

**UNIOESTE – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ CAMPUS DE  
MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CCA  
PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL - DOUTORADO**

**CRISLAINE TREVISAN DA ROCHA RIBEIRO FERRARI**

**CRISE HÍDRICA NO PARANÁ: INDÍCES PLUVIOMÉTRICOS ENTRE OS ANOS DE  
1990 À 2021, VARIAÇÕES, CAUSAS E IMPLICAÇÕES PARA A ECONOMIA E  
POPULAÇÃO**

Marechal Cândido Rondon

2024

**CRISLAINE TREVISAN DA ROCHA RIBEIRO FERRARI**

**CRISE HÍDRICA NO PARANÁ: INDÍCES PLUVIOMÉTRICOS ENTRE OS ANOS DE  
1990 À 2021, VARIAÇÕES, CAUSAS E IMPLICAÇÕES PARA A ECONOMIA E  
POPULAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável – Nível Doutorado, do Centro de Ciências Agrárias da UNOESTE – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Rural Sustentável.

Linha de pesquisa: Inovações Sociotecnológicas e Ação Extensionista

Orientador: Prof. Dr. Altevir Signor

Marechal Cândido Rondon

2024

Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari, Crislaine

Crise Hídrica no Paraná: Índices Pluviométricos entre os anos De 1990 à 2021, variações, causas e implicações para a economia e população / Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari; orientador Altevir Signor. -- Marechal Cândido Rondon, 2024.

145 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável, 2024.

1. Crise hídrica. 2. Estiagem. 3. El Niño e La Niña. 4. Problemas econômicos devido a falta de chuva. I. Signor, Altevir, orient. II. Título.



**unioeste**

Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Reitoria

CNPJ 78.680.337/0001-84

Rua Universitária, 1619, Jardim Universitário

Tel.: (45) 3220-3000 - Fax: (45) 3225-4590 - www.unioeste.br

CEP: 85819-110 - Cx. P.: 701

Cascavel - PARANÁ



## **CRISLAINE TREVISAN DA ROCHA RIBEIRO FERRARI**

### **CRISE HÍDRICA NO PARANÁ: ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS ENTRE OS ANOS DE 2000 À 2021, VARIAÇÕES, CAUSAS E IMPLICAÇÕES PARA A ECONOMIA E POPULAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Doutora em Desenvolvimento Rural Sustentável, área de concentração Desenvolvimento Rural Sustentável, linha de pesquisa Inovações Sociotecnológicas e Ação Extensionista, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Documento assinado digitalmente



ALTEVIR SIGNOR

Data: 11/04/2024 18:53:20-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

OR

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE)

Dayana Ruth Bola Oliveira

Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC)

Documento assinado digitalmente



LUANI BACK SILVINA

Data: 09/04/2024 09:55:43-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Luani Back Silvina

Faculdade Educacional de Medianeira (UDC Medianeira)

Marcia Alves Chaves

Faculdade Educacional de Medianeira (UDC Medianeira)

Aldi Feiden

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon (UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon, 1 de abril de 2024

Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.

Thomas Edison

## AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, pelo presente da vida! Pelo alento que respiro, por ter colocado as pessoas em meu caminho, que me ajudam diariamente, que minhas atitudes sejam, diariamente, o reflexo da minha gratidão.

Ao meu esposo, Thiago, meu amor eterno e gratidão, sem você nada seria possível. Obrigada por caminhar ao meu lado, cuidar de mim e me ajudar a alçar voos cada vez mais altos, por acreditar em mim e na minha capacidade quando eu mesmo duvidei.

A minha filha, Antonella, desde o início tudo sempre foi por você, minha inspiração e motivação diária. Amo você mais que eu mesma!

Aos meus pais, José Roberto e Maria de Lourdes, por todos os ensinamentos, pelos esforços aplicados, por sempre acreditarem em mim e me fazerem enfrentar os desafios, crendo que tudo seria possível. Obrigada por tudo!

À minha família, cunhados, sogra e sogro, especialmente minha irmã, vocês me impulsionam e levam a acreditar que tudo é possível.

Aos meus amigos que acreditaram na minha capacidade e incentivaram à conclusão do doutorado. Um agradecimento em especial à Luani, que tenho mais como amiga, uma irmã, que esteve comigo nos momentos mais difíceis durante esta trajetória, me motivou, mas também tinha os “puxões de orelha” quando necessários. Às amigas Márcia e Fernanda, também colegas de trabalho, de tarefas e das cobranças diárias, tenho todas em meu coração! A todos os amigos e colegas que de certa forma contribuíram para esta conquista, minha gratidão a todos.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Altevir Signor, antes de tudo, obrigada por ter sido como um pai nesta caminhada, passei por problemas familiares, de saúde e sempre com palavras de apoio e ajuda, muito obrigada por ter sido um excelente profissional e mais do que isso um ser humano incrível com uma empatia admirável. Gratidão a Deus por colocar você na minha vida. Quero agradecer toda a sua disponibilidade, empenho e ajuda na orientação desta tese, que se traduziu em muitos momentos de reflexão e crescimento pessoal e profissional.

Aos membros da banca de qualificação e de defesa, Dra. Luani Back Silvina, Dra. Adriana DeGrandi, Dra. Dayana Ruth Bola de Oliveira, Dra. Márcia Chaves Alves, Dr. Aldi Feiden e Dr. Armin, por me darem a mão e me ajudarem a subir mais este degrau.

À UNIOESTE, ao PPGDRS e a toda equipe administrativa.

Aos meus professores de toda a vida, pois cada um deixou um pouco de seu saber em mim e compartilhou aquilo que ninguém pode tomar: o conhecimento.

## RESUMO GERAL

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril de 2024. **Crise hídrica no Paraná: Índices pluviométricos entre os anos de 1990 à 2021, variações, causas e implicações para a economia e população.**

A crise hídrica que o Paraná está passando não tem precedentes nos últimos 90 anos. Com isso o objetivo deste trabalho é Os fenômenos El Niño e La Niña exercem um papel relevante nas anomalias de distribuição temporal de precipitação pluviométrica ocasionando, respectivamente, o aumento ou a diminuição da precipitação em períodos de variação acentuada na temperatura média do oceano Pacífico. A falta de chuva corrobora com diversos setores da sociedade. De acordo com o DERAL, as perdas computadas na soja representam mais de R\$ 23 bilhões, as do milho somam R\$ 2,2 bilhões e no feijão, os prejuízos ultrapassam R\$ 395 milhões. Todo esse montante deixará de circular na economia paranaense, afetando praticamente todos os segmentos. As medidas que devem ser adotadas pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, juntamente com as políticas públicas, não devem ser somente emergenciais e imediatistas, devem ser planejadas e implantadas visando o longo. O objetivo do trabalho foi apresentar a problemática causada pela crise hídrica, principalmente a nível de Estado do Paraná, que se agravou a partir de 2019, tanto na visão de bacias hidrográficas quanto na classificação das mesorregiões do estado. A tese foi estruturada em três artigos. Este estudo se caracteriza como bibliográfica, documental, quantitativa e qualitativa. Foram coletadas séries históricas de 30 anos (1990 à 2020) de precipitação de todas as estações meteorológicas presentes nos diferentes municípios do estado. Os índices pluviométricos foram coletados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná – IAT (IAT, s/d). A problemática da pesquisa possui aspectos quantitativos, pois com os dados quantitativos dos índices de precipitação, pode-se associar às questões econômicas, sociais e de saúde, que foram afetadas pela falta de chuvas. Para a análise estatística, foi aplicado o teste de Scott Knott. Foram realizadas as comparações entre as diferentes bacias hidrográficas, também entre os anos do estudo, bem como analisado as diferentes mesorregiões do estado e feito um comparativo com os anos em estudo. Também fez-se associações para que os comparativos obtivessem maior representatividade como as áreas analisadas e a quantidade de chuvas registradas nos períodos. A falta de chuva corrobora com diversos setores da sociedade. De acordo com o DERAL, as perdas computadas na soja representam mais de R\$ 23 bilhões, as do milho somam R\$ 2,2 bilhões e no feijão, os prejuízos ultrapassam R\$ 395 milhões. O uso doméstico e industrial deste recurso, acaba por se tornar mais oneroso nos gastos e isso acarreta em indisponibilidade financeira para outros itens também necessários para as atividades cotidianas. Além disso tem-se também a restrição para o uso humano e doméstico, podendo contribuir para problemas de saúde pública. Das 16 bacias estudadas, 13 apresentaram o ano de 2015 com o maior índice pluviométrico entre o período analisado. Dentre as menores precipitações

obtidas no estudo, as bacias concentraram estes valores nos anos de 2019, 2020 e 2021, sendo o ano de 2020 mais crítico, pois 11 bacias apresentaram menor acúmulo de chuvas. A seca provoca impactos que vão além do fornecimento de água para abastecimento público. Já são contabilizadas perdas consideráveis na produção agrícola, há um aumento na ocorrência de incêndios em todo o Estado e também da incidência de problemas de saúde. Segundo a Agência Estadual de Notícias (2021), em julho de 2021, houve 1.505 focos de queimadas no Paraná, 125% a mais que no mesmo mês do ano passado, quando 669 ocorrências foram confirmadas. Nos primeiros dias de agosto, as ocorrências mais do que dobraram, passando de 674 registros entre os dias 1º e 8 de agosto, contra 329 no mesmo período de 2020. No Estado do Paraná, conforme destacado pela ANA (2020), vários sistemas de abastecimento urbano de água chegaram próximos ao colapso em 2019. Esta situação não foi diferente em 2020. O Paraná, sobretudo a Região Metropolitana de Curitiba, apresentou baixo volume de chuvas e, conseqüentemente, uma severa crise hídrica em 2020.

**Palavras-chave:** crise hídrica; chuvas; índice pluviométrico; economia.

## GENERAL ABSTRACT

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, abril de 2024. **Water crisis in Paraná: Rainfall levels between 1990 and 2021, variations, causes and implications for the economy and population.**

The water crisis that Paraná is experiencing is unprecedented in the last 90 years. Therefore, the objective of this work is the phenomena El Niño and La Niña play a relevant role in the anomalies in the temporal distribution of rainfall, causing, respectively, an increase or decrease in precipitation in periods of marked variation in the average temperature of the Pacific Ocean. The lack of rain corroborates several sectors of society. According to DERAL, losses in soybeans represent more than R\$23 billion, corn losses total R\$2.2 billion and losses in beans exceed R\$395 million. This entire amount will no longer circulate in the Paraná economy, affecting practically all segments. The measures that must be adopted by the Paraná Sanitation Company – SANEPAR, together with public policies, must not only be emergency and immediate, they must be planned and implemented with a view to the long term. The objective this present was the problem caused by the water crisis, mainly at the level of the State of Paraná, which has worsened since 2019, both in terms of river basins and in the classification of the state's mesoregions. The thesis was structured into three articles. This study is characterized as bibliographic, documentary, quantitative and qualitative. Historical series of 30 years (1990 to 2020) of precipitation were collected from all meteorological stations present in the different municipalities of the state. The rainfall indices were collected in the Hydrological Information System of the Instituto das Águas do Paraná – IAT (IAT, s/d). The research problem has quantitative aspects, as with quantitative data on precipitation rates, it can be associated with economic, social and health issues, which were affected by the lack of rain. For statistical analysis, the Scott Knott test was applied. Comparisons were made between the different river basins, also between the years of the study, as well as analyzing the different mesoregions of the state and making a comparison with the years under study. Associations were also made so that the comparisons were more representative, such as the areas analyzed and the amount of rainfall recorded in the periods. The lack of rain corroborates several sectors of society. According to DERAL, losses in soybeans represent more than R\$23 billion, corn losses total R\$2.2 billion and losses in beans exceed R\$395 million. The domestic and industrial use of this resource ends up becoming more costly in terms of expenses and this leads to financial unavailability for other items also necessary for daily activities. In addition, there is also a restriction on human and domestic use, which may contribute to public health problems. Of the 16 basins studied, 13 had the highest rainfall in 2015 during the analyzed period. Among the lowest rainfall obtained in the study, the basins concentrated these values in the years 2019, 2020 and 2021, with the year 2020 being more critical, as 11 basins showed lower rainfall accumulation. The drought causes impacts that go beyond the supply of water for public supply. Considerable losses in agricultural production have already been recorded, there is an increase in the occurrence of fires throughout the State and also in the incidence of health problems. According to the State News Agency (2021), in July 2021, there were 1,505 fires in Paraná, 125% more than in the

same month last year, when 669 occurrences were confirmed. In the first days of August, occurrences more than doubled, increasing from 674 records between the 1st and 8th of August, compared to 329 in the same period of 2020. In the State of Paraná, as highlighted by ANA (2020), several urban water supply came close to collapse in 2019. This situation was no different in 2020. Paraná, especially the Metropolitan Region of Curitiba, presented a low volume of rainfall and, consequently, a severe water crisis in 2020.

**Keywords:** water crisis; rains; rainfall index; economy.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Índice de chuvas entre outubro/2019 a abril/2021 Bacia do Rio Paraná .....	21
Figura 2- Inter-relação dos artigos da tese.....	22
Figura 3 - comportamento do El Niño. ....	40
Figura 4 - Bacias Hidrográficas do Paraná.....	54
Figura 5 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica Litorânea do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	66
Figura 6 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	69
Figura 7 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Ribeira do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	71
Figura 8 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	73
Figura 9 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 1 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	75
Figura 10 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 2 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	76
Figura 11 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Itararé do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	78
Figura 12 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Tibagi do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	80
Figura 13 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Ivaí do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	82
Figura 14 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 3 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	84
Figura 15 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 4 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	85
Figura 16 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Pirapó do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas	

representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	87
Figura 17 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 1 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	89
Figura 18 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 2 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	91
Figura 19 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	93
Figura 20 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Piquiri do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	95
Figura 21: Mesorregiões do Estado do Paraná .....	107
Figura 22 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Noroeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	121
Figura 23 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Ocidental do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	122
Figura 24 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Norte Central do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	123
Figura 25 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Norte Pioneiro do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	124
Figura 26 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Oriental do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	126
Figura 27 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Oeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	128
Figura 28 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Sudoeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	130
Figura 29 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Sul do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	132
Figura 30 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Sudeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a $1\sigma$ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. ....	134

Figura 31 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Metropolitana de Curitiba do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão. .... 135

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Características das bacias do Paraná .....	60
Tabela 2: Precipitação acumulada anual das bacias hidrográficas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. ....	61
Tabela 3: Precipitação acumulada anual das bacias hidrográficas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. ....	64
Tabela 4: Características das bacias do Paraná .....	97
Tabela 5 – características gerais.....	108
Tabela 6 - Precipitação acumulada anual das mesorregiões do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. ....	117
Tabela 7 - Precipitação acumulada anual das mesorregiões do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. ....	118

## LISTA DE SIGLAS

RCM	Região Metropolitana de Curitiba
SNM	Sistema Nacional de Meteorologia
ANA	Agência Nacional de Águas
SIMEPAR	Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná
ONU	Organização das Nações Unidas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
SANEPAR	Companhia de Saneamento do Paraná
DERAL	Departamento de Economia Rural
Crea-PR	Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura do Paraná
CT/DGEOG	Departamento de Geografia do Setor de Ciências da Terra
UFPR	Universidade Federal do Paraná
IAT	Instituto de Água e Terra
CPTEC	Centro de Previsão de Estudos Climáticos
TCEPR	Tribunal de Contas do Paraná
OCEPAR	Sindicato e Organização das Cooperativas do Estado do Paraná
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
PCS	Procedimento Competitivo Simplificado
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
IBGE	
IPARDES	o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social
UHE	Usina Hidrelétrica
SINPACEL	Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e Pasta de Madeira para Papel, Papelão e Artefatos de Papel e Papelão do Estado do Paraná
SEAB	Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento

VBP  
ONG

Valor Bruto da Produção Agropecuária  
Organização Não Governamental

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>20</b>
1.1 ESTRUTURAÇÃO DA TESE.....	22
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>23</b>
2.1 OBJETIVO GERAL.....	23
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	23
<b>3 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>24</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....</b>	<b>26</b>
4.1 CRISE HÍDRICA NO PARANÁ.....	26
4.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	27
4.3 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS.....	28
<b>4.3.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil.....</b>	<b>29</b>
4.4 AGRICULTURA FAMILIAR.....	30
<b>ARTIGO 1.....</b>	<b>33</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>37</b>
2.1 CRISE HÍDRICA NO PARANÁ.....	37
<b>2.1.1 El Niño.....</b>	<b>38</b>
<b>2.1.2 La Niña.....</b>	<b>41</b>
<b>3 EFEITOS DA ESTIAGEM NO PARANÁ.....</b>	<b>42</b>
3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	42
3.2 PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	44
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>46</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>47</b>
<b>ARTIGO 2.....</b>	<b>50</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>51</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>53</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS.....	54
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>58</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>59</b>
4.1 LITORÂNEA.....	65

4.2	RIO IGUAÇU .....	67
4.3	RIO RIBEIRA .....	70
4.4	RIO DAS CINZAS .....	72
4.5	RIO PARANAPANEMA 1 .....	74
4.6	RIO PARANAPANEMA 2 .....	76
4.7	RIO ITARARÉ .....	77
4.8	RIO TIBAGI .....	79
4.9	RIO IVAÍ .....	81
4.10	PARANAPANEMA 3 .....	83
4.11	RIO PARANAPANEMA 4 .....	84
4.12	RIO PIRAPÓ .....	86
4.13	PARANÁ 1 .....	87
4.14	PARANÁ 2 .....	90
4.15	RIO PARANÁ 3 .....	92
4.16	PIQUIRI .....	94
	<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>98</b>
	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>99</b>
	<b>ARTIGO 3 .....</b>	<b>103</b>
	<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>104</b>
	<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>106</b>
2.1	REGIÃO OESTE .....	108
2.2	REGIÃO NORTE CENTRAL .....	109
2.3	REGIAO METROPOLITANA .....	109
2.4	REGIÃO NOROESTE .....	109
2.5	REGIÃO NORTE PIONERIO .....	110
2.6	REGIÃO CENTRO ORIENTAL .....	111
2.7	REGIÃO CENTRO OCIDENTAL .....	111
2.8	REGIÃO CENTRO-SUL .....	112
2.9	REGIÃO SUDOESTE .....	112
2.10	REGIÃO SUDESTE .....	113
	<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>113</b>
	<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>115</b>
4.1	PANORAMA GERAL .....	115

4.2	REGIÃO NOROESTE.....	120
4.3	CENTRO OCIDENTAL.....	121
4.4	NORTE CENTRAL.....	122
4.5	NORTE PIONEIRO.....	124
4.6	CENTRO ORIENTAL.....	125
4.7	OESTE.....	127
4.8	SUDOESTE.....	129
4.9	CENTRO SUL.....	131
4.10	SUDESTE.....	133
4.11	METROPOLITANA.....	135
	<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>136</b>
	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>137</b>
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS.....</b>	<b>142</b>
	<b>REFERENCIAS GERAIS.....</b>	<b>144</b>



## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O Estado do Paraná sofreu com a estiagem até 2021, principalmente nos anos de 2019 e 2020. A falta de chuva não causa problemas somente no abastecimento de água para a população, mas também prejuízos para a agricultura, piscicultura e pecuária, assim como o transporte por modal hidroviário. Nas regiões Oeste, Central, Sul, Centro-Sul, RMC e Litoral – a ocorrência é de estiagem extrema, a maior em 50 anos (PARANÁ, 2021).

O longo período de estiagem, até o ano de 2021, causou vários problemas, principalmente na questão de abastecimento de água para as residências, indústrias e comércio de maneira geral. Porém este fator não se restringe somente a distribuição de água, corroborando com a implantação de rodízios e horas de “torneira vazia”.

De acordo com relatório da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (Unesco), 2 a 3 bilhões de pessoas no mundo sofrem com a falta de água pelo menos um mês no ano, o que representa cerca de 30% da população global. O levantamento estima também que a população urbana que enfrenta escassez de água deverá dobrar. Em 2016, eram 930 milhões de pessoas sofrendo com a falta de água. A Unesco estima que o número deve ficar entre 1,7 bilhão e 2,4 bilhões em 2050 (ONU, 2023).

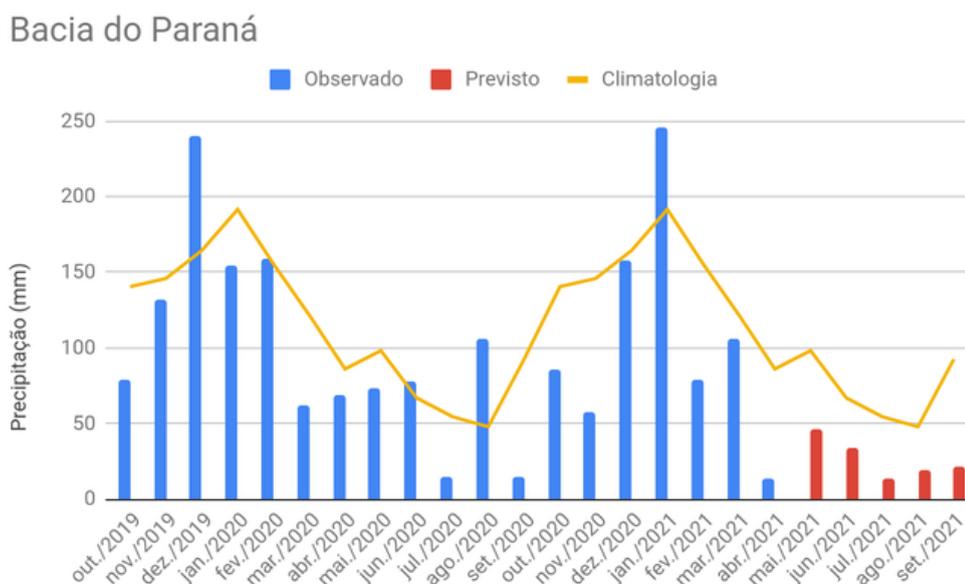
Outro setor que também sentiu os reflexos da falta de chuva foi a logística. Países como Argentina e Paraguai tiveram dificuldades em escoar a produção de grãos, que em grande parte é feita por modal hidroviário, no Rio Paraná, no qual, em regime de urgência solicitou à Usina Itaipu Binacional para abertura das comportas no intuito de aumento a vazão do leito dos rios e facilitar assim o escoamento da produção agrícola.

Ainda, outra consequência da falta de chuva, está diretamente relacionada com os setores da agricultura e pecuária, e pela fragilidade dos pequenos produtores familiares rurais, os prejuízos podem se tornar difíceis de recuperar. O desenvolvimento sustentável desta atividade requer fatores essenciais e um deles correlaciona-se com o nível de chuvas regulares.

O Sistema Nacional de Meteorologia (SNM), que é coordenado por vários órgãos ligados à meteorologia, não previam, em abril de 2021, mudanças nas condições atuais ou ainda grandes volumes de chuvas para os próximos meses, para

a Bacia do Paraná que abrange os estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul. A figura 1 apresenta o índice de chuvas entre outubro de 2019 a abril de 2021 para a bacia do Rio Paraná.

Figura 1 - Índice de chuvas entre outubro/2019 a abril/2021 Bacia do Rio Paraná



Fonte: Sistema Nacional de Meteorologia – SNM (2021)

A média climatológica (apresentada em amarelo na Figura 1) foi atingida somente nos meses de dezembro de 2019, fevereiro, junho e agosto de 2020 e janeiro de 2021, no entanto, em outros meses ficou muito aquém da média estipulada, causando grandes déficits de precipitação. No entanto os valores obtidos foram de 93; 58; 35; 34 e 12,7 mm, para os meses de maio, junho, julho, agosto e setembro, respectivamente, ou seja, somente o mês de maio apresentou um valor acima do esperado pelas projeções.

A crise hídrica no Paraná entre os anos de 2019 e 2021 foi uma situação de escassez de água que impactou significativamente a região. As principais causas incluíram a redução das chuvas e padrões climáticos adversos, que podem ser atribuídos em parte a fenômenos como o El Niño. Além disso, problemas relacionados ao manejo dos recursos hídricos e à demanda crescente também desempenharam um papel.

Este cenário acarretou em impactos como a redução no nível dos reservatórios e rios que fornecem água para abastecimento urbano e rural. Isso levou

a restrições e racionamento em algumas áreas. A crise afetou a produção agrícola, especialmente em uma região onde a agricultura é uma parte significativa da economia. A falta de água impactou a irrigação e a produção de culturas. O Paraná também sofreu com a crise hídrica devido à dependência das hidrelétricas para a geração de energia. Com a redução do nível dos reservatórios, a capacidade de geração de energia elétrica foi comprometida.

A crise hídrica é um problema complexo que exige soluções integradas e uma abordagem que considere tanto as variáveis climáticas quanto as práticas de gestão dos recursos hídricos.

### 1.1 ESTRUTURAÇÃO DA TESE

Optou-se pela elaboração e estruturação da tese em três artigos, além da Introdução Geral, que apresenta o objetivo, justificativa, considerações iniciais, os tres artigos na sequencia e considerações finais.

O primeiro artigo foi publicado na Open Science Journal, no ano de 2023, pelo endereço eletrônico <https://10.23954/osj.v8i1.3284>.

Os três artigos se interligam pela busca em demonstrar, a partir do estudo da coleta de quantidade de chuvas mês a mês, em todas as cidades do Estado do Paraná (as que possuem estação de coleta de dados pluviométricos ativos) entre os anos de 1990 à 2021. A forma de interação pode ser visualizada na figura 2.

Figura 2- Inter-relação dos artigos da tese



Fonte: Elaborada pelo autor da pesquisa, 2024.

Por fim, foram apresentadas as considerações finais gerais, que resgatam o problema central e explicam as contribuições deste estudo para o campo de pesquisa.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Investigar e analisar as consequências que a estiagem proporcionou ao estado do Paraná.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a) Coletar e avaliar os índices pluviométricos entre os anos de 1990 à 2021 em todas as cidades do Paraná;
- b) Avaliar os prejuízos causados nas 16 bacias presentes no estado;
- c) Avaliar os prejuízos causados nas mesorregiões do Estado do Paraná;

### 3 JUSTIFICATIVA

A crise hídrica que o Paraná passou pelos anos de 2019 à 2021, não tem precedentes nos últimos 90 anos. Os baixos índices pluviométricos destes anos têm afetado a população como um todo.

O setor mais atingido é da rede de abastecimento de água, que para atender a demanda tem buscando alternativas como a utilização de poços artesianos, porém a estratégia mais utilizada é o racionamento do abastecimento para a população.

Os setores elétrico e logístico também foram afetados pela baixa vazão de rios e lagos. Um exemplo é o valor da tarifa da energia elétrica que teve aumentos sucessivos, com mudanças nas cores das bandeiras de cobrança por conta do uso cada vez maior da energia obtida por termoelétricas, pois a produção nas hidroelétricas não conseguia atender a demanda pelo produto. E quanto à logística teve-se o uso de modais mais caros para o transporte de insumos, commodities e produtos, pois a Bacia do Rio Paraná 3 assim como o lago de Itaipu são utilizados para transporte no modal hidroviário, no qual é o modal que apresenta a melhor relação custo benefícios dentre os demais. Estratégias também foram adotadas para que Argentina e Paraguai pudesse escoar a safra de 2020, a Usina Binacional de Itaipu decidiu abrir as comportas para que a vazão do rio Paraná aumentasse e os grãos pudessem ser escoadas pelo modal.

Ainda, e que possui também uma grande importância, tem-se a produção de alimentos, agricultura e pecuária. Estas atividades demandam de chuvas regularem para se ter uma alta produtividade associada à qualidade dos produtos. Porém, aos agricultores que possuem acesso à recursos financeiros, optaram por investimentos para manterem suas produções, os impactos causados pela escassez de chuvas podem ser minimizados, no entanto esta não é uma realidade para todos, principalmente quando os agricultores são classificados como pequenos produtores rurais familiares.

