

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

FERNANDO VILAS BOAS VACELLI

**ANÁLISE DA TENDÊNCIA DA PLUVIOSIDADE DIÁRIA NO MUNICÍPIO DE
RONCADOR – PR**

CAMPO MOURÃO

2021

FERNANDO VILAS BOAS VACELLI

**ANÁLISE DA TENDÊNCIA DA PLUVIOSIDADE DIÁRIA NO MUNICÍPIO DE
RONCADOR - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso, do curso de Engenharia Ambiental, do Departamento Acadêmico de Ambiental (DAAMB), do Campus Campo Mourão, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção de nota.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Maria Cleide Baldo

CAMPO MOURÃO

2021

FERNANDO VILAS BOAS VACELLI

**ANÁLISE DA TENDÊNCIA DA PLUVIOSIDADE DIÁRIA NO MUNICÍPIO DE
RONCADOR - PR**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 03 de maio de 2021

Thiago Morais de Castro
Doutor
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Victor da Assunção Borsato
Doutor
Universidade Estadual do Paraná

Maria Cleide Baldo
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

CAMPO MOURÃO
2021

AGRADECIMENTOS

À Deus por me dar força e esperança, permitindo que eu concluísse este trabalho e o período da graduação, principalmente neste último ano onde vivemos um momento delicado e difícil para todas as famílias.

Agradeço principalmente à minha família, em especial, meus pais Heraldo e Ana Maria (Seu Herald & Dona Hana) e meu irmão Vinicius, os quais estiveram presentes, seja perto ou longe, em cada momento deste ciclo, vivendo sustos e vitórias. Agradeço imensamente ao apoio dos meus avós Anizio e Luzia e pela honra em poder compartilhar este momento da vida com eles. E claro, aos meus tios e tias, que sempre estiverem presentes nesta trilha.

As minhas amigas Giovana e Jordana, que durante estes anos, havendo a oportunidade de nos encontrarmos, era macarronada na certa e muita conversa.

Aos meus amigos que desde o primeiro dia da graduação estiveram juntos comigo. Às Julias (Miho, Vicente e Clara), obrigado Miho pelos quatro anos de 202. Ao Neto e Edgar que não mediram esforços para oferecer todo suporte e ajuda além de promover muita gargalhada. Ao Ricardo por sempre ajudar durante a graduação e construção deste Trabalho. Agradeço ao Rafael Gomes por podermos compartilhar e almejar sonhos e metas. Gratidão ao Victor, sempre presente para poder desabafar, compartilhar momentos e rir muito. E minha gratulação pela amizade com a Iolanda, que desde o primeiro dia até hoje posso compartilhar momentos da vida, mesmo estando tão longe em quilômetros.

Agradeço à Leticia Varraschin, Andreia, Julia Laureano, Andressa, Cris, Sara, Maísa e Lorena, que tornaram os últimos anos da graduação mais leves e tranquilos.

Em especial, à Larissa Fiuza e Bianca Galdino, com quem pude compartilhar vários momentos da graduação, principalmente a reta final com muita gargalhada, encontros e viagens, onde cada vez mais fortalecemos nossa amizade e conexão.

Aos meus professores, Thiago, Vanessa, Marcia e Maristela, que sempre me espelhei diante de vosso profissionalismo e carisma, para construção da minha carreira.

À minha orientadora Maria Cleide, excelente profissional que sempre me apoiou neste tema e ajudou na construção deste trabalho. Obrigado pela confiança depositada em mim.

*“É tempo de o mundo curar-se, das
devastações desta pandemia e das divisões
geopolíticas que apenas nos conduzem mais
para o abismo de um futuro pouco saudável,
inseguro e injusto.”*

(Tedros Adhanom Ghebreyesus)

RESUMO

Compreender o comportamento das precipitações e o que isto implica direta e indiretamente na vida da população, é de extrema importância para que ações a curto, médio e longo prazo sejam desenvolvidas e contribuam para o desenvolvimento econômico e sustentável de uma sociedade. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar quantitativamente a série histórica de precipitação pluviométrica entre os anos de 1976 e 2020 no município de Roncador-PR, por meio da escala diária, mensal, sazonal, anual e interanual, e por meio do teste de Mann (1945) e Kendall (1975) obter a tendência para o total de precipitação anual e total na quantidade de dias com chuva. A avaliação dos dados demonstrou que somente 16% dos anos analisados possuem precipitação anual acima da média histórica que foi de 1949,7 mm, sendo os anos de 2013 e 2016 os mais chuvosos e os 1988 e 1999 os mais secos. De acordo com a determinação dos “anos-padrão” observou que foi maior a quantidade de anos secos quando comparado aos chuvosos. O verão e a primavera foram as estações com as maiores médias pluviométricas 565,6 e 569,4 mm respectivamente. Com relação à precipitação diária constatou que a média mensal é de oito dias com chuva e os meses de julho e agosto apresentaram a menor quantidade de dias com chuva. A média anual de dias com chuva foi de 93 dias. A análise de tendência não detectou o aumento no total da precipitação anual, porém foi constatada uma tendência significativa na redução da quantidade de dias com chuva, ou seja, as chuvas estão mais concentradas na área de estudo.

Palavras-chave: precipitação pluviométrica; planejamento; tendência; chuva diária.

ABSTRACT

Understanding the behavior of precipitations and what this implies directly and indirectly in the life of the population, is extremely important for short, medium and long term actions to be developed and contribute to the economic and sustainable development of a society. Therefore, the present study aimed to quantitatively analyze the historical series of rainfall between 1976 and 2020 in the municipality of Roncador-PR, through the daily, monthly, seasonal, annual and interannual scale, and through the test Mann (1945) and Kendall (1975) obtain the tendency for the total annual precipitation and the total amount of rainy days. The evaluation of the data showed that only 16% of the years analyzed have precipitation above the historical average of 1949.7 mm, with the years 2013 and 2016 being the rainiest and 1988 and 1999 the driest. According to the "standard years" determination, he observed that the number of dry years was greater when compared to rainy years. Summer and spring were the seasons with the highest rainfall averages 565.6 and 569.4 mm respectively. With regard to daily rainfall, it was found that the monthly average is eight days with rain and the months of July and August had the lowest number of days with rain. The annual average of rainy days was 93 days. The trend analysis did not detect an increase in the total annual precipitation, but a significant trend was found in the reduction of the number of rainy days, that is, the rains are more concentrated in the study area.

Keywords: rainfall precipitation; planning; trend; daily rain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização do município de Roncador – PR e do posto pluviométrico.....	16
Figura 2 – Precipitação média mensal do município de Roncador – PR para o período de 1976 a 2020.	22
Figura 3 – Precipitação acumulada anual e média (linha preta) de toda a série histórica do município de Roncador – PR.	23
Figura 4 – Comparação do total mensal de precipitação pluviométrica entre 1976 e 2020 no município de Roncador – PR para as estações A: verão. B: outono. C: inverno. D: primavera.....	27
Figura 5 – Precipitação média sazonal do município de Roncador – PR para os anos de 1976 a 2020.	28
Figura 6 – Precipitação acumulada mensal para os anos de 1999 (seco) e 2013 (chuvoso) do município de Roncador – PR.	29
Figura 7 – Precipitação máxima absoluta para toda série histórica no município de Roncador – PR.....	30
Figura 8 – Precipitação mínima absoluta para toda a série histórica no município de Roncador – PR.....	31
Figura 9 – Número de dias de chuva no ano mais seco (1999) e no ano mais chuvoso (2013) no município de Roncador – PR.	32
Figura 10 – Total de dias com e sem ocorrência de chuva em Roncador – PR no período de 1976 a 2020.	33
Figura 11 – Média de dias com chuva por mês em Roncador – PR no período de 1976 a 2020.	34
Figura 12. – A: Total de dias com chuva no 1º trimestre; B: total de dias sem chuva no primeiro trimestre; C: total de dias com chuva no 2º trimestre; D: total de dias sem chuva no 2º trimestre; E: total de dias com chuva no 3º trimestre; F: total de dias sem chuva no 3º trimestre; G: total de dias com chuva no 4º trimestre e H: total de dias sem chuva no 4º trimestre, para localidade de Roncador – PR, no período de 1976 a 2020.	36
Figura 13 – Tendência para o total anual de chuva no período de 1976 a 2015 para Roncador – PR.	44

Figura 14 – Tendência para a quantidade de dias com chuva no segmento temporal de 1976 a 2015 para Roncador – PR.....44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3 JUSTIFICATIVA.....	11
4 REVISÃO DE LITERATURA	13
5 MATERIAL E MÉTODOS	16
5.1 Caracterização do meio físico	16
5.2 Obtenção e tratamento dos dados.....	18
5.3 Análise de tendência pluviométrica, total anual e dias com chuva	19
5.4 Determinação dos anos-padrão	20
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6.1 Análise da média mensal climatológica	22
6.2 Análise do total anual	23
6.3 Análise sazonal.....	24
6.4 Análise interanual.....	29
6.5 Análise da precipitação máxima mensal de toda a série.....	30
6.6 Análise da precipitação mínima absoluta de toda a série	31
6.7 Dados diários.....	32
6.8 Determinação do ano padrão	38
6.9 Análise da tendência da precipitação total anual e da quantidade de dias com chuva.....	44
7 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O conhecimento a cerca do clima é de extrema importância para o desenvolvimento da humanidade. Desde os primórdios o homem era regido a partir das condições climáticas e suas mudanças, as quais até hoje impactam diretamente no desenvolvimento social e econômico dos povos, onde o elemento climático precipitação pluviométrica é um dos principais dentre todos.

Sendo assim, o estudo e conhecimento da atmosfera terrestre são imprescindíveis para o desenvolvimento de novos planejamentos urbanos e agrícolas em prol de todos que usufruem desse bem em comum.

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), diferente da Meteorologia a qual estuda a parte física da atmosfera, a Climatologia surge no âmbito científico, com enfoque no estudo da espacialização dos elementos e fenômenos atmosféricos, esta tem interesse em entender a dinâmica dos elementos atmosféricos, como a média térmica e pluviométrica, além do estudo de séries temporais para estabelecer tipos climáticos por meio de cálculos estatísticos.

Muito se discute a respeito das mudanças no clima e as suas consequências, autores como Molion (2008), defendem que estas mudanças fazem parte do ciclo natural do planeta, o qual passa por períodos de resfriamento e aquecimento intercalados com secas e chuvas abundantes ao decorrer dos milhares de anos, entretanto outros pesquisadores dão ênfase na relação das atividades antrópicas influenciando diretamente nas alterações do clima.

Consequências de alterações pluviométricas, como o aumento das chuvas intensas, são uma das que geram mais prejuízo para todos os setores da economia. Portanto a caracterização e o entendimento da dinâmica da intensidade destas precipitações são indispensáveis para a engenharia, a qual irá desenvolver técnicas e soluções para problemas relacionados com este tipo de evento climático, evitando *runoff* em terras agricultáveis e áreas urbanas e consequente assoreamento de corpos hídricos, além da elevada perda de solos. Ribeiro (2008) traz a urbanização brasileira como uma das que mais sofrem com esses tipos de eventos climáticos. A erosão proveniente da intensidade das chuvas causa inúmeros problemas ambientais, econômicos e sociais.

Sendo a pluviosidade um recurso de suma importância para a sobrevivência, torna-se necessário conhecer e entender os padrões predominantes ao longo de um ano.

Considerando sua relevância e importância para áreas como desenvolvimento urbano, turismo e principalmente a agricultura foi realizado o estudo da tendência da precipitação diária em diferentes escalas de análises no município de Roncador – PR.

O conhecimento dos padrões predominantes de precipitação para um determinado local, principalmente numa escala de detalhes, torna uma ferramenta muito relevante, porque a partir deste conhecimento, a população tanto rural quanto urbana, poderá desenvolver técnicas e soluções para mitigar e evitar impactos gerados por eventos extremos sejam eles, de chuvas intensas, em curto espaço de tempo ou por estiagens prolongadas, principalmente por se tratar de um município com vocação agrícola.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Realizar um estudo da tendência da pluviosidade diária em diferentes escalas de análises no município de Roncador – PR.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a estrutura temporal da precipitação pluviométrica a partir dos dados diários do período de 1976 a 2020.
- Analisar os dados de precipitação nas escalas de análises diárias, mensais, trimestrais, sazonais, anuais e interanuais.
- Estabelecer a dinâmica pluvial tomando como princípio a análise dos “anos-padrão”.
- Analisar as tendências dos totais anuais e da quantidade de dias com chuva.

3 JUSTIFICATIVA

A precipitação pluviométrica é a principal entrada de água no sistema e a sociedade está a mercê das condições climáticas. Sendo este um recurso de suma importância para a sobrevivência, torna-se necessário conhecer e entender os padrões predominantes ao longo de um ano. A partir da análise de uma série climatológica, é possível detectar estes padrões e verificar a variabilidade em diferentes escalas de análises, como diária, mensal, interanual, anual e sazonal.

O interesse em analisar com os dados diários, no município de Roncador, se deve à discussão referente às mudanças climáticas no modo geral, uma temática em pauta em diversos meios de comunicação e nos documentos científicos. Nesta discussão muito tem se falado com relação há uma tendência do aumento de ocorrência de chuvas extremas, que se referem a uma elevada quantidade de precipitação em um curto intervalo de tempo, gerando grandes prejuízos, tanto para área urbana quanto para áreas rurais. Baseado nestas considerações que despertou o interesse em analisar os dados de forma meticulosa, por isso foram selecionados os dados diários de chuva para a realização desta análise.

