e tabela 02) em virtude da quantidade de dados faltantes para o período de estudo (1976-2015). A ausência de dados nestas 102 estações apresenta uma grande amplitude temporal, variando entre oito a 2367 dias.

Figura 03: Espacialização das estações e postos pluviométricos localizados na bacia que subsidiam o presente estudo.



Fonte: Águas Paraná (2016).

As estações e postos pluviométricos não se encontram bem distribuídas ao longo do território da bacia, em sua margem direita, no médio curso e próximo à sua

foz há uma parcela de espaços vazios, contudo, a interpolação dos dados busca suavizar a falta de dados para os resultados dessas áreas sem estações e postos pluviométricos. Conforme representado na figura 02, pode-se notar que algumas estações estão localizadas fora das delimitações da bacia do Rio Ivaí. As mesmas pertencem a municípios que estão situados parcialmente dentro das delimitações da bacia, mas as instalações dos postos pluviométricos se encontram localizadas em outras regiões (não pertencentes ao território da bacia) destes municípios.

Tabela 02: Relação das Estações e Postos Pluviométricos utilizados para o estudo.

Relação das Estações e Postos Pluviométricos.				
Cidade	Estação	Latitude	Longitude	Altitude
Paranavaí	Cristo Rei	-22,73	-52,44	400m
Planaltina do Paraná	Planaltina do Paraná	-23,01	-52,91	433m
Paranavaí	Paranavaí	-23,05	-52,26	480m
Planaltina do Paraná	COMUR	-23,07	-52,95	362m
Paranavaí	Dp. Jose Afonso	-23,08	-52,66	450m
Querência do Norte	Querencia do Norte	-23,08	-53,48	349m
Planaltina do Paraná	Gauchinha	-23,14	-52,94	354m
Santa Mônica	Aparecida do Ivaí	-23,18	-53,06	300m
Cidade Gaúcha	Cidade Gaúcha	-23,38	-52,93	400m
Maringá	Guaiapó	-23,4	-51,87	584m
Ourizona	Ourizona	-23,4	-52,19	561m
Cianorte	Igarite	-23,8	-52,63	600m
Peabiru	Peabiru	-23,9	-52,33	527m
Barbosa Ferraz	Barbosa Ferraz	-24,01	-51,95	320m
Ivaiporã	Jacutinga	-24,25	-51,53	720m
Mamborê	Pensamento	-24,31	-52,65	638m
Reserva	José Lacerda	-24,49	-50,81	906m
Ivaiporã	Ivaiporã	-24,55	-51,65	360m
Roncador	Roncador	-24,6	-52,26	730m
Pitanga	Arroio Grande	-24,61	-51,83	1050m
Pitanga	Bom Retiro	-24,64	-51,75	911m
Pitanga	Pitanga	-24,75	-51,76	860m

Santa Maria do Oeste	Barra Grande	-24,77	-51,95	929m
Reserva	Bairro Imbuia	-24,85	-51	934m
Boa Ventura de São Roque	Carazinho	-24,9	-51,65	906m
Boa Ventura de São Roque	Boa Ventura de São Roque	-24,93	-51,63	950m
Santa Maria do Oeste	Santa Maria do Oeste	-24,93	-51,88	900m
Ivaí	Saltinho	-24,95	-50,98	743m
Prudentópolis	Saltinho Prudentópolis	-25,11	-50,98	750m
Irati	Gonçalves Junior	-25,46	-50,78	797m
São Jorge do Ivaí	Águas do Vere	-25,76	-52,93	390m

Fonte: Águas Paraná, 2016.
Org.: Moura, 2016.

Para a interpolação dos dados, os mesmos foram tabulados no software Excel e foram transformados da escala mensal para a escala sazonal, que representam as quatro estações do ano. Para o verão foram agrupados os meses de dezembro, janeiro e fevereiro; enquanto que para o outono, os meses de março, abril e maio; o inverno foi representando pelos meses de junho, julho e agosto e a primavera composta pelos meses de setembro, outubro e novembro.

A escolha da análise sazonal se deu pelo motivo de já haver outros trabalhos que estudaram a questão da variabilidade pluviométrica para bacia do Rio Ivaí, no entanto, com ênfase para uma escala anual. Em sua tese, BALDO (2006) investigou a variabilidade das chuvas na escala anual, para a mesma área em estudo, para o período de 1976 – 2001. Pelo fato da área em questão estar situada em uma região de transição climática, surge a necessidade de analisar a variabilidade das chuvas na escala sazonal, com o intuito de verificar seus padrões e identificar períodos secos ou de curta estiagem.

A tabela dos anos padrões foi produzida por meio dos dados dos totais anuais, para a série temporal de 1976 – 2015. Enquanto que as análises sazonais foram trabalhadas por meio das interpolações geradas no software IDRISI© e o período analisado para este recorte temporal foi de 1977 – 2015. Essa adaptação foi necessária pois para o agrupamento dos dados sazonais para o período do verão é

preciso a obtenção de dados referentes ao mês de dezembro do ano anterior de cada ano trabalhado, como não eram todas as estações e postos pluviométricos que contavam com registro de dados para o mês de dezembro de 1975, não foi possível elaborar os dados para o verão de 1976.

Primeiramente foi elaborada uma análise dos dados pluviométricos anuais por meio da aplicação do método gráfico cronológico de processamento da informação (MGCTI) do tipo Matriz de Bertin (NOUACEUR; LAIGNEL; TURKI, 2014) que propiciou a produção da tabela dos anos padrões (tabela 05). A aplicação desta metodologia permite verificar a variabilidade regional das chuvas na área de estudo, enfatizando a permanência de períodos secos e úmidos.

Após a tabulação dos dados diários em totais anuais da série temporal (1976-2015), iniciou-se a primeira etapa da aplicação da metodologia: (1) os totais pluviométricos de cada posto foram ordenados do mínimo para o máximo; (2) após, foram calculados os valores-limites (Q1, Q2, Mediana, Q3 e Q4) para todas as estações de toda a série; (3) depois foi feita uma classificação dos totais anuais em cinco intervalos, enumerados de 1 a 5, divisão em quintis. No qual os anos com valores inferiores ao valor-limite do quintil 1 corresponde aos anos extremamente secos, os anos com valores situados acima do valor-limite do quintil 1 e abaixo do valor do quintil 2 foram classificados como anos secos, para o intervalo do quintil 2 até o valor-limite do quintil 3 ficaram os anos habituais, onde se encontra a mediana; entre o intervalo do quintil 3 até o valor do quintil 4 os anos chuvosos e os valores superiores ao valor-limite do quintil 4 foram agrupados os anos classificados como extremamente chuvosos, como apresentado na figura 04:

Figura 04: Tabela Valores-limites dos quintis.

	Cristo Rei	Plan. do	Paranavaí	COM UR	Dp. Jose	Querencia	Gaucha	Aparecida	Cidade	Guaia pó	Ourizona	Igarite	Peabiru	Barboza	Jacutinga	Pensamento
Q1	1217,3	1126,3	1274,5	1201,8	1149,4	989,5	1196,1	1168,7	1251,7	1317,2	1312	1241,7	1357	1304,2	1510,6	1396,5
Q2	1308,5	1311,6	1399	1327	1301,3	1118,5	1299,4	1279,2	1345,8	1430	1484,4	1384,7	1505,8	1520,9	1665,8	1520,7
Mediana	1496,9	1547	1528,9	1483,7	1464,1	1446,6	1559,7	1482,6	1543,2	1585,1	1683,3	1601,4	1693	1717,6	1773,9	1795,3
Q3	1610	1611,5	1635,7	1617,7	1561,1	1605,5	1676,4	1562,8	1782,7	1721	1812,8	1747,6	1800,5	1873,6	2035,5	1932,4
Q4	1741,3	2074,6	2111,6	1826,6	1909,3	1886,5	2043,2	1901,9	1937,4	2289,8	2106	2282,3	2331,8	2315,5	2549,2	2368,2

