Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

TENDÊNCIAS PLUVIOMÉTRICAS NO MUNICÍPIO DE IRATI, PR

PINHEIRO, Gabriela Marques - gabimpinheiro30@gmail.com
Universidade Estadual do Centro-Oeste / UNICENTRO

VIDE, Javier Martin - jmartinvide@ub.edu
Universidade de Barcelona

RESUMO: As mudanças climáticas globais, suas causas e consequências têm ganhado cada vez mais importância no cenário mundial. De acordo com o Primeiro Relatório de Avaliação Nacional (RAN-1), do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas, a projeção para mudanças da precipitação para a região Sul da América do Sul prevê, até 2040, aumento de 5% a 10%. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo principal compreender a variabilidade pluviométrica (1980 a 2010), assim como analisar tendências futuras para eventos pluviais no município de Irati, localizado na região sudeste do estado do Paraná. Dessa forma, foram utilizadas técnicas estatísticas para cálculo da variabilidade e tendências pluviométricas. Os resultados demostraram que a cidade não apresenta tendências positiva e negativa de precipitação para as últimas 30 décadas. Dessa forma, os dados corroboram para o melhor entendimento da gênese das chuvas, bem como para os estudos sobre os impactos regionais e locais das mudanças climáticas e variabilidade climática.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças Climáticas, Variabilidade Climática, Precipitação, Paraná

PRECIPITATION TRENDS ON THE CITY OF IRATI, PR, BRAZIL

ABSTRACT: The global climate changes, their causes and consequences have being of increasing importance in the world scenario. According to the First National Evaluation Report (RAN-1), from the Brazilian Panel on Climate Change, the projection for changes on the precipitation for the Southern region of South America predicts, until 2040, an increase from 5% to 10%. In this context, this paper has as the main objective to understand the rain variability (1980 to 2010) and analyze the future trends for precipitation events in the city of Irati, located on the southeastern region of Paraná state, Brazil. Statistical techniques were used to calculate the trends and the rainfall variability. The results reveal that this city does not have positive or negative trends in the precipitation for the last three decades. These data collaborate to a better understanding of the precipitation genesis, as well as to studies on regional and local impacts due to climate changes and variabilities.

KEYWORDS: Climate changes, Climate variability, Precipitation, Paraná

INTRODUÇÃO

O conhecimento detalhado do clima e dos eventos climáticos extremos vem despertando interesse na sociedade atual, seja por este possuir caráter altamente dinâmico e apresentar rompimento na variabilidade natural ou apenas por estabelecer previsão de futuras mudanças do sistema climático. O estudo e o conhecimento atual do clima e sua variabilidade é um passo prévio e fundamental para a compreensão das mudanças climáticas por ação direta ou indireta do homem. Dificilmente pode-se falar sobre mudanças climáticas sem o conhecimento do clima atual.

Para o entendimento do clima, muitas variáveis são consideradas, como os subsistemas atmosféricos, hidrosféricos, litosféricos e biosféricos, os quais interagem de forma não linear com diferentes escalas de tempo, que vão desde dias (tempo atmosférico) até milhões de anos (processos geológicos), assim como diferentes escalas espaciais que vão desde metros (micrometeorologia)

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

até a escala planetária (HERREZUELO, 2003). Dentro destas possibilidades de variáveis e escalas que permitem descrever o clima, o estudo da precipitação em escala diária e mensal é fundamental, dada a importância que este tem no Brasil, o qual apresenta grande variabilidade nas precipitações somando-se aos desequilíbrios hídricos.

No Brasil, devido à grande extensão territorial, encontramos diferentes dinâmicas pluviométricas, influenciadas pelas características físicas do território, pela dinâmica atmosférica atuante e pela variação latitudinal. Diferentes regimes de precipitação são observados no Brasil, sendo que a sua distribuição espacial e temporal (diária, mensal e anual) deriva efeitos diretos e indiretos no espaço. Estes condicionantes fazem com que as precipitações apresentem uma variabilidade tanto espacial quanto temporal, dificultando, assim, o seu entendimento.

Esta variabilidade da precipitação também se traduz em uma variabilidade hidrológica, ao passo que a irregularidade do regime hídrico no espaço e no tempo torna-se um dos tópicos mais discutidos, o qual se traduz na falta ou excesso de água ao longo dos anos. Entender a variabilidade climática e sua produção no espaço geográfico é fundamental para a implementação de ações que visam mitigar problemas que afetam diretamente ou indiretamente o cotidiano das pessoas e as atividades econômicas, como a agricultura, comércio, indústrias, produção de energia, abastecimento doméstico, turismo e meio ambiente.