Em todos os setores citados, estavam disponíveis estratégias e/ou opções para que as consequências da falta de chuva fosse contornada, porém os pequenos produtores rurais, que muitos deles não tem acesso à recursos financeiros para realizar adaptações na propriedade, mas mesmo assim precisaram criar estratégias para continuar produzindo, plantando, alimentando os animais para que a renda da

família fosse mantida.

O período escolhido é pelo Ciclo Climatológico ou Normais Climatológicas que tem duração de 30 anos, sendo que o último completo abrange os anos de 1991 à 2020, tendo assim uma observação dos dados significativa. As Normais Climatológicas são estatísticas de longo prazo de variáveis meteorológicas e climáticas – entre elas temperatura, precipitação, umidade, vento, pressão atmosférica, entre outras (BRASIL, 2024).

Assim este trabalho se justifica pois com o mapeamento das consequências que os diversos setores econômicos sofreram, pode-se direcionar de maneira mais eficiente estratégias e/ou recursos para que os impactos sejam minimizados.

## 4 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 4.1 CRISE HÍDRICA NO PARANÁ

O Estado do Paraná passou por uma estiagem severa, os índices de chuvas nos últimos anos encontram-se abaixo das médias anuais históricas até então.

Em dados divulgados pela Agência de Notícias do Paraná (PARANÁ,2021), a estiagem nas regiões Oeste, Central, Sul, Centro-Sul, Região Metropolitana e Curitiba e Litoral – a ocorrência é de estiagem extrema, a maior em 50 anos. No mês de junho de 2020 foi mês mais seco em praticamente todo o Paraná, choveu de 80% a 100% menos do que era esperado para o período, sendo que em nenhuma das estações do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná - SIMEPAR o acumulado ultrapassou 60,2 milímetros no mês passado. O menor índice foi registrado na estação de Maringá, que chegou a apenas 8,6 milímetros.

Ainda a mesma Agência, anunciou que o Instituto de Água e Terra (IAT) a publicou uma portaria que suspendeu por 30 dias a prática de queima controlada na cultura de cana-de-açúcar, atividade mais comum na região norte do Estado. Outro fator que pode ser resultado da falta de chuvas, é que os corpos hídricos com baixa vazão tem o aumento das partículas de poluição, diminuindo assim a disponibilidade de oxigênio causando a mortalidade de peixes.

Por meio da Resolução nº 77/2021 a Agência Nacional de Águas – ANA, (BRASIL, 2021), destaca que o Sistema Nacional de Meteorologia já constatou que, desde outubro de 2019, o volume de chuvas no Paraná é deficitário. Em função disso, os atuais níveis dos reservatórios estão abaixo das marcas registradas em semelhantes períodos de anos anteriores.

“O cenário observado na Região Hidrográfica do Paraná é de escassez hídrica relevante em comparação com períodos anteriores e a situação desfavorável prevista para os próximos meses representa impactos a usos da água, em especial para os usos não consuntivos [em que há consumo de água] de lazer e turismo, navegação e geração hidrelétrica” (BRASIL, 2021).

Os valores dos índices pluviométricos dos últimos meses do ano de 2021, estão muito aquém do esperado, para exemplificar esta situação tem-se os dados do mês de abril, no qual dos 13 municípios analisados pelo SIMEPAR apenas em Guaratuba a chuva foi superior à média. No total, a precipitação nos 13 pontos diferentes do Estado foi de 369 milímetros (mm), ou 25,7% da média histórica, estimada em 1.434,1 mm no acumulado para essas mesmas áreas. Londrina foi a cidade em que menos choveu no mês de maio de 2021, entre os locais pesquisados. Apenas 0,6 mm, ante uma expectativa de 85,1 mm. Pato Branco (3 mm), Maringá (3,4 mm), Cascavel (3,8 mm), Guarapuava (4,8 mm), Umuarama (4,8 mm) e Campo Mourão (7,6 mm) aparecem na sequência, todos com o pior abril da história. Ponta Grossa (9,6 mm), Cambará (10,8 mm) e Paranavaí (17,6 mm) também apresentaram chuvas bem abaixo da média. Já Foz do Iguaçu registrou 41,3% do volume aguardado (147,1). Curitiba obteve uma precipitação de 8,8 mm, cerca de 10% do esperado para o período (81,6 mm) (PARANÁ, 2021).

#### 4.2 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Após a Segunda Guerra Mundial, o uso de produtos radioativos e a utilização de pesticidas na agricultura fez com que a preocupação com o meio ambiente ganhasse força e a responsabilidade de proteger a saúde e o bem estar do ecossistema surgiu como uma consciência em todo o mundo. Assim com essa preocupação crescente sobre o uso sustentável do planeta e de seus recursos, a ONU – Organização das Nações Unidas convocou uma reunião, em 1972, na cidade de Estocolmo (Suécia) do qual surgiu a primeira definição de sustentabilidade que vem do termo "sustentável", que, por sua vez, deriva do latim *sustentare*, que significa sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar e/ou cuidar (ONU, s/d).

Boff (2012) define que a sustentabilidade é toda ação destinada a manter as condições energéticas, informacionais, físico-químicas que sustentam todos os seres, especialmente a Terra viva, a comunidade de vida e a vida humana, visando a sua continuidade e ainda a atender as necessidades da geração presente e das futuras

de tal forma que o capital natural seja mantido e enriquecido em sua capacidade de regeneração, reprodução, e coevolução.

O termo desenvolvimento sustentável foi popularizado por meio do relatório da Comissão de Brundtland, em 1987, e foi definido como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas próprias necessidades” (WCED, 1987, p. 19).

Feil e Schreiber (2017) colocam que o desenvolvimento sustentável pode ser conceituado como uma estratégia utilizada em longo prazo para melhorar a qualidade de vida (bem-estar) da sociedade. Essa estratégia deve integrar aspectos ambientais, sociais e econômicos, em especial considerando as limitações ambientais, devido ao acesso aos recursos naturais de forma contínua e perpétua. O conceito de estratégias, ou seja, o ato de gerenciar, é elaborado com base nos resultados das avaliações da sustentabilidade, e tem como foco os aspectos negativos, recuperando ou normalizando até o ponto em que o processo evolutivo do sistema ocorra normalmente.

#### 4.3 OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - ODS

Segundo o site governamental Estratégia ODS (s/d), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma agenda mundial adotada durante a Cúpula das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável em setembro de 2015 composta por 17 objetivos e 169 metas a serem atingidos até 2030.

A mesma fonte cita que na agenda elaborada em 2015 estão previstas ações mundiais nas áreas de erradicação da pobreza, segurança alimentar, agricultura, saúde, educação, igualdade de gênero, redução das desigualdades, energia, água e saneamento, padrões sustentáveis de produção e de consumo, mudança do clima, cidades sustentáveis, proteção e uso sustentável dos oceanos e dos ecossistemas terrestres, crescimento econômico inclusivo, infraestrutura, industrialização, entre outros. E os temas podem ser divididos em quatro dimensões principais:

- a) Social: relacionada às necessidades humanas, de saúde, educação, melhoria da qualidade de vida e justiça.
- b) Ambiental: trata da preservação e conservação do meio ambiente, com ações que vão da reversão do desmatamento, proteção das florestas e da biodiversidade, combate à desertificação, uso sustentável dos oceanos e

recursos marinhos até a adoção de medidas efetivas contra mudanças climáticas.

- c) Econômica: aborda o uso e o esgotamento dos recursos naturais, a produção de resíduos, o consumo de energia, entre outros.
- d) Institucional: diz respeito às capacidades de colocar em prática os ODS.

A Organização das Nações Unidas cita que esta agenda abrange os 17 objetivos já preconizados pela organização e que todos os países do mundo precisam implantá-los no prazo de 15 anos, ou seja, até 2030 (ONU, 2015).

#### **4.3.1 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil**

Segundo o Plano de Ação 2017 – 2019, definido pela Comissão Nacional ODS Brasil (2017), o ano de 2015 encerrou o ciclo dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), em cuja agenda o Brasil destacou-se, internacionalmente, como um dos países que mais avançou no cumprimento dos 8 (oito) Objetivos do Milênio. O Brasil alcançou e superou a maioria das 21 metas que foram pactuadas mundialmente no ano 2000.

O Brasil participou de todas as sessões da negociação intergovernamental. Chegou-se a um acordo que contempla 17 Objetivos e 169 metas, envolvendo temáticas diversificadas, podendo ser visualizado na íntegra no site do Itamaraty na seção do Ministério das Relações Exteriores. Ainda desempenhou papel fundamental na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) e tem mostrado grande empenho no processo em torno dos ODS (BRASIL, 2020).

Segundo o Ministério das Relações Exteriores (BRASIL, 2020) a coordenação nacional em torno da negociação da Agenda 2030 e dos ODS resultou no documento de "Elementos Orientadores da Posição Brasileira", elaborado a partir dos trabalhos de seminários com representantes da sociedade civil; de oficinas com representantes das entidades municipais organizadas pela Secretaria de Relações Institucionais/PR e pelo Ministério das Cidades; e das deliberações do Grupo de Trabalho Interministerial sobre a Agenda 2030, que reuniu 27 Ministérios e órgãos da administração pública federal.

A prévia experiência de coordenação nacional culminou, em 2016, na

Comissão Nacional para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (CNODS), mecanismo de coordenação doméstica e de acompanhamento nacional da Agenda 2030, bem como de alinhamento entre as políticas públicas nacionais e os ODS. Trata-se de instância colegiada paritária, de natureza consultiva, para articulação, mobilização e diálogo entre os entes federativos, a sociedade civil e o setor privado. É integrada por oito representantes de governo e oito representantes da sociedade civil e do setor privado (BRASIL, 2020).

Dentre os objetivos, o 6º se refere Água Potável e Saneamento, no qual tem como premissa principal “Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos”. Assim o Brasil definiu algumas metas, que serão citadas na sequência as que possuem maior relação com o presente trabalho (IPEA, 2024):

- a) Até 2030, melhorar a qualidade da água nos corpos hídricos, reduzindo a poluição, eliminando despejos e minimizando o lançamento de materiais e substâncias perigosas, reduzindo pela metade a proporção do lançamento de efluentes não tratados e aumentando substancialmente o reciclo e reuso seguro localmente.
- b) Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos, reduzindo os impactos da ação humana.
- c) Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, priorizando o controle social para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Além do ODS 6, tem-se outros que se relacionam com a crise hídrica, desmatamento, desenvolvimento e agricultura sustentável e uso racional da água. Assim a relação entre a crise hídrica e esses ODS tem-se a necessidade de soluções integradas e sustentáveis para a gestão da água, que envolvem políticas eficazes, tecnologias inovadoras e a conscientização pública para garantir a disponibilidade e o acesso à água para todos.

#### 4.4 AGRICULTURA FAMILIAR

Segundo a Constituição brasileira, materializada na Lei nº 11.326 de julho de 2006 (BRASIL, 2006), considera-se agricultor familiar aquele que desenvolve

atividades econômicas agrícolas no meio rural atendendo os requisitos de não possuir a qualquer título, propriedade maior que 4 módulos fiscais rurais; utilizar predominantemente mão de obra da própria família nas atividades laborais da propriedade; possuir a maior parte da renda familiar proveniente das atividades desenvolvidas no estabelecimento rural e cuja gestão da propriedade seja feita pelo próprio núcleo familiar.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 2019) cita que o Censo Agropecuário de 2017, levantamento feito em mais de 5 milhões de propriedades rurais de todo o Brasil, aponta que 77% dos estabelecimentos agrícolas do país foram classificados como da agricultura familiar. Em extensão de área, a agricultura familiar ocupava no período da pesquisa 80,9 milhões de hectares, o que representa 23% da área total dos estabelecimentos agropecuários brasileiros. Conforme o censo, os agricultores familiares têm participação significativa na produção dos alimentos que vão para a mesa dos brasileiros. Nas culturas permanentes, o segmento responde por 48% do valor da produção de café e banana; nas culturas temporárias, são responsáveis por 80% do valor de produção da mandioca, 69% do abacaxi e 42% da produção do feijão.

Savoldi e Cunha (2010) afirmam que a agricultura familiar não deve ser pensada como aquela que utiliza somente a mão de obra familiar, ou seja, devemos entender que a forma de exploração agrícola familiar é uma unidade de produção onde propriedade e trabalho estão intimamente ligados. Sendo assim, o que a diferencia das demais formas sociais de produção como familiar é o papel preponderante da família como estrutura fundamental de organização da reprodução social, seja na formulação de estratégias conceituadas ou não, ou na sucessão do patrimônio material e cultural.

Segundo Martins (2001), a agricultura familiar é uma instituição de reprodução da família, cujo núcleo está na relação direta com a terra e com a produção agrícola. Muito tem se discutido na atualidade sobre o papel e a importância da agricultura familiar e do pequeno produtor rural no cenário da agricultura brasileira. A agricultura familiar é um segmento produtivo que vêm adquirindo grande importância social, política e acadêmica, considerando-se, como agricultura familiar a propriedade em que a gestão e o trabalho, ou seja, os meios de produção pertencem à família, em uma área relativamente pequena ou média, sendo que a renda é predominantemente oriunda de atividades agropecuárias.

Porém, muitas dessas pequenas propriedades gerenciadas por agricultores familiares, são incapazes de produzir o suficiente para garantir meios de subsistência para as famílias, mesmo que os dados demonstrem rendimentos e volume de produção significativos.

A agricultura familiar é a base da formação social e econômica da região Oeste do Paraná. A gerência da maioria das propriedades é feita pela própria família e o trabalho também, podendo haver contratação de mão de obra esporadicamente, mantendo a atividade agrícola como a principal fonte de renda.

## ARTIGO 1

### CRISE HIDRICA NO PARANÁ: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2023. Crise hídrica no Paraná: Causas e Consequencias. Orientador: Dr. Altevir Signor.

#### RESUMO

A crise hídrica que o Paraná está passando não tem precedentes nos últimos 90 anos. Com isso o objetivo deste trabalho é apresentar a problemática causada pela crise hídrica, principalmente a nível de Estado do Paraná, que se agravou a partir de 2019. Os fenômenos El Niño e La Niña exercem um papel relevante nas anomalias de distribuição temporal de precipitação pluviométrica ocasionando, respectivamente, o aumento ou a diminuição da precipitação em períodos de variação acentuada na temperatura média do oceano Pacífico. A falta de chuva corrobora com diversos setores da sociedade. De acordo com o DERAL, as perdas computadas na soja representam mais de R\$ 23 bilhões, as do milho somam R\$ 2,2 bilhões e no feijão, os prejuízos ultrapassam R\$ 395 milhões. Todo esse montante deixará de circular na economia paranaense, afetando praticamente todos os segmentos. As medidas que devem ser adotadas pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, juntamente com as políticas públicas, não devem ser somente emergenciais e imediatistas, devem ser planejadas e implantadas visando o longo prazo.

**Palavras-chave:** precipitação; El Niño; La Niña; planejamento.

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2023. The water crisis that Paraná: Causes and Consequences. Orientador: Dr. Altevir Signor.

#### ABSTRACT

The water crisis that Paraná is going through is unprecedented in the last 90

years. Therefore, the objective of this work is to present the problem caused by it, mainly at the Paraná State, in which it has worsened since 2019. The El Niño and La Niña phenomena have relevant role in the temporal distribution anomalies of rainfall, causing, respectively, increase or decrease in precipitation in periods of marked variation in the average temperature of the Pacific Ocean. The scarcity of rain corroborates several sectors of society. According to Department of Rural Economy (in Portuguese: Departamento de Economia Rural – DERAL), the losses computed for soybeans represent more than R\$ 23 billion, for corn it represents a total of R\$ 2.2 billion and for beans, the losses exceed R\$ 395 million. All this amount will stop circulating in the Paraná economy, affecting practically all segments. The measures that must be adopted by Paraná Sanitation Company (in Portuguese: Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR), together with public policies, must not be only emergency and immediate, it must be planned and implemented with a view to the long term.

**Keywords:** precipitation; EL Niño; La Niña; planned.

## 1 INTRODUÇÃO

Aumento do consumo, uso inadequado do recurso, diminuição do nível de chuvas e mau uso do solo no entorno dos mananciais de abastecimento. Todos esses pontos estão diretamente ligados à falta de água nas diversas regiões do Brasil e, dependendo da situação, podem desencadear em problemas mais graves, como é o caso das crises hídricas, por exemplo.

O Estado do Paraná está sofrendo com a estiagem dos últimos meses. A falta de chuva não causa problemas somente no abastecimento de água para a população, mas também prejuízos para a agricultura, piscicultura e pecuária, assim como o transporte por modal hidroviário. Nas regiões Oeste, Central, Sul, Centro-Sul, RMC e Litoral – a ocorrência é de estiagem extrema, a maior em 50 anos (PARANÁ, 2021).

O longo período de estiagem tem causado vários problemas, principalmente na questão de abastecimento de água para as residências, indústrias e comércio de maneira geral. Porém este fator não se restringe somente a distribuição de água,

corroborando com a implantação de rodízios e horas de “torneira vazia”.

A crise hídrica que o Paraná está passando não tem precedentes nos últimos 90 anos. Os baixos índices pluviométricos dos últimos meses têm afetado a população como um todo.

O setor mais atingido é da rede de abastecimento de água, que para atender a demanda tem buscado alternativas como a utilização de poços artesianos, porém a estratégia mais utilizada é o racionamento do abastecimento para a população.

Os setores elétrico e logístico também foram afetados pela baixa vazão de rios e lagos. Um exemplo é o valor da tarifa da energia elétrica que está cada vez mais alta, com mudanças nas cores das bandeiras de cobrança por conta do uso cada vez maior da energia obtida por termoelétricas, a produção nas hidroelétricas não está conseguindo atender a demanda pelo produto. E quanto à logística tem-se o uso de modais mais caros para o transporte de insumos, commodities e produtos, pois a Bacia do Rio Paraná 3 assim como o lago de Itaipu são utilizados para transporte no modal hidroviário, no qual é o modal que apresenta a melhor relação custo benefícios dentre os demais. Estratégias também foram adotadas para que Argentina e Paraguai pudesse escoar a safra de 2020, a Usina Binacional de Itaipu decidiu abrir as comportas para que a vazão do rio Paraná aumentasse e os grãos pudessem ser escoadas pelo modal.

Ainda, que possui também uma grande importância, tem-se a produção de alimentos, agricultura e pecuária. Estas atividades demandam de chuvas regulares para se ter uma alta produtividade associada à qualidade dos produtos. Porém, aos agricultores que possuem acesso à recursos financeiros, optaram por investimentos para manterem suas produções, os impactos causados pela escassez de chuvas podem ser minimizados, no entanto esta não é uma realidade para todos, principalmente quando os agricultores são classificados como pequenos produtores rurais familiares.

As crises hídricas são caracterizadas como cíclicas devido as estações do ano e períodos de chuva, questão esta que pode ser mitigada com planejamento e investimento. Segundo o presidente do Crea-PR, o Engenheiro Civil Ricardo Rocha, defende que uma grande política pública do Governo do Paraná na gestão das bacias hidrográficas e dos aquíferos seria fundamental para mitigar o problema, destacando a importância de fomentar o uso deste recurso pelos grandes consumidores como usinas hidroelétricas, irrigação da agricultura, abastecimento doméstico e indústrias

(REVISTA CREA-PR, S/D).

Ainda, o Geógrafo Pedro Augusto Breda Fontão, professor adjunto no Departamento de Geografia do Setor de Ciências da Terra (CT/DGEOG) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), comenta da importância da gestão de riscos, que segundo ele “Como é um fenômeno que geralmente leva décadas para se repetir, o planejamento acaba não sendo o ideal e, quando é feito, é pontual, afetando a população mais vulnerável com perdas agrícolas, falta de água, problemas na geração de energia elétrica, aumento dos custos/inflação, entre outros”. Enfatiza ainda que em 2021 a crise hídrica ainda coincidiu com a pandemia da Covid-19, momento em que a higienização era fundamental para controle da doença, fator que ocasionou um aumento no consumo, principalmente doméstico (REVISTA CREA-PR, S/D).

Outro fator que corrobora para a crise hídrica está o desmatamento das florestas. O Greenpeace cita que nos últimos 40 anos, a Amazônia perdeu 19% de sua floresta. Os impactos são sentidos muito além das fronteiras florestais e estão intimamente ligados à crise hídrica no restante do país. Enfatizam que “Só a Amazônia transpira, diariamente, 20 bilhões de toneladas de vapor de água na atmosfera – volume superior à vazão do rio Amazonas. Toda essa umidade forma ‘rios voadores’ que são levados com o vento, para outras regiões do país, irrigando plantações e enchendo reservatórios de água. Ao desmatar a Amazônia, interferimos de forma extremamente negativa no ciclo da água”. Em 2012 o Greenpeace criou um projeto de lei que pede o Desmatamento Zero. Por ser de iniciativa popular, o documento precisa alcançar 1,43 milhão de assinaturas para que seja entregue e discutido pelo Congresso Nacional (CONEXÃO VERDE GREENPEACE, S/D).

Assim cabe a todos, comunidade, poderes públicos e empresas, buscar soluções e racionalizar o uso tanto dos recursos hídricos como da conscientização ambiental no que tange o desmatamento, além de criar e seguir políticas públicas para preservar e fazer com que a disponibilidade da água não seja cada vez mais escassa. O objetivo deste trabalho é apresentar a problemática causada pela crise hídrica, principalmente a nível de Estado do Paraná, que se agravou a partir de 2019.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CRISE HÍDRICA NO PARANÁ

O Estado do Paraná está passando por uma estiagem severa, os índices de chuvas dos últimos dois anos encontram-se abaixo das médias anuais históricas até então.

Em dados divulgados pela Agência de Notícias do Paraná (PARANÁ,2020), a estiagem nas regiões Oeste, Central, Sul, Centro-Sul, Região Metropolitana e Curitiba e Litoral – a ocorrência é de estiagem extrema, a maior em 50 anos. No mês de junho de 2020 foi o mês mais seco em praticamente todo o Paraná, choveu de 80% a 100% menos do que era esperado para o período, sendo que em nenhuma das estações do Sistema de Tecnologia e Monitoramento Ambiental do Paraná - SIMEPAR o acumulado ultrapassou 60,2 milímetros no mês passado. O menor índice foi registrado na estação de Maringá, que chegou a apenas 8,6 milímetros.

Ainda a mesma Agência, anunciou que o Instituto de Água e Terra (IAT) publicou uma portaria que suspendeu por 30 dias a prática de queima controlada na cultura de cana-de-açúcar, atividade mais comum na região norte do Estado.

Outro fator que pode ser resultado da falta de chuvas, é que os corpos hídricos com a redução na vazão têm o aumento de matéria orgânica dissolvida e particulada elevando seu grau de poluição, diminuindo assim a disponibilidade de oxigênio causando a mortalidade de peixes.

Por meio da Resolução nº 77/2021 a Agência Nacional de Águas – ANA, (BRASIL, 2021), destaca que o Sistema Nacional de Meteorologia já constatou que, desde outubro de 2019, o volume de chuvas no Paraná é deficitário. Em função disso, os atuais níveis dos reservatórios estão abaixo das marcas registradas em semelhantes períodos de anos anteriores.

“O cenário observado na Região Hidrográfica do Paraná é de escassez hídrica relevante em comparação com períodos anteriores e a situação desfavorável prevista para os próximos meses representa impactos a usos da água, em especial para os usos não consuntivos [em que há consumo

de água] de lazer e turismo, navegação e geração hidrelétrica” (BRASIL, 2021).

Os valores dos índices pluviométricos dos últimos meses deste ano (2021), estão muito aquém do esperado, para exemplificar esta situação tem-se os dados do mês de abril, no qual dos 13 municípios analisados pelo SIMEPAR apenas em Guaratuba a chuva foi superior à média. No total, a precipitação nos 13 pontos diferentes do Estado foi de 369 milímetros (mm), ou 25,7% da média histórica, estimada em 1.434,1 mm no acumulado para essas mesmas áreas. Londrina foi a cidade em que menos choveu no mês de maio entre os locais pesquisados. Apenas 0,6 mm, ante uma expectativa de 85,1 mm. Pato Branco (3 mm), Maringá (3,4 mm), Cascavel (3,8 mm), Guarapuava (4,8 mm), Umuarama (4,8 mm) e Campo Mourão (7,6 mm) aparecem na sequência, todos com o pior abril da história. Ponta Grossa (9,6 mm), Cambará (10,8 mm) e Paranavaí (17,6 mm) também apresentaram chuvas bem abaixo da média. Já Foz do Iguaçu registrou 41,3% do volume aguardado (147,1). Curitiba obteve uma precipitação de 8,8 mm, cerca de 10% do esperado para o período (81,6 mm) (PARANÁ, 2021).

Mas há indícios de que a seca seja reflexo de um El Niño. Porém este fenômeno causa elevação na temperatura da superfície do oceano Pacífico, na região equatorial, causa mais chuvas e que o La Niña é que provoca estiagem como explica a pesquisadora Alice Marlene Grimm, professora da Universidade Federal do Paraná (UFPR) e doutora em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP) (GAZETA DO POVO, 2022).

Segundo Marcuzzo e Romero (2013) concluíram que os fenômenos El Niño e La Niña exercem um papel relevante nas anomalias de distribuição temporal de precipitação pluviométrica ocasionando, respectivamente, o aumento ou a diminuição da precipitação em períodos de variação acentuada na temperatura média do oceano Pacífico.

### **2.1.1 El Niño**

O El Niño, fenômeno natural categorizado como uma “anomalia climática”, repete-se em intervalos irregulares, que costumam variar entre dois e setes anos. Esse evento climático acontece em razão do aquecimento anormal das águas do

Oceano Pacífico, mais precisamente das áreas próximas à costa oeste do Peru e países vizinhos (MUNDO EDUCAÇÃO, N/D).

No Peru, arquivos de documentos dos primeiros colonizadores confirmam que seus impactos (inundação, distúrbio na vida marinha, etc.) eram conhecidos no tempo em que o primeiro conquistador, Pizarro, colocou ali os pés em 1525. Segundo os indicadores paleoclimáticos, como evidências geológicas e anéis de crescimento das árvores, esse evento vem ocorrendo por milhares de anos e provavelmente tanto quanto ocorreu no século XX (ENFIELD & ENFIELD, 2002).