	José Lacerda	Ivaiporã	Roncador	Arroio	Bom Retiro	Pitanga	Barra Grand	Bairro Imbui	Carazinho	B. Vent.	Sta. Maria	Saltinho	Saltinho	Gonçalves	Águas do
Q1	1775,8	1524,9	1671,8	1589,1	1631,3	1549,9	1709,5	1407,1	1496,9	1515,9	1736,8	1404,4	1365,7	1397,7	1584,8
Q2	1973,8	1648,6	1851,1	1759,4	1764,9	1652,6	1926,5	1577,7	1706,6	1716,9	1830,2	1521	1576,5	1594,6	1897,9
Mediana	2231	1789,6	1996	1881	2008,1	2009,9	2124,4	1819,9	1822,6	1944,5	2105,3	1775,5	1822,6	1761,5	2155,5
Q3	2531,5	1987	2169,3	2115,2	2234,6	2164,2	2285,2	2011,2	2105,1	2122,2	2239,8	1948	1925,9	1968,1	2557,5
Q4	3988,1	2609	2582,8	2669,6	2743,4	2691,6	2773,1	2645,3	2662	2628,7	2771,2	2767,8	2621,6	2483,6	3213,3

LEGENDA	
Extre. Seco	
Seco	
Habitual	
Chuvoso	
Extre. Chuvoso	

Org.: Moura, 2016.

Posterior a essa classificação, (4) os totais anuais foram reordenados em suas ordens anuais, os valores pluviométricos anuais foram recodificados através de uma gama de cores representada na figura 6, que classificam a tendência pluviométrica da sazonalidade (a partir dos valores limites dos quintis, obtidos no passo anterior). Este procedimento permite visualizar a evolução da pluviosidade em duas dimensões (tempo e espaço).

Para subsidiar sua análise, foram coletados dados de ocorrência de El Niño e La Niña e suas respectivas intensidades junto ao site do CPTEC/INPE. Com esses dados foi elaborado um gráfico, que compõem a lateral direita da figura 06.

Numa segunda etapa de manipulação dos dados anuais (2.1) os valores (de 1 a 5) atribuídos para cada ano de cada estação ou posto foram somados e calculada a média do período em análise e o desvio padrão para cada estação ou posto. (2.2) Por meio da soma dessas ocorrências, dos valores da média geral e do desvio padrão foi calculado o índice padronizado que foi utilizado para compor o gráfico central da figura 6. Este índice é expresso pela seguinte fórmula (EXCEL, 2016):

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Onde "X" representa o valor que deseja normalizar/ padronizar, o "μ" refere-se a média aritmética da distribuição dos valores e "σ" representa o desvio padrão dos valores trabalhados (EXCEL, 2016).

Após todos esses procedimentos, foi elaborada uma representação gráfica da classificação das chuvas anuais que está exposta na figura 06.

A segunda etapa deste trabalho, refere-se a tabulação dos dados e a soma dos totais sazonais, as planilhas foram importadas para o software IDRISI© (1987-2012 Clark University, versão Selva 17.00), por meio do qual foram produzidas as espacializações das estações, as interpolações e todas as demais aplicações estatísticas, com o objetivo de representar a variabilidade sazonal das chuvas para a área de estudo. As interpolações representam uma operação cartográfica que é executada por meio dos valores registrados em cada posto ou estação (ELY; DUBREUIL, 2017).

Segundo os mesmos métodos aplicados por ELY e DUBREUIL, neste procedimento

estes mapas foram transformados em formato raster, ou seja, foi gerada uma imagem constituída por uma malha fina de células de grade (pixels) que incorporam um valor numérico; o valor de precipitação oriundo da interpolação realizada. Cada pixel das imagens geradas tem uma resolução espacial de 1 km X 1 km. Outra etapa constituiu a submissão dessas imagens a um filtro digital. No IDRISI© podem ser aplicados filtros de 3X3, 5X5, 7X7 ou outras opções definidas pelo usuário. Os filtros digitais produzem uma operação matemática (que pode ser a média, Gaussiana, mediana, desvio padrão, dentre outras ou, até mesmo, definidas pelo operador do SIG) entre o valor da célula original e de seus vizinhos mais próximos radialmente com o objetivo de extrapolar o valor da célula para uma área maior (ELY; DUBREUIL, 2017, p. 559).

Na modelagem realizada neste estudo, assim como no estudo de ELY e DUBREUIL (2017), foi empregado o filtro 5X5, com a opção do cálculo da média entre a célula original e as vizinhas.

Por meio da ferramenta Earth Trends Modeler do software IDRISI© foram aplicadas quatro estatísticas para a análise das tendências da série temporal trabalhada. As estatísticas aplicadas foram: Linear Correlation (R), Linear Trend (OLS), Mann-Kendall Significance (MK_Z) e a Monotonic Trend (MK_Tau).

Segundo ELY e DUBREUIL (2017), essas operações subsidiam análises da dinâmica e tendências de fenômenos, por meio da sequência temporal de imagens, possibilitando assim a análise de tendências de longo prazo.

A Linear Correlation (R), mapeia os valores de cada pixel ao longo do tempo, com a finalidade de identificar tendências positivas, neutras ou negativas (CLARKLABS, 2012). Segundo Rogerson (2012) apud ELY e DUBREUIL (2017, pág. 561) para que seus resultados sejam consideráveis para a série temporal analisada e considerando uma significância de 10%, os valores resultantes desta

estatística devem ser superiores à 0.264 (para positivo) ou inferiores à -0.264 (para negativo); logo os índices que estiverem abaixo ou acima desse limiar serão tendências expressivas. Esses valores foram calculados de acordo com a quantidade de períodos (anos) da série temporal estudada, neste caso, 38 anos.

A estatística Linear Trend (OLS) é uma ferramenta que permite avaliar mudanças quantitativas para uma determinada série temporal, sendo mais aplicada para intervalos curtos e médios. Essa estatística expressa taxas de ganho ou perda anual para a precipitação na área de estudo, logo a estatística apontará os valores da variabilidade que cada sazonalidade sofreu em média ano após ano para o período estudado (CLARKLABS, 2012).

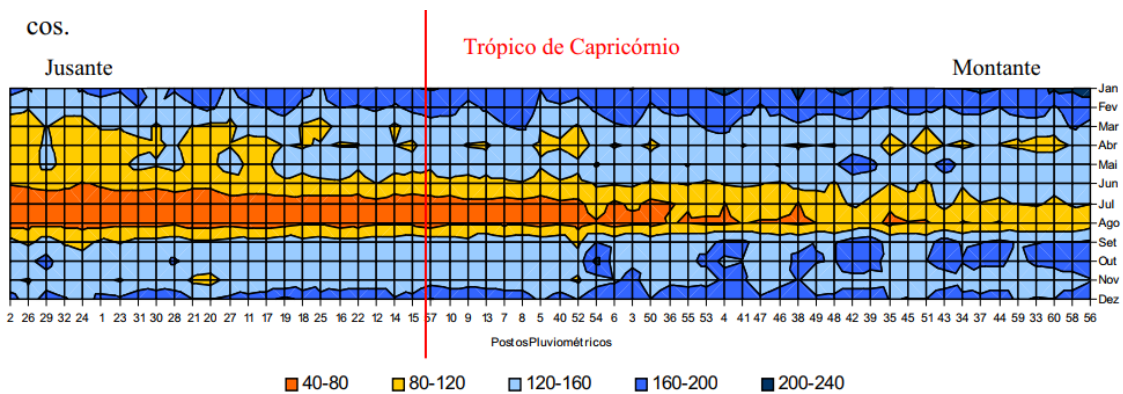
A estatística Mann-Kendall Significance (MK_Z) trata-se de um método não paramétrico que é comumente usada como ferramenta para determinação de uma mediana, para verificar se há uma tendência temporal de alteração estatística significativa, esta aplicação está pouco influenciada por mudanças abruptas na série temporal (CLARKLABS, 2012).