As investigações científicas de caráter climatológico buscam entender e ultrapassar a quantificação da variabilidade dos elementos climáticos, os quais, pautados na matemática-estatística, leva a considerar que estes, além de serem produtos da intensidade, velocidade e frequência, são resultados da produção desigual do espaço geográfico em níveis de vulnerabilidade ao ritmo climático. Recentemente, estudos de Trenberth (2003) relacionam as mudanças climáticas às mudanças no clima local, relacionados à sua tendência climática.

As mudanças climáticas globais, suas causas e consequências, têm ganhado cada vez mais importância no cenário mundial, seja por sua visibilidade política, econômica, ambiental ou até mesmo pela criação de um cenário de preocupações, inquietações e alarmismo, de dimensão planetária, em face das possíveis repercussões deste processo em futuro próximo.

Mudanças climáticas podem ser resultantes naturais do sistema climático e sua variabilidade ou ser consequência de forte participação antropogênica; estas últimas são as mais importantes no processo, segundo o IPCC (International Panel on Climate Change). As causas de origem antropogênica estão associadas à influência das atividades humanas sobre o meio ambiente. Das mudanças produzidas ou provocadas pelo homem, tem merecido destaque a elevação da temperatura média no planeta e as mudanças nos padrões pluviométricos globais.

De acordo com RAN-1 (Relatório de Avaliação Nacional/Bases Cientificas), do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (2014), a projeção para mudanças da temperatura e precipitação para a ampla região Sul da América do Sul prevê, até 2040, aumento relativamente baixo de temperatura entre 0,5º e 1ºC com um aumento de 5% a 10% na chuva. Em meados do século (2041-2070), mantêm-se as tendências de aumento gradual de 1,5º a 2ºC na

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

temperatura e aumento de 15% a 20% nas chuvas, sendo que essas tendências se acentuam ainda mais no final do século (2071-2100), com padrões de clima entre 2,5 e 3ºC mais quente e entre 25% a 30% mais chuvoso.

Desta forma, os fenômenos associados com as flutuações pluviométricas, como episódios de enchentes e inundações são constantes, principalmente nas grandes cidades do Sul e Sudeste do Brasil. Os eventos de inundações apresentaram-se críticos entre os anos de 1974 a 2003 e, segundo dados EM-DAT (banco de dados de eventos de emergência) as catástrofes naturais vêm aumentando entre os anos de 1948 e 2007.

Segundo as hipóteses vinculadas pelo IPCC, a Região Sul do Brasil será afetada futuramente com a ocorrência de cenários de climas mais extremos, com ênfase para o aumento da frequência de eventos extremos ocasionando maior ocorrência de inundações e alagamentos. Além do volume pluviométrico, a vulnerabilidade dos municípios da região contribui para a gravidade do evento.

Dentro deste contexto, a pluviosidade é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para os estudos climáticos. Essa importância deve-se a sua função dentro da dinâmica climática e de sua variação no espaço e no tempo. Além disso, ela constitui uma das variáveis climáticas que mais influenciam no cotidiano das pessoas e na qualidade do meio ambiente. Os volumes de precipitação pluvial, a distribuição temporal e a intensidade das chuvas afetam a sociedade, a economia e a dinâmica natural do planeta.

Desta maneira, esta pesquisa tem como objetivo analisar tendências pluviométricas para a região sudeste do estado do Paraná, mais especificamente o município de Irati (Figura 1), nas últimas três décadas. A pesquisa foi realizada em conformidade com os parâmetros da OMM (Organização Mundial de Meteorologia) onde foram analisados os totais pluviométricos anuais e sazonais a fim de identificar e analisar as condições pluviométricas as quais contribuíram para a o entendimento da gênese pluvial da área de estudo.