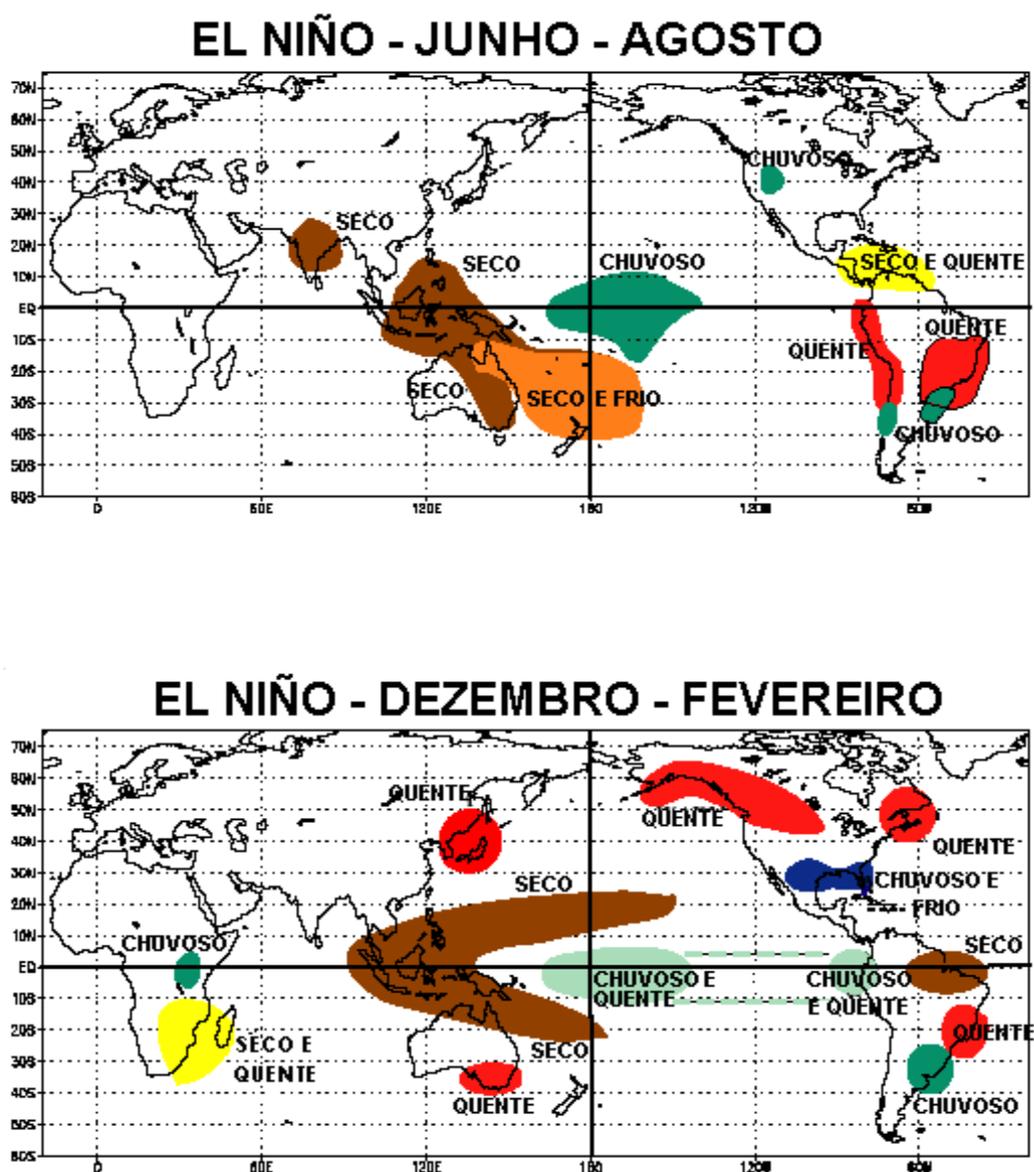
Segundo o Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, foram encontradas evidências geológicas de ocorrências em comunidades peruanas costeiras de pelo menos 13.000 anos atrás. Os Incas, que tinham conhecimentos sobre o El Niño, construíam suas cidades nos topos de colinas e a população mantinha estoques de comida nas montanhas; se as construíam na região costeira, não era perto de rios. Mas apenas há cerca de 25 anos o resto do mundo começou a prestar atenção nesse fenômeno, após a devastação causada em 1982-83, intensificando esforços para entender como o processo ocorre globalmente (SÃO PAULO, 2002).

Especialistas citam que em anos de El Niño, a chuva torna-se mais intensa especialmente durante o inverno e as ondas de frio geralmente são menos frequentes.

O El Niño 1997-98 foi marcado, pela primeira vez na história humana, como a ocorrência em que os cientistas de clima puderam prever com antecedência épocas de inundação anormal e meses de secas, permitindo que populações ameaçadas se preparassem a tempo (SUPLEE, 2002).

Durante o inverno e o verão do Hemisfério Sul podem ser vistos na Figura 3 de junho a agosto, chuvoso no sul do Brasil e mais quente na região Sudeste a Nordeste; de dezembro a fevereiro, chuvoso na região Sul, quente no Sudeste e seco no Nordeste.

Figura 3 - Comportamento do El Niño.



Fonte: CPTEP, 2001a.

Em condições normais, os ventos alísios sopram para o oeste através do Pacífico Equatorial. Estes ventos empilham para cima água de superfície morna no Pacífico ocidental, de forma que a superfície do mar seja aproximadamente meio metro mais alta na Indonésia do que no Equador. Durante a ocorrência do El Niño, os ventos relaxam no Pacífico central e ocidental e a temperatura da superfície do mar fica aproximadamente 8 graus Celsius mais alta na região oeste (SÃO PAULO, 2002).

Assim quando ocorre um fenômeno de El Niño, a evaporação da água do mar do Pacífico aumenta, causando movimentos que transportam a umidade para os altos

níveis da atmosfera, formando nuvens e causando precipitação acima do normal sobre o Pacífico.

Ainda, segundo o meteorologista Luiz Renato Lazinski, o El Niño caracteriza-se pelo aquecimento, enquanto o La Niña acontece o resfriamento da temperatura na porção equatorial do Oceano Pacífico, que por causa da dimensão deste oceano, sendo o maior e que cobre quase a metade do globo terrestre, com as mudanças de temperaturas, aumentam ou diminuem a evaporação, gerando mais ou menos energia na atmosfera. Esta energia modifica a intensidade e direção dos ventos em todo o globo, alterando os padrões de chuva (O PRESENTE, 2021).

### **2.1.2 La Niña**

Segundo Naime (2011) o fenômeno La Niña corresponde ao resfriamento anômalo da superfície do mar, na região equatorial do centro e leste do oceano Pacífico. Isso eleva a pressão da região, com a geração de ventos alísios mais intensos. A duração do fenômeno também é de 12 a 18 meses. Porém o Centro de Previsão de Estudos Climáticos (CPTEC, s/d(b)) mencionam que os episódios também podem apresentar frequências de 2 a 7 anos, no entanto com menor ocorrência e períodos de aproximadamente 9 a 12 meses e somente alguns episódios persistem por mais que 2 anos.

No entanto este fenômeno meteorológico produz menos danos que o El Niño. Como consequência de La Niña, as frentes frias que atingem o sul do Brasil, tem sua passagem acelerada e se tornam mais intensas. Quando isto ocorre, o sertão e o litoral baiano e alagoano são afetados por aumentos das chuvas, o que também ocorre a norte e a leste da região amazônica. Já na região centro sul podem ocorrer estiagens com a queda dos índices pluviométricos entre setembro e fevereiro, com a chegada mais intensa de massas de ar polar, gerando antecipação dos períodos de inverno e grandes quedas de temperatura já no outono (CPTEC, s/d(b)). Estas condições foram observadas nos últimos anos principalmente no Estado do Paraná.

No estudo dos autores Grimm et al (2020) concluíram que a seca de 2020 na região sul do país provocada pelos níveis de precipitação baixos e este comportamento deve-se à combinação de fases opostas de duas oscilações climáticas Inter décadas na temperatura da superfície do mar, sendo esta oscilação

diretamente relacionada com os efeitos El Niño e La Niña. Tal combinação produz variação no estado básico da atmosfera que favorece estiagem no Sul do Brasil e a ocorrência mais frequente de secas. Para que ocorra um evento extremo, geralmente é necessário que, em adição a oscilações Inter décadas, ocorra um evento de oscilação interanual que também favoreça a seca, como os eventos de El Niño Central em 2020 e La Niña em 2009 e 2012, anos de secas no Sul do Brasil durante a mesma combinação de fases das duas oscilações interdecadais.

O meteorologista Luiz Renato Lazinski comenta que na região Sul, em anos de La Niña aumentam a chance de estiagens. Além disso, enfatiza que os invernos costumam ser mais frios (O PRESENTE, 2021).

O Instituto Nacional de Meteorologia, vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (2022), A provável atuação do La Niña até o início do verão (dezembro) pode impactar nas fases finais das culturas de inverno e segunda safra, além do início da safra de verão no Brasil. Como indicam os modelos climáticos, a permanência do fenômeno, ainda que de intensidade fraca, faz com que a previsão climática nas regiões produtoras seja avaliada com mais atenção. Frequentemente, o La Niña provoca redução das chuvas na Região Sul do País e aumento nas regiões Norte e Nordeste. O clima no Brasil, no entanto, não é influenciado somente pela atuação do fenômeno, tendo em vista que há outros fatores a serem considerados e que interferem nas condições de tempo e clima.

### **3 EFEITOS DA ESTIAGEM NO PARANÁ**

#### **3.1 ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Os efeitos do longo período de chuvas abaixo das médias veem causando problemas no abastecimento de água em todo o estado. A Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, informa em sua homepage a crítica situação em todas as regiões do estado.

Como segue algumas publicações que a empresa vinculou no ano de 2021 e também no início do ano de 2022.

- a) “Sanepar alerta a população da Ubiratã, no Noroeste do Estado, a fazer uso racional da água em função da estiagem que reduziu em 50% a vazão do Rio Água Grande, manancial de abastecimento da cidade [...]
- b) A Sanepar alerta a população de Umuarama para que economize água. A Companhia aumentou em 15% a produção de água na cidade em dezembro, em relação aos meses anteriores, mas o aumento no consumo devido às altas temperaturas e ao tempo seco faz acender o sinal de alerta. As unidades de produção e distribuição de água estão operando no limite de sua capacidade e o Rio Piava teve queda de 45% na vazão por causa da estiagem [...].
- c) a Sanepar teve que adotar o sistema de rodízio para que todos os imóveis da cidade de Palotina, na região Oeste do Estado, recebam a água tratada de forma igualitária [...].
- d) A estiagem prolongada, com chuvas em torno de 50% abaixo da média, reduziu a vazão dos sete poços e das minas que abastecem o sistema. Os mananciais perderam mais de 15% em suas vazões, comprometendo o sistema que abastece os mais de 30 mil moradores da cidade. Por outro lado, a própria estiagem e as temperaturas altas têm elevado o consumo em 20% [...].
- e) A falta de chuvas, o aumento das temperaturas e a elevação no consumo de água colocam a Sanepar em alerta na região Noroeste do Estado. Com as vazões reduzidas nos mananciais e com a queda nos níveis dos reservatórios que abastecem os moradores existe a possibilidade de ocorrer falta temporária de água ou baixa pressão nas redes de distribuição de água. As cidades mais atingidas são Goioerê, Iretama, Paranavaí, Porto Rico, além dos distritos de Águas de Jurema, em Iretama, e Bredápolis, em Janiópolis [...].
- f) Laranjeiras do Sul, Dois Vizinhos e parte de Colombo, na região metropolitana de Curitiba, estão com o rodízio implantado. Já as cidades de Nova Esperança do Sudoeste, Capanema, Planalto, Salto do Lontra, Matelândia, Nova Laranjeiras e Palmital estão em alerta, com mananciais a níveis mínimos e consumo bastante elevado devido à onda de calor, provocando um déficit de produção em relação à demanda da população [...].
- g) Os três poços que abastecem a cidade de Céu Azul perderam em torno de 50 % no volume de água disponível para captação e tratamento. Além disso, as temperaturas mais elevadas e o consequente aumento no consumo de água estão interferindo diretamente no sistema de abastecimento de água da cidade. O fim de semana foi crítico e o sistema chegou a ter baixa pressão nas redes e até falta de água em alguns horários. Sem previsão de chuvas regulares, é possível que nos próximos dias seja necessária a implantação de rodízio no abastecimento [...].
- h) As cidades de Nova Prata do Iguaçu, Salto do Lontra, Salgado Filho, Capanema e Planalto estão em alerta. A estiagem prolongada tem afetado drasticamente a vazão dos mananciais em algumas cidades no Sudoeste do Estado e as altas temperaturas têm provocado aumento no consumo de água. Nos rios Siemens, Tamanduá, Santa Cruz, Salto do Lontra e Cotegipe, que abastecem essas cidades, a redução da vazão chega, em média, a 60%, colocando em risco o fornecimento de água para a população. Já estão em rodízio no abastecimento de água as cidades de Santo Antônio do Sudoeste, Pranchita, abastecidas por poços, e Dois Vizinhos, abastecida pelo Rio Girau Alto e por poços [...]” (SANEPAR, s/d).

Ainda segundo a SANEPAR (s/d) as temperaturas elevadas durante os primeiros meses do ano de 2022, fez com que o consumo aumentasse significativamente, como citado anteriormente e o déficit de chuvas corroborou com a queda nas vazões de rios e poços, sendo imprescindível a adoção de rodízios no

abastecimento em grande parte do estado.

O Tribunal de Contas do Paraná emitiu um documento em 16 de agosto de 2022, solicitando que a SANEPAR apresente quais medidas foram adotadas para o enfrentamento durante a crise hídrica e faz 28 recomendações à empresa, dentre elas pode-se citar (TCEPR, 2022):

- a) cronograma de obras e investimentos em atraso.
- b) Consolidar as informações oriundas do quadro de confronto entre produção e demanda dos diversos sistemas de abastecimento da Sanepar, de forma a possibilitar a extração de relatórios que permitam fazer a gestão estratégica dessas necessidades.
- c) Integrar as informações de disponibilidade de captação subterrânea ao sistema de informações hidrometeorológicas, de forma que possam ser utilizadas no monitoramento dos sistemas de abastecimento de água, além de considerar utilizar tais informações como subsídio estratégico no processo de tomada de decisão em eventos de escassez hídrica.
- d) Revisar o indicador de indisponibilidade hídrica de forma que ele esteja apto e sensível para gerar alertas estratégicos em cenários de escassez hídrica.
- e) Aprimorar e normatizar os critérios técnicos, indicadores e parâmetros que permitam subsidiar a decisão de início, permanência, fim e retomada de rodízios de abastecimento de água.
- f) Estabelecer plano de ação que permita acompanhar a implementação dos Planos de Segurança da Água (PSAs) nos sistemas de abastecimento da Sanepar, contendo cronograma de procedimentos que serão executados, bem como prazo e unidade ou setor responsável pela execução.
- g) Estabelecer mecanismos de mensuração adequada dos resultados do plano de racionamento de água.
- h) Propor à agência reguladora modelo de contrato ou de termo aditivo que estabeleça partes responsáveis, condições e prazos para implantação de Programas de Conservação de Mananciais, de Manejo de Bacias ou de projetos e obras de preservação e recuperação de corpos d'água estratégicos para o abastecimento.
- i) Propor à agência reguladora adaptações no modelo de contrato programa para prestação de serviço público de abastecimento de água ao artigo 10 da Lei nº 11.445/2007, para a inclusão de cláusulas que disponham sobre metas de redução de perdas na distribuição de água tratada.

A SANEPAR tem o prazo de 180 dias para realizar as adequações solicitadas.

### 3.2 PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A produção agrícola também sofre com a baixa precipitação das chuvas, bem como o aumento das temperaturas tanto do solo quanto do ar. Segundo o atual Secretário de Agricultura do Paraná, Norberto Ortigara, cita no Portal Canal Rural Paraná (2022) que a quebra até o mês de janeiro de 2022 é de 9 milhões de toneladas

de soja, milho e feijão, com prejuízo de cerca de R\$ 30 bilhões, ele ainda estimou as perdas de soja em 65% no oeste e 73% no sudoeste paranaense, além de quebra de 55% do milho no oeste e 64% no sudoeste, onde o grão não poderá ser utilizado nem ao menos para silagem.

Já o portal do Sistema OCEPAR (2022) cita, como estimativa, que a soja, principal cultura deste período na safra 2021/22, teve percentual de perdas de 37%. Inicialmente, projetou-se colheita de pouco mais de 21 milhões de toneladas. No entanto, pelo levantamento de janeiro, aproximadamente 7,9 milhões não foram colhidas, restando uma produção de 13 milhões de toneladas. Somente nessa cultura, a estimativa de prejuízo monetário é de R\$ 21,5 bilhões. A soja plantada no Paraná, em janeiro de 2022, no boletim de plantio e colheita, a lavoura estava com 13% em desenvolvimento vegetativo, 31% em floração, 49% em frutificação e 7% em maturação. E ao se comparar o boletim atual com o de dezembro de 2021, o percentual de soja em situação ruim aumentou de 13% para 31%, em condição média subiu de 30% para 39%, enquanto a boa caiu de 57% para 30%.

Ainda segundo o mesmo portal, no milho de primeira safra, a previsão parcial era de que haverá quebra de 34%, baixando das 4,2 milhões de toneladas previstas inicialmente para 2,7 milhões de toneladas. Os produtores deixarão de receber R\$ 2 bilhões. Do milho que está semeado, a condição de ruim subiu de 10% para 25% da lavoura. Em situação média encontram-se 40%, contra 27% em dezembro de 2021. Enquanto o percentual de boa baixou de 63% para 35%.

Em reportagem ao site O Presente Rural, (2022) o Departamento de Economia Rural (DERAL) da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento havia previsão inicial para a safra de soja 2021/22 sendo superior a 21 milhões de toneladas, mas só foram colhidas 12,8 mi de ton., quebra de 39%. No feijão, essa perda foi da ordem de 31%, e no milho, insumo central para o desenvolvimento das cadeias de produção animal, o percentual de perdas atingiu 36%. O departamento conclui que a quebra na ponta da lavoura desencadeia um efeito dominó que impacta outras atividades que dependem do setor primário para produzir, como a produção de proteína animal (aves, bovinos, suínos, peixes, ovos e leite). Os pecuaristas vão encontrar desabastecimento e preços altos na hora de alimentar os planteis e a agroindústria terá menos matéria prima para processar.

Analistas de investimentos analisam os efeitos da La Niña prolongados por mais um ano e estimam uma recessão global apreçada nas commodities agrícolas

como consequência das condições climáticas. O milho foi antecipado o seu plantio no sul do Brasil, fator que vai beneficiar a exportação do grão, pois na Argentina, a seca provocou redução da área plantada e nos Estados Unidos, com o início da colheita, a qualidade da lavoura tem piorado e a demanda da China está crescente. No caso da soja, a perspectiva não é boa: a seca na Argentina e a colheita mais lenta e de qualidade mais baixa nos EUA pressionam preços no curto prazo (EXPERT XP, 2022).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A falta de chuva corrobora com diversos setores da sociedade. De acordo com o DERAL, as perdas computadas na soja representam mais de R\$ 23 bilhões, as do milho somam R\$ 2,2 bilhões e no feijão, os prejuízos ultrapassam R\$ 395 milhões. Todo esse montante deixará de circular na economia paranaense, afetando praticamente todos os segmentos.

Com isso tem-se aumento das commodities, pelo princípio econômico da oferta e da demanda, fazendo com que produtos que necessitam destas matérias primas acabem se tornando mais onerosas para os consumidores em geral.

O uso doméstico e industrial deste recurso, acaba por se tornar mais oneroso nos gastos e isso acarreta em indisponibilidade financeira para outros itens também necessários para as atividades cotidianas. Além disso tem-se também a restrição para o uso humano e doméstico, podendo contribuir para problemas de saúde pública.

As medidas que devem ser adotadas pela Companhia de Saneamento do Paraná – SANEPAR, não devem ser somente emergenciais e imediatistas, devem ser planejadas e implantadas visando o longo prazo, pois com os efeitos da La Niña, El Niño, desmatamento, poluição e vários outros problemas ambientais e climáticos, fazem com que a falta de chuva seja cada vez mais recorrente e cíclica. Cabe também às políticas públicas se voltarem para esta problemática e buscarem estratégias e soluções.

## REFERENCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. **Resolução ANA nº 77 de 1º de junho de 2021**. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-06/ana-cria-grupo-tecnico-para-monitorar-situacao-na-bacia-do-parana>> Acesso em: junho 2021.

CANAL RURAL PARANÁ. **No Paraná, estiagem é mais severa em áreas agrícolas do oeste e sudoeste; perdas chegam a 73%**. Disponível em: <<https://www.canalrural.com.br/parana/estiagem-e-mais-severa-em-areas-agricolas-do-oeste-e-sudoeste-do-pr-perdas-chegam-a-73/>> Acesso em: setembro 2022.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Efeitos conhecidos do El Niño**. Disponível em: <<http://cptec.inpe.br/products/elniho/efeitos.gif>>. Acesso em: agosto 2022a.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **La Niña**. Disponível em: < <http://enos.cptec.inpe.br/lanina/pt>>. Acesso em: agosto 2022b.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. **Crise Hídrica**. Disponível em: <<https://site.sanepar.com.br/noticias/categoria-desta-noticia/crise-hidrica>>. Acesso em: agosto 2022.

CONEXÃO VERDE GREENPEACE. **Informações sobre a atual crise hídrica no Paraná**. Disponível em: <<https://conexaoverde.greenpeace.org.br/system/files/2020-09/Crise%20H%C3%ADrica%20Compilado.pdf>>. Acesso em: outubro 2022.

ENFIELD, David B.; ENFIELD, D. Michael. The 'El Niño' FAQ: Frequently Asked Questions About El Niño-Southern Oscillation (ENSO). Disponível em: [http://www.aoml.noaa.gov/general/enso\\_faq/](http://www.aoml.noaa.gov/general/enso_faq/). Acesso em: agosto 2022.

GAZETA DO POVO. **O que provocou a falta de chuva no Paraná, deixando torneiras e lavouras secas**. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/parana/crise-hidrica-parana-2020-fenomeno-chuvas/>>. Acesso em: julho 2022.

GRIMM, A. M.; ALMEIDA, A. S.; BENETI, C. A. A.; LEITE, E. A. **O Efeito Combinado de Oscilações Climáticas na Produção de Extremos: A Seca de 2020 no Sul do Brasil**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 25, e48, 2020.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. **Previsão Climática para a safra 2022/2023**. Disponível em: < <https://portal.inmet.gov.br/noticias/previs%C3%A3o-clim%C3%A1tica-para-a-safra-2022-2023>>. Acesso em: outubro 2022.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V. **Influência do El Niño e La Niña na Precipitação Máxima Diária do Estado de Goiás**. Revista Brasileira de

Meteorologia, v.28, n.4, 429 - 440, 2013.

MUNDO EDUCAÇÃO. **Influência do El Niño no Brasil**. Disponível em: < <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/influencia-el-nino-no-brasil.htm>>. Acesso em: agosto 2022.

NAIME, Roberto. **Fenômeno La Niña**. Disponível em: < <https://www.ecodebate.com.br/2011/03/30/fenomeno-la-nina-artigo-de-roberto-naime/>>. Acesso em: agosto 2022.

O PRESENTE. **Retorno da La Niña deve prolongar estiagem no Paraná até abril de 2022**. Disponível em: < <https://www.opresente.com.br/parana/retorno-da-la-nina-deve-prolongar-estiagem-no-parana-ate-abril-de-2022/>>. Acesso em: outubro 2022.

O PRESENTE RURAL. **Diagnóstico da seca no Paraná aponta prejuízos bilionários**. Disponível em: < <https://opresenterural.com.br/diagnostico-da-seca-no-parana-aponta-prejuizos-bilionarios/>>. Acesso em: setembro 2022.

PARANÁ. Agência de Notícias do Paraná. **Estiagem no Paraná pode perdurar até fevereiro de 2021**. Disponível em: < <http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=108289>>. Acesso em: junho de 2021.

PARANÁ. Agência de Notícias do Paraná. **Abril mais seco da história volta a agravar a crise hídrica no Paraná**. Disponível em: < <https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=112168&tit=Abril-mais-seco-da-historia-volta-a-agravar-a-crise-hidrica-no-Parana> >. Acesso em: junho de 2021.

REVISTA CREA-PR. **A Crise Hídrica no Paraná: Problema Cíclico, Escassez de água pode ser mitigada com planejamento e investimento**. Disponível em: < <https://revista.crea-pr.org.br/a-crise-hidrica-no-parana/>>. Acesso em: outubro 2022.

SISTEMA OCEPAR. **SECA II: Com estiagem, agricultura paranaense estima redução nas safras de soja, milho e feijão**. Disponível em: < <https://www.paranacooperativo.coop.br/ppc./index.php/sistema-ocepar/comunicacao/2011-12-07-11-06-29/ultimas-noticias/138686-seca-ii-com-estiagem-agricultura-paranaense-estima-reducao-nas-safras-de-soja-milho-e-feijao>>. Acesso em: setembro 2022.

SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. **El Niño 2002-03 E A Anomalia Climática**. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/LerTexto.php?codTexto=122>>. Acesso em: agosto de 2022.

SUPLEE, Curt. **El Niño/La Niña: Nature's Vicious Cycle**. Disponível em: <http://www.nationalgeographic.com/elnino/mainpage2.html>. Acesso em: agosto 2022.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO PARANÁ – TCEPR. TCE-PR indica 28

medidas para auxiliar Sanepar a enfrentar crises hídricas. Disponível em: <  
<https://www1.tce.pr.gov.br/noticias/tce-pr-indica-28-medidas-para-auxiliar-sanepar-a-enfrentar-crisis-hidricas/9932/N>>. Acesso em: outubro 2022.

## ARTIGO 2

### CRISE HÍDRICA NO PARANÁ: PROBLEMÁTICAS NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2023. Crise hídrica no Paraná: Causas e Consequências. Orientador: Dr. Altevir Signor.

**RESUMO:** A escassez hídrica nos anos de 2019 à 2021, tem causado grandes prejuízos em várias regiões do Paraná. Com o baixo índice de chuvas, aumento da população e produção agrícola e industrial em ascensão, fizeram com que os rios, que não tiveram aumento da vazão, aumentassem sua demanda e o déficit desta equação gerou impactos nas diferentes bacias hidrográficas do estado. O período mais crítico foi em 2019 e 2020. Este artigo tem como objetivo analisar as precipitações nas bacias hidrográficas do Paraná entre os anos de 1990 à 2020 e correlacionar os dados com problemas econômicos e ambientais. Este estudo se caracteriza como bibliográfica, documental, quantitativa e qualitativa. Das 16 bacias estudadas, 12 apresentaram o ano de 2015 com o maior índice pluviométrico entre o período analisado. Dentre as menores precipitações obtidas no estudo, as bacias concentraram estes valores nos anos de 2019, 2020 e 2021, sendo o ano de 2020 mais crítico, pois 11 bacias apresentaram menor acúmulo de chuvas. A seca provoca impactos que vão além do fornecimento de água para abastecimento público. Já são contabilizadas perdas consideráveis na produção agrícola, há um aumento na ocorrência de incêndios em todo o Estado e também da incidência de problemas de saúde.

**PALAVRAS CHAVE:** falta de chuva; escassez hídrica; economia; produção.

**ABSTRACT:** Water scarcity in recent years has caused major losses in several regions of Paraná. With the low level of rainfall, an increase in population and rising agricultural and industrial production, the rivers, which did not have an increase in flow, increased their demand and the deficit in this equation generated

impacts on the different river basins in the state. The most critical period was in 2019 and 2020. This article aims to analyze precipitation in the Paraná river basins between 1990 and 2020 and correlate the data with economic and environmental problems. This study is characterized as bibliographic, documentary, quantitative and qualitative. Of the 16 basins studied, 12 had the highest rainfall in 2015 during the analyzed period. Among the lowest rainfall obtained in the study, the basins concentrated these values in the years 2019, 2020 and 2021, with the year 2020 being more critical, as 11 basins showed lower rainfall accumulation. The drought causes impacts that go beyond the supply of water for public supply. Considerable losses in agricultural production have already been recorded, there is an increase in the occurrence of fires throughout the State and also in the incidence of health problems.

**KEY WORDS:** lack of rain; water scarcity; economy; production.

## 1 INTRODUÇÃO

A escassez hídrica nos anos de 2019 à 2021, tem causado grandes prejuízos em várias regiões do Paraná. Com o baixo índice de chuvas, aumento da população e produção agrícola e industrial em ascensão, fizeram com que os rios, que não tiveram aumento da vazão, aumentassem sua demanda e o déficit desta equação gerou impactos nas diferentes bacias hidrográficas do estado. O período mais crítico foi de 2019 à 2021.