A aplicação estatística Monotonic Trend (MK_Tau) é uma indicadora de tendência não linear, na qual, são medidos o aumento ou regressão de tendências, para isto é utilizado como referência um intervalo entre -1 à +1, os valores próximos de +1 indicam uma tendência de crescimento contínuo, enquanto que os índices com valores próximos de -1 indicam queda progressiva, já os valores próximos de 0 (zero) representam um intervalo sem tendências consistentes, permitindo a comparação de índices entre estações com quantidades de chuvas muito diferentes (CLARKLABS, 2012).

5. RESULTADOS E ANÁLISES

Em sua tese, Baldo (2006) caracterizou a variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio Ivaí por meio da manipulação e análise dos dados pluviométricos de 60 postos e estações referentes ao período de 1976 – 2001. A autora apresenta uma análise da variabilidade anual das chuvas na bacia, produzida por meio da aplicação da metodologia dos anos-padrão elaborada por Sant'Anna Neto (1990). Em sua análise, Baldo ordenou as estações no sentido montante – jusante da bacia e por meio de ferramentas do software EXCEL® elaborou a figura 5; representando a variação espaço-temporal da pluviosidade anual na Bacia.

Figura 5: Painel da Variabilidade espaço-temporal das chuvas na Bacia do Rio Ivaí (PR).



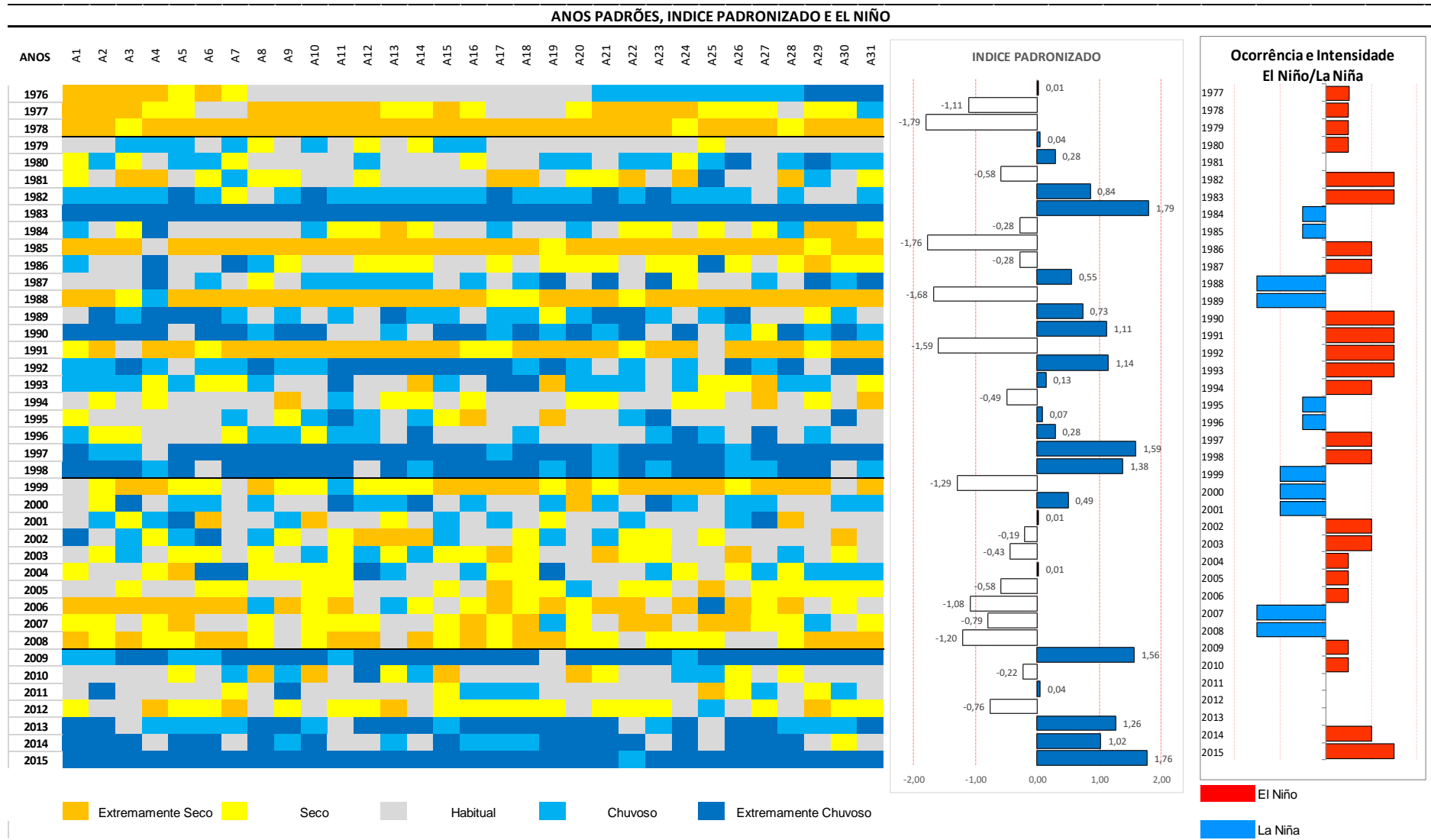
Fonte: BALDO, 2006, p. 68.

Segundo BALDO (2006) os maiores valores pluviométricos anuais para o período de 1976 - 2001 foram registrados a montante da bacia. Uma das possíveis explicações para esses registros é a entrada dos sistemas frontais, com predomínio nos sentidos sul e sudoeste, os quais se apresentam de modo mais intensos nesta porção da bacia (montante), quando comparada com as demais áreas a jusante. Para a autora, o caráter topográfico localizado a montante do rio Ivaí favoreceu a produção de altos valores pluviométricos anuais (figura 10); afirmando que a topografia atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica, notadamente durante a passagem de correntes perturbadas, que na área de estudo correspondem às frentes polares e às linhas de instabilidade. Sendo assim, foi constatado que não somente a topografia, mas também os sistemas frontais são os principais fatores responsáveis pelo aumento das precipitações na bacia do Rio Ivaí.

No presente trabalho foi da aplicada a metodologia MGCTI (NOUACEUR; LAIGNEL; TURKI, 2014) para as precipitações anuais na bacia do Rio Ivaí considerando o recorte temporal de 1976 – 2015 e os resultados estão sintetizados na figura 6.

Na figura 6 estão expostos a tabela dos anos padrões (esquerda), um gráfico com o índice padronizado da pluviosidade anual das estações da bacia e a direita um gráfico com a ocorrência e intensidade dos fenômenos e El Niño e La Niña.

Figura 6: Tabela anos padrões e gráfico do Índice Padronizado.



Fonte dos dados: ANA (2015); IAPAR (2015); INMET(2015), INPE/CPTEC (2016).
 Org.: Moura, 2017.

Como subsídio para a análise da figura 6 foi utilizada como apoio a tabela 03, que consta a relação das estações, com seus respectivos nomes, latitude, longitude e altitude; já que a elaboração da figura 6 não foi utilizado nenhum critério de ordenação das estações e postos pluviométricos localizados na bacia do Rio Ivaí.

Tabela 3: Relação das estações e postos pluviométricos que compõe a figura 06.