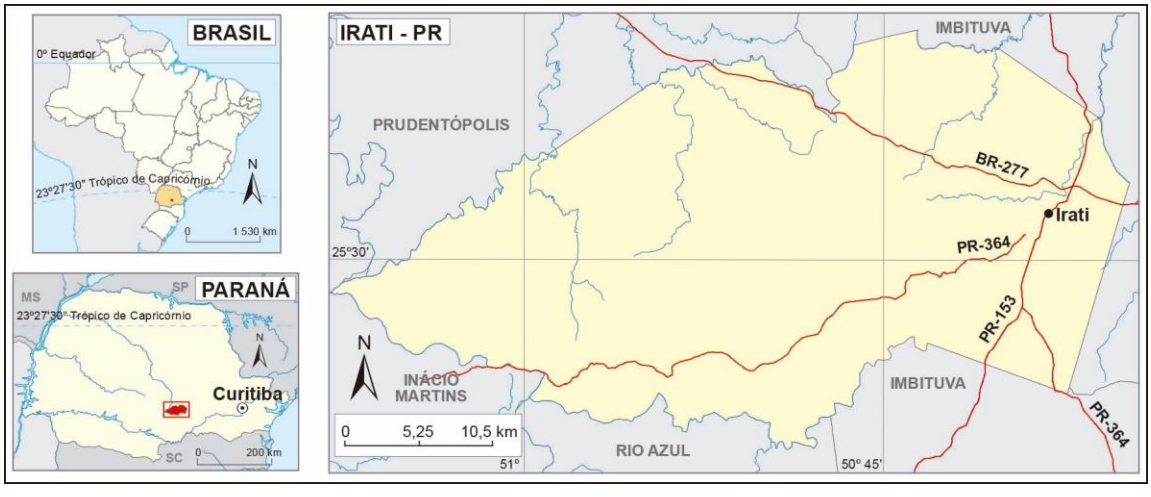

Figura 01 – Localização da área de estudo

A área a ser estudada possui, segundo o IBGE (2013), um total de 59.030 mil habitantes, ocupando uma área total de 999,515 Km2, com uma densidade média de 59,06 hab./Km2 e a altitude é de 812 m. A região

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

encontra-se inserida no contexto global, o qual constitui parte do cenário das mudanças climáticas globais e participa, portanto, do jogo de causas e consequências do processo. A interação entre a dimensão regional e a dimensão global do fenômeno constitui o centro da análise no que concerne a variabilidade pluviométrica. Dessa forma, o foco principal de análise remete ao estudo da variabilidade pluviométrica e sua repercussão espaço-temporal, associando abordagens qualitativa (dinâmica) e quantitativa (estatística).

A região sudeste do estado do Paraná, mais precisamente o município de Irati foi definida como área de estudo, pois vem experimentando o processo de crescimento da população nas últimas décadas, associada a problemas de ordens socioambientais, como frequentes inundações urbana. De acordo com Minikowski e Maia (2004), as inundações representaram um cenário crítico no município de Irati entre os anos de 1983 a 2010 e estão associadas a eventos normais e extremos de precipitação no município.

A partir destes parâmetros, entender as tendências pluviométricas caracteriza-se como um dos fios condutores da abordagem adotada neste estudo. Nesta perspectiva, o espaço geográfico é o receptáculo do ritmo climático e depositário final e obrigatório, revelando as repercussões na forma de impacto.

Desta forma, este trabalho corroborou para a compreensão das dinâmicas pluviométricas, as quais segundo o IPCC, tendem a crescer nos próximos décadas. Sendo assim, esta pesquisa poderá auxiliar futuros planos diretores assim como a efetivação de políticas voltada a doenças de cunho hídrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A variabilidade climática pode ser compreendida como variações do estado médio do clima em todas as escalas temporais e espaciais de fenômenos meteorológicos determinados. A variabilidade se deve a processos internos naturais dentro do sistema climático e variações das forçastes externas antropogênicas. Sendo assim, a variabilidade climática exerce uma influência significativa sobre as atividades humanas, pois podem oscilar quanto à temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos, como secas e chuvas intensas, resultando em impactos na agricultura, nos recursos hídricos, na saúde e sobre o meio ambiente em escala local ou regional. As respostas dos ciclos energéticos e hidrológicos sobre a superfície têm um papel crítico na determinação dos impactos da variabilidade e mudanças climáticas sobre o espaço. Variabilidades climáticas podem, inicialmente, modificar os recursos hídricos locais e o albedo da superfície, de forma que o processo pode provocar pequenas ou até grandes modificações na temperatura, precipitação e evaporação, entre outros parâmetros (SILVA et al., 2009).

Portanto, observações cuidadosas sobre os registros climáticos em longo prazo são importantes para a sociedade moderna, na medida em que fornece uma base para o conhecimento de tendências climáticas e as suas causas potenciais, uma vez que os impactos das oscilações climáticas estão associados aos eventos extremos de precipitação.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

É de grande importância ressaltar que anos chuvosos e anos secos, no caso de uma série pluviométrica anual, intercalam-se de modo quase sempre aleatório, formando parte do comportamento normal do clima. Assim, a aparição de um ano extremo, muito chuvoso ou muito seco, não há de sugerir uma alteração significativa do comportamento pluviométrico. Todos eles, anos normais, chuvosos, secos e extremos, formam parte de uma mesma realidade climática, altamente variável em qualquer escala temporal.