Considerando a importância deste recurso, o Governo do Estado do Paraná decretou situação de emergência hídrica nas regiões Metropolitana de Curitiba e Sudoeste do Estado do Paraná, pelo período de 180 dias, a partir do Decreto nº 4.626 de 7 de maio de 2020 (PARANÁ, 2020a). Depois foi prorrogado por mais 180 dias a situação de emergência hídrica a partir do Decreto nº 6.068 de 29 de outubro de 2020 (PARANÁ, 2020b). Um ano depois do primeiro decreto, o Governo do Estado do Paraná, decretou novamente situação de emergência hídrica nas regiões Metropolitana de Curitiba e Sudoeste do Estado do Paraná, pelo período de 90 dias, a partir do Decreto nº 7.554 de 4 de maio de 2021 (PARANÁ, 2021). Não diferente tem sido os inúmeros e crescentes problemas

de uso da água para produção de animais na região Oeste do estado com alguns rios sendo observados em alguns trechos como classe 3.

Os impactos na falta de chuvas afetaram diferentes setores da sociedade e da economia. O que impactou diretamente a população foi o valor da tarifa da energia elétrica. O custo da crise hídrica atual já foi de R\$ 10,7 bilhões, além do que já foi cobrado das bandeiras tarifárias, segundo consta de consulta pública 2/2022 na Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e será financiado para não interferir nas tarifas de 2022. “São cinco grandes grupos de contas, R\$ 1,5 bilhão pelo saldo negativo das bandeiras, 786 milhões pela importação de energia do Uruguai e Argentina, R\$ 5,1 bilhões pela contratação de novas térmicas (apenas oito meses), R\$ 1,6 bilhão pelos diferimentos tarifários e R\$ 1,7 bilhão pelo bônus pago aos consumidores neste mês de janeiro pela redução do consumo nos últimos 4 meses de 2021. A contratação das novas térmicas, através do PCS – Procedimento Competitivo Simplificado, foi de 775,8 MW médios, e totalizará em apenas 3,6 anos de contrato um dispêndio de R\$ 40,3 bilhões, ou R\$ 1.614/MWh”, afirmou o representante do Conselho de Consumidores da Copel Distribuição, Engenheiro Mecânico Ricardo Vidinich (CREA-PR, 2022).

Já para o setor agrícola do estado, no último relatório de estimativa de perdas preparado pelo Departamento de Economia Rural (Deral) do ano de 2021 da Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento, aponta que as perdas na cultura da soja ultrapassam 8 milhões de toneladas. Com isso, a produção está 39% menor em relação à projeção inicial de 21 milhões de toneladas, o que acarreta prejuízo monetário acima de R\$ 23 bilhões. No caso do milho, foram perdidos, até o momento, mais de 1,5 milhão de toneladas, o que representa queda de 36% na projeção inicial de 4,2 milhões de toneladas. Os produtores já acumulam prejuízos superiores a R\$ 2,2 bilhões. Já os agricultores que cultivam o feijão, terceira principal cultura neste período, perderam 83,8 mil toneladas, o que representa 30% a menos que a previsão. Para eles, o prejuízo ultrapassa R\$ 361,7 milhões (PARANÁ, 2021).

Também foram mensurados prejuízos no setor logístico, O Rio Paraná é o segundo maior em extensão da América do Sul, tem sua nascente no Brasil, passa pelo Paraguai e sua foz é na Argentina, sendo a principal rota de saída de grãos e produtos agroindustriais da Argentina. Em cerca de 70 quilômetros de

costa ao redor da cidade de Rosário existem cerca de trinta terminais portuários de onde são exportados soja, milho, farinha, óleo e combustível, entre outros. Todos os anos, cerca de 2.500 navios de grande porte os transportam de lá para o restante do mundo, mas há meses sua capacidade máxima de carga foi reduzida em 10% pela diminuição da profundidade e em passagens críticas. Segundo a Bolsa de Comércio, as perdas para o setor agroexportador entre março e agosto de 2021, poderão ficar em torno de 315 milhões de dólares (1,6 bilhão de reais). A situação excepcional, que se prevê que dure vários meses, obrigou os exportadores a buscarem rotas alternativas de carga, como Bahía Blanca, na costa sul do país, onde o volume de cargas de milho aumentou 21% neste período de 2021 em relação ao mesmo no ano anterior (EL PAIS, 2021).

Este artigo tem como objetivo analisar as precipitações nas bacias hidrográficas do Paraná entre os anos de 1990 à 2021 e relacionar os dados com problemas econômicos e ambientais.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O Paraná é composto por 16 bacias hidrográficas, instituídas pela Resolução N° 024/2006/ SEMA, como segue: Litorânea, Iguaçu, Ribeira, Itararé, Cinzas, Tibagi, Ivaí, Paranapanema 1, Paranapanema 2, Paranapanema 3, Paranapanema 4, Pirapó, Paraná 1, Paraná 2, Paraná 3 e Piquiri (PARANÁ, 2006), conforme apresenta na Figura 4:

Figura 4 - Bacias Hidrográficas do Paraná



Fonte: Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA (2013)

## 2.1 CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A seguir será apresentada as bacias hidrográficas com as características de área total e população que é abastecida pelos rios que compõe esta bacia. Também serão destacados os principais recursos utilizados na captação da água proveniente destas bacias. As informações apresentadas foram obtidas na Revista Bacias Hidrográficas do Paraná – Série Histórica (SEMA, 2013).

- a) Litorânea: possui uma área total de 5.630,8 Km<sup>2</sup>, cerca de 3% da área do estado, e uma população de 265.392 (2,54%do estado) habitantes (IBGE, 2010). Existem várias instalações de piscicultura e de mineração (portos de areia, pedreiras e saibreiras). Na bacia litorânea as atividades industriais são pequenas, predominando indústrias de papel, óleos vegetais, recepção e processamento de fertilizantes, pescado e abatedouro de aves, sendo que a maioria está situada em Paranaguá. Com relação aos setores usuários, 51% vão para o

abastecimento público, 19% para uso industrial, 29% para o setor agrícola, 1% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

b) Iguaçu: possui uma área total, dentro do Estado do Paraná, de 54.820,4 Km<sup>2</sup>, cerca de 28% da área total do estado, e uma população de 4.596.756 (44,01%) habitantes (IBGE, 2010). Ressalta-se que a Bacia do Iguaçu está dividida nas seguintes Unidades Hidrográficas de Gestão de Recursos Hídricos: Baixo Iguaçu, Médio Iguaçu e Alto Iguaçu, esta última agrupada à Bacia do Ribeira. Com relação aos setores usuários, 62% vão para o abastecimento público, 18% para uso industrial, 10% para o setor agrícola, 9% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1%. Cabe destacar que a região do Alto Iguaçu é responsável por 78% da demanda total para abastecimento público da bacia (SEMA, 2013).

c) Ribeira: possui uma área total de 9.736 Km<sup>2</sup>, cerca de 5% da área do estado, e uma população de 164.433 (1,57% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 41% vão para o abastecimento público, 25% para uso industrial, 24% para o setor agrícola, 10% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

d) Cinzas: possui uma área total de 9.612,8 Km<sup>2</sup>, cerca de 5% da área do estado, e uma população de 286.409 (2,74% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 29% vão para o abastecimento público, 23% para uso industrial, 25% para o setor agrícola, 23% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

e) Paranapanema 1: possui uma área total de 1.231,70 Km<sup>2</sup>, cerca de 1% da área do estado, e uma população de 73.685 (0,71% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 27% vão para o abastecimento público, 3% para uso industrial, 64% para o setor agrícola, 6% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

f) Paranapanema 2: A Bacia Hidrográfica do Paranapanema 2 possui uma área total de 663,80 Km<sup>2</sup>, totalizando menos de 1% da área do

estado, e uma população de 4.145 (0,04% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 13% vão para o abastecimento público, 4% para uso industrial, 78% para o setor agrícola, 4% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

g) Itararé: possui uma área total de 4.845,40 Km<sup>2</sup>, cerca de 2% da área do estado, e uma população de 100.118 habitantes (0,96% do estado) (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 19% vão para o abastecimento público, 49% para uso industrial, 18% para o setor agrícola, 14% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

h) Tibagi: A Bacia Hidrográfica do Tibagi possui uma área total de 24.937,4 Km<sup>2</sup>, cerca de 13% da área do estado, e uma população total de 1.657.547 (15,87% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Ressalta-se que a Bacia do Tibagi está dividida nas seguintes Unidades Hidrográficas de Gestão de Recursos Hídricos: Alto Tibagi e Baixo Tibagi. Com relação aos setores usuários, 38% vão para o abastecimento público, 37% para uso industrial, 18% para o setor agrícola, 7% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1%. Cabe destacar que a região do Baixo Tibagi é responsável por 67% da demanda total para abastecimento público da bacia (SEMA, 2013).

i) Ivaí: possui uma área total de 36.540,0 Km<sup>2</sup>, cerca de 19% da área do estado, e uma população de 1.464.089 (14,02% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Ressalta-se que a Bacia do Ivaí está dividida nas seguintes Unidades Hidrográficas de Gestão de Recursos Hídricos: Alto Ivaí e Baixo Ivaí, esta última agrupada à bacia do Paraná 1. Com relação aos setores usuários, 26% vão para o abastecimento público, 19% para uso industrial, 39% para o setor agrícola, 17% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

j) Paranapanema 3: possui uma área total de 3.564,30 Km<sup>2</sup>, cerca de 2% da área do estado, e uma população de 75.617 (0,72% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 17% vão para o abastecimento público, 31% para uso industrial, 41% para o setor

agrícola, 11% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

k) Paranapanema 4: possui uma área total de 4.134,90 Km<sup>2</sup>, cerca de 2% da área do estado, e uma população de 64.859 (0,62% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 25% vão para o abastecimento público, 18% para uso industrial, 7% para o setor agrícola, 50% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

l) Pirapó: possui uma área total de 5.098,10 km<sup>2</sup>, cerca de 3% da área do estado, e uma população de 389.287 (3,73% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 38% vão para o abastecimento público, 43% para uso industrial, 10% para o setor agrícola, 9% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

m) Paraná 1: possui uma área total de 1.267,10 Km<sup>2</sup>, cerca de 1% da área do estado, e uma população de 34.314 (0,33% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 6% vão para o abastecimento público, 1% para uso industrial, 82% para o setor agrícola, 11% para o setor pecuário e o setor minerário com menos de 1% (SEMA, 2013).

n) Paraná 2: possui uma área total de 2.256,40 Km<sup>2</sup>, cerca de 1% da área do estado, e uma população de 31.733 (0,30% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 21% vão para o abastecimento público, menos de 1% para uso industrial, 15% para o setor agrícola, 63% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

o) Paraná 3: possui uma área total de 7.979,40 Km<sup>2</sup>, cerca de 4% da área do estado, e uma população de 687.503 (6,58% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Na bacia está inserida a Hidrelétrica de Itaipu, maior usina do mundo em geração de energia. Com relação aos setores usuários, 49% vão para o abastecimento público, 24% para uso industrial, 11% para o setor agrícola, 16% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

p) Piquiri: possui uma área total de 24.171,70 Km<sup>2</sup>, cerca de 12% da área do estado, e uma população de 548.639 (5,25% do estado) habitantes (IBGE, 2010). Com relação aos setores usuários, 36% vão para o abastecimento público, 23% para uso industrial, 11% para o setor agrícola, 31% para o setor pecuário e o setor mineral com menos de 1% (SEMA, 2013).

Com esta caracterização das bacias hidrográficas, pode-se verificar as características de cada região no qual está inserida, principalmente para o setor público e setores da economia.

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo se caracteriza como bibliográfica, documental, quantitativa e qualitativa.

O procedimento de coleta de dados foi análise documental no qual foram coletadas séries históricas de 30 anos (1990 à 2021) de precipitação de todas as estações meteorológicas presentes nos diferentes municípios do estado. Os índices pluviométricos foram coletados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná – IAT (IAT, s/d).

O período de 30 anos justifica-se pelo fato de caracterizar as normais climatológicas, no caso de 1991-2020. Estas normais são estatísticas de longo prazo de variáveis meteorológicas e climáticas – entre elas temperatura, precipitação, umidade, vento, pressão atmosférica, entre outras. Essas estatísticas são calculadas com base em observações coletadas durante um período específico – convencionalmente 30 anos, conforme recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). O objetivo das normais climatológicas é fornecer uma base para comparação que permita avaliar as condições climáticas atuais ou futuras em relação a um padrão estabelecido. Isso ajuda meteorologistas, climatologistas, pesquisadores e tomadores de decisão a entender melhor as variações e tendências climáticas, bem como a tomar decisões informadas em áreas como agricultura, construção, energia e gestão de recursos hídricos. No Brasil, o papel de elaboração, atualização, monitoramento e avaliação de dados provenientes das Normais Climatológicas

é do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que dispõe atualmente de duas séries históricas – 1961-1990 e 1991-2020 (BRASIL, 2024).

A problemática da pesquisa possui aspectos quantitativos, pois com os dados quantitativos dos índices de precipitação, pode-se associar às questões econômicas, sociais e de saúde, que foram afetadas pela falta de chuvas.

Para a análise estatística, foi aplicado o teste de Scott Knott, logo as letras iguais agrupam as regiões, por similaridade. Este teste foi utilizado para realizar comparações entre médias de diferentes grupos. Ele é particularmente útil em estudos onde se busca identificar quais grupos são estatisticamente diferentes uns dos outros com base em uma variável de interesse. Esse teste é frequentemente utilizado em análises de variância (ANOVA) para realizar comparações múltiplas após a identificação de uma diferença significativa global entre grupos.

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Na tabela 1 apresentada, tem-se um resumo das características de cada uma das 16 bacias que estão presentes no Estado do Paraná. Com a apresentação dos dados referentes à área (em km<sup>2</sup>), população (conforme Censo de 2010) e a distribuição dos setores que utilizam o recurso hídrico (abastecimento público, setor industrial, agricultura, pecuária e setor mineral).

Tabela 1: Características das bacias do Paraná

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	População	Setores de usuários				
			Abast. Público	Industrial	Agrícola	Pecuária	Mineral
Litorânea	5.630,8	265.392	51%	19%	29%	1%	<1%
Iguaçu	54.820,4	4.596.756	62%	18%	10%	9%	<1%
Ribeira	9.736	164.433	41%	25%	24%	10%	<1%
Cinzas	9.612,8	286.409	29%	23%	25%	23%	<1%
Paranapanema 1	1.231,70	73.685	27%	3%	64%	6%	<1%
Paranapanema 2	663,80	4.145	13%	4%	78%	4%	<1%
Itararé	4.845,40	100.118	19%	49%	18%	14%	<1%
Tibagi	24.937,4	1.657.547	38%	37%	18%	7%	<1%
Ivaí	36.540,0	1.464.089	26%	19%	39%	17%	<1%
Paranapanema 3	3.564,30	75.617	17%	31%	41%	11%	<1%
Paranapanema 4	4.134,90	64.859	25%	18%	7%	50%	<1%
Pirapó	5.098,10	389.287	38%	43%	10%	9%	<1%
Paraná 1	1.267,10	34.314	6%	1%	82%	11%	<1%
Paraná 2	2.256,40	31.733	21%	<1%	15%	63%	<1%
Paraná 3	7.979,40	687.503	49%	24%	11%	16%	<1%
Piquiri	24.171,70	548.639	36%	23%	11%	31%	<1%

Fonte: Adaptado Sema (2013); IBGE (2010).

Na Tabela 2 tem-se o comparativo de cada ano dentre as 16 bacias hidrográficas presentes no Estado do Paraná, no qual as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Observa-se na tabela que a Bacia Litorânea apresentou em todos os anos a maior precipitação no comparativo das demais bacias, fator que será descrito mais detalhadamente quando for discutido sobre ela, mas anuncia-se que é a que possui maior área de mata, corroborando com os dados obtidos. A Bacia do Rio Iguaçu também apresentou índices de maiores precipitações em 7 dos anos analisados (1990; 1992; 2000; 2002; 2007; 2013 e 2014), um fator que contribui para este dado é que ela possui a maior área de abrangência.

Tabela 2: Precipitação acumulada anual das bacias hidrográficas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020.

ANO	CIN	IGU	ITA	IVA	LIT	PR1	PR2	PR3	PA1	PA2	PA3	PA4	PIQ	PIR	RIB	TIB
	----- Precipitação acumulada anual (mm) -----															
1990	1558 D	2352 A	1550 D	1851 C	2582 A	1286 D	1596 D	2007 B	1497 D	1414 D	1519 D	1526 D	2111 B	1664 C	1572 D	1754 C
1991	1453 B	1527 B	1515 B	1316 C	2067 A	1011 D	1152 D	1618 B	1571 B	1245 C	1047 D	1122 D	1553 B	1293 C	1203 C	1329 C
1992	1613 C	2093 A	1537 C	1841 B	2206 A	1579 C	1853 B	2214 A	1471 C	1459 C	1440 C	1464 C	2149 A	1601 C	1307 C	1671 C
1993	1505 C	1965 B	1530 C	1636 C	2296 A	1195 E	1465 D	1684 C	1465 D	1438 D	1371 D	1241 E	1833 B	1528 C	1675 C	1739 C
1994	1173 C	1916 B	1256 C	1548 C	2351 A	1260 C	1379 C	1704 B	1305 C	1178 C	1317 C	1227 C	1761 B	1308 C	1360 C	1387 C
1995	1534 C	1720 B	1717 B	1631 B	2614 A	1420 C	1444 C	1595 B	1505 C	1449 C	1385 C	1358 C	1766 B	1545 C	1723 B	1573 B
1996	1339 D	2199 B	1543 D	1641 D	2506 A	1531 D	1450 D	1900 C	1396 D	1397 D	1479 D	1460 D	1878 C	1555 D	1809 C	1661 D
1997	1742 C	2235 B	1889 C	1963 C	2467 A	1560 C	1730 C	2010 B	1748 C	1769 C	1639 C	1667 C	2137 B	1870 C	1680 C	1818 C
1998	1625 D	2579 B	1736 D	1974 C	2918 A	1425 D	1814 C	2461 B	1548 D	1687 D	1624 D	1625 D	2272 B	1868 C	1921 C	2016 C
1999	1160 E	1606 B	1263 D	1360 C	2561 A	1033 E	1220 D	1402 C	1242 D	1422 C	1247 D	1052 E	1408 C	1285 D	1291 D	1304 D
2000	1388 C	1874 A	1434 C	1739 A	1880 A	1569 C	1648 B	1898 A	1449 C	1604 B	1297 C	1368 C	1940 A	1421 C	1503 C	1531 B
2001	1291 D	1976 B	1432 D	1623 C	2507 A	1395 D	1502 D	1682 C	1394 D	1329 D	1300 D	1460 D	1731 C	1404 D	1785 C	1638 C
2002	1478 B	1948 A	1239 C	1591 B	2037 A	1196 C	1521 B	1871 A	1516 B	1457 B	1408 B	1273 C	1804 A	1364 C	1539 B	1516 B
2003	1360 C	1695 B	1403 C	1530 C	2015 A	1371 C	1674 B	1880 A	1199 C	1251 C	1425 C	1409 C	1734 B	1455 C	1453 C	1446 C
2004	1366 C	1629 B	1425 C	1668 B	2304 A	1298 C	1574 B	1645 B	1258 C	1259 C	1292 C	1334 C	1764 B	1428 C	1514 B	1490 B
2005	1353 C	1866 B	1333 C	1485 C	2062 A	1157 C	1270 C	1687 B	1379 C	1299 C	1320 C	1325 C	1742 B	1380 C	1362 C	1451 C
2006	1151 C	1370 C	1060 C	1406 B	1889 A	1159 C	1365 B	1483 B	1174 C	1162 C	1221 C	1396 B	1577 B	1280 C	1091 C	1175 C
2007	1476 B	1786 A	1345 C	1497 B	1959 A	1262 C	1263 C	1530 B	1425 B	1417 B	1320 C	1257 C	1558 B	1461 B	1408 B	1478 B
2008	1351 C	1616 B	1344 C	1406 B	2885 A	1138 C	1297 C	1626 B	1259 C	1168 C	1115 C	1231 C	1563 B	1221 C	1365 C	1443 B
2009	1920 B	2048 B	1744 C	2010 B	2426 A	1514 C	1766 C	1971 B	1658 C	1760 C	1936 B	1702 C	1990 B	2132 B	1654 C	1968 B
2010	1323 D	1952 B	1304 D	1548 C	2913 A	1268 D	1453 D	1624 C	1103 D	1238 D	1351 D	1387 D	1689 C	1379 D	1741 C	1548 C
2011	1329 D	1997 B	1351 C	1647 C	2633 A	1393 D	1497 D	1673 C	1150 D	1222 D	1288 D	1267 D	1780 C	1365 D	1562 C	1580 C
2012	1282 D	1652 B	1326 D	1446 C	2124 A	1174 D	1331 D	1635 B	1490 C	1510 C	1758 B	1472 C	1557 C	1444 C	1436 C	1467 C
2013	1540 B	2126 A	1415 B	1891 A	2182 A	1518 B	1730 B	2097 A	1600 B	1446 B	1613 B	1498 B	2090 A	1638 B	1545 B	1731 B
2014	1425 C	2260 A	1424 C	1875 B	2069 A	1282 C	1751 B	2217 A	1176 C	1310 C	1364 C	1440 C	1985 B	1470 C	1459 C	1640 C
2015	1995 C	2285 B	1981 C	2411 B	2904 A	2032 C	2475 B	2396 B	1831 C	1978 C	2040 C	1883 C	2383 B	2213 C	1766 C	2126 C
2016	1578 C	1818 B	1579 C	1829 B	2238 A	1443 C	1795 B	1866 B	1496 C	1839 B	1561 C	1383 C	2017 A	1707 B	1523 C	1765 B
2017	1789 C	1883 C	1773 C	1898 C	2536 A	1689 D	1617 D	2154 B	1611 D	1595 D	1464 D	1524 D	1926 C	1729 C	1633 D	1787 C
2018	1141 D	1566 B	1124 D	1547 B	2047 A	1543 B	1614 B	1732 B	1442 C	1407 C	1328 C	1326 C	1658 B	1592 B	1262 C	1362 C
2019	1099 C	1560 B	1204 C	1450 B	2232 A	985 C	1316 B	1498 B	1183 C	1147 C	1059 C	991 C	1408 B	1283 B	1298 B	1369 B
2020	1121 B	1370 B	1108 B	1202 B	1907 A	1293 B	1076 B	1219 B	1131 B	1027 B	1139 B	1197 B	1283 B	1193 B	1136 B	1178 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Em

que: CIN – Bacia do Rio das Cinzas; IGU – Bacia do Rio Iguaçu; ITA – Bacia do Rio Itararé; IVA – Bacia do Rio Ivaí; LIT – Bacia Litorânea; PR1 – Bacia do Rio Paraná 1; PR2 – Bacia do Rio Paraná 2; PR3 – Bacia do Rio Paraná 3; PA1 – Bacia do Rio Paranapanema 1; PA2 – Bacia do Rio Paranapanema 2; PA3 – Bacia do Rio Paranapanema 3; PA4 – Bacia do Rio Paranapanema 4; PIQ – Bacia do Rio Piquiri; PIR – Bacia do Rio Pirapó; RIB – Bacia do Rio Ribeira; TIB – Bacia do Rio Tibagi.

A primeira análise que pode ser realizada é um comparativo das bacias que possuem áreas proporcionais entre si. Tem-se as bacias de Piquiri e Tibagi, que possuem 24.171,7 e 24.937,4 km<sup>2</sup>, respectivamente, apresentaram valores de precipitação semelhantes estatisticamente nos anos de 199; 2001; 2004; 2007; 2009; 2010; 2011; 2012; 2017; 2019 e 2020, sendo que neste último ano praticamente todas as bacias apresentaram índices pluviométricos iguais (estatisticamente) exceto a Bacia Litorânea, como já mencionado.

Nas bacias Cinzas e Ribeira, com 9.736 e 9.612,8 km<sup>2</sup>, respectivamente, apresentaram precipitações estatisticamente iguais em 1990; 1992; 1993; 1994; 1997; 2002; 2003; 2005; 2006; 2007; 2008; 2013; 2014; 2015; 2016; e 2020, ou seja, em mais de 50% do período analisado.

As bacias Litorânea e Pirapó, que possuem áreas de 5.630,8 e 5098,1 km<sup>2</sup>, não apresentaram em nenhum ano índices pluviométricos semelhantes.

Já para as bacias de Itararé e Paranapanema 4, com áreas de 4.845,4 e 4.134,9 km<sup>2</sup>, respectivamente, este comportamento foi observado nos anos de 1990; 1992; 1994; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005; 2007; 2008; 2009; 2010; 2013; 2014; 2015; 2016; 2019 e 2020, ocorrendo em 73% do período analisado.

E as duas últimas bacias que possuem áreas semelhantes são Paranapanema 1 e Paraná 1, com 1.231,7 e 1.267,1 km<sup>2</sup>, respectivamente. Elas apresentaram índices pluviométricos estatisticamente iguais em 80% do período analisado, sendo nos anos de 1990; 1992; 1994; 1995; 1996; 1997; 1998; 2000; 2001; 2003; 2004; 2005; 2006; 2008; 2009; 2010; 2011; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2019 e 2020.

Além da Bacia Litorânea, nos anos de 1990; 1992; 2000; 2002; 2003; 2007; 2013; 2014 e 2016, outras bacias apresentaram as maiores precipitações do ano. A Bacia do Rio Iguaçu apresentou este comportamento em 7 anos destes apresentados, visto que estas bacias possuem proximidade entre si, ligando a região Leste à Oeste do estado. A Bacia do Rio Piquiri esteve em 6 anos com a maior precipitação, no entanto a Bacia Litorânea possui 20% de área

comparando com a do Rio Piquiri. Outra bacia que também apresentou volumes de precipitação maior dentro do ano analisado foi a Bacia de Paraná 3, também em 6 anos. Já a Bacia do Rio Ivaí apresentou índices de precipitação maiores em todo o estado nos anos de 2000 e 2013, visto que esta bacia possui a segunda maior área de abrangência do estado.

A Bacia do Rio Paraná 1 foi a que apresentou menores índices de precipitação, não ocorrendo em apenas 1 ano. Já a Bacia do Rio Paranapanema 3 esteve presente com os menores valores de precipitação em 26 dos 30 anos analisados. E as Bacias do Rio Paraná 3, Itararé e Paranapanema 4, obtiveram volumes de precipitação menores dentre todas as bacias em 25 anos, sendo que Paraná 3, está presente predominantemente na Região Oeste do estado, que foi uma das regiões que mais sofreu com a estiagem.

Na Tabela 3 tem-se o comparativo de cada bacias hidrográficas presentes no Estado do Paraná ao longo do período analisado, no qual as médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Tabela 3: Precipitação acumulada anual das bacias hidrográficas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020.