Estação	Nome	Lat	Long	Altitude	Estação	Nome	Lat	Long	Altitude
A1	Águas do Vere	-23,50	-52,93	390m	A17	Saltinho	-24,95	-50,98	743m
A2	Pitanga	-24,75	-51,76	860m	A18	Bairro Imbuia	-24,85	-51,00	934m
A3	Barbosa Ferraz	-24,01	-51,95	320m	A19	Igarite	-23,8	-52,63	600m
A4	José Lacerda	-24,49	-50,81	906m	A20	Bom Retiro	-24,64	-51,75	911m
A5	Arroio Grande	-24,61	-51,83	1050m	A21	Sta. Maria O.	-24,93	-51,88	900m
A6	Peabiru	-23,90	-52,33	527m	A22	B. Vent. S. Roque	-24,93	-51,63	950m
A7	Ourizona	-23,40	-52,19	561m	A23	Aparecida do Ivaí	-23,18	-53,06	300m
A8	Roncador	-24,60	-52,26	730m	A24	Gonçalves Junior	-25,46	-50,78	797m
A9	Saltinho Prudent.	-25,11	-50,98	750m	A25	Cristo Rei	-22,73	-52,44	400m
A10	Jacutinga	-24,25	-51,53	720m	A26	Carazinho	-24,90	-51,65	906m
A11	Plan. do Paraná	-23,01	-52,91	433m	A27	Querencia do N.	-23,08	-53,48	349m
A12	COMUR	-23,07	-52,95	362m	A28	Ivaiporã	-24,55	-51,65	360m
A13	Cidade Gaúcha	-23,38	-52,93	400m	A29	Guaiapó	-23,4	-51,87	584m
A14	Gauchinha	-23,14	-52,94	354m	A30	Dp. Jose Afonso	-23,08	-52,66	450m
A15	Barra Grande	-24,77	-51,95	929m	A31	Paranavaí	-23,05	-52,26	480m
A16	Pensamento	-24,31	-52,65	638m					

Fonte dos dados: ANA (2015); IAPAR (2015); INMET(2015).

Org.: Moura, 2016.

O quadro dos anos padrões (figura 6) foi dividido em quatro agrupamentos que representam a predominância de períodos mais secos e chuvosos; confirmados pelos valores positivos e negativos do índice padronizado (gráfico à direita do quadro, na figura 6). Foram constatados dois períodos secos (1976-1978 e 1999-2008) e dois chuvosos (1979-1998 e 2009-2015) na bacia do rio Ivaí; confirmados pelo gráfico do índice padronizado em que é possível observar que, numericamente, houve uma maior ocorrência de anos chuvosos, totalizando 22 episódios, enquanto que os secos foram 18 anos. Mas destaca-se que os anos secos foram mais

intensos, pois os respectivos valores dos índices padronizados são mais expressivos.

Os dois períodos identificados como mais longos nos permitem afirmar que o regime pluviométrico na bacia segue um padrão decenal (para a série temporal em estudo), pois foi possível classificar o primeiro período (1976-1978) como o fim de um período seco; sucedido por duas décadas (1979 – 1998) de padrão chuvoso, intercalado por um novo período decenal de regime seco (1999 – 2008) e, posteriormente, o início de um novo período de padrão chuvoso (2009 – 2015) que poderá se estender por mais alguns anos.

O período de 1979 – 1998, mesmo sendo classificado como chuvoso, possui alguns anos secos, como 1985 (-1.76), 1988 (-1.68) e 1991 (-1.59) que se destacaram com valores negativos na tabela do índice padronizado. Além desses extremos ocorreram outros quatro anos caracterizados como secos, mas com índice padronizado menos significativos: 1981 (-0.58), 1984 (-0.28), 1986 (-0.28) e 1994 (-0.49).

Enquanto que o período de 1999 – 2008, também classificado como seco, apresentou três anos caracterizados como chuvosos: 2000 (0.49), 2001 (0.01) e 2004 (0.01). Os anos de 2001 e 2004 registraram um índice padronizado próximo a zero, logo possuem um padrão mais próximo do habitual.

Os anos de 1983 (1.79), 1990 (1.11), 1992 (1.14), 1997 (1.59), 1998 (1.38), 2009 (1.56), 2013 (1.26), 2014 (1.02) e 2015 (1.76) foram caracterizados como mais representativos do padrão chuvoso. E, ao correlacionar esses anos com o gráfico de ocorrência de El Niño e La Niña, é possível constatar que todos esses anos, com exceção de 2013, estavam sob influência de alteração positiva da temperatura do oceano Pacífico equatorial, ou seja, episódios de El Niño. O ano de 2013 encontrava-se em um período de neutralidade.

O mesmo padrão não se mantém para a situação oposta, no qual os anos de 1977 (-1.11), 1978 (-1.29), 1985 (-1.76), 1988 (-1.68), 1991 (-1.59), 2006 (-1.08) e 2008 (-1.20) registraram uma maior intensidade para um regime seco, não ocorreram integralmente em períodos de oscilação negativa do IOS(La Niña). Esse padrão foi registrado apenas para os anos de 1985, 1988, 1999 e 2008, períodos em que houve ocorrência de La Niña de fraca, moderada e/ou forte intensidade respectivamente. Enquanto que os anos de 1977, 1978, 1991 e 2006 foram caracterizados como secos, mas em períodos de atuação do El Niño; observação

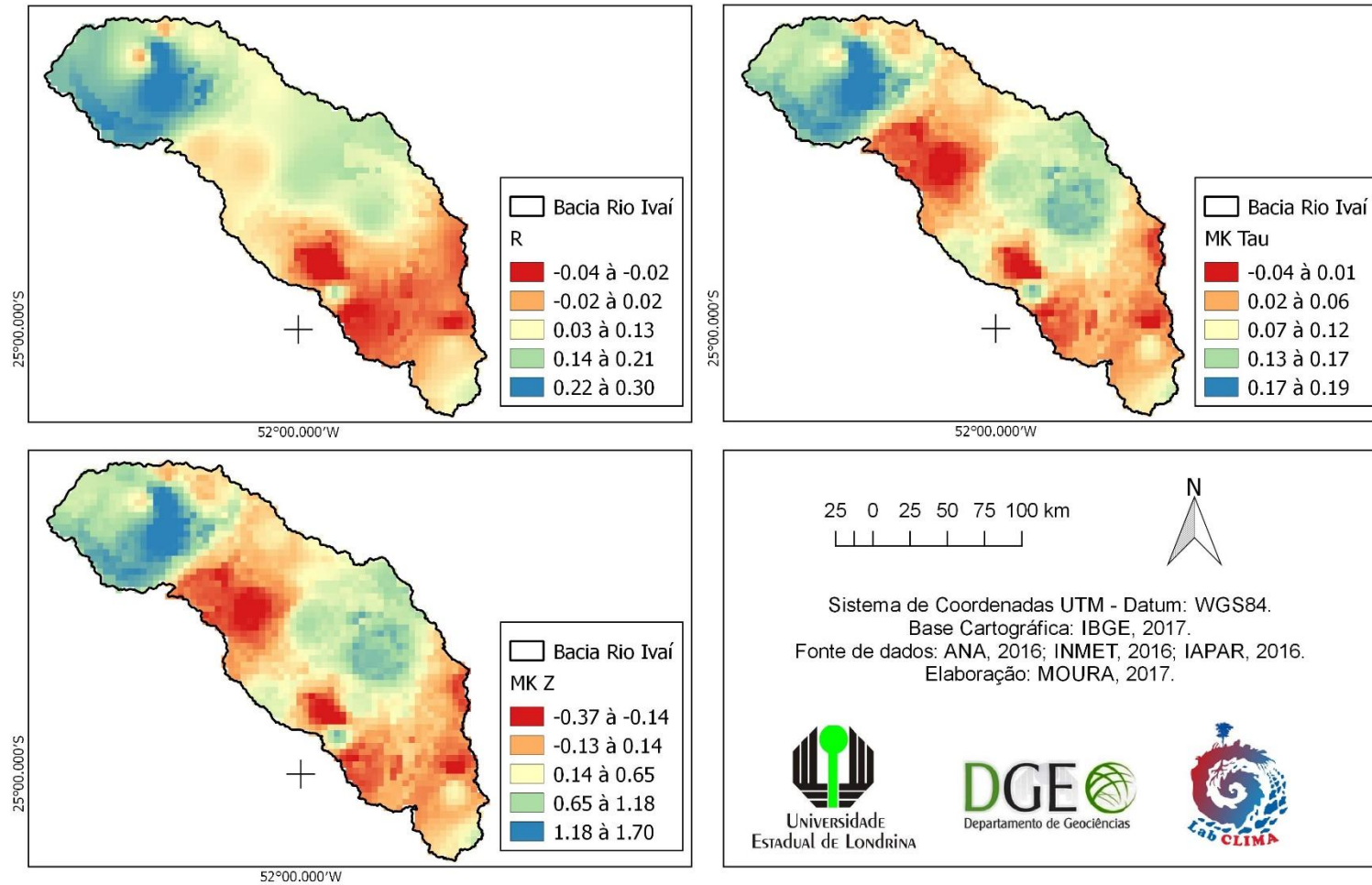
que necessita de uma análise mais aprofundada sobre a dinâmica atmosférica predominante e a associação com outros índices de teleconexões.