Dentro deste contexto, a pluviosidade é uma das mais importantes variáveis meteorológicas para os estudos climáticos. Essa importância deve-se a sua função dentro da dinâmica climática e de sua variação no espaço e no tempo. Além disso, ela constitui uma das variáveis climáticas que mais influência no cotidiano das pessoas e na qualidade do meio ambiente. Os volumes de precipitação pluvial, a distribuição temporal e a intensidade das chuvas afetam a sociedade, a economia e a dinâmica natural do planeta.

Sendo assim, o estudo parte do princípio que as oscilações encontradas dentro do período de 30 anos estão associadas a variabilidade natural do clima em contrapartida das mudanças climáticas. Desta forma, foram analisadas as tendências climáticas de precipitação entre os anos de 1980 a 2010.

Em uma revisão bibliográfica sobre o tema, nota-se que existem diferenças teóricas entre os conceitos de tendência, flutuação climática, oscilação climática, tendência climática e mudanças climáticas, as quais são importantes enfatizar. A tendência como parâmetro estatístico pode ser definida, segundo Yevjevich (1972), como série temporal que apresenta uma mudança sistemática e contínua, em qualquer parâmetro de uma dada amostra, excluindo-se mudanças periódicas ou quase periódicas. Segundo Goossense Berger (1986), flutuação climática é qualquer forma de mudança sistemática regular ou irregular, exceto a tendência e mudança abrupta. A Oscilação climática pode ser definida como flutuação na qual a variável tende a mover-se gradualmente e de forma suave entre sucessivos máximos e mínimos. A tendência climática é uma mudança climática caracterizada por um suave acréscimo ou decréscimo nos valores médios no período de registro. A mudança climática abrupta é uma mudança abrupta e permanente durante o período de registro de um valor médio para outro.

O modelo do Excel "Makesens" (SALMI et al. 2002) foi desenvolvido para atender à execução do teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) para se calcular tendência climática. A planilha Makesens foi desenvolvida para detectar e estimar tendência em série histórica suficientemente longa de valores anuais de concentrações atmosféricas e precipitações. Por meio desta se executam dois tipos de análises estatísticas. Primeiro, é verificada a existência de tendência monotônica, que pode ser crescente ou decrescente, através do teste não paramétrico de Mann-Kendall. Em seguida, é examinada a inclinação da tendência linear, que é estimada através do método não paramétrico "Sen", conforme explica Gilbert (1987).

Em uma série de variável climática, como a precipitação pluvial, pode ocorrer variações significativas ou não. O procedimento estatístico que analisa a existência de alterações é denominado de análise de regressão, onde são exibidas as representações dos valores com irregularidades do padrão, referentes ao período analisado. Clark & Hosking (1986) explicam que é pouco provável que as séries climáticas possuam tendências lineares. Por isso, se usa

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

o método não paramétrico. Para Benhamrouche (2014), os modelos paramétricos têm limitações, pois admitem homogeneidade na variação ao longo das séries de chuvas que não correspondem à realidade da variável. Com a finalidade de não ser descartada nenhuma série histórica, o referido autor recorda que estas necessitam apresentar longitude temporal suficientemente longa.

O teste de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975) foi usado para alcançar os resultados coerentes quando aplicado a área de estudo. Os cálculos são efetuados através da planilha Makesens versão 1.0 desenvolvida por Tino Salmi do Instituto Meteorológico da Finlândia (SALMI et al., 2002), por meio da ferramenta Microsoft Excel 2010 e a macro do Microsoft Visual Basic. É avaliada a convergência linear crescente ou decrescente, ou seja, verifica-se a inclinação da reta e o grau de significância juntamente com a estimação "Sen" (SEN, 1968) da pendente para completar o teste de Mann-Kendall.

A planilha Makesens apresenta quatro folhas de trabalho: About, Annual Data, Trend Statistics e Figure. A primeira folha, "About", corresponde às informações resumidas sobre o uso da planilha. Na segunda, "Annual Data", estão os dados anuais, ou seja, onde deverão ser inseridos os valores a serem calculados.