Diante do objetivo exposto, o presente trabalho justifica-se, pois o estudo com enfoque na precipitação diária é de grande valia para diversas áreas da economia como a agricultura, pecuária, planejamento urbano e turismo.

A vocação econômica do município é a agricultura, sendo a mesma altamente dependente das condições climáticas em todas as suas fases, desde o plantio, desenvolvimento, colheita e armazenamento dos grãos, portanto é de suma importância o conhecimento dos padrões predominantes, ou seja, a distribuição da precipitação ao longo do ano.

Por meio da distribuição temporal e espacial da pluviosidade é possível desenvolver projetos para a prevenção e mitigação de problemas relacionados à precipitação, como chuvas intensas e concentradas em um curto período de tempo, seca prolongada ou queda na frequência de dias de chuva, de maneira a subsidiar os gestores e toda a sociedade.

O município de Roncador está parcialmente inserido em duas bacias hidrográficas, a do rio Ivaí (segunda maior do estado) e a bacia do Piquiri (a quarta posição em extensão territorial), sendo estas importantes bacias hidrográficas no estado do Paraná, nas quais se desenvolvem a principal atividade econômica, a

agricultura moderna, com destaque as culturas de soja, trigo e milho, também a pecuária se destaca na porção de relevo mais movimentada (IPARDES, 2020).

Sendo assim, foi realizada uma análise levando em consideração os dados diários de precipitação no período de 1976 a 2020 do município de Roncador - PR, para que, a partir de características intrínsecas do posto pluviométrico, sejam obtidas conclusões acerca da variabilidade da precipitação, dos padrões predominantes, da frequência e também das tendências dos totais anuais e dos dias com chuva na área de estudo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O desenvolvimento de estudos de tendências espaciais e temporais da variação e intensidade da pluviometria em diferentes locais permite o desenvolvimento de técnicas, ações mitigatórias e programas de cunho social e econômico para toda a comunidade, para que esta usufrua de maneira digna e não sofra impactos consequentes de mudanças climáticas ou na intensidade e periodicidade das chuvas.

Desta forma, todo o conhecimento, relacionado aos elementos climáticos, principalmente a precipitação poderá fornecer subsídios para os gestores gerarem ações mitigatórias dos impactos ambientais como, por exemplo, processos erosivos, assoreamento de rios e córregos, deslizamentos de terra e monitoramento em áreas de riscos com o objetivo de minimizar as consequências sociais e econômicas.

Em um estudo realizado na vertente paranaense da bacia do rio Paranapanema, a qual abrange um total de 132 municípios, Carmello e Sant'anna Neto (2015) analisaram os dados de 89 postos pluviométricos, aplicando o teste de tendência de Mann-Kendall, proposto por Mann (1945) e Kendall (1975). Entre os 89 postos pluviométricos abordados no estudo, 13 apresentaram tendência do aumento da precipitação acumulada anualmente entre os anos de 1991 e 2010, sendo estes situados em uma área com características tropicais, recebendo mais influências das massas de ar e frente frias.

No município de Urussanga – SC, Back (2001) analisou uma série histórica de precipitação entre 1924 e 1998, considerou o calendário agrícola e levou em consideração os totais pluviométricos anuais e totais trimestrais de cada ano para que posteriormente fossem utilizados os testes de Run, Mann-Kendall e Pettitt (1979). Observou que o teste de Pettitt mostrou uma oscilação nos valores de precipitação anual, com destaque a 1971 onde houve uma mudança na tendência crescente na precipitação total anual, entretanto o teste de Mann-Kendall apresentou que esta foi mais significativa no ano de 1988. Toda essa tendência crescente na precipitação na década de 90 pode estar relacionada com vários episódios de ocorrência do fenômeno El Niño, onde o Sul do Brasil recebe maior quantidade de chuva (BACK, 2001).

A partir do teste de Mann-Kendall, Pinheiro; Graciano e Severo (2013) observaram uma tendência significativa das chuvas intensas de 95% entre as décadas de 1970 e 1980 em 16 dos 18 postos pluviométricos analisados na região Sul do país. No Paraná, apenas o posto pluviométrico de Foz do Iguaçu apresentou tendência na

redução da quantidade de chuvas nos meses de janeiro e julho. Quanto a intensidade das chuvas, Grimm; Ferraz e Gomes (1998) afirmam que o Paraná está próximo à áreas de desenvolvimento de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), responsável por influenciar e gerar estes regimes de chuvas intensas com grandes volumes em um curto período de tempo em grandes áreas.

Num estudo realizado por Back, Oliveira e Henn (2012) no estado de Santa Catarina, em 13 estações pluviométricas, com série histórica entre 14 e 26 anos, foi utilizado a distribuição de Gumbel-Chow para a estimativa de valores de chuva, e após isso, aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, os autores obtiveram como resultado, que a relação de precipitações com duração máxima de 24 horas e as máximas de um único dia, se mantêm constantes, e estas relações variam de acordo com a hora em que é analisado o índice pluviométrico.

Santos Neto et al. (2014) observaram em Porto Velho – RO, por meio da frequência horária de precipitação com volume horário superior a 0,2 mm no período de 1998 a 2013, que dos dados obtidos, 44,3% de eventos de chuva acima de 0,2 mm/h ocorreram durante o verão, seguido do outono com 29,2% dos eventos de chuva, sendo o Inverno com apenas 5,5%, período onde há pouca distribuição de chuva na região. Também foi observado ocorrência de precipitação em todos os horários em dias que houve registro de chuva, sendo que com exceção do verão, em que a ocorrência de chuvas mais intensas é na madrugada, todas as outras estações, os maiores volumes foram registrados no período da tarde após o aquecimento da atmosfera.

A partir dos dados de chuva diária de 32 postos pluviométricos, localizados nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul, Minuzzi e Lopez (2014) obtiveram, que tanto para o verão quanto para o inverno as tendências mais significativas não ficaram concentradas apenas em uma região, diferente de quando é analisado em uma escala anual, onde os totais de chuva aumentaram significativamente a cada dez anos de 44 a 111 milímetros, também observaram que durante o outono a redução de dias sem chuvas foi mais perceptível ao passar das décadas, e em valores absolutos, as chuvas mais intensas aumentaram significativamente durante as décadas. Houve um aumento na quantidade e intensidade de eventos extremos no período analisado.

Estudo realizado com base em dados mensais de precipitação, fornecidos por sete estações meteorológicas, de sete mesorregiões em Santa Catarina, Baptista, Pinheiro e Kauffmann (2017) dividiram as séries temporais em duas, sendo a primeira,

a partir do início das medições em 1976 onde foi observada uma alteração positiva quanto aos índices pluviométricos em escala global até 1977 e de 1978 a 2016, posteriormente agrupadas em trimestres para que em ambas séries fosse aplicado o teste de Mann-Kendall. Os testes foram executados em relação à sazonalidade dos dois períodos. No período do verão entre 1976 e 1977, apenas duas estações pluviométricas apresentaram tendência na redução de precipitação anual, e foram destacadas as estações de Abelardo Luz e Joinville com tendência positiva e significativa, entretanto no período de 1978 a 2016, três estações pluviométricas apresentaram tendência na redução, sendo que no período anterior, apresentavam uma tendência positiva.

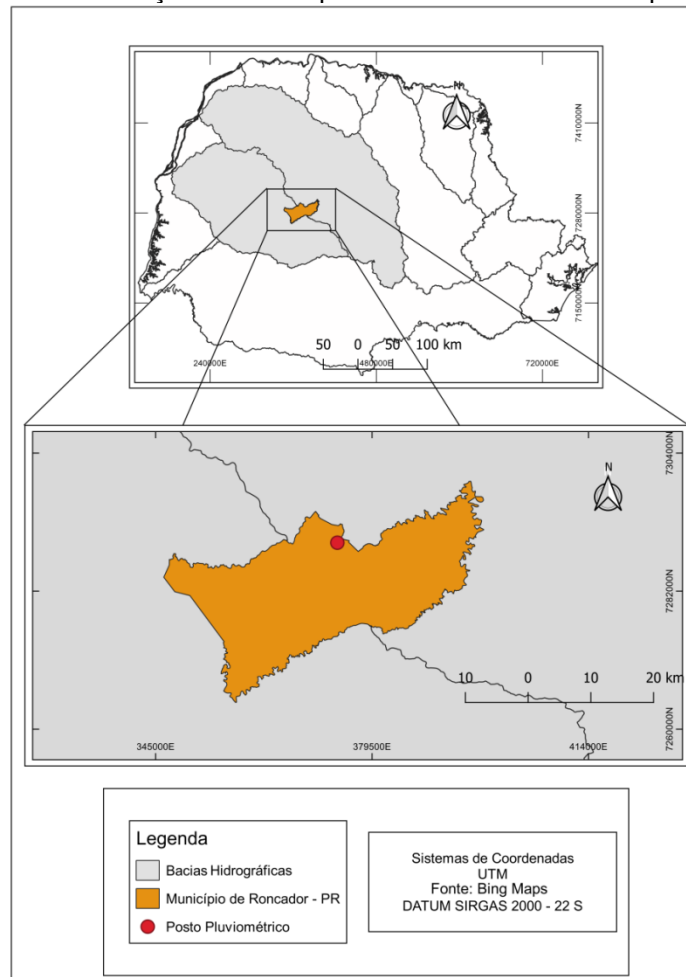
Os estudos mencionados não apresentaram resultados semelhantes quanto às tendências, positivas ou negativas, nas mais diversas escalas de análises. Acredita-se que a falta de padronização dos métodos aplicados e a utilização de diferentes tamanhos de série de dados climáticos juntamente com as peculiaridades de cada local estudado, explique a diversidade de resultados obtidos.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização do meio físico

O município de Roncador segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2021) possui uma área de unidade territorial de aproximadamente 742 km² e está inserido nas bacias hidrográficas do rio Piquiri e do rio Ivaí, ambas localizadas no estado do Paraná e de acordo com o Instituto de Água e Terra – IAT (2021) juntas apresentam uma área total de drenagem de 61.353 km² (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Roncador – PR e do posto pluviométrico.



Fonte: Autoria Própria (2019).

Segundo dados do IPARDES (2020), o município de Roncador-PR possui uma área colhida do tipo cultura temporária, sendo a de soja de aproximadamente 40 mil hectares, equivalente a 53,9% da área territorial total do município, e o restante

distribuído a maior parte em áreas colhidas de aveia, feijão, milho e trigo, ou seja, é dependente das condições naturais, como clima, relevo e solo.

A economia desse município envolve o setor primário, o qual é voltada para a lavoura temporária e a pecuária e criação de outros animais de acordo com dados do (IPARDES, 2020).

Conforme estimativa do IBGE (2021) para o ano de 2020, a população atual de Roncador foi de 9.645 habitantes, os municípios maiores mais próximo são Mamborê, Iretama e Campo Mourão, com 13.014, 10.098, 95.488 habitantes respectivamente .

De acordo com o Nitsche et al. (2019), o município se encontra em uma área de transição climatológica, também é possível observar esta área de transição por meio de um estudo realizado por Aparecido et al. (2016) onde de acordo com a classificação de Köppen (1948), o clima é do tipo Cfa – Clima subtropical; temperatura média no mês quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida e Cfb – Clima temperado propriamente dito; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18°C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22°C e sem estação seca definida.

Ainda de acordo com Nitsche et al. (2019), é possível verificar que a área de estudo possui uma precipitação média anual entre 1800 a 2000 milímetros.

A unidade litoestratigráfica predominante no município de Roncador é a Formação Serra Geral, provenientes de derrames de vulcanismo de fissura continental dando origem, principalmente, a rochas basálticas, característico do Grupo São Bento e Formação Serra Geral (INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ, 2019).

No município, de acordo com o levantamento de reconhecimento dos solos no estado do Paraná (EMBRAPA SOLOS, 2018), encontra-se quatro classes de solo, sendo eles, Latossolos Vermelhos Distroférricos; Nitossolos Vermelhos Eutroférricos; Nitossolos Vermelhos Distroférricos; Neossolos Litólicos Eutróficos e Cambissolos Húmicos Alumínicos.

Na área de estudo os Latossolos não apresentam alta susceptibilidade à erosão devido à textura argilosa, por se encontrar em áreas planas, já os Nitossolos quando encontrados em áreas suave ondulada ou ondulada são propensas a processos erosivos.

Devido ao material de origem desses solos a textura predominante é argilosa a muito argilosa. Mesmo assim é importante destacar que mesmo os solos apresentando baixa erodibilidade se faz necessário o manejo conservacionista para que o mesmo se mantenha conservado e não fique suscetível a possíveis erosões em momentos de precipitação intensa e alto escoamento superficial.

5.2 Obtenção e tratamento dos dados

Foram utilizados os dados diários de precipitação do posto pluviométrico Santo Antonio, código (2452041), localizado na Latitude de 24°30'01" e Longitude 52°14'37" e altitude de 819 metros, no município de Roncador (PR) conforme mostrado na Figura 1.

A série histórica é de 45 anos, a qual se inicia em janeiro de 1976 e encerra em dezembro de 2020. O banco de dados, diários, foi obtido no dia 03/02/2021 10:58:23 no site do Instituto das Águas do Paraná – Sistema de Informações Hidrológicas – SIH.

Na primeira etapa, a planilha de dados foi meticulosamente conferida e posteriormente uniformizada para o período escolhido de análise. Os mesmos foram organizados e tratados por meio de planilha Eletrônica do Excel® possibilitando aplicação da estatística descritiva, média, máxima, mínima, desvio padrão e coeficiente de variação.