Ressalta-se que é possível notar que as oscilações positivas da IOS (El Niño) possuem uma maior influência de determinação dos padrões pluviométricos caracterizados como chuvosos, para a região da bacia do rio Ivaí, por haver uma predominância desse fenômeno nos anos que foram registrados maiores volumes pluviométricos.

Com o intuito de produzir uma análise temporal mais detalhada da variabilidade pluviométrica na Bacia do Rio Ivaí, foi produzida a série temporal das precipitações sazonais referentes ao período de 1977 a 2015 a partir dos dados pluviométricos diários das redes do IAPAR, do INMET e da ANA. Com objetivo de verificar possíveis tendências nas precipitações sazonais foram elaboradas as interpolações para cada estação do ano de cada um dos anos da série temporal, posteriormente foram aplicados os testes estatísticos disponíveis no módulo Earth Trends Modeler (ETM) do software IDRISI© para a identificação das tendências espaço-temporais, expostos nas figuras 07, 08, 09, 10 e 11.

As figuras 07, 08, 09 e 10 referem-se respectivamente aos resultados obtidos com a aplicação da Correlação Linear (R), MK Z (Mann-Kendall Significance) e a MK Tau (Monotonic Trend) para as estações de verão, outono, inverno e primavera, com as estatísticas R (Linear Correlation). A figura 11 apresenta o resultado da estatística OLS (Linear Trend) para todas as sazonalidades.

Figura 07: Resultados das aplicações estatísticas para o Verão.

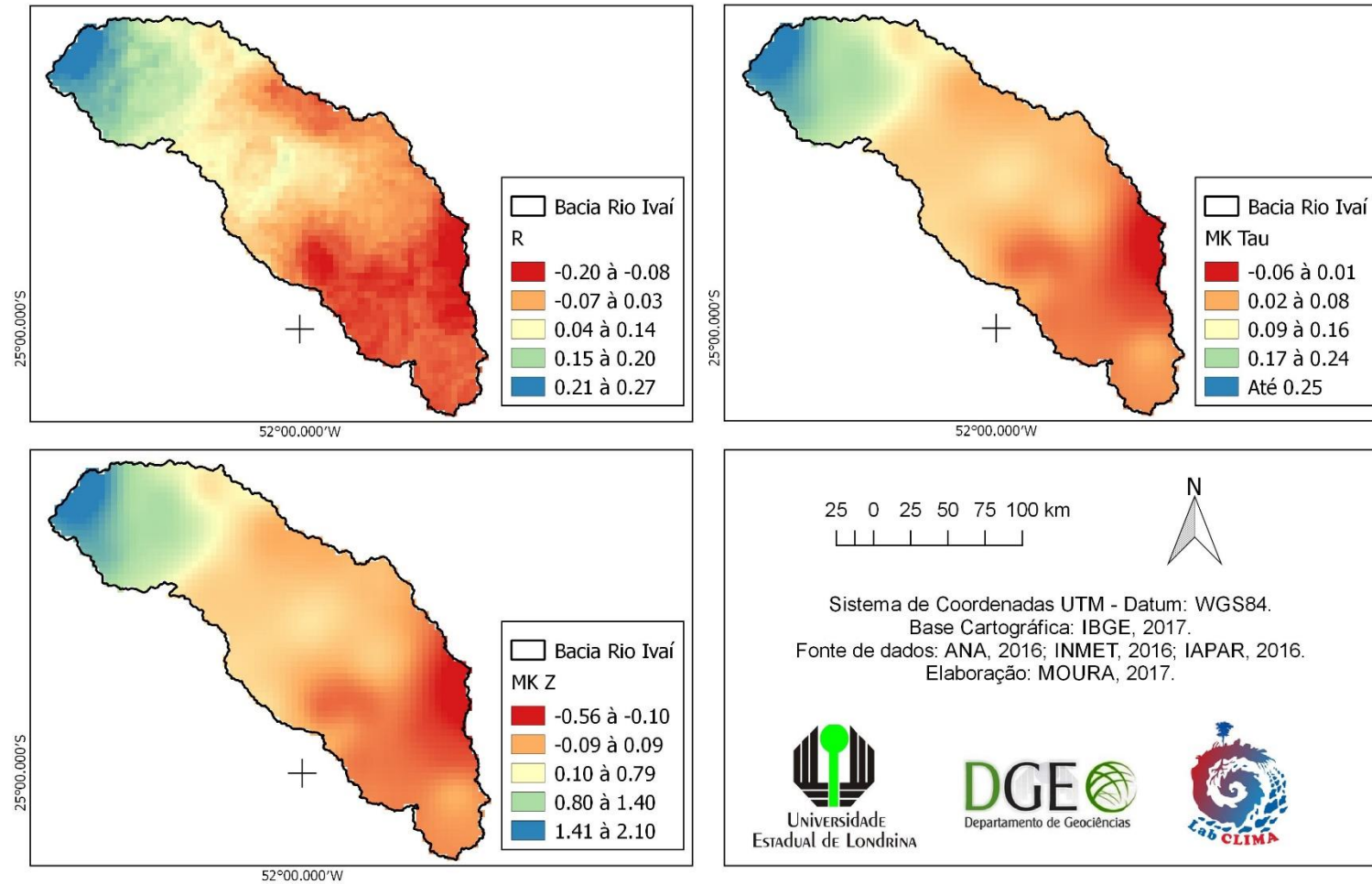


Como mencionado anteriormente, a estatística R (Linear Correlation), mapeia os valores de cada pixel ao longo do tempo, com a finalidade de identificar tendências positivas, neutras ou negativas. Com isso pode-se dizer que para o verão, a porção sul da bacia apresenta uma tendência à redução pluviométrica. Mas vale destacar que, considerando uma significância de 10%, estas reduções não são expressivas. Enquanto que em sua porção noroeste são verificadas tendências positivas, com valores de R superiores à 0.26; portanto tendências significativas de aumento da pluviosidade nesta estação do ano.

A estatística MK Z (Mann-Kendall Significance) trata-se de um método não paramétrico que é comumente usado como ferramenta para determinação de uma mediana, para verificar se há uma tendência temporal de alteração estatística. A partir dos dados obtidos por meio dessa aplicação estatística é possível verificar uma melhor definição das áreas com tendências positivas ou negativas ao longo da bacia. As porções sul e oeste apresentam tendência à redução nos totais pluviométricos do verão, enquanto que as áreas à noroeste e leste têm uma tendência ao aumento.

A aplicação estatística MK Tau (Monotonic Trend) resume-se a uma indicadora de tendência não linear, na qual são medidos o aumento ou regressão de tendências. Para isto é utilizado como referência um intervalo entre -1 à +1. Ao longo de toda a extensão da bacia, as oscilações variam em curtos intervalos, no qual o valor mínimo corresponde à -0.04 e o máximo à 0.19. Assim como os resultados da estatística MK Z, a MK Tau obteve a mesma espacialização das tendências, ou seja, redução da pluviosidade no verão nas porções sul e oeste da bacia e aumento a leste e a noroeste.

Figura 08: Resultados das aplicações estatísticas o Outono.



Para o outono as estatísticas produziram uma espacialização mais homogênea das tendências. O sul da bacia apresenta redução dos totais pluviométricos, mas a porção noroeste registra aumento.