ANO	CIN	IGU	ITA	IVA	LIT	PR1	PR2	PR3	PA1	PA2	PA3	PA4	PIQ	PIR	RIB	TIB
----- Precipitação acumulada anual (mm) -----																
1990	1558 c	2352 b	1550 c	1851 c	2582 b	1286 d	1596 c	2007 c	1497 b	1414 b	1519 b	1526 c	2111 b	1664 c	1572 b	1754 c
1991	1453 e	1527 j	1515 c	1316 i	2067 d	1011 e	1152 e	1618 e	1571 b	1245 b	1047 d	1122 f	1553 e	1293 f	1203 d	1329 g
1992	1613 c	2093 d	1537 c	1841 c	2206 c	1579 b	1853 b	2214 b	1471 b	1459 b	1440 c	1464 c	2149 b	1601 d	1307 c	1671 d
1993	1505 d	1965 e	1530 c	1636 e	2296 c	1195 d	1465 d	1684 e	1465 b	1438 b	1371 c	1241 e	1833 d	1528 d	1675 a	1739 c
1994	1173 g	1916 f	1256 e	1548 f	2351 c	1260 d	1379 d	1704 e	1305 c	1178 b	1317 c	1227 e	1761 d	1308 f	1360 c	1387 g
1995	1534 d	1720 h	1717 b	1631 e	2614 b	1420 c	1444 d	1595 e	1505 b	1449 b	1385 c	1358 d	1766 d	1545 d	1723 a	1573 e
1996	1339 f	2199 c	1543 c	1641 e	2506 b	1531 b	1450 d	1900 d	1396 b	1397 b	1479 c	1460 c	1878 c	1555 d	1809 a	1661 d
1997	1742 b	2235 c	1889 a	1963 b	2467 b	1560 b	1730 b	2010 c	1748 a	1769 a	1639 b	1667 b	2137 b	1870 b	1680 a	1818 c
1998	1625 c	2579 a	1736 b	1974 b	2918 a	1425 c	1814 b	2461 a	1548 b	1687 a	1624 b	1625 b	2272 a	1868 b	1921 a	2016 b
1999	1160 g	1606 i	1263 e	1360 h	2561 b	1033 e	1220 e	1402 f	1242 c	1422 b	1247 c	1052 f	1408 f	1285 f	1291 c	1304 g
2000	1388 e	1874 f	1434 d	1739 d	1880 d	1569 b	1648 c	1898 d	1449 b	1604 a	1297 c	1368 d	1940 c	1421 e	1503 b	1531 e
2001	1291 f	1976 e	1432 d	1623 e	2507 b	1395 c	1502 d	1682 e	1394 b	1329 b	1300 c	1460 c	1731 d	1404 e	1785 a	1638 d
2002	1478 d	1948 e	1239 e	1591 e	2037 d	1196 d	1521 d	1871 d	1516 b	1457 b	1408 c	1273 e	1804 d	1364 f	1539 b	1516 e
2003	1360 f	1695 i	1403 d	1530 f	2015 d	1371 c	1674 c	1880 d	1199 c	1251 b	1425 c	1409 d	1734 d	1455 e	1453 c	1446 f
2004	1366 f	1629 i	1425 d	1668 e	2304 c	1298 d	1574 d	1645 e	1258 c	1259 b	1292 c	1334 d	1764 d	1428 e	1514 b	1490 f
2005	1353 f	1866 f	1333 d	1485 f	2062 d	1157 d	1270 e	1687 e	1379 b	1299 b	1320 c	1325 d	1742 d	1380 f	1362 c	1451 f
2006	1151 g	1370 k	1060 e	1406 h	1889 d	1159 d	1365 d	1483 f	1174 c	1162 b	1221 d	1396 d	1577 e	1280 f	1091 d	1175 h
2007	1476 d	1786 g	1345 d	1497 f	1959 d	1262 d	1263 e	1530 f	1425 b	1417 b	1320 c	1257 e	1558 e	1461 e	1408 c	1478 f
2008	1351 f	1616 i	1344 d	1406 h	2885 a	1138 d	1297 e	1626 e	1259 c	1168 b	1115 d	1231 e	1563 e	1221 f	1365 c	1443 f
2009	1920 a	2048 d	1744 b	2010 b	2426 b	1514 b	1766 b	1971 c	1658 a	1760 a	1936 a	1702 b	1990 c	2132 a	1654 b	1968 b
2010	1323 f	1952 e	1304 d	1548 f	2913 a	1268 d	1453 d	1624 e	1103 c	1238 b	1351 c	1387 d	1689 d	1379 f	1741 a	1548 e
2011	1329 f	1997 e	1351 d	1647 e	2633 b	1393 c	1497 d	1673 e	1150 c	1222 b	1288 c	1267 d	1780 d	1365 f	1562 b	1580 e
2012	1282 f	1652 i	1326 d	1446 g	2124 d	1174 d	1331 e	1635 e	1490 b	1510 b	1758 b	1472 c	1557 e	1444 e	1436 c	1467 f
2013	1540 d	2126 d	1415 d	1891 c	2182 c	1518 b	1730 b	2097 c	1600 a	1446 b	1613 b	1498 c	2090 b	1638 c	1545 b	1731 c
2014	1425 e	2260 c	1424 d	1875 c	2069 d	1282 d	1751 b	2217 b	1176 c	1310 b	1364 c	1440 c	1985 c	1470 e	1459 c	1640 d
2015	1995 a	2285 c	1981 a	2411 a	2904 a	2032 a	2475 a	2396 a	1831 a	1978 a	2040 a	1883 a	2383 a	2213 a	1766 a	2126 a
2016	1578 c	1818 g	1579 c	1829 c	2238 c	1443 c	1795 b	1866 d	1496 b	1839 a	1561 b	1383 d	2017 c	1707 c	1523 b	1765 c
2017	1789 b	1883 f	1773 b	1898 c	2536 b	1689 b	1617 c	2154 b	1611 a	1595 a	1464 c	1524 c	1926 c	1729 c	1633 b	1787 c
2018	1141 g	1566 j	1124 e	1547 f	2047 d	1543 b	1614 c	1732 e	1442 b	1407 b	1328 c	1326 d	1658 d	1592 d	1262 d	1362 g
2019	1099 g	1560 j	1204 e	1450 g	2232 c	985 e	1316 e	1498 f	1183 c	1147 b	1059 d	991 f	1408 f	1283 f	1298 c	1369 g
2020	1121 g	1370 k	1108 e	1202 j	1907 d	1293 d	1076 e	1219 g	1131 c	1027 b	1139 d	1197 e	1283 g	1193 f	1136 d	1178 h

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Em que: CIN – Bacia do Rio das Cinzas; IGU – Bacia do Rio Iguaçu; ITA – Bacia do Rio Itararé; IVA – Bacia do Rio Ivaí; LIT – Bacia Litorânea; PR1 – Bacia do Rio Paraná 1; PR2 – Bacia do Rio Paraná 2; PR3 – Bacia do Rio Paraná 3; PA1 – Bacia do Rio Paranapanema 1; PA2 – Bacia do Rio Paranapanema 2; PA3 – Bacia do Rio Paranapanema 3; PA4 – Bacia do Rio Paranapanema 4; PIQ – Bacia do Rio Piquiri; PIR – Bacia do Rio Pirapó; RIB – Bacia do Rio Ribeira; TIB – Bacia do Rio Tibagi.

Dentre as 16 bacias hidrográficas presentes no Paraná, 12 delas apresentaram o ano de 2015 com os maiores volumes de precipitação dentre todo o período analisado. E para o ano de 1998, 6 apresentaram o maior volume, visto que algumas tiveram mais de 1 ano com quantidades de chuvas grandes e com valores semelhantes significativamente. Uma delas é a Bacia do Rio Iguaçu, a maior presente no estado, e dentre todas as que fazem fronteiras com esta bacia, somente a Bacia do Rio Tibagi que não apresentou o maior volume de precipitação em 1998, no entanto este fator ocorreu como o segundo maior volume.

O ano de 2019 foi crítico em volume de chuvas para 11 das bacias hidrográficas, valor que se repete para o ano de 2020. Já a sequência 2019-2020 que teve-se um agravamento da quantidade de precipitação no estado ocorreu nas bacias: Rio das Cinzas, Itararé, Paraná 2, Paranapanema 1, Paranapanema 2, Paranapanema 3 e Pirapó, sendo que exceto a bacia do Rio Paraná 2, as demais todas fazem fronteira entre si.

A seguir será realizada a avaliação de cada bacia, com os índices pluviométricos no período de 1990 à 2020 e as consequências da baixa precipitação para cada uma.

#### 4.1 LITORÂNEA

As águas da Bacia Litorânea passam por 11 municípios. Sua nascente fica na região da Serra do Mar (PARANÁ, 2019). O principal uso do recurso hídrico é utilizado para abastecimento público (57%), visto que o percentual da população do estado presente nesta região é de 2,5%, não ocorreu em prejuízos na distribuição de água para a população.

A média de precipitação anual para esta região para o período analisado é alta, comparada com as demais bacias em estudo, como pode ser visualizado na Figura 5. Quanto à amplitude das barras (tamanho), apresentaram

características de menor homogeneidade entre as estações do ano quanto a quantidade de precipitação. O maior volume de chuvas ocorreu no ano de 1998. E as menores precipitações nos anos de 1991; 2000; 2003; 2005; 2006; 2007; 2012; 2014; 2018; 2020, no entanto, demonstram que estão dentro do limite inferior, ou seja, estão dentro do limite da média para o período analisado.

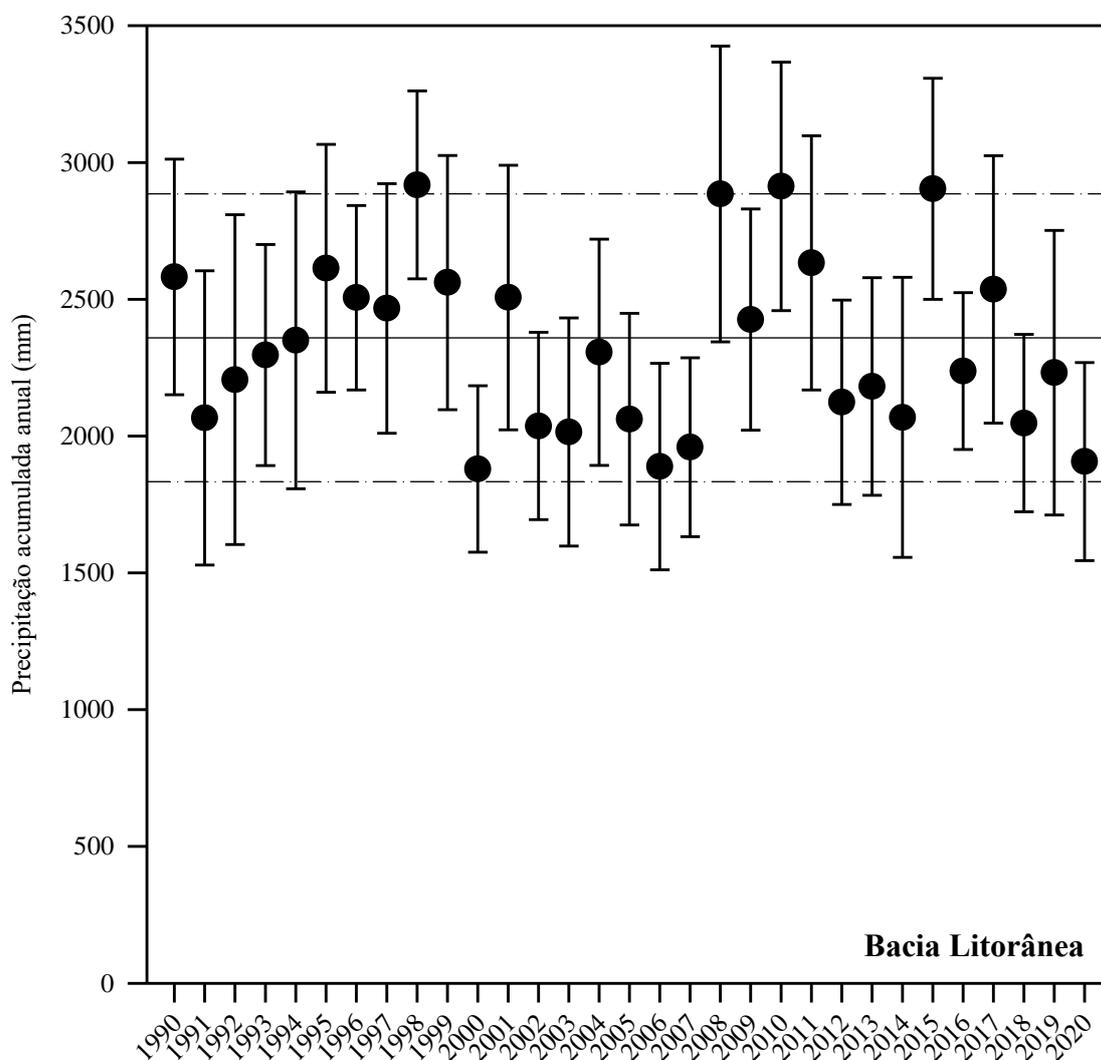


Figura 5 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica Litorânea do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a 1σ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Outro fator que corrobora com este estudo é que, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social - IPARDES (2013), a bacia Litorânea possui bons indicadores de conservação dos recursos naturais, destacando-se por apresentar a maior taxa de conservação de remanescentes do Estado. Nela estão localizadas áreas de extrema relevância para a conservação da biodiversidade e que são consideradas por várias entidades

governamentais e não governamentais como prioritárias para esse fim. O que é confirmado por algumas porções significativas da Mata Atlântica – cerca de 13% destes remanescentes – estarem legalmente protegidas em Unidades de Conservação de Proteção Integral, e cerca de 90% do território estar protegido por algum tipo de instrumento legal de preservação ambiental.

## 4.2 RIO IGUAÇU

A bacia Iguaçu representa a maior em extensão territorial. Passa por 113 municípios do Paraná, sendo considerado o maior rio paranaense. As cataratas do Iguaçu são o grande destaque dessa bacia (PARANÁ, 2019). Esta bacia abrange o maior percentual da população do estado, aproximadamente 44%.

A bacia do Alto Iguaçu destaca-se pela diversidade de ambientes naturais em seu território. Na porção leste, na Serra do Mar, ocorrem as nascentes dos rios tributários do rio Iguaçu, sendo que parte dessas nascentes está protegida pela Floresta Atlântica; a oeste encontra-se o Primeiro Planalto. Esta bacia contém cerca de 15% de remanescentes florestais e uma extensão de 14% de sua área com Unidades de Conservação de Proteção Integral e de Desenvolvimento Sustentado. Na bacia do Médio Iguaçu concentra-se cerca de 19% de remanescentes da Floresta de Araucária, tendo o maior estoque contínuo desta floresta no Estado. Entre os componentes de recursos naturais, a cobertura florestal constitui um patrimônio expressivo na bacia, colocando-a na terceira posição com relação ao estoque total do Estado. Os municípios que concentram as maiores taxas de Floresta de Araucária são: General Carneiro, Reserva do Iguaçu, Coronel Domingos Soares, Inácio Martins, Cruz Machado e União da Vitória. Na bacia do Baixo Iguaçu tem-se extensas áreas contínuas de vegetação de Campos Naturais, que se destacam como importantes remanescentes e por serem as últimas e mais representativas áreas com essa vegetação do Paraná, localizados no município de Palmas. Este bioma está parcialmente protegido pelo Refúgio de Vida Silvestre dos Campos de Palmas, uma Unidade de Conservação federal com extensão de 16.445 ha. No entanto, as tendências mostram que áreas com agricultura de grãos e reflorestamento

ocupam as últimas parcelas de Campos Naturais ainda existentes. Também ocorre, parcialmente localizada nessa bacia, extensa e significativa área de cobertura florestal protegida pelo Parque Nacional do Iguaçu, que foi criado em 1923 como garantia de integridade das Cataratas de Iguaçu e representa atualmente uma das mais importantes áreas de reserva da biodiversidade de Florestas Pluviais de Interior. Em contraponto a este maciço florestal está o intenso desmatamento no restante do território, que acompanhou a expansão das atividades econômicas, de tal forma que a ocupação agrícola da bacia resultou na grande perda de sua cobertura vegetal nativa, restando atualmente apenas 9% (IPARDES, 2013).

Nesta bacia está localizada as Cataratas do Iguaçu, que foi visivelmente afetada pela baixa dos índices pluviométricos a partir do ano de 2015.

Na Figura 6, observa-se que no ano de 1998 a bacia atingiu o nível de chuvas mais alto no período analisado. Os anos de 2006 e 2020 foram os que apresentaram menor volume de chuvas, além de se apresentarem foram no limite médio, estando abaixo do limite inferior. Outro fator que pode ser visualizado na Figura 6 é que nos anos de 2018, 2019 e 2020 a amplitude das barras diminuem, correspondendo na no aumento da homogeneidade de chuvas com relação ao ano todo, concluindo que as estações do ano que, historicamente, possuem um volume de chuva maior, não ocorreu, corroborando com a crise hídrica.

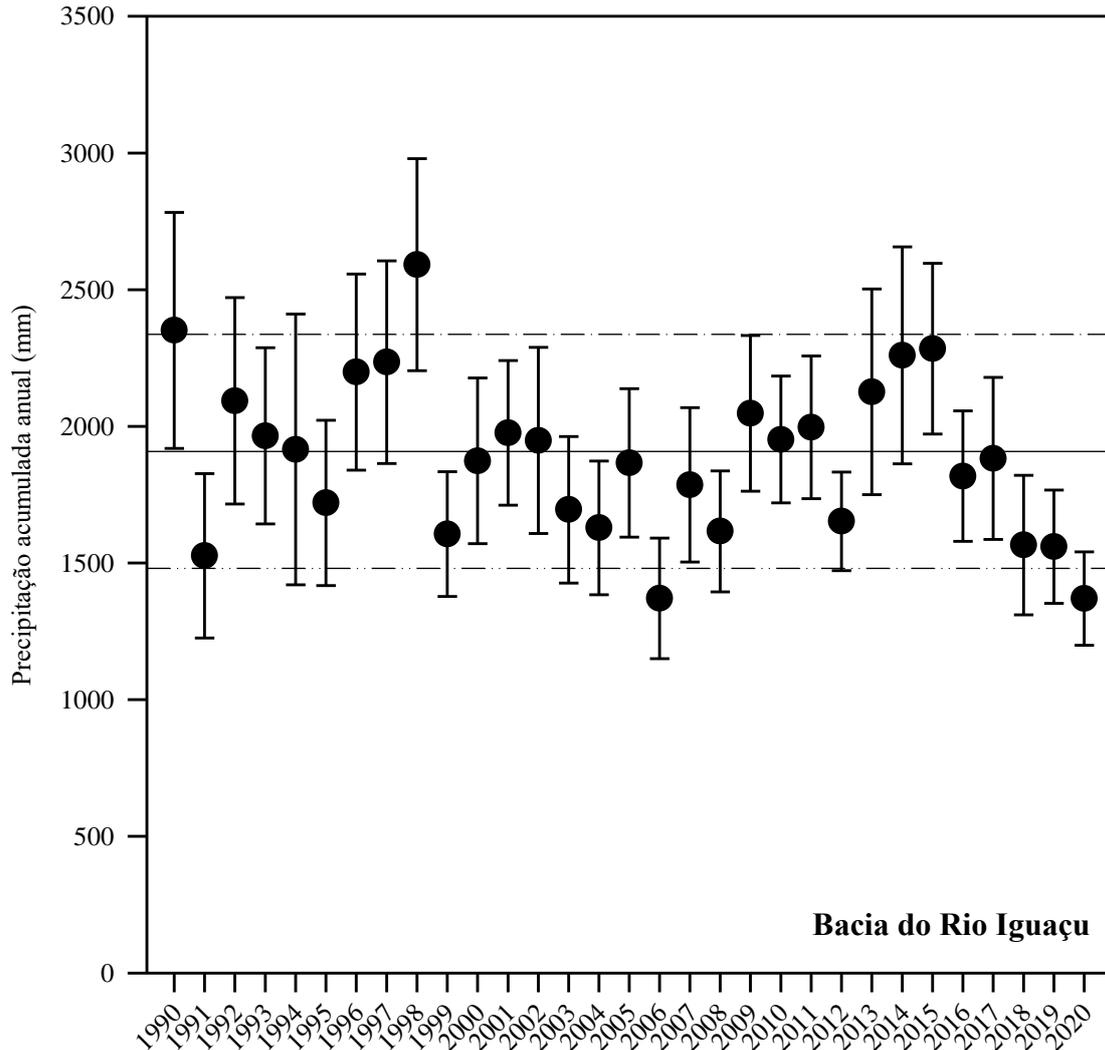


Figura 6 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Iguaçu do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a 1σ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Também no ano de 2020, os municípios que abrangem a bacia do Iguaçu, sofreram com rodízios impostos pela SANEPAR de maneira constante.

A Região Metropolitana de Curitiba, pelo fato de estar densamente ocupada, apresenta muitos rios com qualidade de água comprometida, em situação crítica, que podem variar de extremamente poluída a poluída, indicando o comprometimento dos rios próximos aos mananciais de abastecimento. Situações muito críticas ocorrem nos rios da bacia do Alto Iguaçu, que necessitam de medidas de recuperação e tratamento. Os piores índices estão localizados nas microbacias da margem direita do rio Iguaçu, do rio Iraí e do rio Verde, sendo as duas últimas microbacias utilizadas para abastecimento público. O reservatório do Iraí, em Pinhais, destinado ao abastecimento público de água,

encontra-se na classe IV (IPARDES, 2013), estes dados referem-se ao período de 2009 à 2011.

Em um estudo sobre os impactos econômicos da crise hídrica para a região Metropolitana de Curitiba (que está inserida na Bacia Iguaçu), Carvalho, Vale e Souza (2021) concluíram que a restrição de água gerou uma perda de 0,58% no PIB, além de provocar uma redução no emprego de 1,03%. Também por ser um importante insumo de produção, os preços domésticos também ficam relativamente mais caros, impactando negativamente as exportações. Outros setores com maiores coeficientes técnicos de água e aqueles que estão mais ligados a estes via cadeia produtiva acaba sendo mais afetada negativamente pela escassez hídrica. Destaca-se a elevada queda no nível de atividade dos setores de semiacabados, laminados e tubos de aço, água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos, produtos da metalurgia de metais não-ferrosos, peças fundidas de aço e metais não-ferrosos, e setores de serviços, como alojamento em hotéis e similares. De modo geral, os resultados apresentados reforçam que, com os níveis atuais de utilização de água tanto pelas famílias quanto pelas empresas, a limitação na disponibilidade de água gera efeitos negativos sobre a economia.

Nos dias 9 e 10 de junho de 2021, a vazão das Cataratas do Iguaçu foi de 308 mil litros de água por segundo, um quinto da vazão considerada normal, que é de 1,5 milhão de litros por segundo. Na região da Ponte da Amizade, entre Foz do Iguaçu e Paraguai, o nível do rio está 8,5 metros abaixo da média dos últimos cinco anos (BRASIL DE FATO, 2021)

#### 4.3 RIO RIBEIRA

O rio passa por 16 municípios, com população pequena em comparação com as demais bacias do estado (1,57%), a maioria na região metropolitana de Curitiba. Várias práticas de esporte e aventura podem ser realizadas nesse rio, em destaque à Usina de Capivari, em Campina Grande do Sul (PARANÁ, 2019).

A bacia do Ribeira possui indicadores favoráveis de conservação dos recursos naturais. Tem a segunda maior taxa de conservação de remanescentes do Estado, com 22% de cobertura vegetal formada de Floresta Atlântica e

Floresta de Araucária. Situam-se nesta bacia municípios com grandes áreas de cobertura remanescente (27% a 48%), tais como Adrianópolis, Tunas do Paraná, Bocaiuva do Sul e Campina do Sul. Esta situação é reforçada pelo fato de cerca de 12% do território estar protegido por algum instrumento legal de preservação ambiental (IPARDES, 2013).

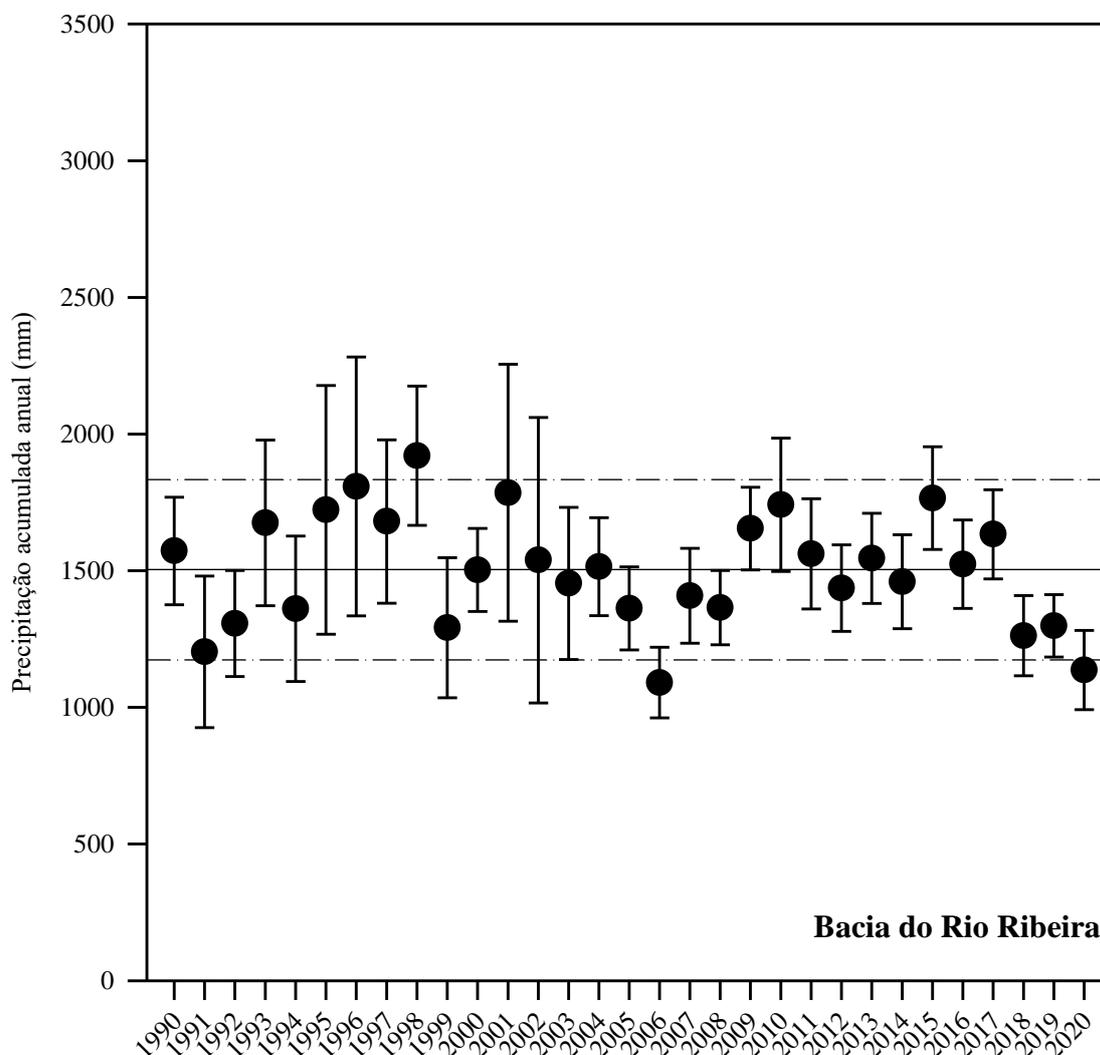


Figura 7 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Ribeira do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Os fatores de conservação ambiental resultam em valores máximos e mínimos de precipitação não muito discrepantes (1.921 e 1.091 mm), sendo o menor valor em 2006, no entanto ele é significativamente igual aos anos de 1991, 2018 e 2020. Na Figura 7, observa-se que a amplitude das barras diminuiu a partir do ano de 2003, ou seja, quanto menor o tamanho desta barra, menor é a variação de chuva entre as estações do ano analisado, com isso conclui-se que

que o nível de precipitação está diminuindo, pois em períodos de maior chuva não houve este fator.

A Bacia do Ribeira também é parte integrante de uma bacia maior, a Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguapé, localizada no Estado de São Paulo.

Ferreira e Valverde (2022), analisaram como eventos extremos de precipitação são causados pelo excesso ou falta de chuva na Bacia do Rio Ribeira de Iguapé localizada no Estado de São Paulo, e ao analisarem os dados históricos (1981-2005) identificaram tendências de aumento nos números de dias secos consecutivos e em anos com dias muito chuvosos nas três sub-bacias analisadas. Também realizaram projeções de dois modelos e cenários indicam para um futuro mais próximo (2006-2040) períodos de estiagem mais longos e uma menor intensidade da chuva diária até 2099.

#### 4.4 RIO DAS CINZAS

Nesta bacia, 34 municípios fazem parte da rota desse rio, a população representa 2,74% quando comparada ao estado. O Salto Cavalcanti, em Tomazina, é um exemplo das opções de lazer aquático que este rio oferece (PARANÁ, 2019).