A terceira planilha é a "Trend Statistics" ou Tendência Estatística, onde são apresentados, de forma automática, os resultados estatísticos com base nos dados inseridos anteriormente. A existência ou não de tendência, será baseado nos níveis de significância expostos na Tabela 1, os quais apareceram como resultado na planilha.

Finalmente, a quarta e última planilha, "Figure", onde são mostrados os dados originais de forma resumida, além da figura com o gráfico modelo, onde será visualizada cada uma das estações relacionadas de forma individual.

A existência ou não de tendência será identificada com base nos níveis de significância expostos na tabela I. É importante a valorização dos graus de significância estatística dos resultados, já que quanto mais alto é o grau de significância, mais fiel ou confiável eles podem ser. O mesmo se aplica com relação à tendência.

Dessa forma, os dados foram analisados separadamente, primeiramente foram calculados os totais anuais e posteriormente os totais sazonais (primavera, verão, outono e inverno). Este procedimento foi assim realizado, pois sabe-se que as características de sazonalidade são evidentes nesta área de estudo, marcadas pela variação tanto das temperaturas como da pluviosidade, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007). A estação meteorológica utilizada foi do município de Irati, localizado no Centro Estadual Florestal de Educação Profissional Presidente Costa e Silva, monitorada pelo INMET.

Tabela 1 - Nível de Significância, símbolos e significância do teste de Mann Kendall

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Níveis de Significância	Símbolos	Significância
Excelente	***	99,9 %
Muito Boa	**	99%
Boa	*	95%
Aceitável	+	90%
Duvidosa	Em branco	Menor que 90%

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de tendência foi realizada para a estação meteorológica localizada na cidade de Irati. Dessa forma, foi utilizado o teste de Mann-Kendall para verificar possíveis tendências, tanto positiva, quanto negativa, ou mesmo nula. Primeiramente, foi realizado o teste para o total anual e, seguidamente, para os totais sazonais.

A identificação de alterações nos registros meteorológicos é de grande importância para os estudos de Climatologia que utilizam as séries históricas, pois tanto as simulações como as aplicações de teorias de probabilidade são realizadas com a hipótese de que as séries históricas são homogêneas, isto é, que não apresentem tendências. O problema da existência ou não de tendência nas séries de precipitação pluvial tem sido objeto de muitas especulações, principalmente devido às enchentes que ocorreram nas décadas de 80 e 90. A dificuldade no estabelecimento de existência de tendência está na grande variabilidade natural dos dados meteorológicos.

Entender o clima e sua variabilidade é um passo prévio e fundamental para poder analisar a possibilidade de mudança climática por ação direta ou indireta do homem. Dificilmente podemos falar de mudança climática sem conhecer o clima atual.

A variabilidade climática pode ser compreendida como uma variação das condições climáticas em torno da média climatológica ou estado médio da atmosfera. Para conhecer a variabilidade temporal e espacial de elementos meteorológicos é preciso considerar os fatores naturais resultantes da interação oceano-atmosfera, que resultam em flutuações interanuais e interdecadais em algumas regiões do globo, como o El Niño Oscilação Sul (El Niño Southern Oscillation - ENSO), a Oscilação Decadal do Pacífico (Pacific Decadal Oscillation - PDO) e a Oscilação do Atlântico Norte (North Atlantic Oscillation - NAO), além de outras oscilações climáticas.

Dessa forma, primeiramente foram analisados os totais anuais de precipitação. O teste de Mann Kendall (Tabela II) revelou que a estação meteorológica não apresentou tendência positiva ou negativa de precipitação com significância acima de 90%.

Tabela 2 - Teste Estatístico de Mann-Kendall para o Total Anual (mm)

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Time series	First year	Last Year	N	Test S	Test Z	Significância.
0	1980	2010	31		0,27	

A análise sazonal, dentro do contexto da variabilidade climática, é fundamental para compreender a dinâmica em escala regional que em muitos casos divergem e nem sempre acompanham a tendência global. Foram aplicados testes estatísticos de análises não paramétricas por meio do teste Sazonal de Mann-Kendall para verificar a ocorrência de tendências estatisticamente significativas nas séries de dados temporais. A visualização dos totais das variáveis selecionadas corresponde à análise exploratória do padrão temporal dos dados de precipitação. Na tabela III está apresentado o cálculo da estatística de Mann-Kendall para a primavera e nota-se que tanto a primavera (Tabela III) como o verão (Tabela IV), outono (Tabela V) e inverno (Tabela VI) não apresentaram tendências positivas e nem negativas de precipitação, desta forma os resultados foram nulos.