Para a estatística R, os resultados alcançados nos mostram uma tendência negativa para as porções sul e central da bacia, enquanto que no Noroeste, região próxima da foz da bacia, há uma tendência positiva com valores significativos, pois são superiores ao limite t de 0.26.

Considerando os parâmetros da estatística R, os valores negativos do outono foram maiores que os registrados para o verão, levando-nos a afirmar que os totais pluviométricos do outono possuem uma tendência à redução mais significativa do que para o verão.

Com os resultados alcançados pela estatística MK Z é possível notar um padrão semelhante ao das demais estatísticas, no qual as regiões sul e leste da bacia apresentam tendência à redução nos totais pluviométricos, enquanto que uma pequena parcela da região noroeste registra tendência chuvosa.

Com a estatística MK Tau é possível identificar que o sudeste da bacia apresenta tendência à diminuição das chuvas, enquanto no noroeste as tendências indicam aumento dos totais pluviométricos no outono. Contudo, os índices que indicam uma redução dos totais pluviométricos, ficam muito próximos de 0 (zero), tendo como valor máximo -0.06, ou seja, as reduções para essas áreas não são muito significativas. Já para os valores positivos, o extremo é de 0.25, ou seja, um valor mais significativo.

Para o inverno (figura 09) as tendências identificadas pelas estatísticas mostram um padrão espacial diferente daqueles do verão e outono, ou seja, não são registradas tendências negativas no inverno. As tendências calculadas (R, MK Z e MK Tau) apresentam áreas em que o aumento é maior ou menor, mas considerando a significância de 10% e o valor crítico de referência de R (0,26) é possível afirmar que as chuvas de inverno se encontram habituais na bacia do Rio Ivaí.

Figura 09: Resultados das aplicações estatísticas para o Inverno.

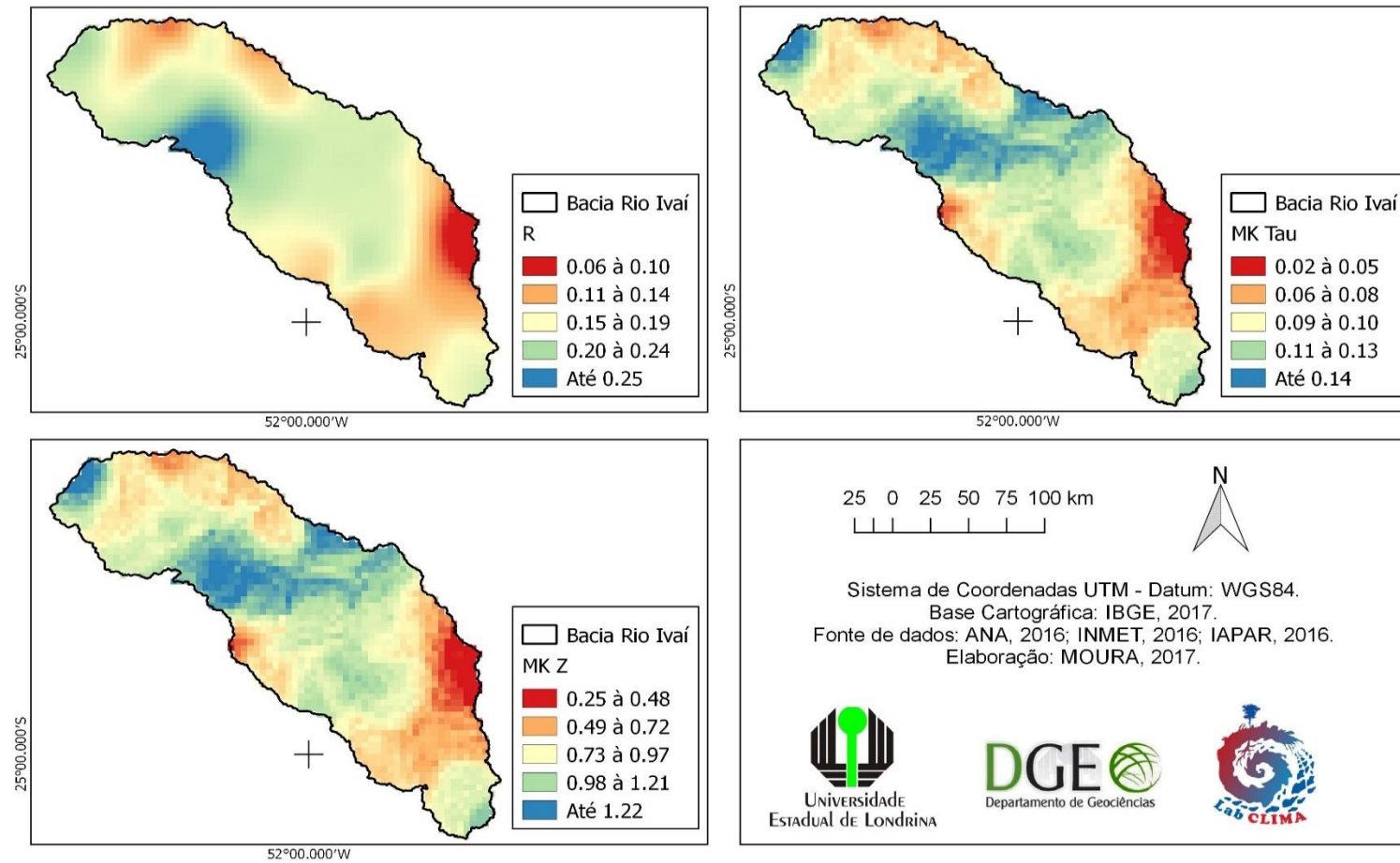
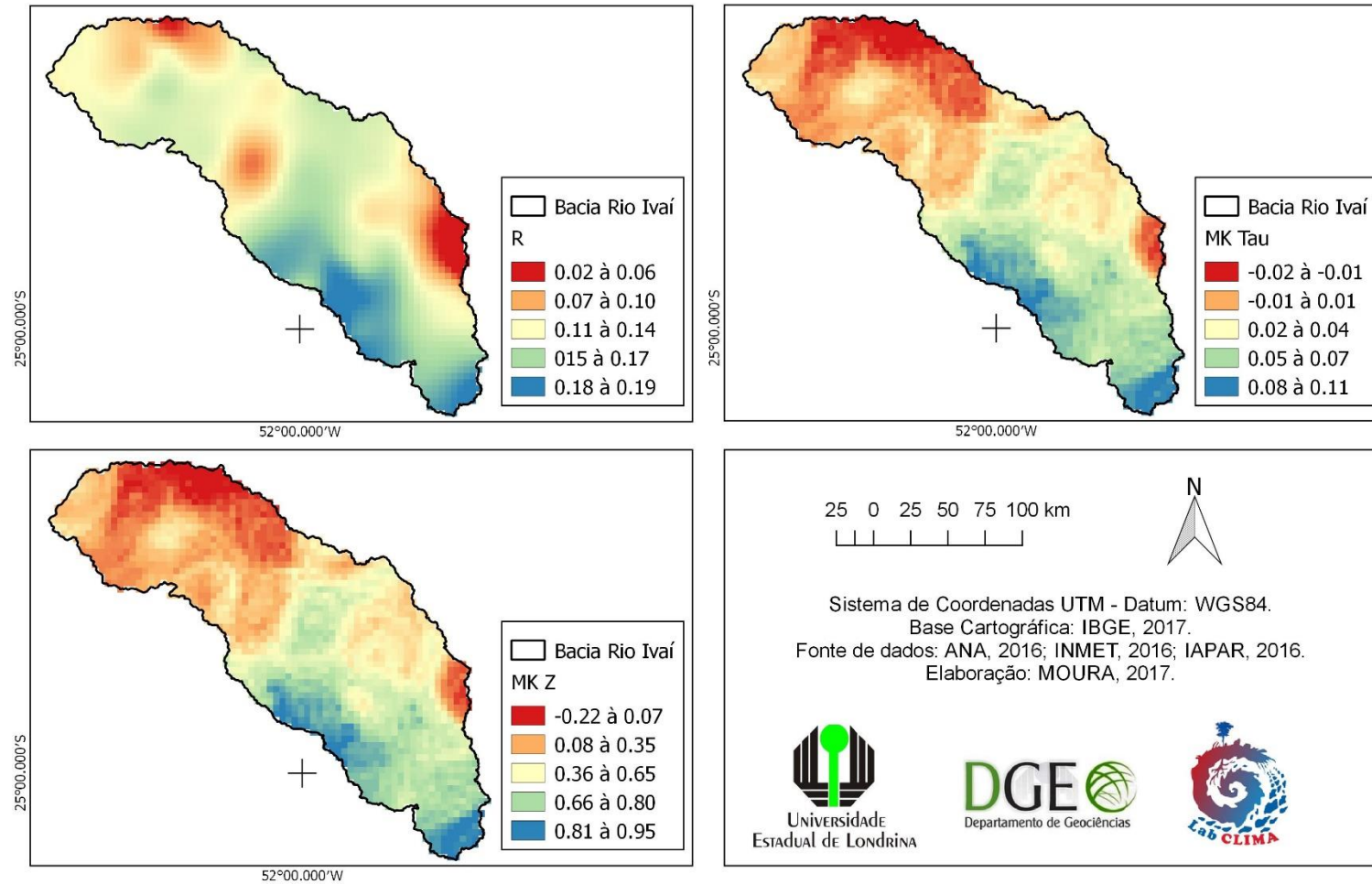