Na escala sazonal os meses foram delimitados conforme o ano civil, verão (janeiro, fevereiro e março); outono (abril, maio e junho); inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro).

Posteriormente com os resultados obtidos foram gerados gráficos e tabelas sendo possível uma visualização preliminar dos padrões de precipitação nas mais diversas escalas de análises.

5.3 Análise de tendência pluviométrica, total anual e dias com chuva

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (OMM), a tendência no âmbito climático é definida pelo aumento ou diminuição lenta dos valores médios ao longo de série de dados de, no mínimo, três décadas, podendo ou não ocorrer de forma linear, sendo importante para a análise final em conjunto com o teste estatístico.

Posteriormente foi utilizado um teste não-paramétrico, este pode ser aplicado a uma irrestrita diversidade de situações, não exigindo que os dados sejam distribuídos normalmente, assim como acontece em séries históricas de precipitação.

A análise de tendência foi aplicada para verificar a existência de aumento ou diminuição de ocorrência de dias com chuva e do total anual de pluviosidade. O teste utilizado foi o de Mann (1945) e Kendall (1975) o qual não é necessária pressuposição, desde que não haja falta de dados (SILVESTRE, 2016).

Este tem sido muito utilizado por diversos autores, os quais aplicaram o mesmo teste de tendência, porém obtiveram resultados diferentes de acordo com o local estudado, como Carmello e Sant'anna Neto (2015); Santos Neto et al. (2014); Back (2001) e Pinheiro; Graciano e Severo (2013), os quais identificaram que houve um aumento na intensidade das precipitações, já autores como Hiera, Lima Júnior e Zanella (2019) observaram a tendência na diminuição da precipitação no Estado do Ceará por meio deste teste. Crispim et al. (2019), observaram que por meio do teste de Mann e Kendall a estação estudada no município de Brasiléia - AC indicou que não existe tendência de aumento ou diminuição da precipitação.

O teste de Mann-Kendall considera a hipótese nula (H_0) como inexistência de tendência, ou seja, os valores da série histórica ocorrem de forma independente, já a hipótese alternativa (H_1) pode ser considerada como a existência de uma possível tendência na série, seja de crescimento ou decréscimo. Sendo assim, sob H_0 a estatística do teste é dada pela Eq. 1. e pela Eq. 2.

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sign}(x_j - x_k) \quad \text{Eq. (1)}$$

onde,

$$\text{sign}(x) = \begin{cases} 1, & \text{se } x > 0 \\ 0, & \text{se } x = 0 \\ -1, & \text{se } x < 0 \end{cases} \quad \text{Eq. (2)}$$

É possível aproximar a distribuição estatística S por meio da distribuição normal, por meio da média $E(S)=0$ e a variância $V(S)=1$, sendo assim, o valor de Z é calculado por meio da Eq. 3, o qual é dependente do valor anteriormente encontrado (S) na Eq. 1.

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S > 0 \\ 0 & \text{se } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{se } S < 0 \end{cases} \quad \text{Eq. (3)}$$

A variância pode ser calculada a partir da Eq. 4.

$$\text{Var}(T) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad \text{Eq. (4)}$$

5.4 Determinação dos anos-padrão

Para o estabelecimento da dinâmica pluvial a partir dos “anos-padrão”, foram utilizados critérios estatísticos para sua determinação, sendo; Desvio-padrão em relação à média, utilizado por Sant’Anna Neto (1995) o qual, aplicou às chuvas anuais e definiu cinco classificações de acordo com a média (\bar{X}) e o desvio-padrão (σ): S=ano seco, TS=ano tendente a seco, H=ano habitual, TC=ano tendente a chuvoso e C=ano chuvoso (Tabela 1). No presente trabalho foi realizada a classe de tendência mensal, sazonal e anual.

Tabela 1 – Metodologia para determinação dos anos-padrão para o período de 1976 a 2020 no município de Roncador – PR.

Classificações	Fórmulas
Chuvoso	$\bar{X} + \sigma$
Tendente a chuvoso	$\bar{X} + \sigma/2$
Habitual	intervalo correspondente entre os valores de Tendente chuvoso a Tendente a seco.
Tendente a seco	$\bar{X} - \sigma/2$
Seco	$\bar{X} - \sigma$

Fonte: Autoria Própria (2021).

5.5 Determinação do intervalo de classe de dias com chuva

Para a elaboração do painel temporo-espacial mensal de dias com chuva para toda a série histórica, foi utilizado o método de Sturges, este é um critério aplicado para definir o número de intervalo de classes da série analisada, a fim de classificar um conjunto de dados representando uma amostra ou população.

Sendo assim, é possível calcular por meio da Eq. 5, onde k representa o número de classes, N o número total de observações na amostra.

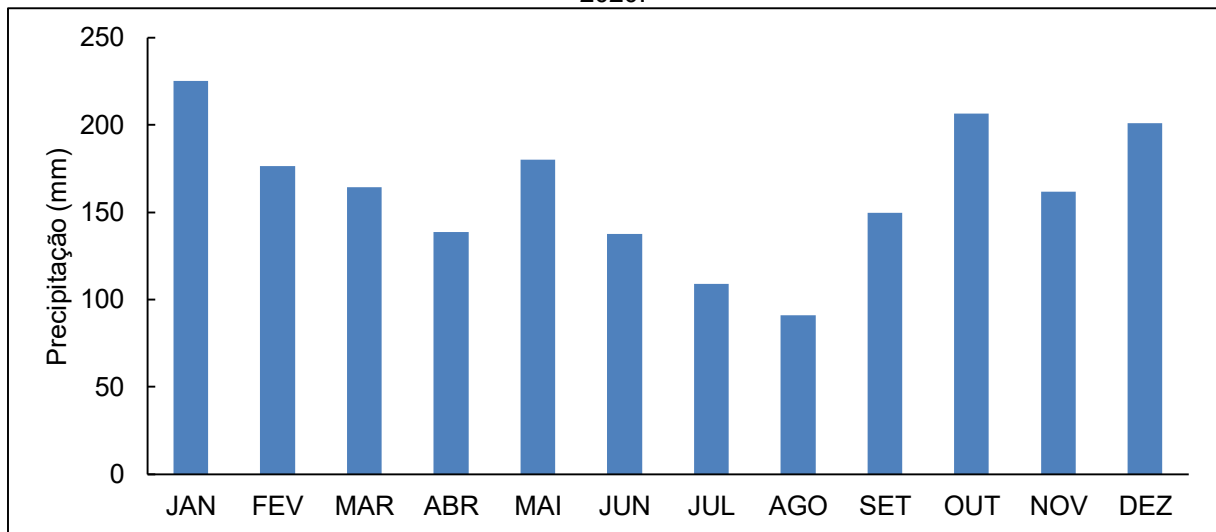
$$k = 1 + 3,22 * \log_{10}(N) \quad \text{Eq. (5).}$$

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise da média mensal climatológica

Com base na análise da Figura 2 da média climatológica mensal do município de Roncador – PR, para o período de 1976 a 2020, é perceptível que há variação de precipitação ao longo do ano, algo esperado considerando que a mesma depende da dinâmica atmosférica atuante no decorrer das estações do ano.

Figura 2 – Precipitação média mensal do município de Roncador – PR para o período de 1976 a 2020.



Fonte: Autoria Própria (2021).

A maior média mensal de volume de chuva foi registrada em janeiro, 225 mm, mês que está inserido no início do verão, estação que possui como uma das características, períodos de chuvas mais concentradas devido aos sistemas frontais que atuam sobre o sul-sudeste do Brasil por mais de três dias que influenciam a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), importante circulação de verão na América do Sul para a concretização da estação chuvosa do sul e sudeste do Brasil (REBOITA, 2010).

Foi verificado também que nos meses de outubro, dezembro e maio a média pluviométrica atingiu os maiores picos, 206,4, 201,1 e 180,1 mm respectivamente. No caso de outubro e novembro são os meses correspondentes à primavera, onde começa a transição para o verão, isto pode estar relacionado com ocorrência de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), que de acordo com estudo realizado

nos Estados Unidos por Maddox (1980), ocorre no período mais quente do ano, bem como Viana, Aquino e Muñoz (2009) também identificaram as mesmas propriedades deste tipo de evento climático no Rio Grande do Sul, produzindo inundações, enchentes e tempestades elétricas.

Guedes e Silva Dias (1994) concluíram que este tipo de sistema (Complexos Convectivos de Mesoescala) percorre uma maior distância nas regiões Sul e Sudeste durante o período do verão, comparado com o período de inverno.

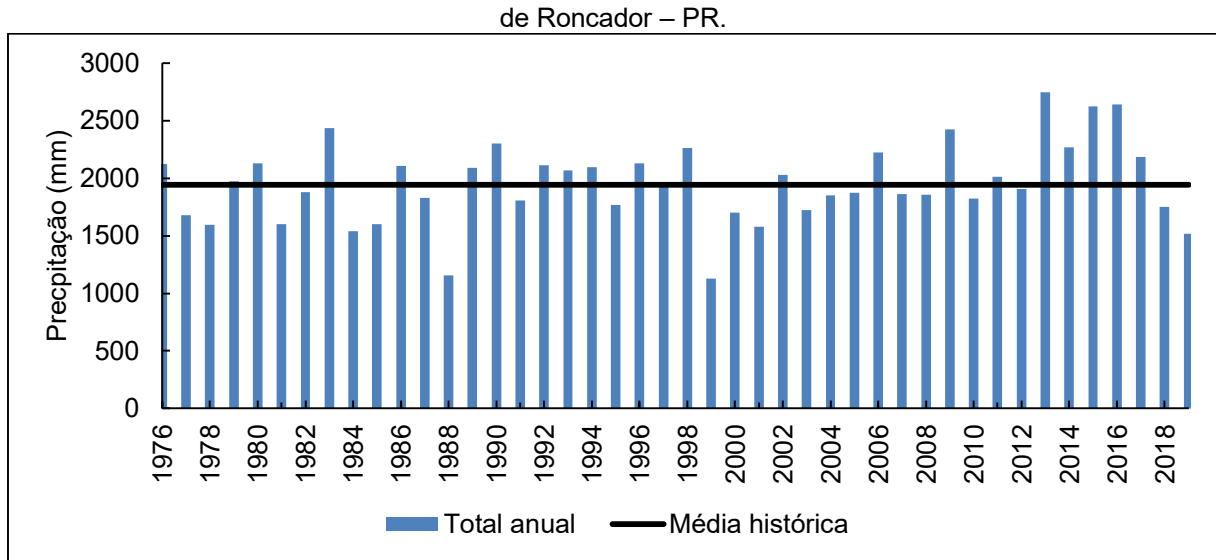
6.2 Análise do total anual

A média anual de precipitação para o período de 1976 a 2020, no município de Roncador é de 1940,7 mm. Na Figura 3, é possível visualizar a variabilidade nos totais anuais, com valores tanto acima quanto abaixo da média climatológica no período analisado.

Para uma melhor análise dos anos que ficaram consideravelmente acima ou abaixo da média, foi determinado uma margem de erro a partir do desvio padrão e a média, sendo assim, aproximadamente 16% dos anos, da série histórica analisada, a precipitação ficou acima da média (1983, 1990, 1998, 2009, 2013, 2015 e 2016) e aproximadamente 13% ficaram abaixo da média (1984, 1988, 1999, 2001, 2019 e 2020), sendo os outros anos ficando mais próximos da média histórica.

Em se tratando de um elemento climático que varia muito no tempo e no espaço, torna-se difícil verificar certa periodicidade na distribuição anual da precipitação numa série histórica. Porém, constatou-se que no período de 2013 a 2016, os valores foram os mais elevados de toda a série, variando entre 2.268,1 a 2.745,7 milímetros.

Figura 3 – Precipitação acumulada anual e média (linha preta) de toda a série histórica do município



Fonte: Autoria Própria (2021).

A precipitação acumulada anual é uma importante informação considerando que é possível visualizar o quanto a precipitação varia ao longo do tempo em uma série histórica. Fica notório observar que para cada ano atípico, tanto seco quanto chuvoso, ocorre à combinação dos sistemas atmosféricos, como o deslocamento de massas de ar atuantes ao longo do ano (ZAVATTINI, 2009), juntamente com as características locais do meio físico, sendo estas condições responsáveis pela distribuição e quantidade precipitada.

6.3 Análise sazonal

Na Figura 4 é possível fazer uma comparação temporal dos valores totais máximos de precipitação, entre os meses considerados em cada estação do ano. Esta difere da Figura 5, porque nesta é possível visualizar o comportamento para cada mês ao longo da série.

Foi observado uma variação quantitativa durante as quatro estações do ano, sendo visível que no outono e no inverno há uma diminuição dos totais de precipitação, quando comparado aos meses inseridos na primavera e no verão, pois na primavera e no verão ocorre maior ingresso de frentes frias associadas com o aumento da umidade na região Sul devido ao corredor de umidade que se forma com as mudanças dos ventos em níveis baixos, transportando umidade da região amazônica para o Brasil Central e região Sul – Sudeste (NERY, 2005).

No verão do período de 1978 a 1988 os três meses tiveram um padrão muito similar de precipitação, porém é possível observar que o mês de janeiro se destacou pela maior quantidade de anos com valores máximos absolutos de precipitação, sendo que a partir do ano de 1988 estes picos de valores máximos aumentaram para os demais meses. É importante mencionar que a variabilidade é bem acentuada nesta estação do ano e que nem todos os meses apresentam altos valores em todos os anos. Por ser a chuva um elemento climático dependente (umidade, pressão, temperatura, etc.), fica impossível mencionar todas as variáveis envolvidas, sejam elas, estáticas e dinâmicas, responsáveis pela sua formação.