Tabela III - Teste Estatístico de Mann-Kendall para Primavera (mm)

Time series	First year	Last Year	N	Test S	Test Z	Significância.
0	1980	2010	31		1,09	

Tabela IV - Teste Estatístico de Mann-Kendall para o Verão (mm)

Time series	First year	Last Year	N	Test S	Test Z	Significância.
0	1980	2010	31		0,41	

Tabela V - Teste Estatístico de Mann-Kendall para o Outono (mm)

Time series	First year	Last Year	N	Test S	Test Z	Significância.
0	1980	2010	31		-0,31	

Tabela VI - Teste Estatístico de Mann-Kendall para o Inverno (mm)

Time series	First year	Last Year	N	Test S	Test Z	Significância.
0	1980	2010	31		-0,61	

Nota-se, segundo os gráficos de tendências apresentados, que a linha de tendência para os totais, apresentou ligeiro crescimento, porém não expressivo para que haja tendência de crescimento nestes últimos séculos. Nota-se que os anos de 1983, 1990 e 1998, destaca-se com totais acima de 2000mm anuais, registrando respectivamente 2442mm, 2138mm e 2418mm. Observa-se que estes anos apresentaram El Nino Forte, segundo CPTEC/INPE, desta forma, influenciando a maior ocorrência de chuvas na área de estudo.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Já a primavera apresentou linha de tendência crescente, porém sem tendência positiva. Isso ocorre devido a distribuição de pluviosidade acima da média para o período, como os anos de 1983, 1990, 1993, 1996, 1997, 2000, 2002, 2005 e 2009, registrando respectivamente, 610mm, 666mm, 536mm, 506mm, 740mm, 578mm, 614mm, 739mm e 747mm. Nota-se que alguns anos apresentaram eventos de El Nino Forte, como os anos de 1983, 1990, 1993, 1997, 2002, 2005 e 2009, os quais influenciaram nos totais sazonais, pois sabe-se que durante a primavera a área de estudo está sob a influência deste sistema, como desta Grimm (2009), afirmando que a primavera é o início da estação chuvosa em grande parte do Brasil, apresentando a mais forte correlação com as anomalias de Temperatura da Superfície do Mar associadas a ENOS, comprovando que esta estação é a mais propícia às teleconexões com o Oceano Pacífico Tropical. Em razão desta forte teleconexão, o impacto de ENOS sobre as precipitações no Sul do Brasil é mais evidente nesta estação. Ainda dentro de uma caracterização, há influência da precipitação nas forçantes locais, como o Complexo Convectivos de Mesoescala (CCM) e o efeito de uma extensão ou enfraquecimento da convecção ao norte da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul).

Já o verão apresenta-se como a estação mais chuvosa na maior parte do Brasil, porém esta estação não tem clara conectividade com ENOS. A relação desse modo com a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) indica que há pouco forçamento remoto e mais forçastes locais, ao contrário da primavera. Dessa forma, nota-se que nos anos com os maiores totais sazonais, como 1987, 1989, 1995, 1997 e 2000, registrando respectivamente 678mm, 632mm, 729mm, 684mm e 612mm, não houve registro de El Nino, com exceção de 1995 e 1997.

De acordo com Grimm (2009), o Brasil possui forte correlação entre o fenômeno TSM e os principais modos de variabilidade interanual, como a variabilidade das precipitações totais anuais e sazonais, com o grau de confiabilidade de 95%. Certificou-se que o mesmo fenômeno possui forte variabilidade espacial entre as regiões do Brasil e que estas se diferenciam sazonalmente. Durante o outono, a região Sul apresenta um alto grau de influência, sendo que as anomalias de TSM associadas a esse modo no Pacifico são semelhantes ao padrão ENOS e elas são as principais responsáveis pela variabilidade da chuva no Sul do Brasil. Nota-se que os maiores totais ocorreram em anos de El Nino, como 1983, 1987, 1992, 1993, 1998 e 2010, registrando 709mm, 540mm, 786mm, 530mm, 864mm e 550mm, respectivamente. Já durante o inverno, apenas a região Sul e o extremo norte do Brasil apresentam precipitações significativas. Essas precipitações são influenciadas pelos episódios de ENOS, principalmente no inverno seguinte ao início de um episódio, de acordo com Grimm, Ferraz e Gomes (1998). Essa influência tem causado fortes enchentes no Sul associadas a episódios de EN, o que é coerente com relação entre mais chuva e aumento da TSM no Pacífico Leste. Pode-se observar este fato através do anos de 1982, 1983, 1990 e 2009, quando ocorreram as maiores precipitações e foram anos de El Nino, registrando 580mm, 697mm, 609mm e 475mm.