A bacia do Cinzas possui uma porção muito reduzida de cobertura florestal, com apenas 5% do território com remanescentes – uma das menores taxas de cobertura vegetal do Estado (IPARDES, 2013).

A Figura 8 apresenta picos de precipitação nos anos de 2009, 2015 e 2017, sendo os anos de 2009 e 2015 maiores e iguais, estatisticamente. Observa-se que na maior parte do período analisado se enquadram nos limites de controle inferiores e superiores, sendo algumas exceções na qual a maior preocupação é nos anos de 2018, 2019 e 2020 que apresentaram os menores volumes de chuvas. Também se observa que as amplitudes das barras, no geral, são pequenas e no ano de 2020 é a menor entre todas, ou seja, quanto menor o tamanho desta barra, menor é a variação de chuva entre as estações do ano analisado, com isso conclui-se que o nível de precipitação está diminuindo, pois em períodos de maior chuva não houve este fator.

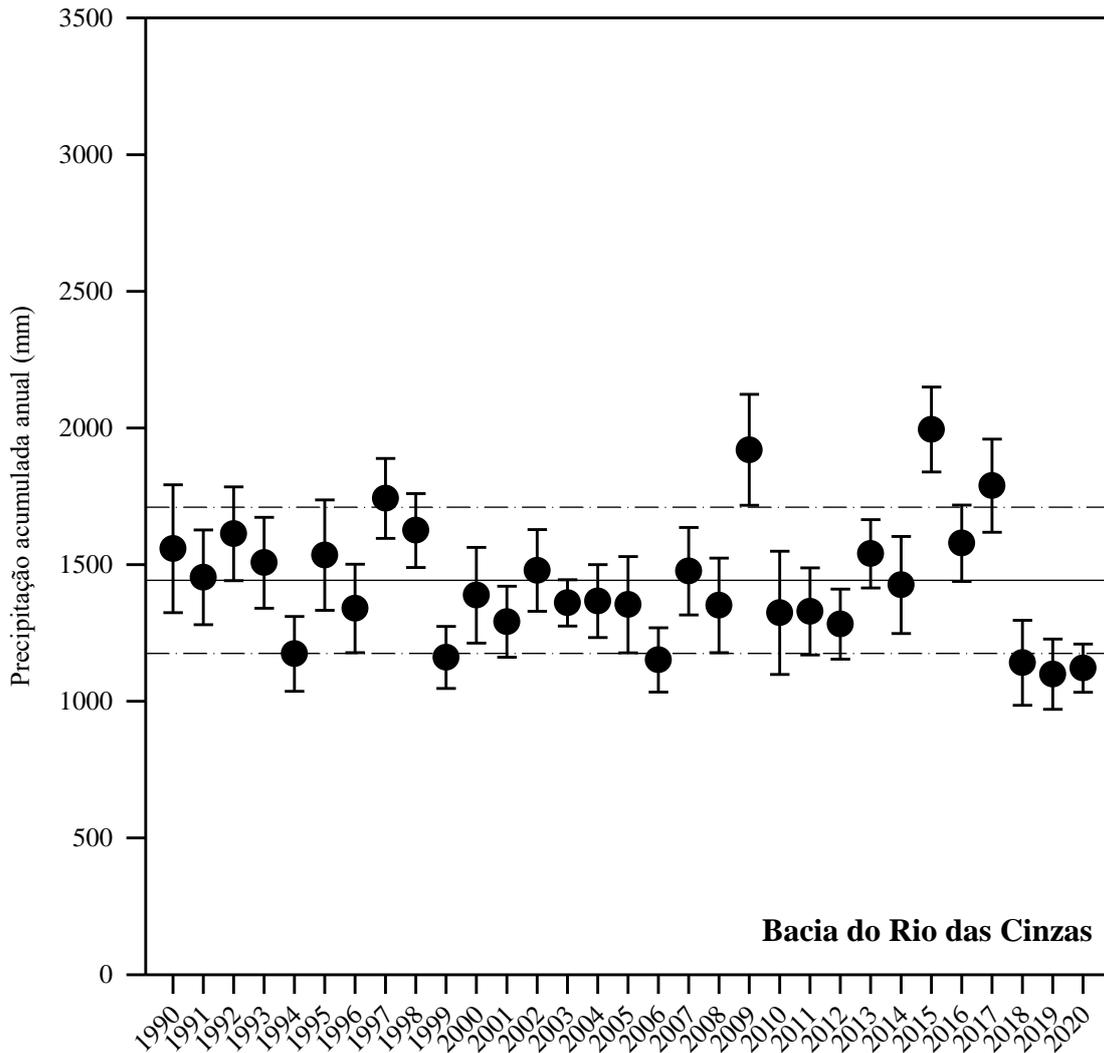


Figura 8 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio das Cinzas do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a 1σ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

No entanto com a baixa precipitação depois de 2017, fez com que o Instituto Água e Terra decretasse por meio da Portaria 242/2021 a proibição da pesca em toda a Bacia do Rio das Cinzas. No trecho que liga as cidades de Bandeirantes a Andirá, o nível da água está em 34 centímetros, diante de uma cota média de 90 cm, o que representa 37% da normalidade. A Bacia do Rio das Cinzas compõe os rios do Norte Pioneiro do Estado, região tipicamente agrícola e representativa para o lazer, recreação e pesca. Os dois principais rios da região são o Rio das Cinzas e o Rio Laranjinha. Rio Laranjinha está com apenas 33% da cota média de água. Isso significa que a população de peixes perdeu 67% do seu habitat natural. A cota média do rio é de 124 cm e, atualmente, está com 42

cm (PARANÁ, 2021).

#### 4.5 RIO PARANAPANEMA 1

Passa por 5 municípios e representam 0,71% da população do estado. Turistas fazem questão de fazer uma parada no Morro do Gavião, em Ribeirão Claro, para registrar a linda paisagem com o fundo do Rio Paranapanema (PARANÁ, 2019).

A marca da bacia é a presença das usinas hidrelétricas de Canoas I, Canoas II, Xavantes, Ourinhos e Salto Grande, no rio Paranapanema, o que garante posição favorável na produção de energia renovável. Com relação à qualidade ambiental, a bacia apresenta situação de baixos percentuais de cobertura vegetal remanescente de Floresta Estacional Semidecidual, com 8% da área da bacia. A condição ambiental muito modificada decorrente da cobertura florestal reduzida é intensificada pelo fato de estas florestas estarem distribuídas em fragmentos (IPARDES, 2013).

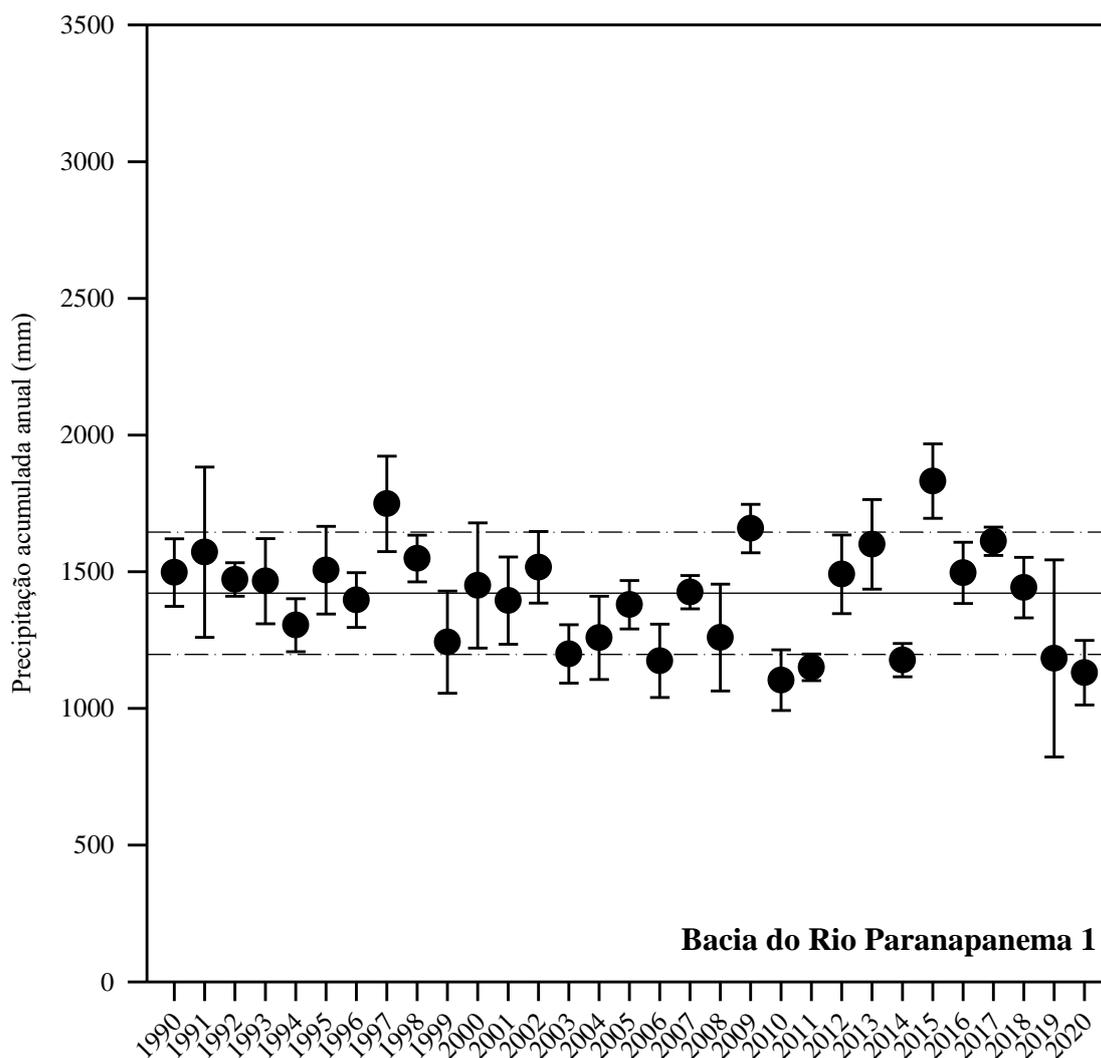


Figura 9 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 1 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

As menores precipitações ocorrem nos anos de 1994, 1999, 2003, 2004, 2006, 2008, 2010, 2011, 2014, 2019 e 2020, sendo estatisticamente iguais entre si. A maior precipitação ocorreu no ano de 2015 com 2.475 mm, depois ocorrendo um declínio de precipitação nos anos seguintes. Excluindo os anos de 1991 e 2019, observa-se na Figura 9 que os demais anos apresentaram pequena variação de chuvas ao longo do ano, não havendo grandes volumes de chuvas nos períodos chuvosos.

A região no qual a bacia está inserida tem um uso de 69% do recurso hídrico para a agricultura, assim a queda a partir do ano de 2015 nas médias de precipitação, fizeram com que os produtores buscassem investimentos para captar água do rio para irrigar as plantações, visto esta grande demanda a

Agência Nacional de Águas – ANA, elaborou um Relatório de Análise de Impacto Regulatório (2022) para toda a região do Rio Paranapanema, envolvendo os estados do Paraná e São Paulo.

#### 4.6 RIO PARANAPANEMA 2

O rio corta 4 municípios, dentre todas as bacias, esta apresenta a menor ocupação populacional, 0,04%. Um importante empreendimento será construído na rota do rio, em Sertaneja: O Hotel do Hard Rock (PARANÁ, 2019).

As taxas de cobertura remanescente são baixas, cerca de 7% da floresta nativa, e não há Unidades de Conservação nesta bacia (IPARDES, 2013).

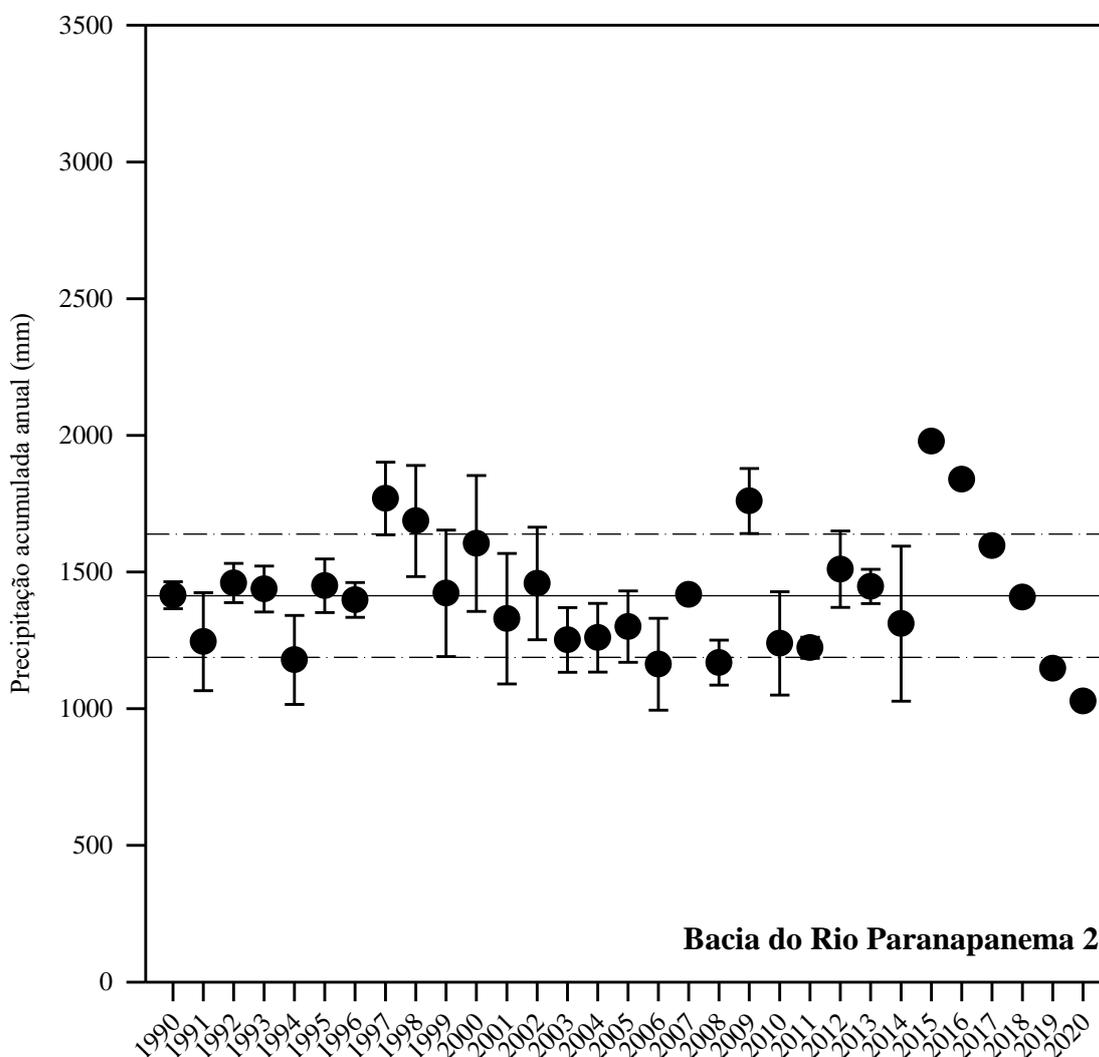


Figura 10 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 2 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

A Figura 10 apresenta a diminuição das médias anuais de precipitação desde o ano de 2015, e no ano de 2020 a quantidade de precipitação obtida foi de 1.027 mm, sendo o menor em 30 anos. Outra característica observada, que até então nenhuma outra bacia hidrográfica apresentou é as barras nos anos de 2015 até o ano de 2020 não serem visíveis e ainda na grande maioria das demais anos estudados, elas possuem amplitudes pequenas, este fato deve-se a variabilidade das chuvas nas diferentes estações do ano não apresentarem variação, ou seja, o volume de chuva de manteve estável durante todo o ano, no caso com volumes pequenos de precipitação.

Nesta bacia está inserida uma Usina Hidrelétrica – UHE, denominada Capivara. A Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (2021), divulgou no Parecer CT-UM nº 01/2021, que o reservatório da UHE Capivara com baixo volume de chuva desde 2014, apresentou em fevereiro de 2019 um volume útil de 18,4%, sendo necessário 45,7% como nível mínimo para manter a operacionalidade da usina. Também trouxeram os dados entre os anos de 2010 e 2018 foram regularizadas 13 áreas aquícolas no reservatório de Capivara, dos quais apenas dez entregaram o relatório de produção de 2019. Essas 13 áreas regularizadas somam uma capacidade de produção de aproximadamente 3.489 toneladas por ano, no entanto em 2019 foi produzido 893,89 toneladas de tilápia (*Oreochromis niloticus*), aproximadamente 26% da produção regularizada (SÃO PAULO, 2021).

#### 4.7 RIO ITARARÉ

Passa por 11 municípios, faz limite com o Estado de São Paulo e possui menos de 1% da população total do estado. Em Sangés é possível conhecer o Cânion do Jaguaricatú, a cachoeira do Sobradinho (véu de noiva e cachoeira Erva Doce (porto) (PARANÁ, 2019).

A bacia possui uma porção muito reduzida de cobertura florestal, com apenas 5% do território com remanescentes da Mata Atlântica, posicionando-se com uma das menores taxas de cobertura vegetal nativa do Estado, o que lhe confere uma situação de alta degradação ambiental (IPARDES, 2013).

Tem-se aproximadamente 49% do uso do recurso hídrico para a atividade

industrial, existem cinco fábricas de papel, sendo duas de grande porte. Uma está localizada no município de Arapotí, às margens do ribeirão Barra Mansa (afluente do Jaguariaiva) e outra no centro industrial de Jaguariaiva. Completam o quadro industrial, laticínios e microdestilarias, segundo o Comitê da Bacia Hidrográfica Rio Paranapanema (s/d).

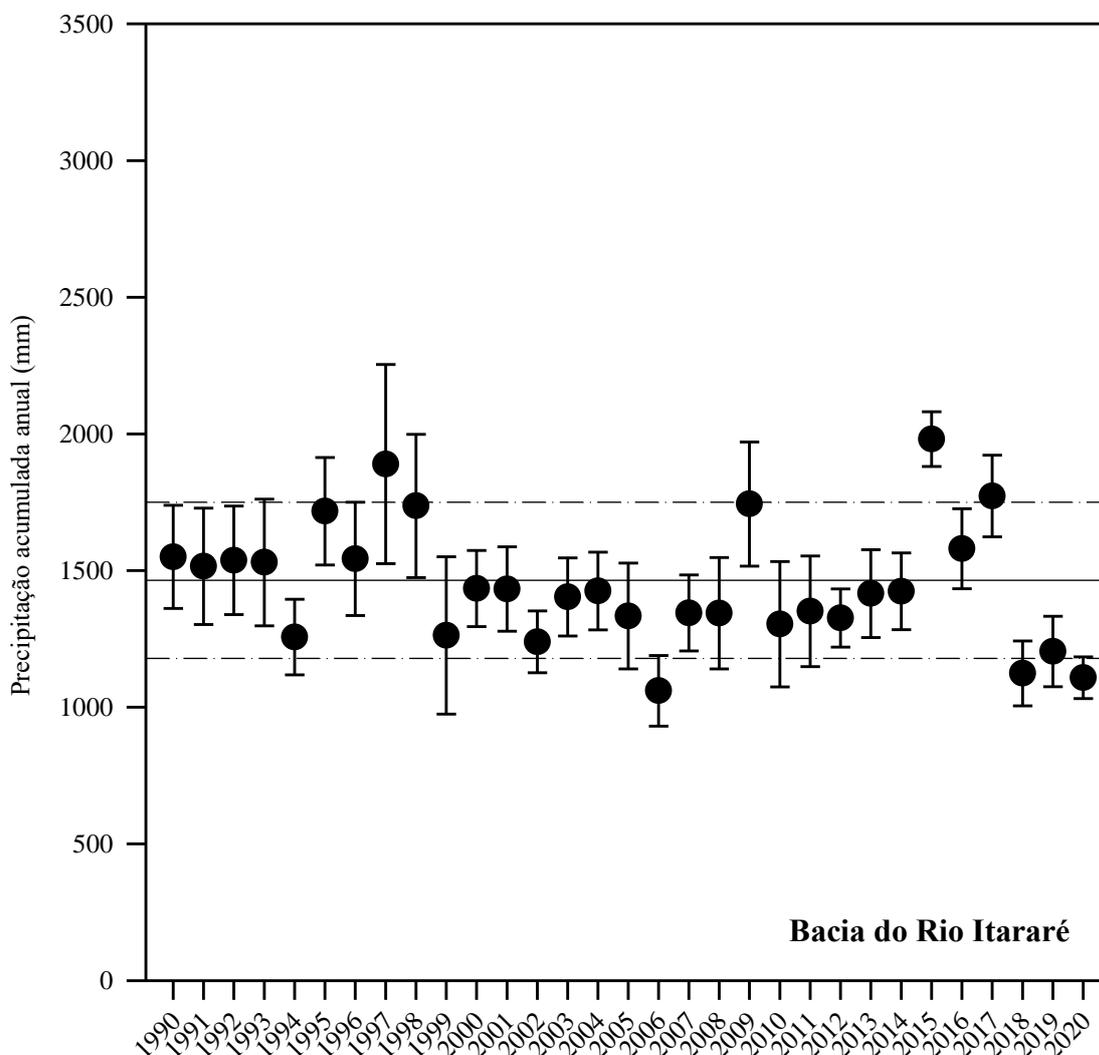


Figura 11 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Itararé do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

As máximas de precipitação foram nos anos de 1997 e 2015, apresentando valores acima dos limites de médias superiores. No entanto, principalmente a partir do ano de 2010, pode-se observar na Figura 11, que a amplitude das linhas verticais diminui de tamanho, reforçando a ocorrência nas demais regiões, que também apresentaram este mesmo comportamento. Os anos de menor precipitação foram em 1999; 2002; 2006; 2018; 2019 e 2020.

Mesmo no período da crise hídrica, as indústrias de papel e celulose não sofreram com a falta de água, de acordo com a SINPACEL - Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e Pasta de Madeira para Papel, Papelão e Artefatos de Papel e Papelão do Estado do Paraná (2022), os dados apresentados desde 2017, tanto a produção de papel quanto de celulose apresentaram uma crescente até o ano de 2021. Este fator, segundo o Portal Tratamento da Água (2017) deve-se que há 40 anos, o setor gastava de 180 m<sup>3</sup> a 200 m<sup>3</sup> de água para produzir uma tonelada de celulose. Hoje, o consumo caiu para 25 m<sup>3</sup> de água por tonelada. O avanço é resultado de programas de redução de perdas na captação, do desenvolvimento de espécies mais resistentes à escassez hídrica, do manejo da floresta com soluções inovadoras como o plantio em mosaico, que intercala trechos plantados com florestas nativas, e do emprego de tecnologias como o reuso da água.

#### 4.8 RIO TIBAGI

Passa por 49 municípios e conta com diversos saltos e cachoeiras, sendo ótima opção para a prática de rafting, rapel, cascading, canoagem e voo livre (PARANÁ, 2019).

No Alto Tibagi e em termos de conservação ambiental, a intensa atividade de silvicultura na bacia representa uma pressão sobre as áreas de Campos, onde o pínus vem se configurando como uma espécie invasora nos Campos e nas Florestas de Araucária em desenvolvimento. Outra expressiva mudança na paisagem regional foi a ocupação dos Campos Naturais pela agricultura intensiva em grande parte em solos frágeis, pouco férteis, arenosos e rasos, que apesar da pouca declividade dos terrenos, são muito suscetíveis à erosão. Já no Baixo Tibagi, seus remanescentes florestais limitam-se a 8% de sua área. Este quadro de ausência de florestas nativas tem sua situação agravada com relação à conservação da biodiversidade, devido à falta de áreas significativas que estejam protegidas por Unidades de Conservação Proteção Integral (IPARDES, 2013).

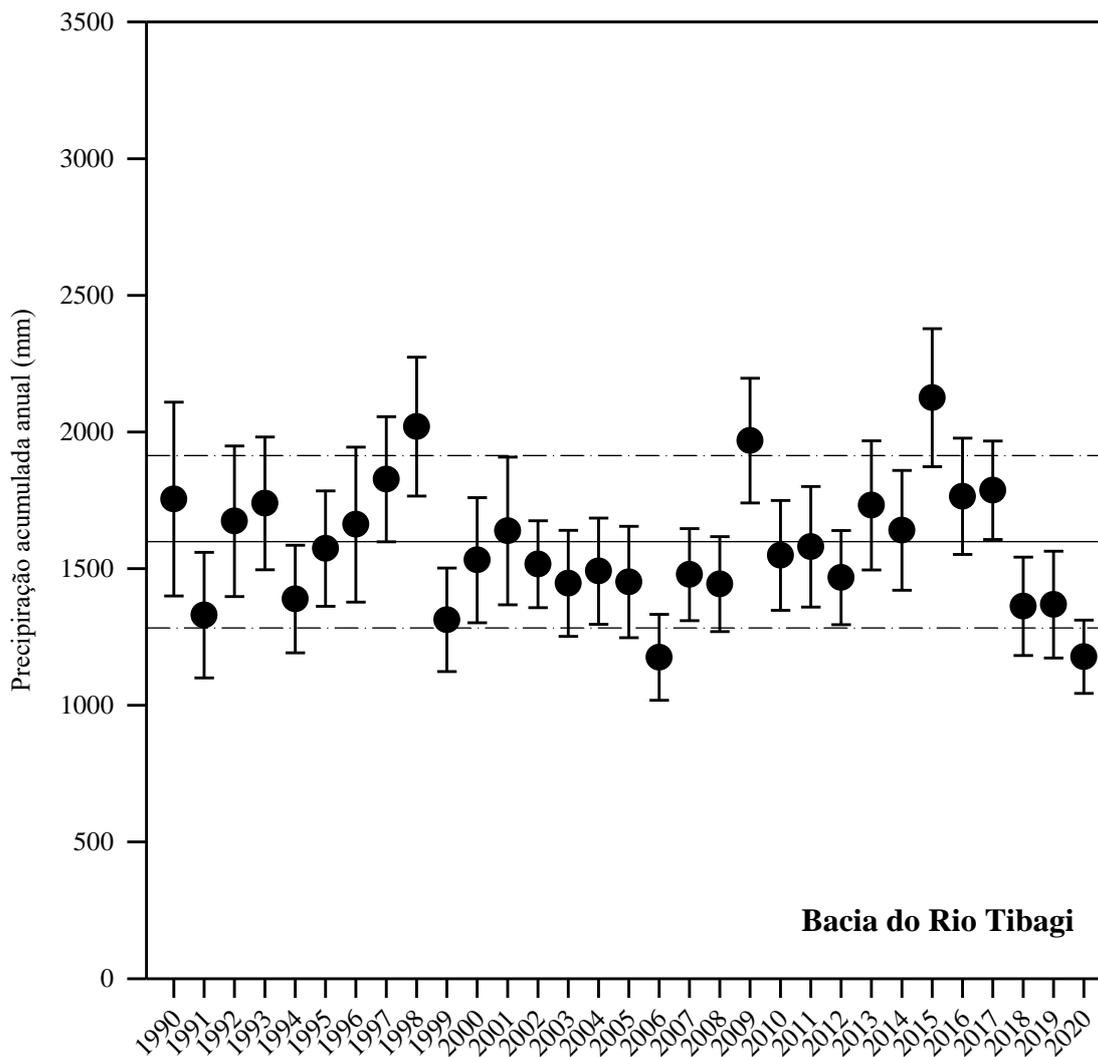


Figura 12 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Tibagi do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

A região no qual esta bacia está inserida possui a segunda maior concentração populacional, com o uso de água para uso industrial muito próximo ao uso doméstico (37 e 38%, respectivamente). Assim a queda do índice de chuvas a partir do ano de 2015, sendo neste ano o maior acúmulo pluviométrico (2.126 mm), e a mínima foram registradas nos anos de 2006 e 2020 com 1.175 e 1.178 mm de chuva, respectivamente, corroborou com a utilização de rodízios para o uso doméstico.