Já no outono, mesmo que em junho de 2013 houve um pico de 519,6 mm acumulados, na Figura 4 é possível ver que o destaque foi para o mês de maio, com 21 anos de valores máximos de precipitação, com destaque para 1982 com 412,9 mm. Resultado esperado considerando que na distribuição da média mensal para toda a série (Figura 2), os meses de outubro e maio foram os que apresentaram maiores valores, depois do mês de janeiro e dezembro. O mês de maio mesmo sendo outono pleno, possui períodos quentes e frios, marcando a transição entre as estações, aumentando as instabilidades atmosféricas devido às diferentes características físicas e dinâmicas das massas de ar e sistemas que se confrontam na região nesse período do ano, marcado pelo início do domínio do ar frio. Durante o mês de outubro, um cenário parecido se repete, porém, de forma inversa, ou seja, começa a haver um declínio na intensidade das massas de ar frias, iniciando-se maior domínio do ar aquecido oriundo do norte do país e, muitas das vezes, essa transição ocorre de modo bastante instável, com chuvas mais volumosas.

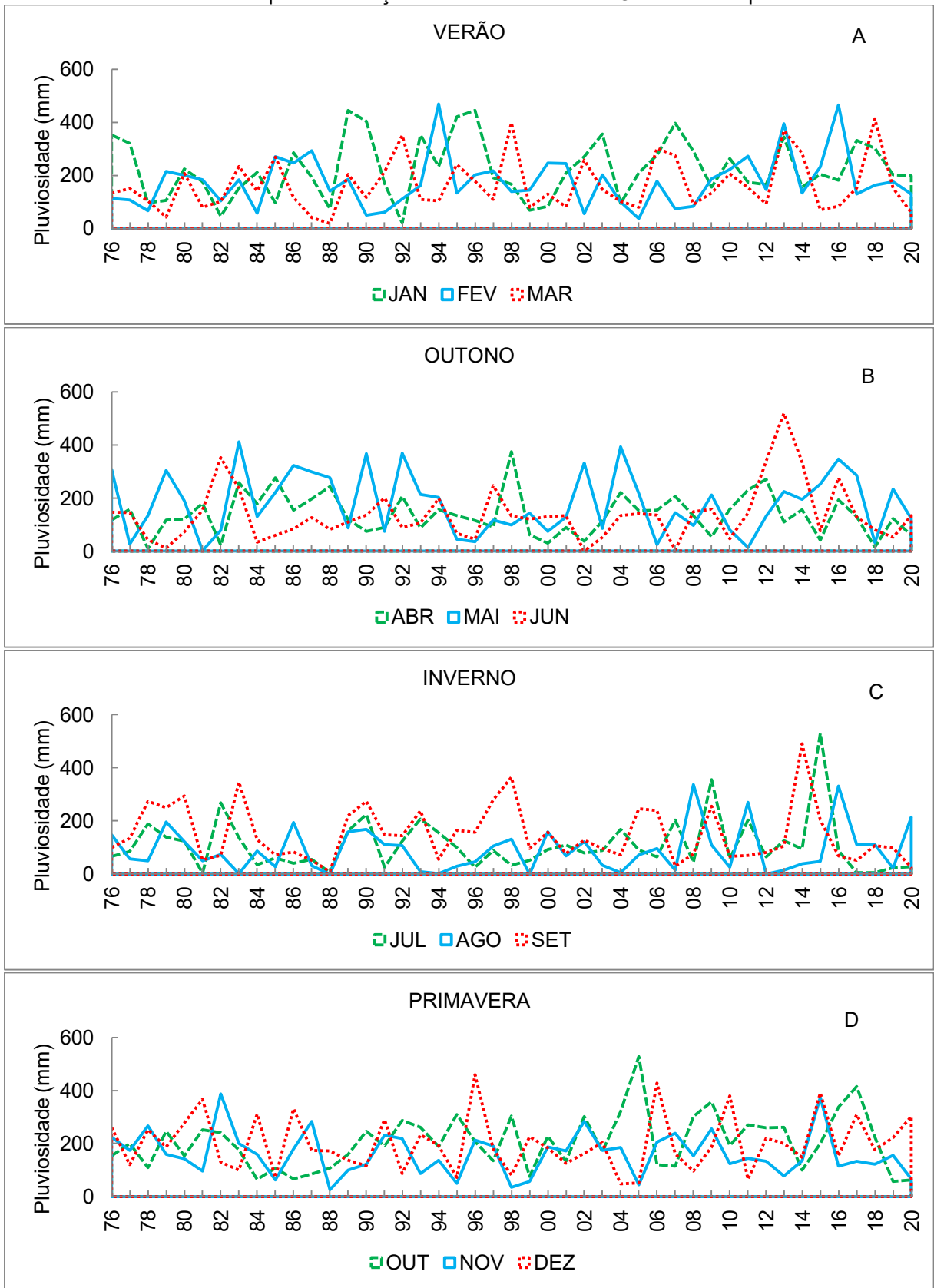
No inverno, é visível na Figura 4 que os índices pluviométricos são inferiores quando se compara às outras estações, possuindo valores próximos a zero milímetro, principalmente no mês de agosto. São poucas as ocorrências de precipitação acima dos 300 mm, entretanto o mês de setembro que antecede a estação da primavera se destaca por vários anos seguidos com picos de valores máximos de precipitação, sendo o maior ocorrido no ano de 2014 de 490,2 mm.

Para a primavera, o destaque com o maior número de meses com valores máximos de precipitação, foi o mês de outubro mês também que obteve o maior volume absoluto de precipitação para esta estação em 2005, com 528,6 mm.

Entre as quatro estações, o maior valor acumulado desta série histórica, foi de 529,8 mm, ocorrido no inverno, em julho de 2015, entretanto, nesta estação fica

evidente ao analisar a Figura 4, que o mês de setembro se destaca por vários anos seguidos com picos de valores máximos de precipitação, sendo que o maior valor ocorrido para o mês de setembro foi no ano de 2014. Evidenciando a complexidade desse elemento, considerando que os maiores valores são geralmente esperados no verão e na primavera.

Figura 4 – Comparação do total mensal de precipitação pluviométrica entre 1976 e 2020 no município de Roncador – PR para as estações A: verão. B: outono. C: inverno. D: primavera.



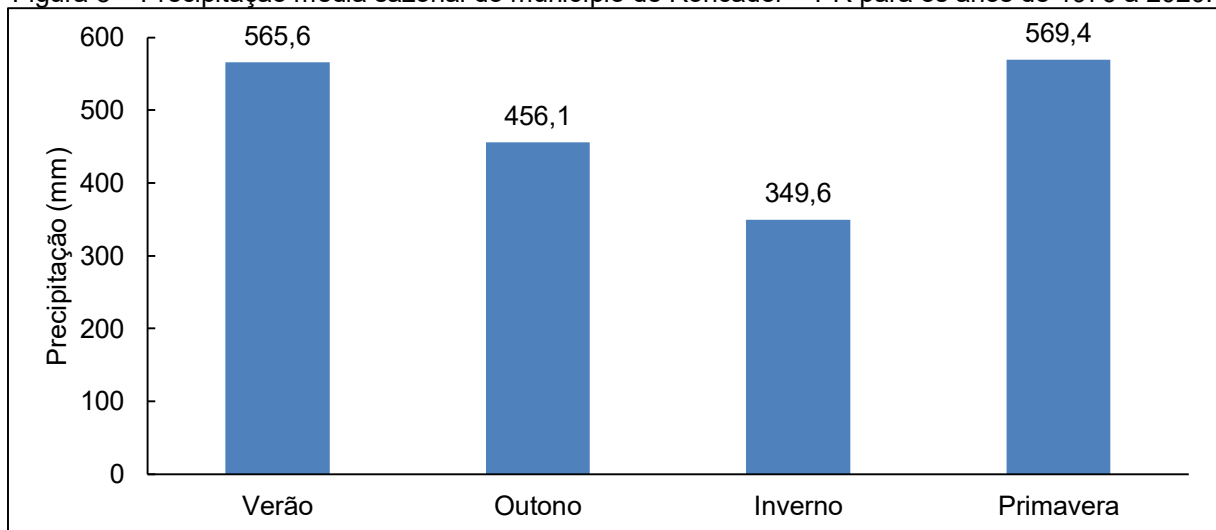
Fonte: Autoria Própria (2021).

Analisando o acumulado sazonal, sendo o somatório da média de cada mês correspondente a cada estação (Figura 5), é possível notar que a estação mais chuvosa é a primavera, com uma precipitação média acumulada de 569,4 mm, seguida do verão com 565,6 mm, numericamente pode se afirmar que as duas estações são semelhantes.

As estações menos chuvosas, são outono e inverno, com o somatório das médias dos meses inseridos nessas estações de 456,1 e 349,6 milímetros respectivamente. Diferente do verão e a primavera quando ocorre a atuação de sistemas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), responsável por mais chuva em diversas regiões do Brasil, entretanto, de acordo com Bastos e Ferreira (2000), no outono e inverno as temperaturas são menores no continente, como consequência, centros de alta pressão migram para o continente, como a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), responsável por longos períodos de estiagens durante ambas as estações, por ser constituída por uma massa de ar seco e quente.

A partir de conhecimentos empíricos a respeito das épocas de ocorrência das chuvas, é possível realizar um planejamento para atividades futuras, tanto no âmbito urbano quanto no rural, sabendo a melhor época para plantio, construções de moradias, projetos de drenagem urbana, recuperação de áreas degradadas, dimensionamentos de aterros sanitários, entre outros empreendimentos, além de proporcionar a dispersão de poluentes.

Figura 5 – Precipitação média sazonal do município de Roncador – PR para os anos de 1976 a 2020.



Fonte: Autoria Própria (2021).

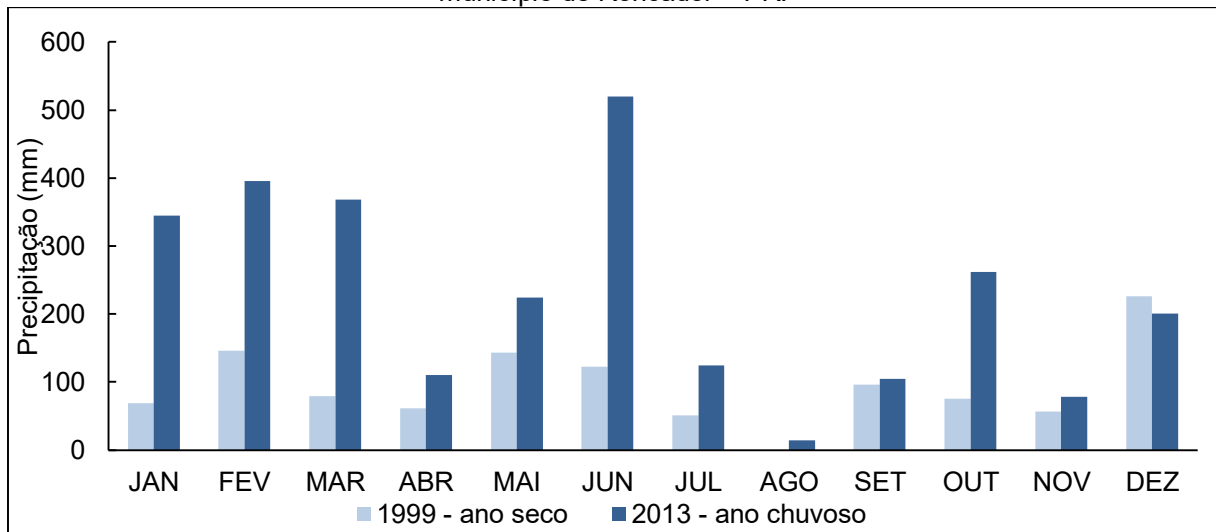
6.4 Análise interanual

A análise interanual é uma maneira de verificar o padrão de distribuição mensal dos anos atípicos (seco ou chuvoso).

Na série estudada foram selecionados os anos de 2013 (chuvoso) e o ano de 1999 (seco) a partir da aplicação da metodologia da escolha dos anos padrão de toda a série.

Na Figura 6 é mostrado o ano mais chuvoso de toda a série, 2013, e o mais seco, 1999, sendo que neste ano houve ocorrência do fenômeno La Niña de acordo com dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2020). Os meses mais chuvosos de 2013 foram junho, fevereiro, março e abril, sendo junho o mês que apresentou um valor de aproximadamente 520 milímetros, até mesmo para os padrões do inverno, que historicamente é o período mais seco.

Figura 6 – Precipitação acumulada mensal para os anos de 1999 (seco) e 2013 (chuvoso) do município de Roncador – PR.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Quanto ao ano mais seco (Figura 6), é possível verificar que o mês com maior quantidade de chuva, foi dezembro, 226,5 mm, sendo este registro o único a superar o índice pluviométrico dos meses do ano mais chuvoso, 200, 4mm.