Figura 10: Resultados das aplicações estatísticas para a Primavera.



Assim como para o inverno, a primavera apresenta somente tendências para o aumento das precipitações, mas a sua espacialização é diversa, ou seja, os maiores aumentos são registrados no sul da bacia e no noroeste ocorre um aumento menos expressivo, enquanto que para o noroeste as estatísticas apontam uma redução dos totais.

A estatística OLS é uma ferramenta que permite avaliar mudanças quantitativas para uma determinada série temporal, ou seja, os valores expostos na legenda correspondem às oscilações positivas e negativas expressas em milímetros/ano.

A análise da figura 11 permite verificar que as chuvas no verão, na área de estudo, não apresentam reduções significativas; já que os valores da OLS são não ultrapassam -0.95mm . Isto é, menos de 1mm ao ano. Se considerarmos os 38 anos da série temporal analisada, esta redução chega próximo de 40mm .

A região noroeste da bacia corresponde à área com as maiores tendências positivas, com um aumento de até 3.11mm por ano, que somados ao longo da série atingiria um valor de 118.18mm .

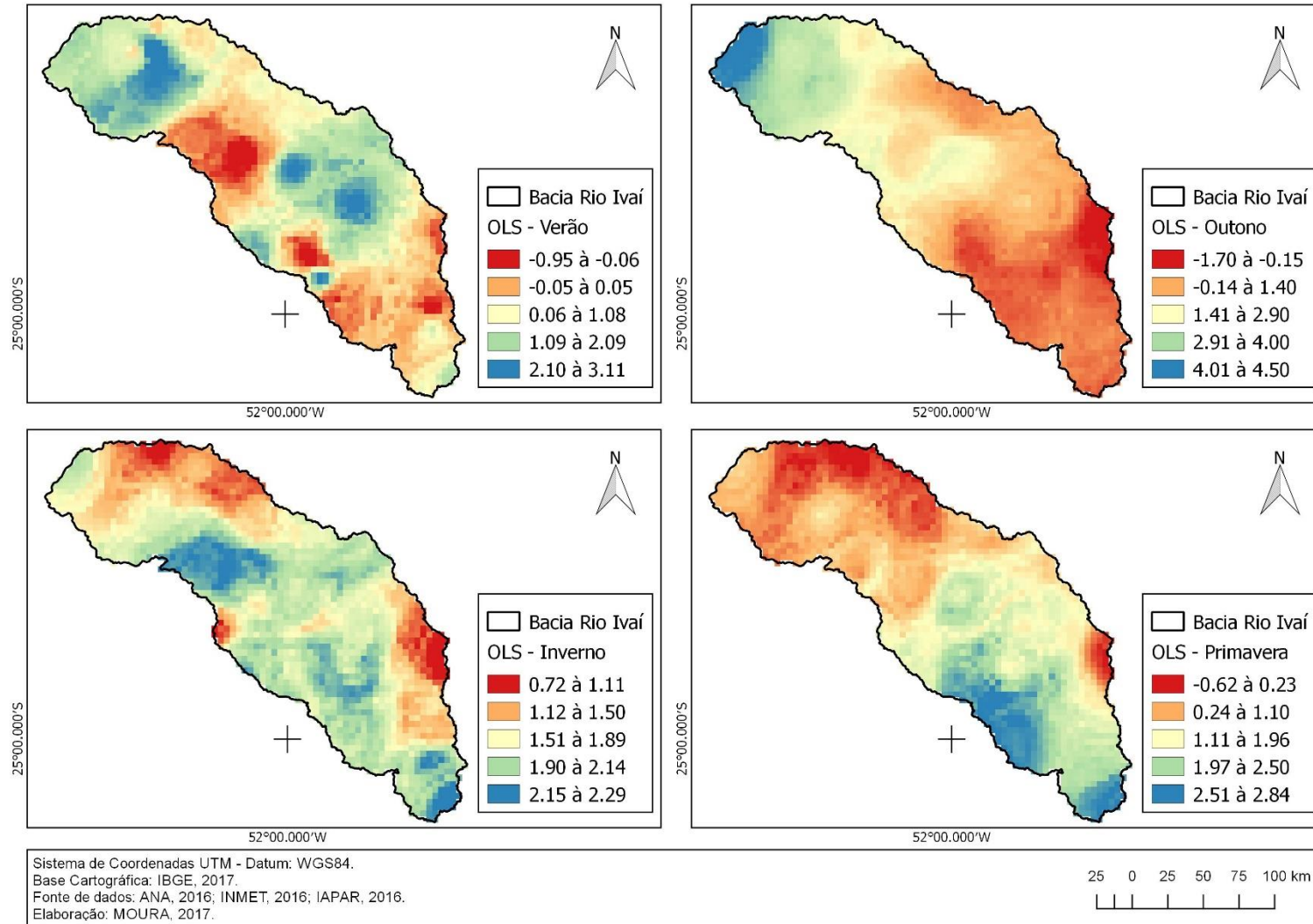
Para o outono é verificado um aumento dos totais pluviométricos no noroeste da bacia que vão de 2.91 a 4.00mm/ano . As tendências negativas do outono (-0.15 a $-1,7\text{mm/ano}$) foram maiores que aquelas calculadas para o verão e foram identificadas no leste da bacia.

Para o inverno estatística OLS indica um aumento dos totais pluviométricos para toda a área da bacia que vai de 0.72 a 2.29mm/ano , sendo que no extremo sul e no centro-oeste ocorrem os maiores ganhos.

A estatística OLS registra um aumento dos totais pluviométricos da primavera nas áreas centrais e sul da bacia, havendo regiões com variabilidade positiva mais branda e outras com crescimento um pouco mais acentuado (extremo sul). O valor máximo registrado foi de 2.84mm/ano . O noroeste da bacia apresenta tendências negativas, com valores de -0.62mm/ano . A primavera apresenta uma redução de -23.56mm ao longo da série histórica. Enquanto que os máximos positivos atingem um aumento de até 107.92mm .

Com base nos resultados alcançados pela estatística OLS, a estação que registra a maior tendência negativa é o outono, com redução anual de até -1.7mm e até -64.6mm para toda a série temporal, bem como a maior tendência positiva, com um valor médio anual de até 4.50mm e de 171mm para toda a série histórica.