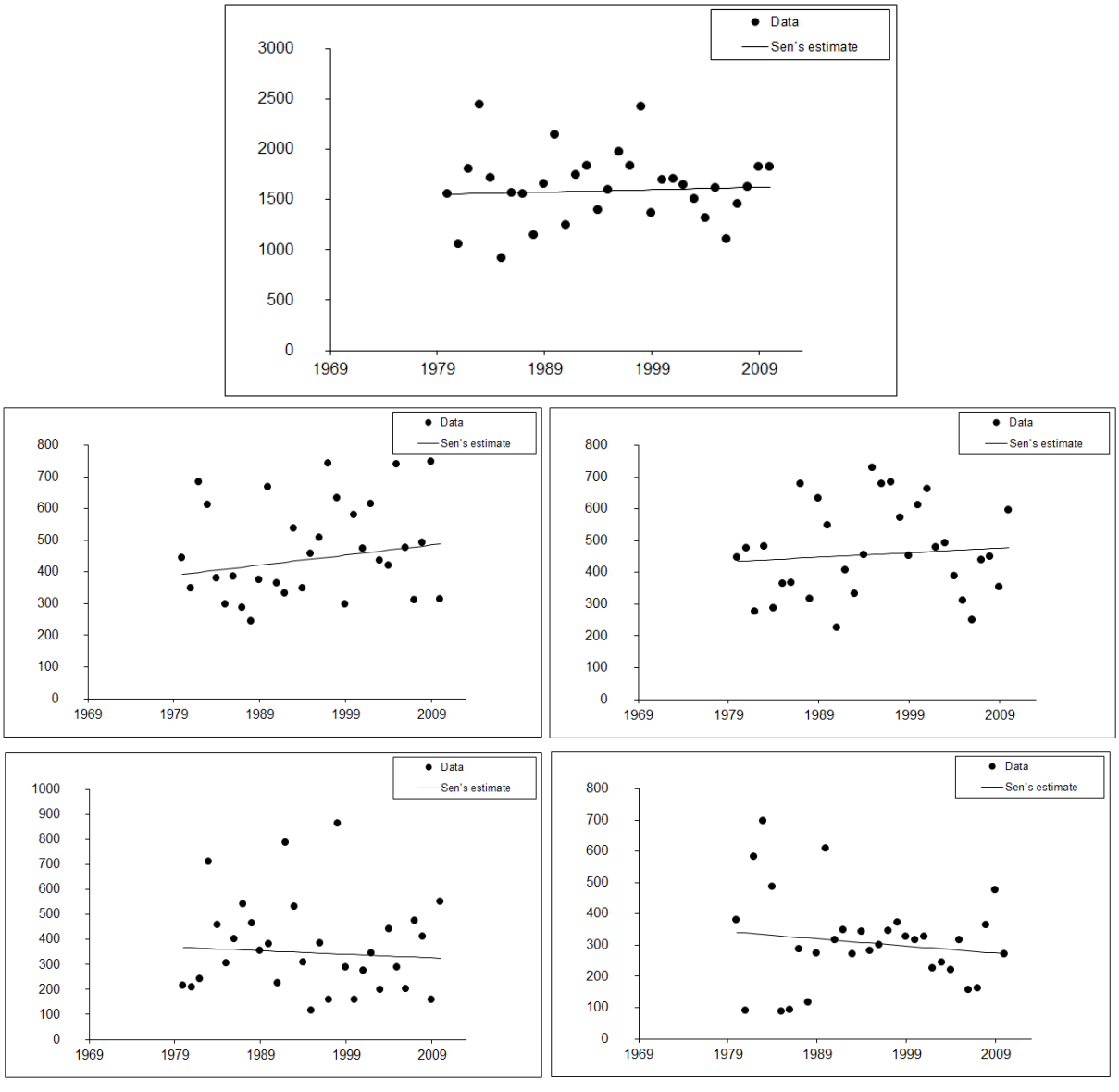

Gráfico 1 – Tendências Pluviométricas para Totais Anuais e Sazonais (primavera, verão, outono e inverno)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que tanto para os totais anuais como os sazonais, não foram detectadas tendências significativas de crescimento das chuvas ao longo de 31 anos de análise. Portanto, o município de Irati não apresenta conformidade com as informações expostas pelo IPCC, o qual sugere o aumento nos totais de precipitação. É sabido que o período considerado para a análise é pequeno em consideração às escalas trabalhadas pelas mudanças climáticas. Dessa forma, os resultados foram trabalhados em conformidade de conceito, assumindo que a

área de estudo apresenta uma variabilidade natural, a qual está sujeita a variações no ritmo climático.