Analisando os meses mais secos, em 2013, as menores precipitações foram verificadas nos meses de agosto e novembro, sendo agosto o mês com menor precipitação com apenas 14 milímetros, compreendendo o mês do inverno que usualmente a chuva é mais escassa. E os meses mais secos de 1999 foram julho,

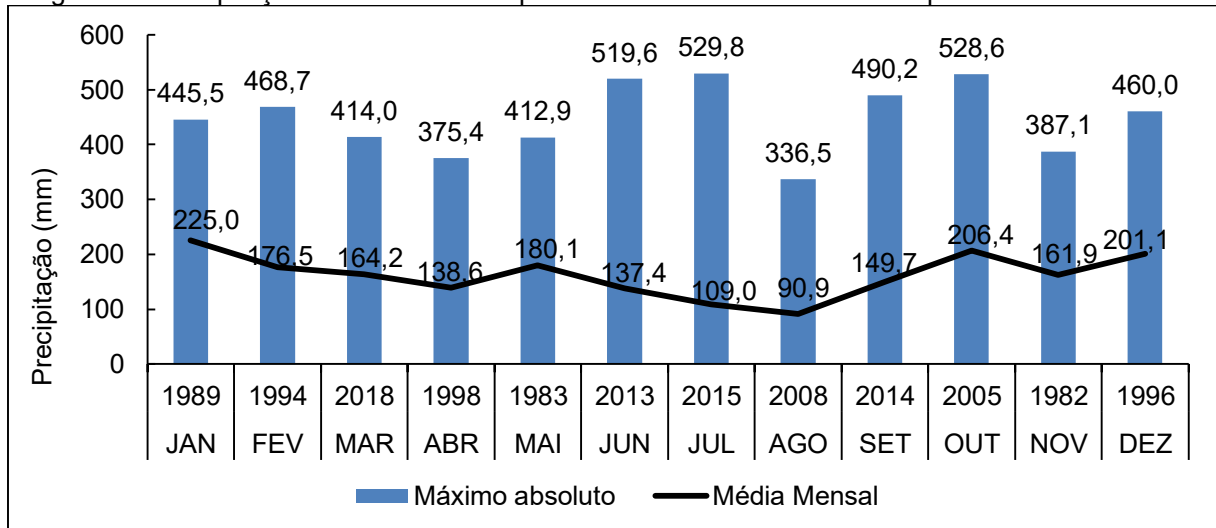
agosto e novembro, os quais não ultrapassaram os 60 milímetros, sendo agosto sem registro de chuva (Figura 6).

6.5 Análise da precipitação máxima mensal de toda a série

Com base na análise da Figura 7 à respeito da precipitação máxima absoluta para os meses de janeiro a dezembro da série histórica, foi observado que o mês de julho de 2015 foi o mais chuvoso com 529,8 mm, esta ocorrência está relacionada com a atuação do El Niño, o qual foi classificado como Forte segundo o INPE em conjunto com o Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) (2020), onde a região Sul registra o efeito do aumento da temperatura média e da precipitação no período entre maio e julho.

De acordo com notícias, em julho de 2015 fortes e constantes chuvas atingiram a região sul do Brasil, afetando 21 mil pessoas apenas no estado do Paraná. Já agosto de 2008 (Figura 7), foi o mês com o menor valor de máxima absoluta da série histórica, com 336,5 mm, ano de atuação do La Niña, classificado como moderado segundo dados do INPE (2020).

Figura 7 – Precipitação máxima absoluta para toda série histórica no município de Roncador – PR.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Os meses de junho de 2013 e julho de 2015 (Figura 7) apresentaram os maiores valores máximos para o outono e inverno, importante ressaltar que estes dois anos estão entre os mais chuvosos de toda a série histórica, ou seja, os valores

máximos tendem ocorrer em anos atípicos chuvosos e em período ou meses que não são caracterizados como chuvosos, como junho e julho na área de estudo.

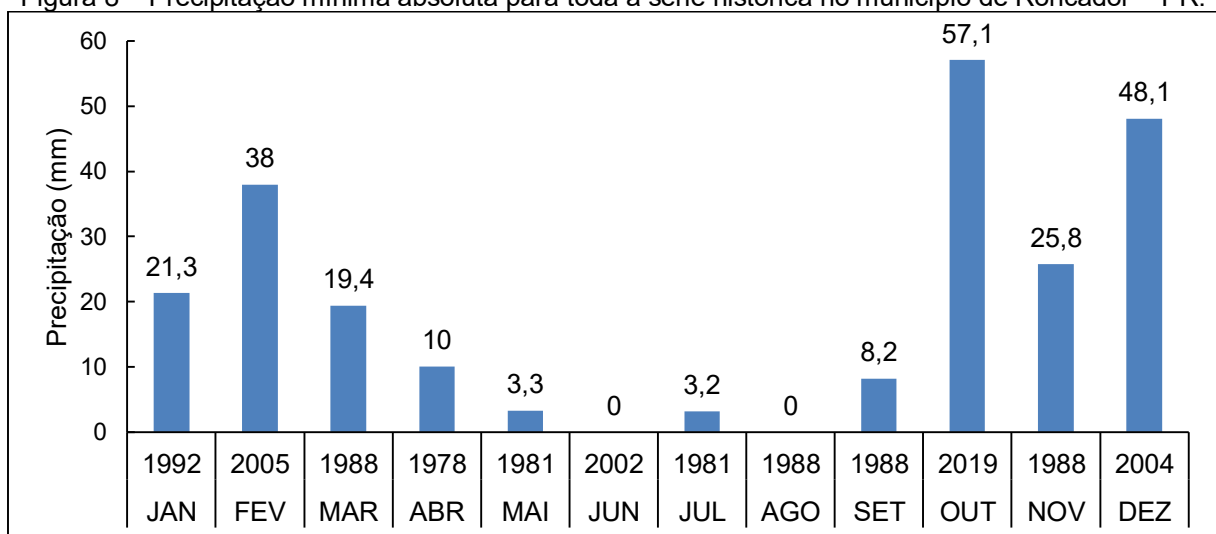
6.6 Análise da precipitação mínima absoluta de toda a série

Analisando a Figura 8, foi possível observar que não houve ocorrência de precipitação no mês de junho de 2002, e agosto de 1988 e 1999 sendo este, o ano mais seco da série histórica. Os meses acima mencionados pertencem à estação comumente seca, o inverno.

O mês de outubro de 2019 foi o mais chuvoso entre os meses com menor precipitação, atingindo quase 60 mm.

Com valores pluviométricos tão baixos, é possível concluir que estes anos passaram por períodos de escassez de água, para todas as atividades, sendo elas humanas, econômicas e de agricultura.

Figura 8 – Precipitação mínima absoluta para toda a série histórica no município de Roncador – PR.



Fonte: Autoria Própria (2021).

De acordo com reportagens feitas pelo Jornal Gazeta do Povo (2005), ao final de 2004 e o ano de 2005 iniciou-se com um déficit hídrico no estado do Paraná, as quais as poucas chuvas previstas para o mês de março não resolveria o problema de falta de água e até mesmo perda de plantações. Quando há déficit hídrico na fase de implantação da cultura ou nos períodos de florescimento e enchimento dos grãos os prejuízos são maiores segundo Caramori (2006).

Com relação à precipitação mínima absoluta constata-se por meio da Figura 8 que os valores tiveram uma maior frequência de registros nos meses de junho, julho e agosto onde ocorre um decréscimo esperado da precipitação na área de estudo, este padrão não é observado quando se trata da precipitação máxima, ou seja, a ocorrência se dá em qualquer mês do ano.

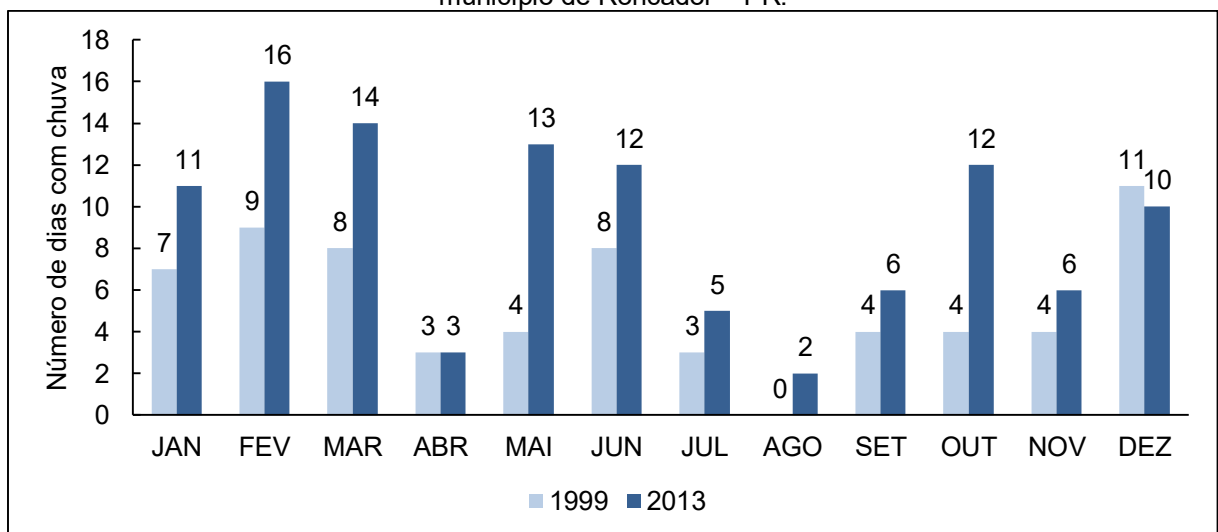
6.7 Dados diários

De acordo com a Figura 9, pode-se observar que no ano mais chuvoso (2013), os meses de fevereiro, março e maio foram os meses que tiveram maior número de dias com chuva.

Para o ano mais seco, 1999, dezembro apresentou a maior quantidade de dias com chuva sendo 11 dias, mesmo sendo o ano mais seco ultrapassou a quantidade de dias com chuva, no mês de dezembro para o ano mais chuvoso, 2013 com 10 dias.

Numa análise geral, é possível afirmar que para estes dois anos atípicos a menor quantidade de dias com chuva, foi registrada no ano menos chuvoso, 65 dias, destacando que isso não é uma regra, em se tratando de um elemento climático que apresenta uma grande variabilidade tanto espacial quanto temporal não é possível estabelecer padrão.

Figura 9 – Número de dias de chuva no ano mais seco (1999) e no ano mais chuvoso (2013) no município de Roncador – PR.



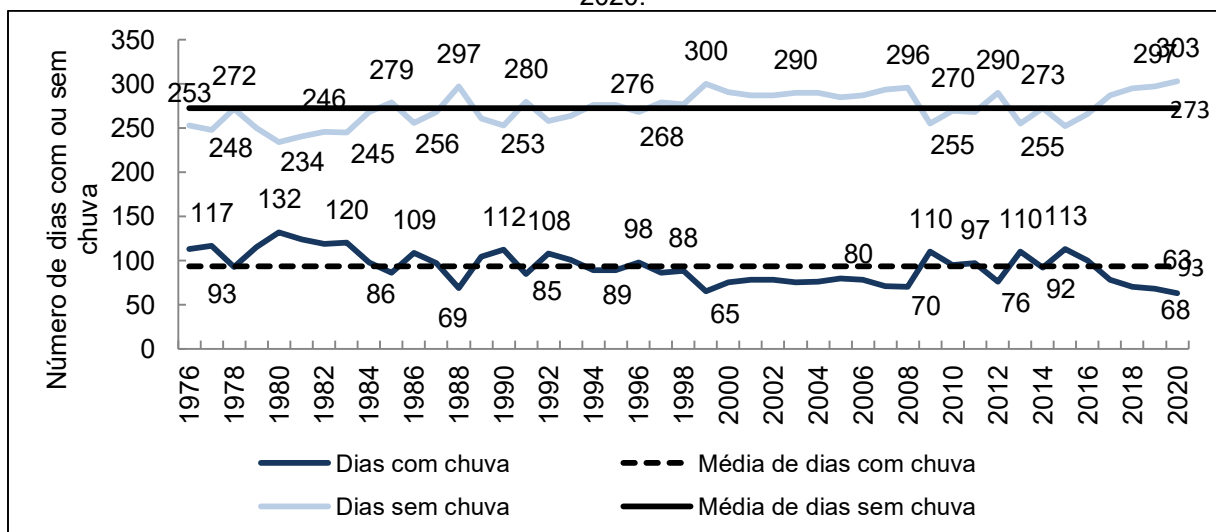
Fonte: Autoria Própria (2021).

Numa análise comparativa vale ressaltar que o ano que obteve o maior número de dias com chuva foi 1980 com 132 dias, sendo que o ano mais chuvoso de toda a série foi 2013 com 110 dias com chuva ficando acima da média anual de dias com chuva, a qual é de 93 dias. Portanto não é de costume atrelar a maior quantidade de dias com chuva com o maior total anual. Além da quantidade é necessário considerar a intensidade da chuva. Muitos trabalhos têm mostrado que as chuvas estão mais concentradas nas últimas décadas, assim como em estudo feito por Nobrega et al. (2015), onde identificou-se volumes significativos de precipitação em poucos dias, sendo assim o volume pluviométrico anual é maior entretanto a distribuição temporal é menor.

De acordo com a ocorrência de chuva com base em dados diários (Figura 10), o ano 1999 foi o que obteve o maior número de dias sem chuva (300 dias) este foi o que apresentou o menor total anual, 1125,9 mm (Figura 3), enquanto 1980 teve o menor número de dias sem chuva (234 dias) e ficando acima da média histórica com 2127,4 mm, ou seja, as chuvas foram mais concentradas (Figura 3).

Entretanto o ano mais chuvoso, 2013 teve 255 dias sem chuva com um acumulado anual de 2745,7 mm (Figura 3), evidenciando que no ano de 2013 houve uma maior concentração de dias com eventos de chuva mostrando desta forma que a mesma foi menos distribuída durante o ano.