Figura 11: Estatística OLS



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da aplicação da metodologia MGCTI foi possível verificar a extrema variabilidade das chuvas na escala regional, mostrando a ocorrência aleatória de períodos secos e úmidos ; podendo-se detectar as seguintes fases: três fases úmidas entre (1990-1993; 1989-1998; 2009-2014) e outras três secas (1976-1979; 1984-1988; 1999-2008).

A análise desses períodos demonstra uma relação com o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) com a ocorrência de períodos chuvosos, já que os anos de suas ocorrências mais intensas demonstram a ocorrência de um número maior de anos úmidos.

Com relação à análise que compreende as estações do ano (verão, outono, inverno e primavera) as estatísticas da ferramenta Earth Trends Modeler do IDRISI® foi possível identificar que o verão e outono são as estações que tiveram a tendências negativas mais acentuadas. Para estas sazonalidades as tendências negativas concentravam-se nas regiões sul e leste da bacia, enquanto que no cenário dos setores centrais, norte e noroeste predominam uma tendência de aumento da pluviosidade.

O inverno não apresentou tendências negativas. Todas as quatro estatísticas aplicadas indicam aumento da precipitação nesta estação do ano em todas as áreas da bacia; contudo com valores mais acentuados para a porção sul.

Para a primavera as tendências apontaram resultados inversos aos obtidos para o verão e o outono. As quatro estatísticas apontaram uma tendência de redução pluviométrica para as regiões norte e noroeste da bacia, enquanto que para as demais estações do ano essas áreas haviam sido classificadas com uma tendência positiva. O mesmo também ocorreu para a porção sul da bacia que, para as demais estações foi classificada com tendência à redução e, no entanto, para a primavera obteve tendência ao aumento dos totais pluviométricos.

Com os resultados da estatística OLS foi possível identificar que a maior variabilidade, seja positiva ou negativa, ocorreram na estação de outono. Para o inverno não houve índices negativos, o verão e a primavera registraram índices negativos, contudo com valores muito inferiores aos registrados no outono. Se somados todos os valores máximos dos índices negativos e dos positivos (das quatro sazonalidades) teríamos os seguintes valores: uma redução de até

124.26mm e um aumento dos totais pluviométricos de até 484.12mm, ou seja, pode-se dizer que a variabilidade para a bacia do rio Ivaí atinge valores mais expressivos para um aumento dos totais pluviométricos, mesmo que estes estejam concentrados em determinadas regiões.

Para o verão, o a redução máxima é de até -0.95mm/ano, enquanto que o aumento máximo é de até 3.11mm/ano. No outono, sazonalidade com maior variabilidade para a estatística OLS, a redução máxima é de até -1.70mm/ano, já a tendência de aumento pluviométrico tem como valor máximo 4.50mm/ano. O inverno é a sazonalidade com menor amplitude entre os valores alcançados para a estatística OLS, o valor máximo da redução pluviométrica é de até -0.72mm/ano, enquanto que o valor máximo é de 2.29mm/ano. Por fim a primavera, que possui valores próximos dos registrados para o inverno, onde a redução máxima é de até -0.62mm/ano e os valores do maior índice de aumento pluviométrico é de até 2.84mm/ano.

7. REFERÊNCIAS

ÁGUAS PARANÁ. **Sistema de Informações Hidrológicas**. 2016. Disponível em: < <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioTotaisMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelInicial>>. Acesso em: 25 Abril 2016.

AYOADE, J.O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1986.

BALDO, Maria Cleide. **Variabilidade Pluviométrica e a dinâmica atmosférica na Bacia Hidrográfica do Rio Ivaí – PR**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado em Climatologia) – UNESP.

BERTONI, Juan Carlos. Elementos de Hidrometeorologia. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 1ª ed. Porto Alegre: Edusp, 1993. p. 53 – 78.

CALDANA, N. F. S.; Ely, D. F. Variabilidade das Chuvas Anuais na bacia Hidrográfica Do Rio Iguaçu (PR). In: XII SBCG, Goiânia. **Anais..** 2016. p. 2123 – 2135.

CLARKLABS. **Idrisi Selva manual**. 2012. Disponível em: < <file:///C:/Users/denis/Downloads/IDRISI%20Manual.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2017

COPEL. **Usina Mourão**. 2014. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F044b34faa7cc1143032570bd0059aa29%2F637b0e519f3b721903257412005dbce6>>. Acesso em: 07 Jul. 2015.

COPEL. **Usina Rio dos Patos**. 2014. Disponível em: <<http://www.copel.com/hpcopel/root/nivel2.jsp?endereco=%2Fhpcopel%2Froot%2Fpagcopel2.nsf%2F044b34faa7cc1143032570bd0059aa29%2F972804058891927403257412005ffe99>>. Acesso em: 07 Jul. 2015

CPTEC/INPE. **ENOS**. 2016. Disponível em: < <http://enos.cptec.inpe.br/#>>. Acesso em: 18 Dez. 2017.

ELY, Deise Fabiana; DUBREUIL, Vincent. Análise das Tendências espaço-temporais das precipitações anuais para o estado do Paraná - Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, 553-569, v. 21, 2017.

EMBRAPA. **Brasil em Relevo**. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>>. Acesso em: 25 Mar. 2015.

FRANCO, R. M. **Variabilidade Anual das Chuvas no Estado do Paraná e sua Relação com os Índices Climáticos**. 2017. 112 fls. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

GRIMM, A. M.; et al. Anomalias de precipitação no Sul do Brasil em eventos La Niña. In: IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, 1996, Campos do Jordão, SP. **Anais...** Campos do Jordão, SP: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1996. v. 2. p. 1113-1117.

IPARDES. **Valor Adicional Bruto.** 2017. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/pdf/indices/tab_pib_03.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2018.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** 2.ed. Rio de Janeiro: Secretaria da Cultura e do Esporte do Governo do Estado do Paraná, 1981, 438p.

MANGILI, Fabiana Bezerra. **Variabilidade Climática e seus Impactos Na Produção De Milho Safrinha Em Londrina – Pr.** 2014. 102 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) – Universidade Estadual de Londrina. 2014.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Climatologia: concepções científicas e escalas de abordagem. In: _____. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 11-25

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Brasil: aspectos termopluriométricos e tipos climáticos. In: _____. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 139-182

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. Tópicos especiais em Climatologia. In: _____. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 183-201

NOUACEUR; LAIGNEL; TURKI. Changement climatique en afrique du nord: vers des conditions plus chaudes et plus humides dans le moyen atlas marocain et ses marges. In: XXVII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie. 2014. **Anais...** 2014, p. 387 – 393.

OLIVEIRA, Gilvan Sampaio de; SATYAMURTY, Prakki. **O El Niño de 1997/98: Evolução e Impactos no Brasil.** X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VII Congresso de Flismet. 1998.

ROGERSON, P. A. **Métodos estatísticos para geografia: um guia para o estudante.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

SANT'ANNA NETO, J. L. **Ritmo climático e a gênese das chuvas na zona costeira paulista.** 1990, 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1990.

_____. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia,** Maringá, 119-131, v. 16, 1998.

SEMA. **Bacias Hidrográficas do Paraná.** 2013. Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/arquivos/File/corh/serie_historica_bacias_hidrograficas_2013.pdf>. Acesso em 30 Jun. 2015.

TUCCI, Carlos E. M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. In: TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** 1ª ed. Porto Alegre: Edusp, 1993. p. 25 – 34.

TUCCI, Carlos E. M. BRAGA, Benedito. Clima e Recursos Hídricos. In: TUCCI, Carlos E. M; BRAGA, Benedito. **Clima e Recursos Hídricos no Brasil.** 1ª ed. Porto Alegre: ABRH, 2003. p. 1 – 30.

ZANDONADI, Leandro; ZAVATTINI, João Afonso. A chuva na bacia do Paraná: rede meteorológica de superfície, séries temporais e distribuição geográfica. In: 8 Simpósio de Climatologia Geográfica. 2008. **Anais...** 2008, p. 1 – 18.