O Instituto Paranaense de Meteorologia analisou a influência dos fenômenos climáticos nas regiões de Ponta Grossa (Campos Gerais), Guarapuava (Centro-Sul), Cascavel (Oeste) e Pato Branco (Sudoeste), que estão entre os principais polos agrícolas do Estado, no período de janeiro de

2019 a 29 de dezembro de 2021. Em Ponta Grossa, que se localiza mais ao sul da bacia, choveu 22,7% a menos nos três anos pesquisados do que aquilo que se projetava para o período, levando em conta o histórico. Dos 36 meses, apenas sete registraram chuva em valores próximos ou acima da média. Além disso, a temperatura média do ar apresentou grandes variações. Durante 12 meses, observaram-se anomalias de temperatura média positiva, em 15 meses foram negativas, e em nove ficaram próximo de zero grau ou dentro da normalidade (PARANÁ, 2021).

Já outra grande cidade que está presente na Bacia do Rio Tibagi é Londrina, considerada a segunda maior cidade (em população) do estado. Esta região tem como principal atividade econômica o comércio e serviços (PREFEITURA DE LONDRINA, s/d), visto que estas atividades necessitam em menor volume de água em comparação ao setor agrícola e industrial. Porém a cidade também sofreu com sucessivos rodízios para o abastecimento de água para os moradores.

#### 4.9 RIO IVAÍ

A bacia percorre 103 municípios, sendo o segundo maior em extensão e terceiro em população. O rio nasce na cidade de Prudentópolis, no lindo Salto São João, um dos mais altos do Brasil (PARANÁ, 2019).

A bacia do Alto Ivaí está localizada entre a região norte e central do Estado, com relevo acidentado e, portanto, solos menos aptos à agricultura, que determinam a presença de um percentual de 32% de agricultura mista, com a integração de atividades de lavoura, pecuária e floresta. A cobertura florestal com 10% de remanescentes de Florestas de Araucária e Floresta Pluvial ocorre concentrada em algumas porções da bacia, especialmente localizados na Área Indígena de Marrecas, com 2.098 ha de área de proteção integral com remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual. Já na bacia do Baixo Ivaí está situada no Terceiro Planalto Paranaense e se apresenta com uma alta taxa de degradação ambiental, consequência direta do intenso desmatamento, inclusive das matas ciliares, restando cerca de 6% de cobertura vegetal remanescente. A situação ambiental de baixa taxa de cobertura remanescente,

em paralelo à presença de grandes extensões de solos de Arenito Caiuá, com alto potencial erosivo e muitas vezes associado ao uso agrícola inadequado, reforça a marca dessa bacia como uma das mais degradadas e de alta vulnerabilidade ambiental (IPARDES, 2013).

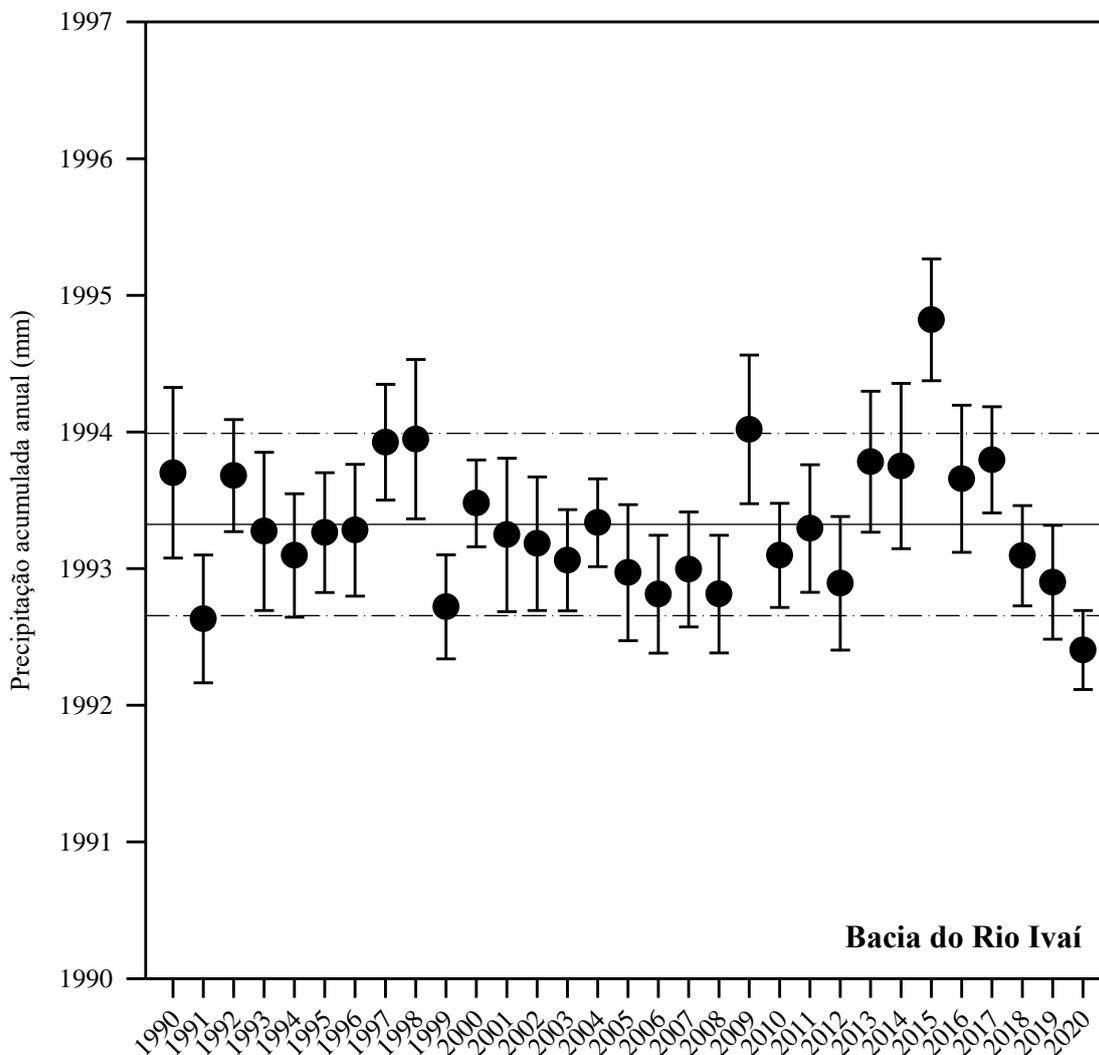


Figura 13 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Ivaí do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Na Figura 13 pode-se visualizar que no ano de 2015 obteve-se uma máxima de chuvas de 2.411 mm. Posterior a este ano, as médias apresentaram um declínio, fechando o ciclo com o menor valor no ano de 2020 com 1.202 mm de chuva. Excluindo os anos de 2015 e 2020, os demais apresentaram comportamento dentro dos limites de controles superiores e inferiores.

Nesta bacia está localizada a cidade de Campo Mourão, na qual a uma das atividades agrícolas é o feijão, na qual apresentou na safra 2021/2022 uma

perda estimada em 82% (PARANÁ, 2022).

#### 4.10 PARANAPANEMA 3

Passa por 19 municípios, representando 0,72% da população total do estado, segundo o último censo (IBGE, 2010). Em Porecatu, podemos conhecer a maior Usina Hidrelétrica do Paranapanema: a Usina de Capivara. O local é ideal para prática de remo, iatismo e stand-up (PARANÁ, 2019). Esta bacia possui como prolongamento a Bacia Paranapanema 2, já mencionada anteriormente sobre a problemática envolvendo o reservatório da usina.

A bacia caracteriza-se por apresentar uma alta taxa de degradação ambiental, consequência direta do intenso desmatamento nos anos 80. Atualmente, resta cerca de 5% de cobertura remanescente, da qual 4% encontra-se protegida por Unidades de Conservação de Proteção Integral (IPARDES, 2013). A maior ocupação do recurso hídrico é para a agricultura (41%).

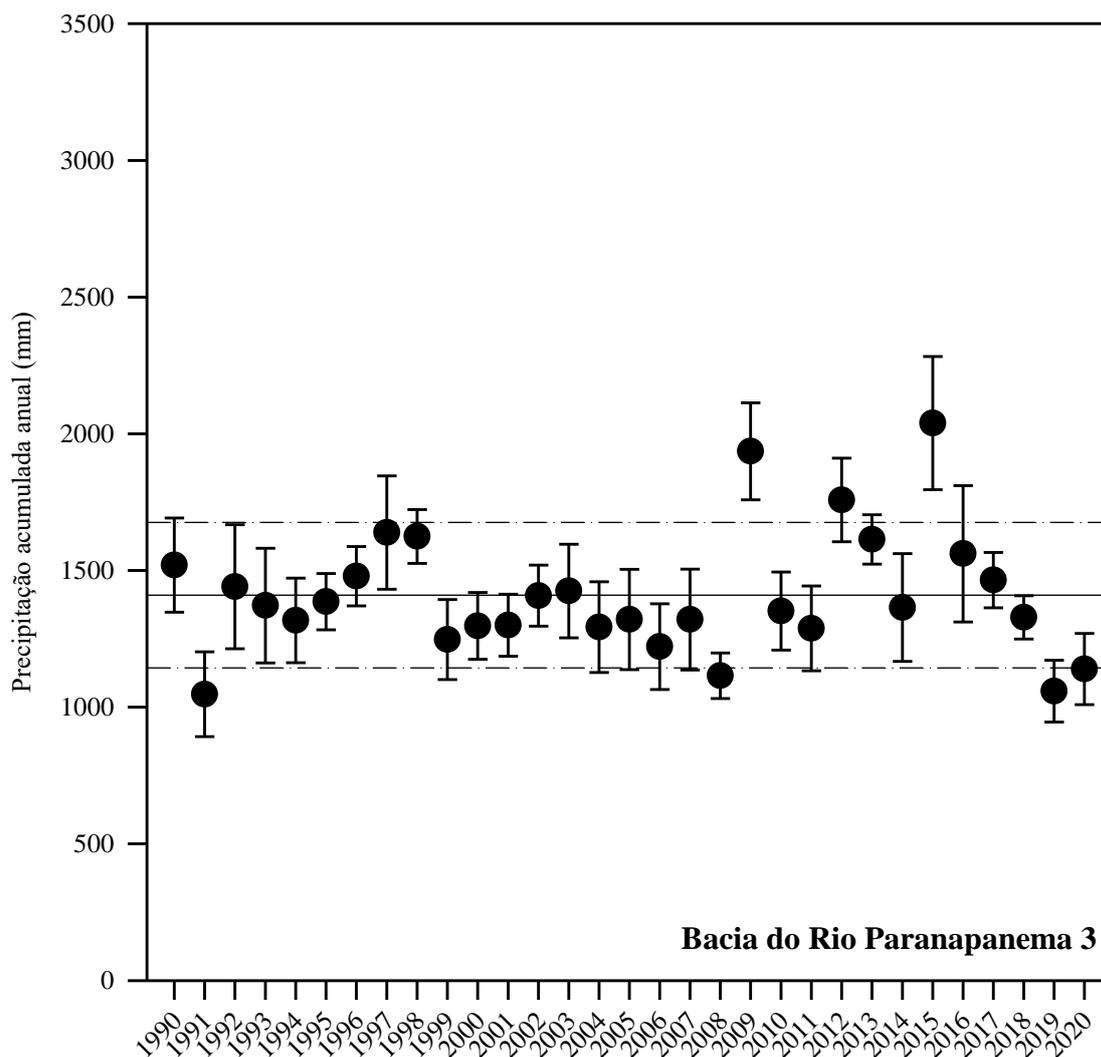


Figura 14 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 3 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Pela Figura 14, observa-se que nos anos de 2009 e 2015 atingiu-se o pico de médias de precipitação com 1.936 e 2.040 mm, respectivamente. E as mínimas foram observadas nos anos de 1991; 2006; 2008; 2019 e 2020. Em grande parte do período analisado as variações de chuvas ao longo das estações do ano foram baixas, pode-se observar este fator pelos linhas verticais possuírem um baixo desvio padrão. Esta baixa pode ser atribuída ao alto grau de degradação ambiental.

#### 4.11 RIO PARANAPANEMA 4

Também passa por 19 municípios, possui 0,62% da população total do

estado e apresenta muitas opções de lazer. Destaque vai para o Rio do Corvo, em Diamante do Norte, local que atrai muitos turistas para a prática de jet ski, lancha e caiaque (PARANÁ, 2019).

A bacia situada no Terceiro Planalto paranaense caracteriza-se por apresentar alta taxa de degradação ambiental, consequência direta do intenso desmatamento, restando atualmente cerca de 4% de cobertura remanescente. Este indicador é agravado pelo altíssimo percentual de solos com potencial erosivo (IPARDES, 2013).

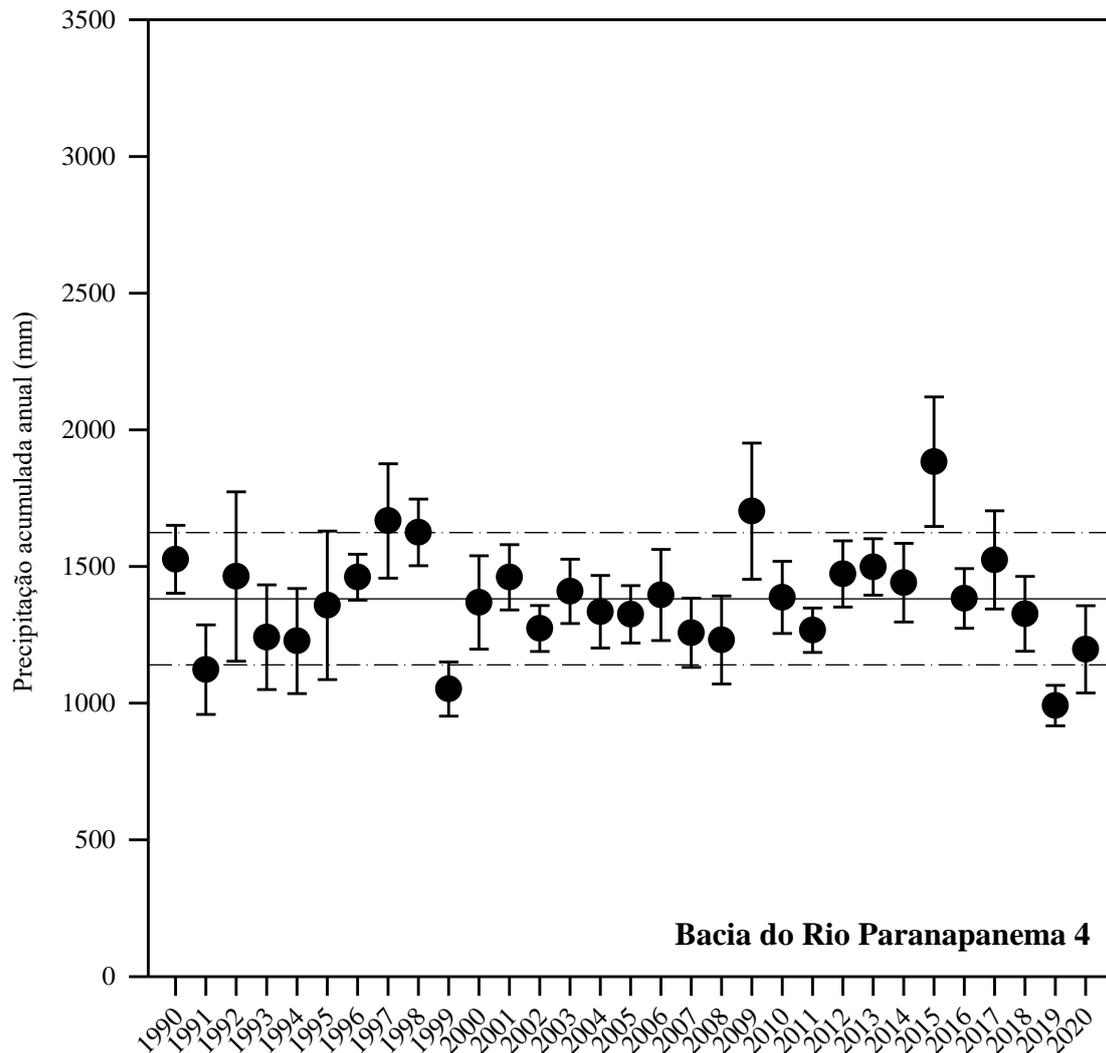


Figura 15 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema 4 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

O uso do recurso hídrico desta região inserida nesta bacia é de 50% destinada para a pecuária, fator que pode ser justificado devido ao grande desmatamento apresentado pelo IPARDES. A bacia apresentou menor

precipitação em 1991, 1999 e 2019 com 991 mm neste último ano, sendo o menor acúmulo anual dentre todas as bacias analisadas, no ano de 2015 foi registrado o maior acúmulo anual de 1.883 mm. Ao se observar quanto as variações de precipitação, observa-se que os anos em que os volumes estiveram entre os limites superiores e inferiores também apresentaram como característica a baixa amplitude da barra, concluindo-se que ao longo do ano as quantidade de precipitações se mantiveram similares, ou seja, não diferendi nas estação do ano.

#### 4.12 RIO PIRAPÓ

Tem-se que 33 municípios estão na rota do Pirapó, rio que abastece 90% da população de Maringá. Em Santa Fé, os turistas encontram sossego, belas paisagens e muita diversão em rios, corredeiras e cachoeiras, como por exemplo o Salto Bandeirantes (PARANÁ, 2019).

A bacia do rio Pirapó está inserida na mesorregião Norte Central Paranaense, que possui forte participação na estrutura da economia do Estado do Paraná. Essa mesorregião possui municípios de grande importância, como é o caso de Maringá, Apucarana e Arapongas, cujas principais atividades produtivas estão relacionadas com o setor rural, mais precisamente, com as agroindústrias (NUNES e STEFENON, 2015), sendo responsável pelo uso de 43% do recurso hídrico da região.

Esta bacia caracteriza-se por apresentar alta taxa de degradação ambiental, consequência direta dos desmatamentos de suas florestas, restando atualmente um dos mais baixos percentuais de cobertura vegetal nativa no Estado (4%), que ocorre de maneira descontínua e fragmentada no território. Este quadro é agravado pelo fato de apenas 1% dos remanescentes vegetais estarem protegidos por Unidades de Conservação de Proteção Integral (IPARDES, 2013).

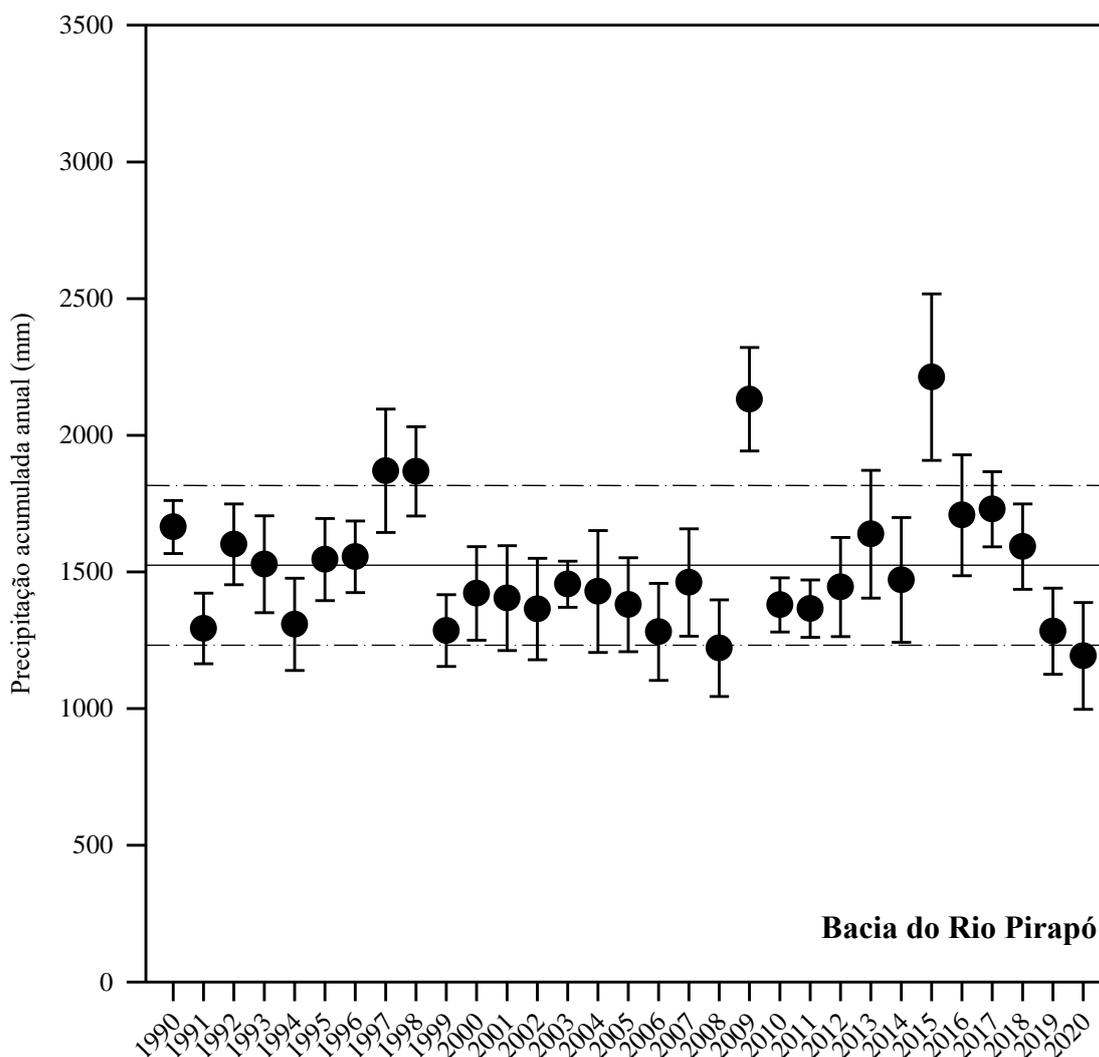


Figura 16 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Pirapó do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

O uso desta bacia é em grande parte para o uso industrial (43%). Apresentou índices médios altos em 2009 e 2015 (2.175 e 2.213 mm, respectivamente) e nos subsequentes à 2015, obteve-se uma queda nos índices de chuva. Porém, o gerente Geral da Sanepar na Região Noroeste, Sergio Portela, cita que em relação à Maringá, a situação hídrica é tranquila, já que o Rio Pirapó, que abastece a cidade, é bastante perene (CBN, 2021).

#### 4.13 PARANÁ 1

A Bacia do Rio Paraná abrange 6 estados mais o Distrito Federal, sendo a distribuição: São Paulo com 25% da bacia; o Paraná 21%; Mato Grosso do Sul

20%; Minas Gerais 18%; Goiás 14%; Santa Catarina 1,5% e o Distrito Federal 0,5%. No Paraná nos 21% totais está inserida as Bacias Paraná 1, 2 e 3, porém somente 5 municípios fazem parte da rota do Paraná 1, correspondendo a 0,33% da população. Mas um grande destino está localizado nessa bacia: as praias de água doce de Porto Rico (PARANÁ, 2019).

Em toda a Bacia do Rio Paraná tem-se a existência de grande número de hidrelétricas na bacia do rio Paraná – são mais de mil. De maior porte são 57, com grandes reservatórios, responsáveis pelo fornecimento de 54 % da energia elétrica consumida no país.

A bacia situada no Terceiro Planalto Paranaense caracteriza-se por apresentar alta taxa de degradação ambiental, consequência direta do intenso desmatamento que resulta atualmente em apenas 4% de cobertura vegetal remanescente. Esta situação se agrava devido ao uso inadequado da terra em 36% do território. Isto se deve principalmente ao fato de a região possuir a maior parte de suas terras em solos do Arenito Caiuá, considerado de alta vulnerabilidade ambiental. A continuidade da exploração das terras, sem considerar a vulnerabilidade ambiental da bacia, estende-se às várzeas, cuja maior parte está ocupada de forma inadequada pela agricultura (IPARDES, 2013).

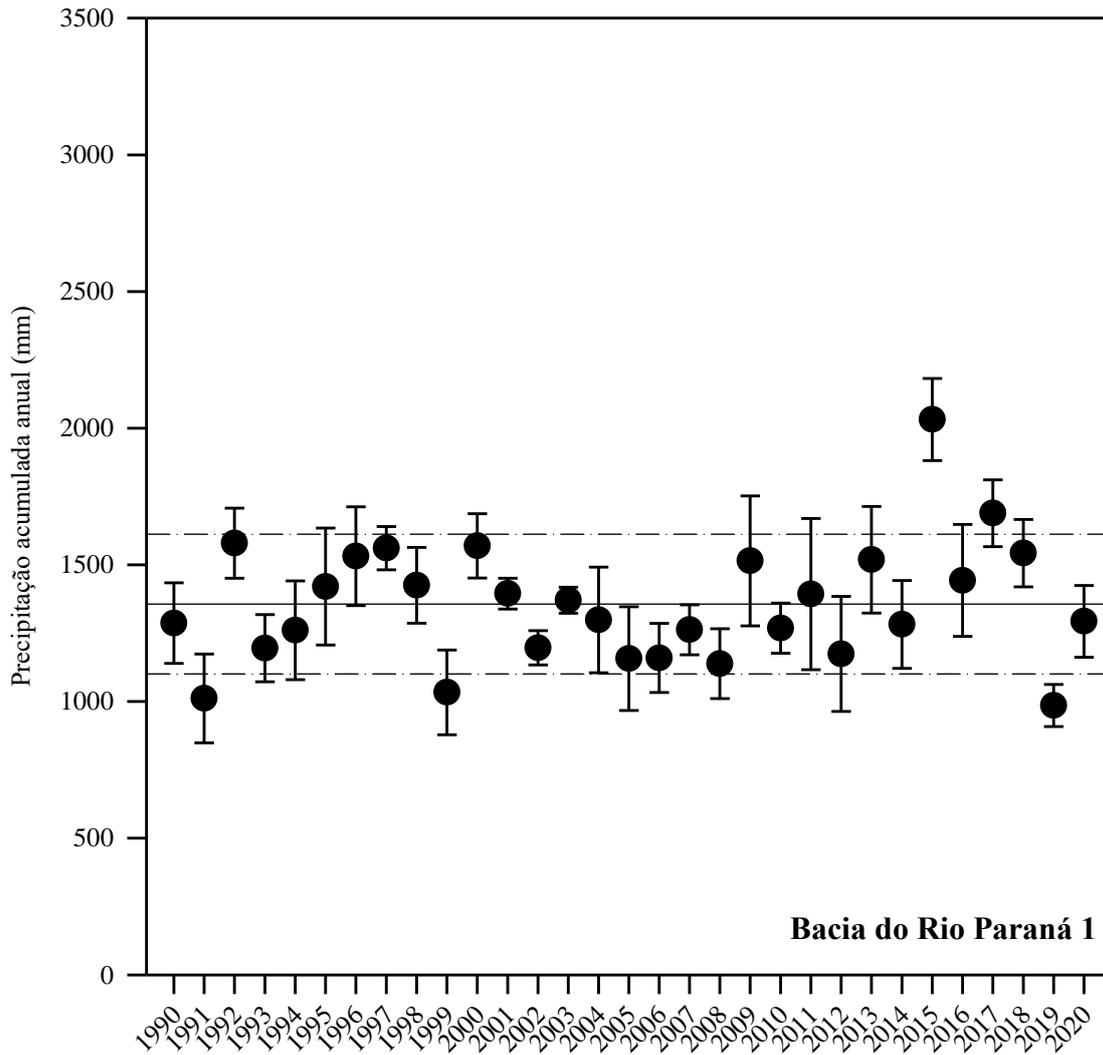


Figura 17 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 1 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

O uso agrícola corresponde à 82% da água. O índice mais crítico apresentou-se nos anos de 1991; 1999 e 2019, sendo o ano de 2019 teve-se o menor valor de 985 mm, somente. Também, visualizando a Figura 17, concluiu-se que o desvio padrão (barras verticais) não são homogêneas ao longo de todo o período analisado, apresentando em 2001; 2002; 2003 e 2019 os menores desvios, sendo que a precipitação de chuva ao longo destes anos citados foi homogênea. Visto que, somente neste ano apresentou um valor baixo de precipitação e com área e população pequenas ao comparadas com as demais regiões do estado, não observando registros de grandes perdas econômicas no período, causados pelos níveis de chuvas menores. O ano com maior precipitação foi de 2015 com 2.032 mm.