Figura 10 – Total de dias com e sem ocorrência de chuva em Roncador – PR no período de 1976 a 2020.

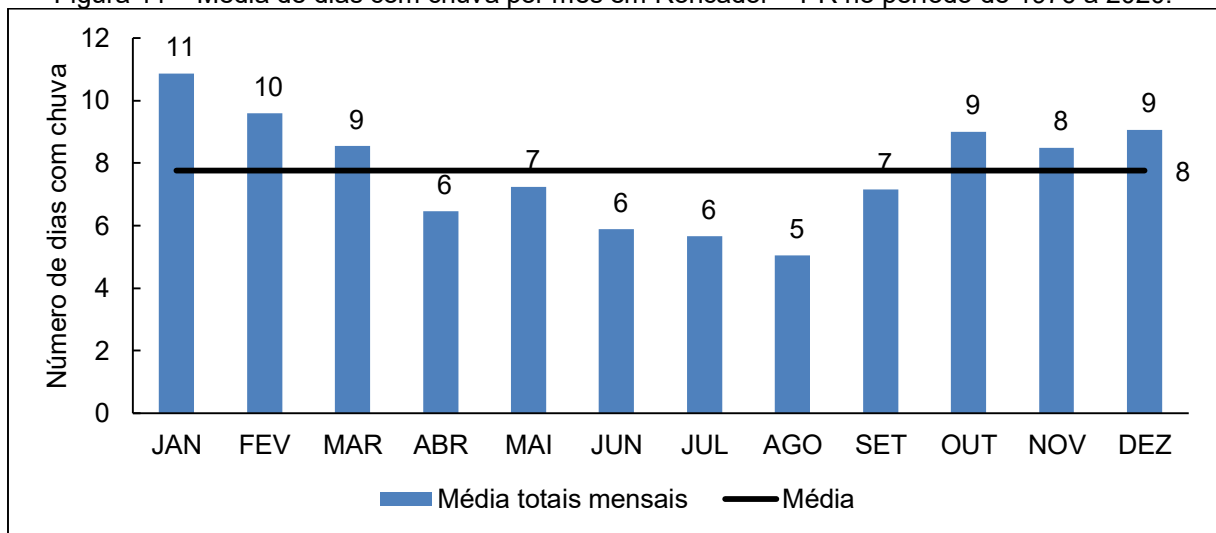


Fonte: Autoria Própria (2021).

A média de dias sem chuva foi de 274 dias por ano, é possível verificar que no período de 1997 a 2008, os números de dias sem chuva se mantiveram com valores abaixo da média.

Em uma análise da média de dias com chuva por mês (Figura 11), pode-se observar que durante toda a série histórica, os meses inseridos nas estações outono e inverno apresentam o número médio de dias com chuva por mês abaixo da média (oito dias) quando se compara aos doze meses do ano, sendo este período entre abril e setembro, meses com uma menor ocorrência de chuva quando se compara aos meses correspondentes às estações verão e primavera.

Figura 11 – Média de dias com chuva por mês em Roncador – PR no período de 1976 a 2020.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Nas Figuras 12A e 12B, é verificado que para o 1º trimestre, a quantidade de anos com dias com chuva não varia tanto em relação à média (29 dias), entretanto em relação aos dias com estiagem climatológica pode-se notar que há um aumento na quantidade de anos com dias sem chuva abaixo da média, sendo que 25 dos 45 anos estudados obtiveram dias sem chuva no primeiro trimestre do ano.

Já nas Figura 12C e 12D, foi observado que para o 2º trimestre, os anos com dias com chuva ficam abaixo da média, sendo esta, 20 dias, já para os dias sem chuva, foi observado um aumento na quantidade de anos com dias com estiagem climatológica e uma média de 71 dias sem chuva. As Figuras 12E e 12F apresentam que para o 3º trimestre, a média de dias com chuva foi de 18 dias e a média de dias sem chuva foi de 74 dias, porém a tendência para o 3º trimestre oscila pouco em relação a média, considerando que este período é referente ao inverno onde a

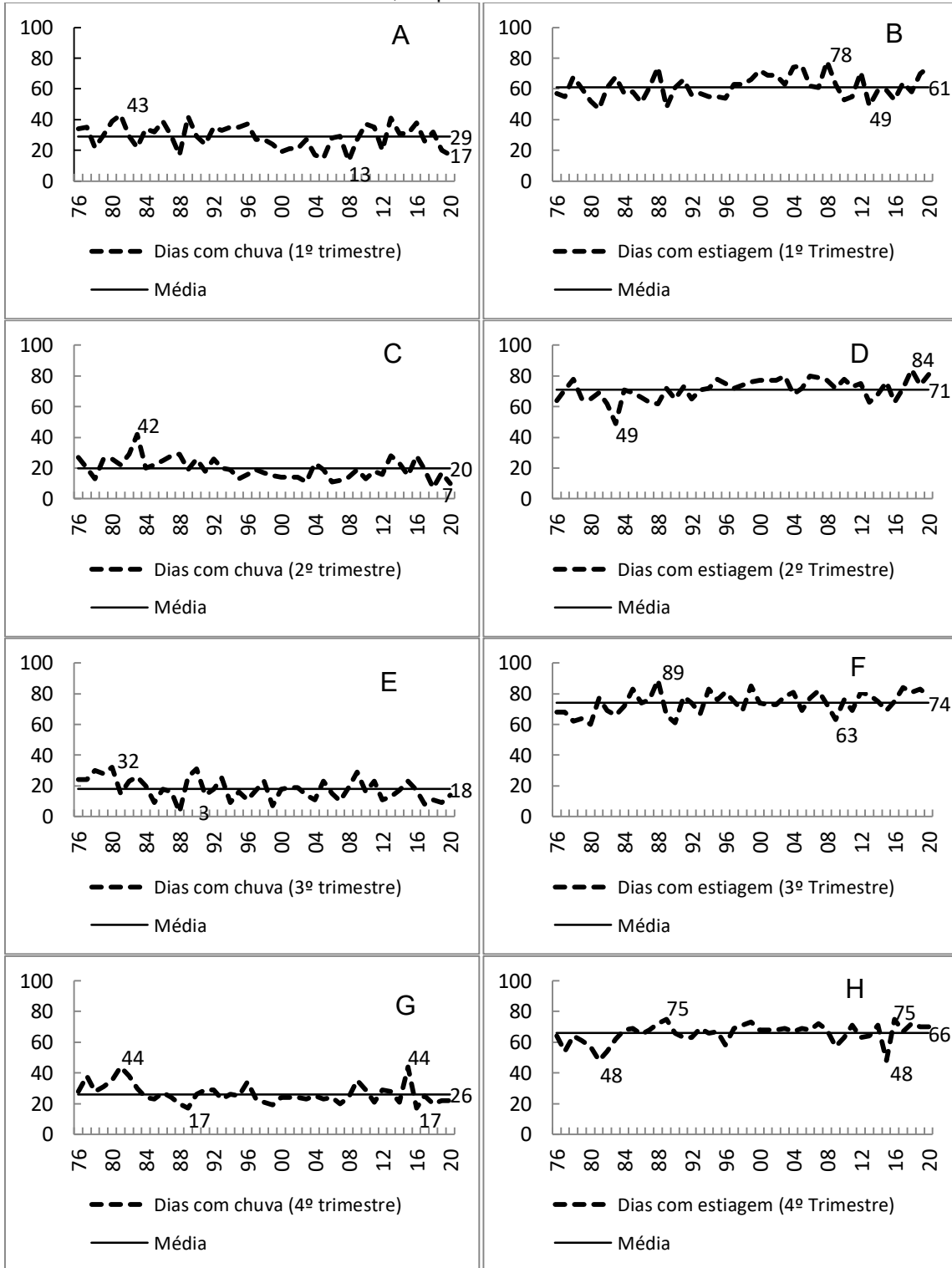
variação da ocorrência de chuva e estiagem não altera tanto quanto ao período correspondente ao verão durante a série histórica.

De acordo com as Figuras 12G e 12H, nota-se que tanto para o 4º trimestre com dias sem chuva e com chuva, ambas as situações apresentaram uma maior quantidade de anos acima da média, sendo que a média de dias com chuva é de 26 dias e a média de dias sem chuva é de 66 dias.

Em relação ao 4º trimestre, meses da primavera, foi observado média de 26 dias com chuva (Figura 5), entretanto, o 1º trimestre, período da estação verão, mesmo possuindo uma média pluviométrica menor que a primavera (Figura 5), apresenta uma média de 29 dias com chuva.

Quanto ao 2º e o 3º trimestre, ambos inseridos respectivamente nas estações do outono e inverno, foi observado uma média inferior quando comparados ao 1º e 4º trimestre (primavera e verão). Essa diminuição da pluviosidade é uma característica de ambas estações, no outono a média pluviométrica é maior que a do inverno, sendo possível observar isto na quantidade de dias com estiagem, com uma média de 71 e 74 dias respectivamente (Figura 12D e 12F).

Figura 12. – A: Total de dias com chuva no 1º trimestre; B: total de dias sem chuva no primeiro trimestre; C: total de dias com chuva no 2º trimestre; D: total de dias sem chuva no 2º trimestre; E: total de dias com chuva no 3º trimestre; F: total de dias sem chuva no 3º trimestre; G: total de dias com chuva no 4º trimestre e H: total de dias sem chuva no 4º trimestre, para localidade de Roncador – PR, no período de 1976 a 2020.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Assim como em um estudo realizado por Leite, Adacheski e Filho (2011) no Paraná, é importante saber que o estado é cortado pelo trópico de Capricórnio, com clima tropical e subtropical, sendo afetado pelas transições climáticas com suas estações bem definidas, assim como demonstrado nas Figuras 12A, 12B, 12G e 12h, o 1º e 4º trimestre, correspondentes ao verão e à primavera respectivamente apresentam mais dias com chuva do que o 2º e 3º trimestre que correspondem ao outono e ao inverno respectivamente, com mais dias sem chuva.

A Tabela 2 apresenta o percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias estudados por mês. O mês de março tem menos dias estudado por falta de dados no ano de 1983, assim como no mês de dezembro de 1982.

Tabela 2 – Percentual de dias com precipitação em relação ao total de dias analisados em Roncador – PR no período de 1976 a 2020.

Mês	Total de dias estudados	Dias com precipitação	Percentual (%)
Jan	1395	489	35,05
Fev	1272	432	33,96
Mar	1365	377	27,62
Abr	1350	291	21,56
Mai	1395	326	23,37
Jun	1350	265	19,63
Jul	1395	255	18,28
Ago	1395	227	16,27
Set	1350	322	23,85
Out	1395	405	29,03
Nov	1350	382	28,30
Dez	1364	399	29,25
Total	16376	4170	25,46

Fonte: Autoria Própria (2021).

Entre os meses analisados, janeiro apresentou o maior percentual de dias com precipitação (35,12%), seguido de fevereiro com 34,43% de dias com precipitação, sendo os únicos meses que obtiveram valores acima de 30%.

Novamente é verificado que o segundo e terceiro trimestre são os mais secos, com valores abaixo da porcentagem total (25,46%), sendo o terceiro trimestre o mais seco, este correspondente ao inverno. Sendo a porcentagem total, equivalente à soma dos dias com precipitação em relação ao total de dias estudados.

Alguns padrões de sistemas atmosféricos atuantes no inverno explicam a redução das chuvas. Segundo Reboita et al. (2012), após a passagem de uma frente fria, a massa de ar frio, na retaguarda da frente fria, provoca uma queda nas temperaturas e a precipitação cessa e o tempo em geral fica ensolarado, porque a

massa de ar frio como é densa e seca desfavorece a formação de nuvens e cria condições de alta estabilidade atmosférica.

6.8 Determinação do ano padrão

Para a determinação e representação da distribuição espacial e temporal da pluviosidade na área de estudo, foi elaborado a Quadro 1, a partir da metodologia proposta por Sant'Anna Neto (1995), a qual classificou os dados de pluviosidade em cinco classificações: chuvoso, tendente a chuvoso, habitual, tendente a seco e seco, para auxiliar na escolha do ano padrão.

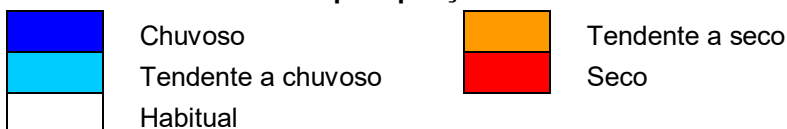
A determinação do ano padrão permite que sejam analisados os anos considerados atípicos secos e chuvosos, sendo possível a visualização espaço-temporal referente à variação da precipitação nos anos contemplados dentro da série histórica.

Portanto, de acordo com a análise, os anos considerados com padrão chuvosos foram 1983, 2009, 2013, 2015 e 2016, quanto aos anos secos, foi observado um número maior quando comparado aos anos chuvosos, sendo eles: 1978, 1981, 1984, 1985, 1988, 1999, 2001, 2019 e 2020. Sendo que nos anos de 1988, 1999 ocorreram eventos de La Niña (CPTEC, 2020).