Os resultados corroboram para o melhor entendimento da gênese das chuvas. O estudo teve como objetivo colaborar com a avaliação dos impactos regionais e locais perante os eventos de mudanças climáticas e possíveis estudos de análise dos desastres associados ao aumento da precipitação associados aos estudos de variabilidade climática.

3. REFERÊNCIAS

BENHAMROUCHE, A. Análisis de la concentración diaria de la precipitación en la Cuenca del Mediterráneo Occidental. Tesis (Doctorado en Geografía). Programa de Doctorado en Geografía, Planificación Territorial y Gestión Ambiental da Universidad de Barcelona, Barcelona-España. 2014 Disponível em: . Acesso em: 28 mar. 2015.

CLARK, W. A. V. and HOSKING, P. L.: Statistical methods for geographers. New York: John Wiley & Sons, Inc. 1986.

EM-DAT. Emergency Events Database. Annual disaster statistical review. 2012.

EM-DAT, Emergency Events Database. The OFDA/CRED International Disaster Database. Disponível em: Acesso em dezembro de 2016.

GILBERT, R. O. Statistical methods for environmental pollution monitoring. New York: Van Nostrand Reinhold, 1987.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais e Desorganização do Espaço Urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. Clima Urbano. São Paulo: Contexto, 2003. p. 69-92.

GOOSSENS, C.; BERGER, A. Annual and seasonal climatic variations over the northem hemisphere and Europe during the last century. Annales Geophysicae, Berlin, v.4, 1986.

GRIMM, A. M. Variabilidade interanual do clima do Brasil. In: CAVALCANTI, I, F. A; FERREIRA, N. J; SILVA, M, G, A, J; DIAS, M. A. F. S (Orgs). Tempo e clima no Brasil. Oficina de Textos. 2009.

HERREZUELLO, M. da C. G. Un Estudio de la Variabilidad Climática en la Península Ibérica. 344f. Tese de Doutorado em Ciências Físicas, Universidad de Extremadura. 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010. Acesso em: novembro 2014.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M.Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

KENDALL, M. G. Rank correlation methods. 4ª ed., London: Charles Griffin, 1975.

LIMA, R.; INOUE, M. T.; FIGUEIREDO FILHO, A.; ARAUJO, A. J.; MACHADO, S. A. Efeito do espaçamento no desenvolvimento volumétrico de Pinus taeda L. Floresta e Ambiente, n. 20, v. 2, p. 223-230, 2013.

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. Econometrica, vol. 13, n. 3, 1945

p. 245- 259 p. The Econometric Society.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M.; Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo. Oficina de texto. 2007.

MONTEIRO, C. A. F. O clima da região Sul. Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico. Florianópolis: Editora da UFSC, 1991.

OMM/ ETCCDMI. World Meteorological Organization - The Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices: Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. 2009.

SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTTILA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. Makesens for detecting and estimating trends. Helsinki: Finnish Meteorological Institute, 2002.

SEN, P. K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. Journal of the American Statistical Association, vol. 63, n. 324, 1379-1389 p. 1968.

SALMI, T.; MÄÄTTÄ, A.; ANTTILA, P.; RUOHO-AIROLA, T.; AMNELL, T. Makesens for detecting and estimating trends. Helsinki: Finnish Meteorological Institute, 2002.

SILVA, I. F.; NÓBREGA, R. S.; GALVÍNCIO, J. G. Impacto das Mudanças Climáticas nas Respostas Hidrológicas do Rio Ipojuca (PE) – Parte 2: Cenários de Aumento de Temperatura. Revista Brasileira de Geografia Física (RBGF). Recife-PE, Vol.2 (maio-agosto 2009). n.02.

SILVA, E.S. Variabilidade da precipitação pluviométrica nas regiões sudeste e sul do Brasil. 211 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Universidade Estadual de São Paulo. Botucatu, 2007.

TRENBERTH, K. E.; A. DAI, R. M. Rasmussen and D. B. Parsons. 2003. The changing character of precipitation. BAMS 84(9):1205–1217.

YEVJEVICH, V. Probability and statistics in hydrology. Fort Collins: Water Resources Publication, p. 276. 1972