Quadro 1 – Variação espaço-temporal da pluviosidade mensal e anual no município de Roncador – PR.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total anual
1976	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Chuvoso	
1977	Chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Seco	Habitual	Tendente a seco	Seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco
1978	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Seco	Habitual	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Seco
1979	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Seco	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual
1980	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Tendente a chuvoso
1981	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Seco	Seco	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Seco
1982	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Habitual	Habitual
1983	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Seco	Chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso
1984	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Seco	Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso	Seco
1985	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Seco	Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco
1986	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Seco	Habitual	Tendente a seco	Seco	Chuvoso	Chuvoso	Habitual
1987	Habitual	Chuvoso	Seco	Habitual	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Habitual
1988	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Seco
1989	Chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual
1990	Chuvoso	Seco	Tendente a seco	Seco	Chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso
1991	Habitual	Seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Habitual
1992	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Habitual
1993	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco	Seco	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual
1994	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Seco	Seco	Seco	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual
1995	Chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco
1996	Chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Chuvoso	Habitual
1997	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Habitual
1998	Habitual	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Seco	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso
1999	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Seco	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Chuvoso	Seco
2000	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Seco	Seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco
2001	Chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Seco	Seco	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Seco
2002	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Seco	Chuvoso	Seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual
2003	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Tendente a seco
2004	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Habitual	Habitual	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Habitual
2005	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual
2006	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Seco	Habitual	Seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso
2007	Chuvoso	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Habitual	Seco	Habitual	Seco	Seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual
2008	Chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Seco	Chuvoso	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Habitual
2009	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Seco	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Chuvoso
2010	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Habitual
2011	Habitual	Chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Seco	Habitual	Habitual	Chuvoso	Seco	Chuvoso	Habitual	Seco	Habitual
2012	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Seco	Tendente a seco	Chuvoso	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual
2013	Tendente a chuvoso	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso
2014	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Chuvoso	Seco	Seco	Chuvoso	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso
2015	Habitual	Habitual	Tendente a seco	Seco	Habitual	Tendente a seco	Chuvoso	Seco	Habitual	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso	Chuvoso
2016	Habitual	Chuvoso	Seco	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Seco	Tendente a chuvoso	Seco	Tendente a chuvoso	Tendente a seco	Tendente a seco	Chuvoso
2017	Chuvoso	Habitual	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Seco	Tendente a seco	Seco	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Tendente a chuvoso
2018	Chuvoso	Habitual	Chuvoso	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Seco	Habitual	Habitual	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Tendente a seco
2019	Chuvoso	Tendente a chuvoso	Habitual	Habitual	Chuvoso	Tendente a seco	Seco	Seco	Habitual	Tendente a seco	Habitual	Chuvoso	Seco
2020	Tendente a chuvoso	Habitual	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Habitual	Seco	Chuvoso	Seco	Tendente a seco	Tendente a seco	Habitual	Seco

Classes de tendência de precipitação



Fonte: Autoria Própria (2021).

É possível observar no Quadro 1 que o mês de agosto possui predominância para mês seco ou tendente a seco, sendo que nesta série histórica, foram 20 anos com este mês predominantemente seco, e 12 anos tendente a seco, com exceção dos anos de 2008, 2011 e 2020 os quais foi possível inferir que são anos chuvosos. Levando em consideração apenas “tendente a seco”, julho apresentou o maior número de anos, sendo 15 do total da série analisada. Quanto aos “habitual”, junho possui 21 anos com este padrão.

Com base na análise dos meses chuvosos (Quadro 1), o destaque é para janeiro, sendo registrados em 17 anos com este mês sendo chuvoso, seguido de dezembro em 15 anos chuvosos. Já outubro apresenta o maior número de anos tendentes a serem chuvosos, sendo nove. Todas estas análises são baseadas na série histórica de 45 anos.

Quanto ao Quadro 2, analisando cada estação individualmente, verificou-se que a maioria dos anos apresentou a classificação “Habitual”, os quais tiveram a precipitação dentro da normalidade, com destaque para a primavera com 21 dos 45 anos classificados como habituais e o verão com 19 dos 45 anos da série histórica.






Já quando foram analisados os dados com exceção de anos-padrão habitual, para o outono foi verificado um número maior de anos-padrão com tendência a seca (11 anos) e para o inverno a quantidade de anos-padrão chuvoso, tendente a seco e seco são iguais (9 anos cada).

Mesmo o regime de chuvas não sendo contínuo na série histórica, espacialmente é possível verificar repetições sazonais de condições pluviométricas por meio dos anos-padrão estabelecidos, como nos anos de 2012, 2013 e 2014 onde foi observado o outono com padrão chuvoso, entretanto quando se compara com a variação espaço-temporal anual (Quadro 1), apenas 2013 foi considerado como um ano chuvoso.

Quadro 2 – Variação espaço-temporal da pluviosidade sazonal no município de Roncador – PR.

Anos	Verão	Outono	Inverno	Primavera
1976				
1977				
1978				
1979				
1980				
1981				
1982				
1983				
1984				
1985				
1986				
1987				
1988				
1989				
1990				
1991				
1992				
1993				
1994				
1995				
1996				
1997				
1998				
1999				
2000				
2001				
2002				
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				
2009				
2010				
2011				
2012				
2013				
2014				
2015				
2016				
2017				
2018				
2019				
2020				

Classes de tendência de precipitação

	Chuvoso		Tendente a seco
	Tendente a chuvoso		Seco
	Habitual		

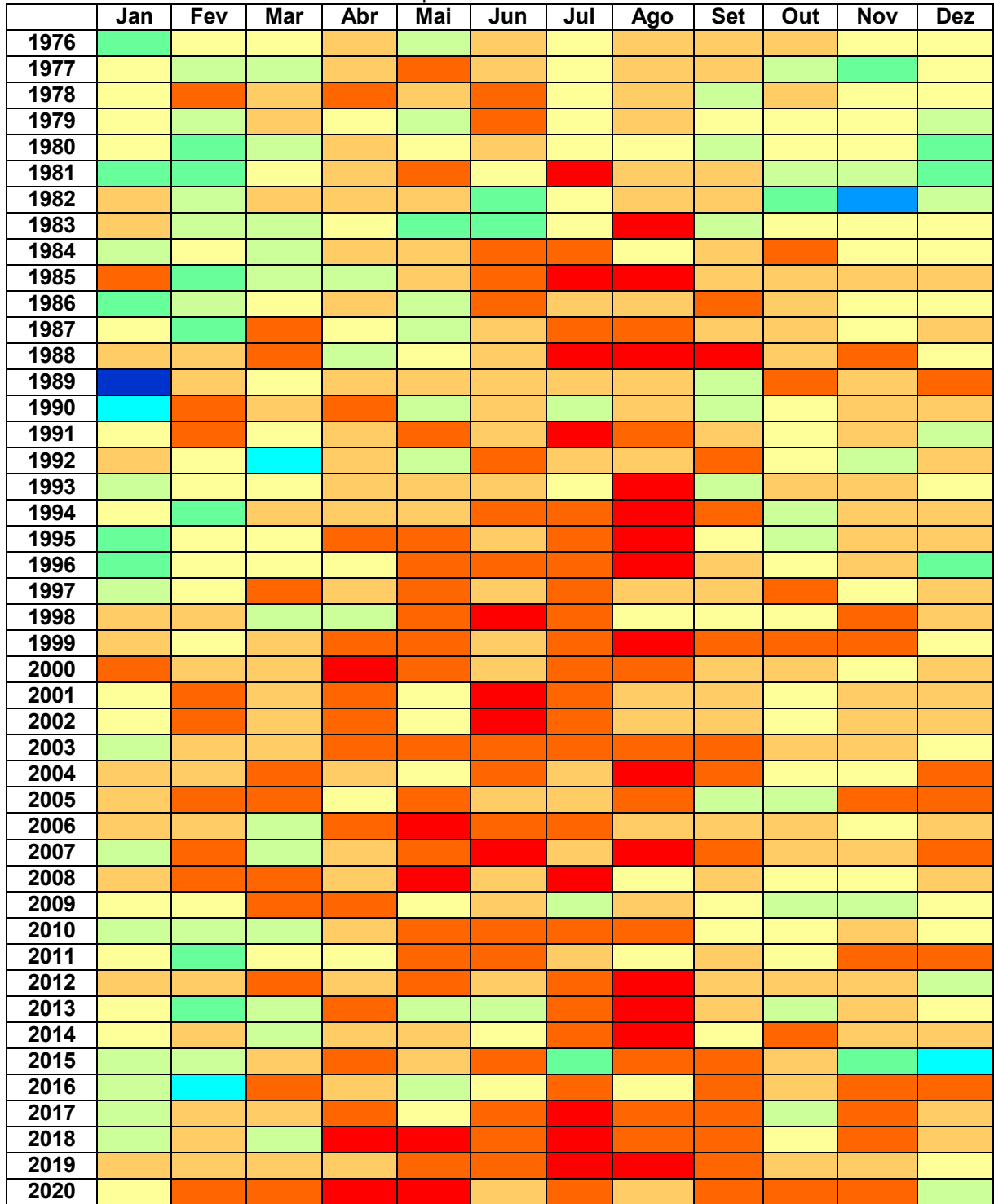
Fonte: Autoria Própria (2021).

É importante ressaltar que as classes referentes aos anos padrão estão relacionadas ao desvio padrão em relação aos dados médios da pluviosidade e não aos totais anuais.

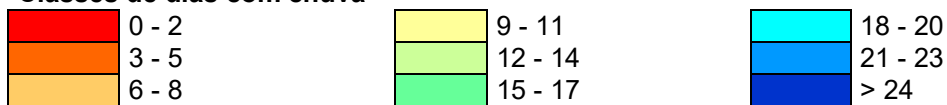
O painel temporo espacial mensal de dias com chuva ao longo de toda a série (Quadro 3), elaborado a partir da técnica de Sturges, define os intervalos de classes e permite constatar por meio da análise dos anos, que após o ano de 1991 houve um aumento na quantidade de meses com poucos dias com chuva, sendo em sua maioria variando entre a classe “0 a 2 dias com chuva” e “6 a 8 dias com chuva”. É notável que para a maioria dos anos da série histórica, o mês de agosto apresenta a menor quantidade de dias com chuva, assim como observado anteriormente nas Figuras 9 e 11.

Nota-se que no início da série histórica, poucos anos tiveram os meses que estão inseridos no verão e primavera classificados com dias com chuva abaixo da classe “9 – 11”, entretanto, no decorrer dos anos, observou-se que a diminuição nos dias com chuva não ficou restrito apenas às estações outono e inverno que são classificadas como estações com menor quantidade e frequência de precipitação pluviométrica.

Quadro 3 – Painel temporo-espacial da ocorrência de dias com chuva para o período 1976 a 2020 no município de Roncador – PR.



Classes de dias com chuva

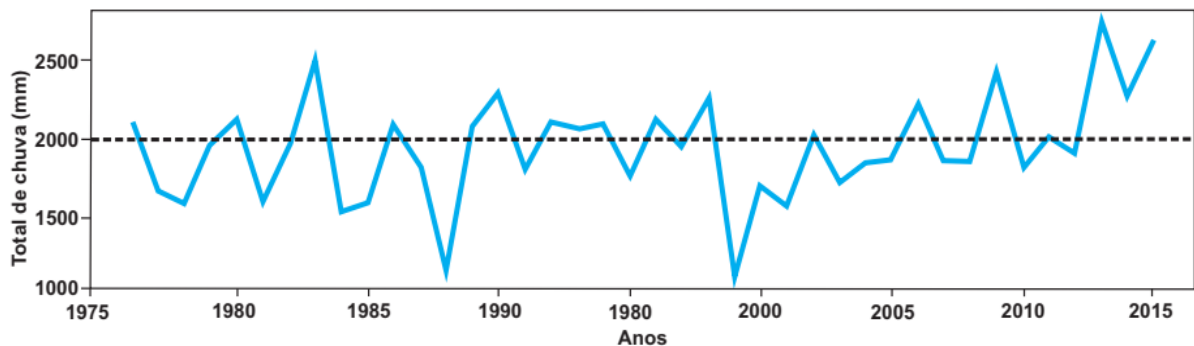


Fonte: Autoria Própria (2021).

6.9 Análise da tendência da precipitação total anual e da quantidade de dias com chuva.

Em relação à precipitação total anual, embora apresente variação ao longo de todo o período da série histórica (Figura 13), não foi detectada tendência significativa ao nível de 5% de significância, de acordo com os resultados do teste de Mann-Kendall apresentado na Tabela 3.

Figura 13 – Tendência para o total anual de chuva no período de 1976 a 2015 para Roncador – PR.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 3 – Resultado do teste de Mann-Kendall da precipitação do total anual no período de 1976 a 2015 em Roncador - PR.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall	Pearson
2452041	Roncador	1.5	0.164	0.138	0.238	0.164	0.282

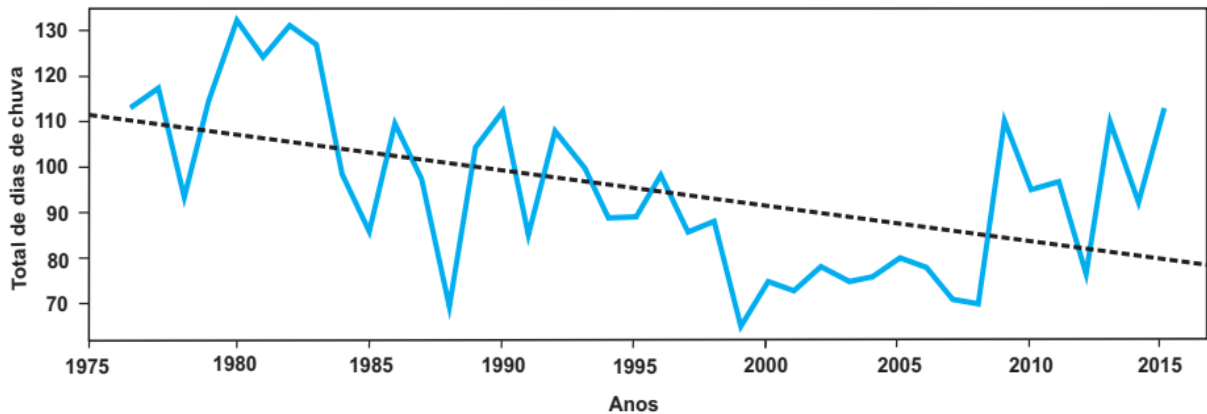
Fonte: Autoria Própria (2021).

Quanto à quantidade dos dias com chuva, observa uma variação no período analisado, como mostra a Figura 14, que representa uma tendência de redução na quantidade de dias com chuva a partir do ano de 1999.

Foi detectada nesta análise uma tendência significativa (negativa) de acordo com os resultados do teste de Mann-Kendall (Tabela 4).

Figura 14 – Tendência para a quantidade de dias com chuva no segmento temporal de 1976 a 2015

para Roncador – PR.



Fonte: Autoria Própria (2021).

Tabela 4 – Resultados do teste de Mann-Kendall para o total de dias com precipitação no período de 1976 a 2015, em Roncador - PR.

Código	Posto	Z	tau	p	Spearman	Kendall	Pearson
2452041	Roncador	-3.1	-0.342	0.001	-0.479	-0.344	-0.496

Fonte: Autoria Própria (2021).

Considerando que não foi observada tendência de aumento no total da precipitação anual e detectado tendência na redução da quantidade de dias com chuva, presume-se que as chuvas estão mais concentradas. E esta condição não se resume apenas à região estudada, Nobrega et al. (2015) verificou que no Sertão Pernambucano o volume de precipitação anual tem aumentado, entretanto sua distribuição temporal tem ficado limitado em apenas três meses, evidenciando que há um acúmulo de volumes significativos de precipitação em poucos dias e confirmando que as chuvas estão cada vez mais concentradas.

Não é possível associar esta tendência com as alterações no clima, considerando que são apenas 45 anos de dados, o que indica uma possível variabilidade ocorrida no período considerado para a análise.

A Engenharia Ambiental necessita cada vez mais destas análises de tendências em escalas variadas para que os dados sejam avaliados, entendidos e posteriormente, estes, auxiliem no Licenciamento Ambiental de atividades potencialmente poluidoras em geral e no dimensionamento de projetos em áreas urbanas, sejam eles, aterros sanitários, estações de tratamento de água, estações de

tratamento de esgoto e locais de captação de água, além de planos de recuperação de áreas degradadas e projetos de drenagem urbana.

O presente estudo mostra o quanto é importante o conhecimento da Climatologia, principalmente na área ambiental. Por meio de um banco de dados da pluviosidade, por exemplo, é possível realizar várias análises com intuito de visualizar padrões predominantes de distribuição da precipitação ou verificar possível tendência, todas estas informações extraídas, trabalhadas, espacializadas é para que as mesmas sirvam de subsídios para as mais diversas áreas que dependem destas informações.

Considerando a ampla discussão referente às mudanças climáticas e as incertezas existentes é que se faz necessário com que mais trabalhos sejam realizados principalmente na escala diária.

7 CONCLUSÃO

Compreender a dinâmica das precipitações contribui diretamente para o desenvolvimento de ações mitigatórias para sérios problemas relacionados ao sistema climático urbano e rural, evitando assim, consequências geradas por eventos de maior magnitude, relacionados às inundações urbanas e danos em áreas rurais.

As análises mensal, anual, sazonal e interanual para os dados da série histórica evidenciaram que para Roncador-PR a média de precipitação anual esta dentro da média para os padrões climáticos da região em que o município se encontra, já verificados em outros estudos. Também é possível concluir que os meses que apresentaram maior média pluviométrica, são aqueles contidos nas estações da primavera e verão, estações chuvosas, sendo janeiro o mês com a maior média mensal.

Os resultados obtidos a partir do total anual revelam que a precipitação ficou acima da média em apenas sete anos de toda a série histórica, ou seja, aproximadamente 16%. Considerando que este evento climático sofre grandes variações durante o tempo e espaço, constatou-se que o período entre 2013 e 2016 foi o melhor para observar os valores elevados de acumulados. De modo geral, observou-se uma associação entre o número de eventos pluviométricos intensos e os totais pluviométricos anuais em anos com totais anuais mais elevados, como nos anos de 1983, 2015 e 2016, quando o evento El Niño foi classificado como de intensidade forte.

Os anos de 1983, 2009, 2014, 2015 e 2016 obtiveram padrão chuvoso de acordo com a determinação do ano padrão, já para o padrão seco, foram nove anos no período de 1976 a 2020. Validando a metodologia para a definição do ano padrão, atestando ser um instrumento importante para a verificação de anos singulares, onde é possível verificar não apenas variações positivas no acumulado de anos com padrão chuvosos, mas também algumas variações negativas, como no caso de 2016, onde foi considerado como um ano chuvoso, entretanto registrou meses da primavera (outubro e novembro) tendentes a seco. Por isso é importante analisar separadamente mensal, sazonal e anual para conseguir inferir melhor sobre o padrão climático, pois quando o resultado é analisado anualmente, obtemos resultados macros, já quando é

analisado sazonalmente, atingimos uma melhor análise do padrão pluviométrico dentro de cada ano.

Constatou-se pelo teste de Mann-Kendall que não há tendência de aumento pluviométrico no total anual, mas sim uma redução dos dias com registro de precipitação, ou seja, chuvas mais concentradas e mais intensas. Este resultado é preocupante por afetar diretamente agricultura em toda sua fase de desenvolvimento. Importante destacar que caso não houver uso consciente e armazenamento da água, cada vez mais este recurso será escasso, por outro lado, eventos de chuvas intensas e pontuais, cada vez mais irão ser verificados e conseqüentemente relatados grandes impactos sócio ambientais e econômicos.

Avaliar e compreender os padrões climáticos de um determinado local torna-se cada vez mais necessário para a sociedade. Portanto há uma demanda crescente de investimentos em tecnologias para que seja realizado o monitoramento mais intenso, com dados horários e de qualidade, subsidiando desta forma as condições de um planejamento mais preciso na área urbana e rural, em aterros sanitários e estações de tratamento de água e efluentes, dentre tantas outras áreas necessárias para o desenvolvimento econômico e social, propiciando o desenvolvimento da economia verde, onde se equilibra economia, meio ambiente e sociedade.

REFERÊNCIAS

- APARECIDO, Lucas Eduardo de Oliveira; ROLIM, Glauco de Souza; RICHETTI, Jonathan; DE SOUZA, Paulo Sergio; JOHANN, Jerry Adriani. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.40, n. 4, p. 405-417, Lavras – MG, 2016.
- BACK, Álvaro José. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 36, n. 5, p. 717-726, Brasília-DF, 2001.
- BACK, Álvaro José; OLIVEIRA, José L. R.; HENN, Alan. Relações entre precipitações intensas de diferentes durações para desagregação da chuva diária em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, p. 391-398. Campina Grande-PB, 2012.
- BAPTISTA, Gabrielly Cristhine Zwang; PINHEIRO, Adilson; KAUFMANN, Vander. Mudança na tendência em séries de precipitação em Santa Catarina devido à oscilação interdecadal do Pacífico. *In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 2017, Florianópolis - SC, Anais [...]. Florianópolis-SC, 2017.
- BASTOS, Camilla C.; FERREIRA, Nelson J. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. *In: XI CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA*, 2000, Rio De Janeiro, Anais [...]. Rio de Janeiro, 2000 p. 612-619.
- CARMELLO, Vinicius; SANT'ANNA NETO, João Lima. Variabilidade das chuvas na vertente paranaense da bacia do Rio Paranapanema - 1999-2000 a 2009-2010. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba-PR, v. 33, p.225-247, 1 jun. 2015.
- CRISPIM, Diêgo Lima; RODRIGUES, Rodrigo Silvano Silva; VIEIRA, Artur Sale de Abreu; SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira; PESSOA, Francisco Carlos Lira. Análise estatística da precipitação do município de Brasiléia – Acre, Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. v. 8, n. 2, p. 104-122, Florianópolis – SC, 2019.
- EMPESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMPRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ª edição, 357 p. Brasília - DF, Embrapa Solos, 2018.
- GRIM, Alice M.; FERRAZ, Simone E. T.; GOMES, Júlio. Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. **American Meteorological Society**, Washington-DC, v.11, p.2863–2880, 1998.
- GUEDES, Roberto Lage; SILVA DIAS, M. A. F. Estudo de tempestades severas associadas com jato subtropical na América do Sul. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 3., 1984, Belo Horizonte. [...]. Belo Horizonte, 1984 p. 289-296.

HIERA, Mitchel Druz; LIMA JÚNIOR, Antonio Ferreira; ZANELLA, Maria Elisa. Tendência da precipitação no Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Climatologia**. v. 24, p. 300-321, 2019.

INSTITUTO DE ÁGUA E TERRA – IAT. **Mapas e dados espaciais**. Disponível em: <http://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Mapas-e-Dados-Espaciais>. Acesso em 19 mar. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pr/roncador/panorama>. Acesso em: 03 jan. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Monitoramento**. Disponível em: <http://enos.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 11 mai. 2020.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL – IPARDES. 2020. **Caderno Estatístico - Município de Roncador**. p.6-9 Curitiba-PR: IPARDES/Fundação Édison Vieira, 2020.

INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E GEOLOGIA DO PARANÁ – ITCG. **Mapa Geológico do Paraná**. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=154>. Acesso em: 28 out. 2019.

KENDALL, M. G. **Rank Correlation Methods**. 4th ed., London: Charles W. Griffin. 1975.

LEITE, Maysa de Lima; ADACHESKI, Patricia Alves; FILHO, Jorim Sousa das Virgens. Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, Estado do Paraná, no período entre 1954 e 2001. **Acta Scientiarum. Technonology**, v. 33, n. 1, p. 57-64, Maringá-PR, 2011.

MADDOX, R. A. **Mesoscale convective complexes**. Bull. Am. Meteorol. Soc., v. 61, p. 1374-1387, 1980.

MANN, H. B. Nonparametric test against trend. **Econometrica – Journal of the econometric society**, v. 13, n. 3, p. 245-59, New York-NY, 1945.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

MINUZZI, Rosandro Boligon; LOPEZ, Fábio Ziemann. Variabilidade de índices de chuva nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p.697-796, maio 2014. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/index>. Acesso em: 22 out. 2019.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero. Aquecimento Global: Uma visão crítica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba-PR, v. 3, p.7-24, ago. 2008.

NERY, Jonas Teixeira. Dinâmica climática da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**. v.1, p. 61-75, 2005.

NITSCHKE, Pablo Ricardo; CARAMORI, Paulo Henrique; RICCE, Willian da Silva; PINTO, Larissa Fernandes Dias. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

NÓBREGA, Ranyére Silva; FARIAS, Rafael Fhelipe de Lima; DOS SANTOS, Carlos Antonio Costa. **Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.30, n.2, p. 171-180. 2015

PETTIT, A. N. A Non-parametric Approach to the Change-point Problem. **Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)** v.28, n.2, p. 126-135. 1979

PINHEIRO, Adilson; GRACIANO, Regina Luiza Gouvêa; SEVERO Luís Dirceu. Tendência das séries temporais de precipitação da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 28, n. 3, p.281-290, 2013. Disponível em: <http://www.rbmet.org.br/port/index.php>. Acesso em: 22 out. 2019.

REBOITA Michelle Simões; GAN Manoel Alonso; da ROCHA Rosmeri Porfírio; Ambrizzi Tércio. 2010. **Regime de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n.2, p. 185-204.

REBOITA, Michelle Simões; KRUSCHE, Nisia; AMBRIZZI, Tércio; da ROCHA, Rosmeri Porfírio. Entendendo o tempo e o clima na América do Sul. **Terra e Didática** 8(1), p. 34-50. 2012.

RIBEIRO, Wagner Costa. Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil. **Parcerias Estratégicas**, Brasília-DF, v. 13, p.297-322, 2008.

SANT'ANNA NETO, João Lima. **As chuvas no estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. 1995. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

SANTOS NETO, Luiz Alves dos; MANIESI, Vanderlei; SILVA, Marcelo José Gama da; QUERINO, Carlos Alexandre Santos; LUCAS, Edmundo Wallace Monteiro; BRAGA, Alan Pantoja; ATAÍDE, Kléber Renato da Paixão. Distribuição horária da precipitação em Porto Velho - RO no período de 1998 - 2013. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba-PR, v. 14, p.2237-8642, jul. 2014.

SILVESTRE, Miriam Rodrigues. **Técnicas estatísticas utilizadas em climatologia geográfica: Diagnóstico e Propostas**. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016.

STURGES, H. A. The choice of a class interval. **Journal Am. Stat. Assoc.** 1926.

VIANA, Denilson Ribeiro; AQUINO, Francisco Eliseu ; MUÑOZ, Viviana Aguilar. Avaliação de desastres no Rio Grande do Sul Associados a complexos convectivos de mesoescala. **Sociedade & Natureza**, n. 21, v.2, p. 91-105, Uberlândia – MG, 2009.

ZAVATTINI, JA. As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática. **Cultura Acadêmica**, UNESP, 212 p., São Paulo, 2009.