#### 4.14 PARANÁ 2

O rio percorre 8 municípios com 0,30% da população total do estado. Um destino muito procurado por turistas no verão é o Balneário de Porto Camargo, em Icaraíma, com prainha de água doce (PARANÁ, 2019).

Esta bacia, situada no Terceiro Planalto Paranaense, caracteriza-se por apresentar uma alta taxa de degradação ambiental, com o menor percentual de cobertura do Estado – 2,3% de cobertura remanescente –, muito abaixo dos 10% desejáveis. Outro traço que distingue esta bacia é a extensão das áreas de planícies de inundação ao longo do rio Paraná. Grande parte da cobertura remanescente situa-se ao longo desse rio, compondo os últimos remanescentes do ecossistema de várzeas do rio Paraná, e constituindo importante corredor biológico de conexão com a fauna do Parque Nacional do Iguaçu (IPARDES, 2013).

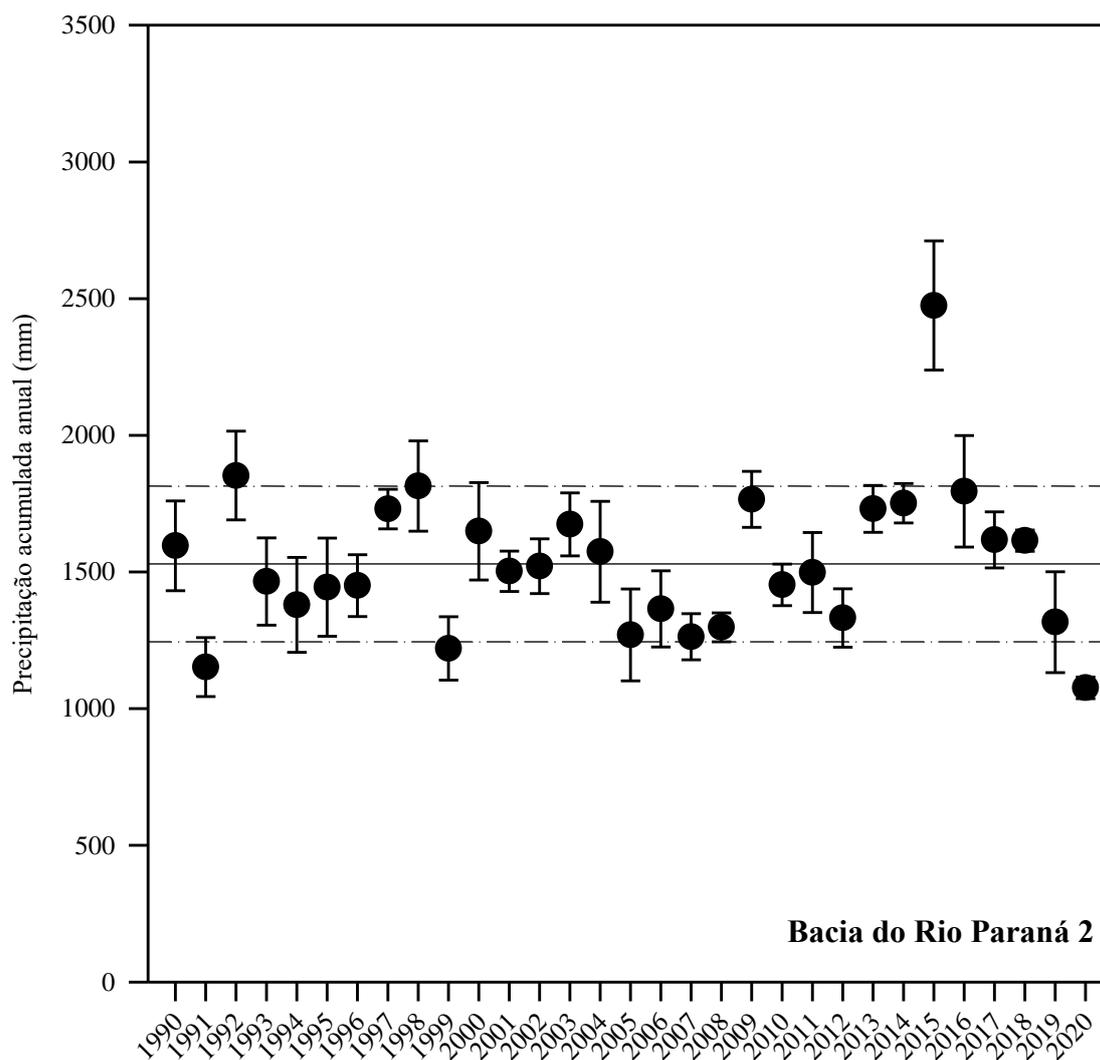


Figura 18 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 2 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Para esta região, o uso agrícola também apresenta grande representatividade do recurso hídrico, com 63% e apresentou uma queda a partir do ano de 2015, no qual foi obtido o maior valor de precipitação (2.475 mm), sendo que, conforme Figura 18, destoou de todo o período analisado. Observando-se o menor índice de chuvas foram estatisticamente similares nos anos de 1991; 1999; 2005; 2007; 2008; 2012; 2019 e 2020 com 1.016 mm, apresentando o menor valor absoluto de todos, e com a amplitude da barra mínima, ou seja, pouca variação de chuvas ao longo das estações do ano. Ainda, conclui-se pela Figura 17 que na sua maioria, os níveis de precipitação no período de 30 anos, ficaram entre os limites de controle superior e inferior, representando uma média de chuvas.

Devido ao período de estiagem e pandemia, um dos municípios presentes nesta bacia, Alto Paraiso, foi contemplada pelo programa Caixa d'Água Boa, desenvolvido pela Secretaria de Justiça, Família e Trabalho (Sejuf) e pela Sanepar, que disponibiliza uma caixa d'água e um kit de instalação para as famílias que não possuem caixa d'água no domicílio. Elas recebem capacitação para instalação adequada e um subsídio financeiro de R\$ 1.000,00 para viabilização da instalação (BONDE, 2021).

#### 4.15 RIO PARANÁ 3

A bacia passa por 28 municípios paranaenses com aproximadamente 6,58% da população. Em Diamante D'Oeste, é possível conhecer o Rio São Francisco Falso, que além da beleza natural, no local é possível a prática de esportes aquáticos (PARANÁ, 2019).

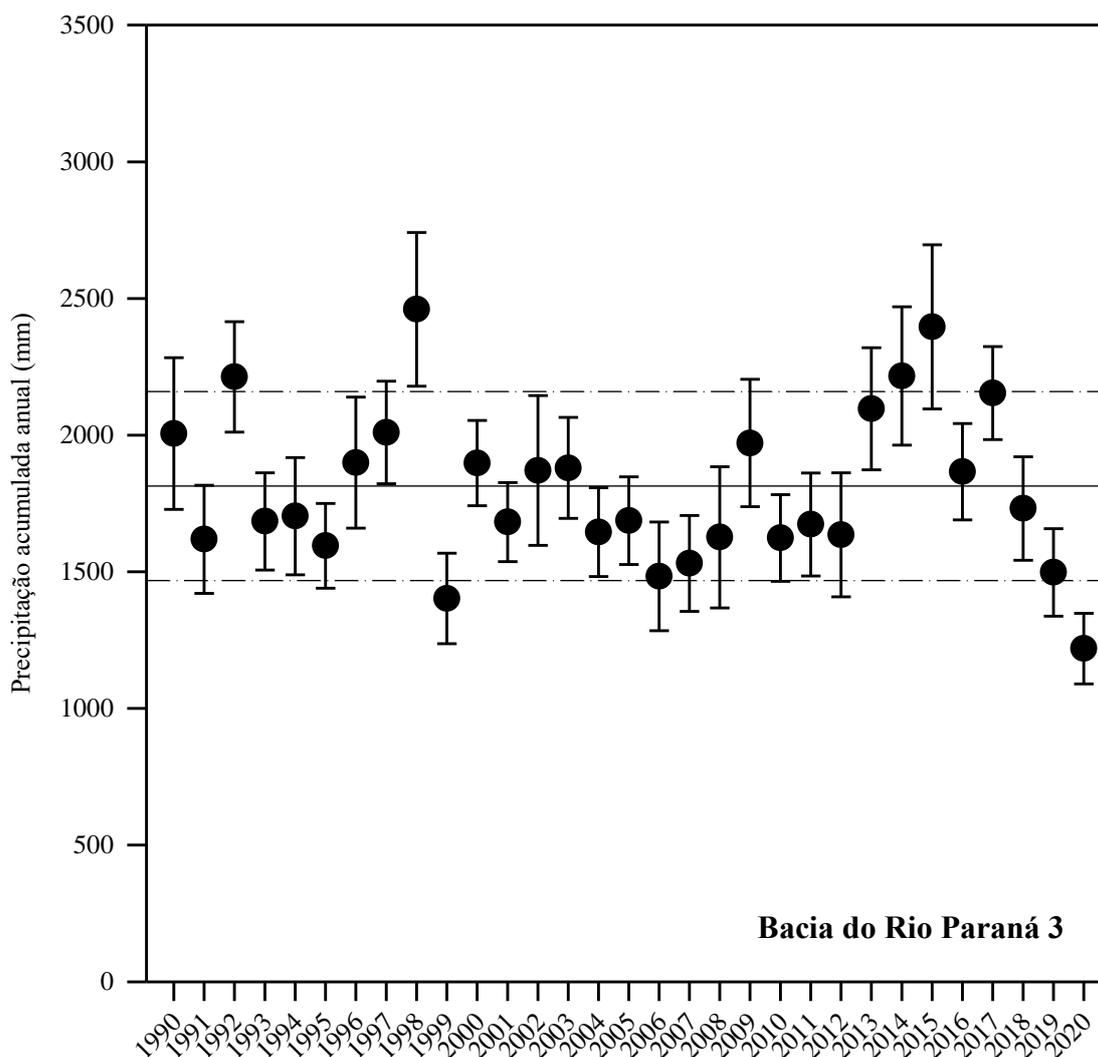


Figura 19 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Paraná 3 do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Os anos com maior volume de chuva foram em 1998 e 2015, com 2.461 e 2.396 mm, respectivamente. Já o ano de 2020, foi o que apresentou o menor volume com 1.219 mm. Pode-se observar na Figura 19 que o desvio padrão se apresenta de maneira uniforme, condizente com o volume de chuvas variando ao longo do ano corrente, com as estações climáticas.

O Site Brasil de Fato (2021) citou que o Sistema Nacional de Meteorologia (SNM) emitiu alerta de emergência hídrica, no período de junho a setembro de 2021, para a área da Bacia do Rio Paraná, que abrange os estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná. É a primeira vez que o órgão emite um alerta dessa natureza, e a previsão é consistente com a de outros centros internacionais de análise climática. Essa estiagem na Bacia do

Paraná é mais preocupante para a Região Sudoeste do Paraná. As cidades de Pranchita e Santo Antônio do Sudoeste estão com rodízio no sistema de abastecimento de água.

Segundo o Portal Tratamento da Água (2022) a Itaipu Binacional, gerou 66 milhões de megawatts em 2021, o que representa uma redução de 13% na comparação com 2020. Essa é a terceira queda consecutiva na produção de energia. Em média, durante o ano de 2021, 13 das 20 turbinas ficaram acionadas ao mesmo tempo.

#### 4.16 PIQUIRI

Tem-se 68 municípios fazem parte da rota do Rio Piquiri com 5,25% da população total do estado. O local é ótimo para a prática de pesca, tendo identificado 50 espécies de peixes na região (PARANÁ, 2019).

A bacia do rio Piquiri situa-se entre as maiores do Estado. Está localizada no Terceiro Planalto paranaense e configura-se por uma paisagem uniforme com predominância de relevo suavemente ondulado. Do ponto de vista ambiental, os indicadores de conservação de recursos naturais apresentam-se em situação desfavorável, com uma alta taxa de degradação ambiental, consequência direta do intenso desmatamento, restando atualmente cerca de 5% de cobertura remanescente de Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Ombrófila Mista. Seu grau de escassez de cobertura florestal nativa inviabiliza a definição local de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade e impõe a necessidade ainda maior de inserção nos programas de governo de composição da mata ciliar e da reserva legal (IPARDES, 2013).

A Bacia do Rio Piquiri também foi abrangido pela Portaria nº 157/20 do Instituto Água e Terra do Paraná (IAT) que proíbe a pesca em diferentes modalidades em águas continentais do Estado, visando visa proteger as espécies de peixes, pois a baixa vazão dos rios facilita a pesca furtiva, a predação e a extração de peixes jovens e adultos reprodutores (PARANA, 2020).

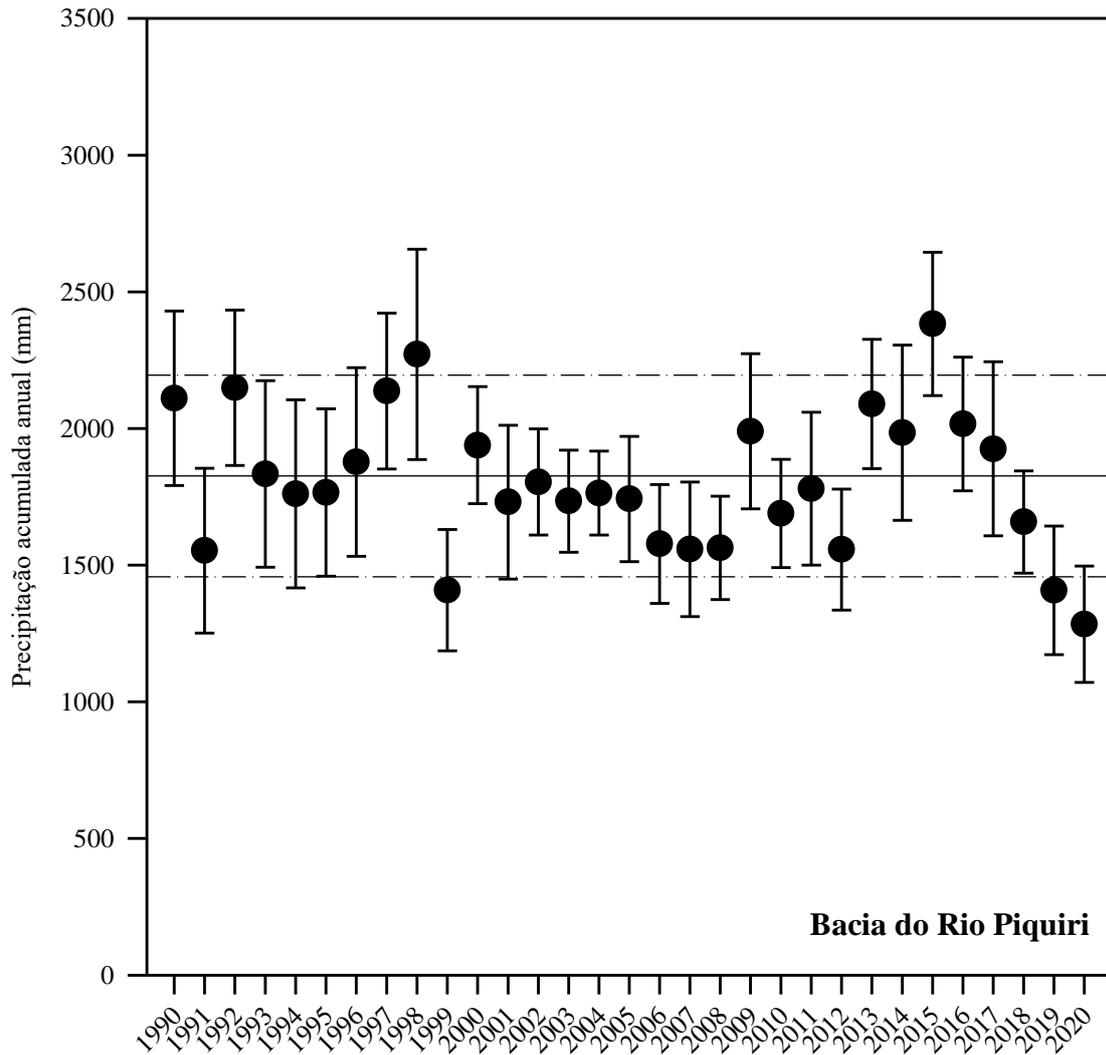


Figura 20 - Precipitação acumulada anual da bacia hidrográfica do Rio Piquiri do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

A região é utilizada para a pesca como atração turística e esta atividade depende fortemente da quantidade de chuvas, pois baixos níveis de precipitação causam aumento da concentração de poluentes na água, prejudicando, além das outras atividades, também a da piscicultura. Assim como as demais bacias, após o de 2015, com o maior volume de chuvas, juntamente com o ano de 1998 (2.883 e 2.272 mm, respectivamente) começou a apresentar diminuição do índice de chuvas, sendo que para esta bacia o menor índice foi em 2020 com 1.283 mm. Em quase sua totalidade, as precipitações anuais se mantiveram dentro dos limites superiores e inferiores, bem como os desvios padrão foram maiores, reportando que as chuvas ocorreram sob influência também, das estações do ano.

O município de Toledo, que está inserido nesta bacia, apresentou, segundo o Departamento de Economia Rural (Deral), perdas de 55% na safra verão de soja e de 73% na de milho, o que, segundo o órgão vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (Seab), pode fazer o Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) “encolher” mais de R\$ 730 milhões no período 2021-2022 - prejuízo que pode ser maior, pois este levantamento ficou restrito às culturas de grãos, sem considerar os problemas que outros setores, como a piscicultura e a bovinocultura leiteira, têm enfrentado. Ainda o secretário de Estado da Agricultura e Abastecimento, Norberto Ortigara, comentou que em alguns municípios, sobretudo os que ficam à margem do Rio Piquiri, onde o solo é mais frágil, a queda será de 90% a 95% nas culturas de soja e milho (MUNICÍPIO DE TOLEDO, 2022).

Na Tabela 4 estão descritas as principais características como área (%) e população (%) assim como a maiores e menores precipitação no período estudado.

Tabela 4: Características das bacias do Paraná

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	População (%)	Maior prec. (mm) (ano)	Menor prec. (mm) (ano)	Mm/km <sup>2</sup>
Iguaçu	54.820,4	4.596.756	2.579	1.370	0,047
	(27,9%)	(44,01%)	1998	2020	0,025
Tibagi	24.937,4	1.657.547	2.126	1.175	0,085
	(12,69%)	(15,87%)	2015	2006	0,047
Ivaí	36.540,0	1.464.089	2.411	1.202	0,066
	(18,6%)	(14,02%)	2015	2020	0,033
Paraná 3	7.979,40	687.503	2.461	1.219	0,31
	(4,06%)	(6,58%)	1998	2020	0,15
Piquiri	24.171,70	548.639	2.383	1.283	0,10
	(12,3%)	(5,25%)	2015	2020	0,05
Pirapó	5.098,10	389.287	2.213	1.193	0,43
	(2,59%)	(3,73%)	2015	2020	0,23
Cinzas	9.612,8	286.409	1.995	1.099	0,20
	(4,89%)	(2,74%)	2015	2019	0,11
Litorânea	5.630,8	265.392	2.918	1.880	0,51
	(2,87%)	(2,54%)	1998	2000	0,33
Ribeira	9.736	164.433	1.766	1.091	0,18
	(4,95%)	(1,57%)	2015	2006	0,11
Itararé	4.845,40	100.118	1.981	1.060	0,40
	(2,47%)	(0,96%)	2015	2006	0,21
Paranapanema 3	3.564,30	75.617	2.040	1.047	0,57
	(1,81%)	(0,72%)	2015	1991	0,29
Paranapanema 1	1.231,70	73.685	1.831	1.131	1,48
	(0,63%)	(0,71%)	2015	2020	0,91
Paranapanema 4	4.134,90	64.859	1.883	991	0,45
	(2,1%)	(0,62%)	2015	2019	0,24
Paraná 1	1.267,10	34.314	2.032	985	1,60
	(0,64%)	(0,33%)	2015	2019	0,77
Paraná 2	2.256,40	31.733	2.475	1.076	1,10
	(1,15%)	(0,30%)	2015	2020	0,47
Paranapanema 2	663,80	4.145	1.978	1.027	2,98
	(0,34%)	(0,04%)	2015	2020	1,54

Fonte: Adaptado Sema (2013); IBGE (2010).

Das 16 bacias estudadas, 13 apresentaram o ano de 2015 com o maior

índice pluviométrico entre o período analisado. Dentre as menores precipitações obtidas no estudo, as bacias concentraram estes valores nos anos de 2019, 2020 e 2021, sendo o ano de 2020 mais crítico, pois 11 bacias apresentaram menor acúmulo de chuvas.

Ainda analisando a Tabela 04, pode-se verificar como as bacias possuem áreas diferentes entre si, a análise de quantidade de chuvas não deve ser direta esta relação, assim fez-se uma análise sob a relação quantidade de precipitação por área e conclui-se que as bacias Paranapanema 1, Paraná 1, Paraná 2 e Paranapanema 2 apresentaram esta relação acima de 1 para as maiores precipitações, sendo a última bacia apresentando uma relação próxima de 3.

Já as bacias que possuem as maiores áreas, Iguaçu, Ivaí e Tibagi, foram as que apresentaram esta relação menores que 0,1, pois mesmo com grandes volumes de chuvas, acaba não sendo o suficiente para toda a extensão da bacia, também apresentando estes valores baixos em anos de menor precipitação.

Um fator associado está o desmatamento, de acordo com a Organização Não Governamental (ONG) SOS Mata Atlântica, na bacia do Paranapanema, na região norte e noroeste do estado, na divisa com São Paulo, em duas décadas foram cortados quase 8 mil hectares de floresta. Na região, há dois importantes rios, o Tibagi, que nasce na região central do estado, e o Pirapó, que abastece Maringá, no norte do Paraná. Já na bacia do Rio Paraná, que integra outros sete rios como o Ivaí e Piquiri, foram desmatados quase 22 mil hectares de vegetação nativa desde o ano 2000. Na bacia do Rio Iguaçu, o maior do Paraná, que nasce na Região Metropolitana de Curitiba e atravessa o estado até Foz do Iguaçu, foram 1.173 hectares desmatados apenas em 2020 (ADIPR, 2021).

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A seca provoca impactos que vão além do fornecimento de água para abastecimento público. Já são contabilizadas perdas consideráveis na produção agrícola, há um aumento na ocorrência de incêndios em todo o Estado e também da incidência de problemas de saúde.

Segundo a Agência Estadual de Notícias (2021), em julho de 2021, houve 1.505 focos de queimadas no Paraná, 125% a mais que no mesmo mês do ano

passado, quando 669 ocorrências foram confirmadas. Nos primeiros dias de agosto, as ocorrências mais do que dobraram, passando de 674 registros entre os dias 1º e 8 de agosto, contra 329 no mesmo período de 2020.

Ainda segundo a mesma Agência, o tempo seco contribui para o ressecamento da mucosa das vias aéreas, o que acaba facilitando o surgimento de alergias, asma, bronquite, dermatites, gripes e resfriados. E como consequência infecções bacterianas secundárias como pneumonia, sinusite, otites e laringites.

Os impactos pela crise hídrica, mesmo que em diferentes setores, causam impactos econômicos para a população como um todo, pois com menos produtos colhidos e/ou produzidos, geram escassez na oferta de produtos, elevando seus preços, o valor da energia elétrica com bandeiras tarifárias maiores, corroboram com custos de produção elevados, o transporte por modal hidroviário, com uma das melhores relações custo/ benefício prejudicadas acarretam um produtos mais caros para o consumidor final, além da questão de abastecimento público, que ainda podem ocasionar problemas na saúde pública.

## REFERENCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **Relatório de Análise de Impacto Regulatório Nº 1/2022/SOE**. Disponível em: < [https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/Relatorio\\_de\\_AIR\\_-\\_Sistema\\_Hidrico\\_do\\_Rio\\_Paranapanema-1649857018469.pdf](https://participacao-social.ana.gov.br/api/files/Relatorio_de_AIR_-_Sistema_Hidrico_do_Rio_Paranapanema-1649857018469.pdf)>. Acesso em: dez 2022.

Associação dos Jornais e Portais do Paraná – ADIPR. **Segundo levantamento, bacias hidrográficas do Paraná perderam 61 mil hectares de florestas em 20 anos**. Disponível em: < <https://prportais.com.br/destaque/segundo-levantamento-bacias-hidrograficas-do-parana-perderam-61-mil-hectares-de-florestas-em-20-anos/>>. Acesso em: fev 2023.

BONDE. **Programa Caixa d'Água Boa chega a mais 33 municípios do Paraná**. Disponível em: < <https://www.bonde.com.br/comportamento/noticias/programa-caixa-da-gua-boa-chega-a-mais-33-municipios-do-parana-542456.html>>. Acesso em: fev 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Disponível em: < [https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res\\_conama\\_357\\_2005\\_classificacao\\_corpos\\_agua\\_rtfcd\\_a\\_altrd\\_res\\_393\\_2007\\_3\\_97\\_2008\\_410\\_2009\\_430\\_2011.pdf](https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcd_a_altrd_res_393_2007_3_97_2008_410_2009_430_2011.pdf)>. Acesso em: dez 2022.

BRASIL. Infraestrutura de Dados Espaciais. IDE – SISEMA. **Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990 e 1991-2020)**. Disponível em: <

BRASIL DE FATO. **Crise hídrica afeta bacias dos rios Paraná e Iguaçu**. Disponível em: <

CARVALHO, Terciane Sabadini; VALE, Vinicius de Almeida; SOUZA, Kênia Barreiro. **Impactos Econômicos da Crise Hídrica na Região Metropolitana de Curitiba em 2020**. REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, v.42, n.140, p.107-122, jan./jun. 2021.

CBN. **Cidades da região noroeste estão em situação de alerta, diz Sanepar**. Disponível em: <

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA RIO PARANAPANEMA. **Caracterização**. Disponível em: <

CREA – PR. Conselho Regional de Engenharia e Arquitetura. **A crise hídrica no Paraná: problema cíclico, escassez de água pode ser mitigada com planejamento e investimento**. Disponível em: <

EL PAIS. **Menor vazão do rio Paraná em 70 anos leva a Argentina à emergência hídrica**. Disponível em: <

FERREIRA, Briane Carla Coppi; VALVERDE, Maria Cleofé. **Análise dos índices de Extremos de Precipitação em Cenários Futuros na Bacia do Rio Ribeira de Iguape - São Paulo**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.37, n. 1, 41-55, 2022.

IAP - Instituto de Águas do Paraná. **Proposta de Atualização do Enquadramento da Bacia do Paraná 3**. Revisão 1. Junho, 2016. Disponível em: <

Instituto das Águas do Paraná – IAT. **Relatório de Alturas Mensais de Precipitação.** Disponível em: < <http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfacelnicial>>. Acesso em: jul 2021.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável por Bacias Hidrográficas do Estado do Paraná.** Disponível em:<[https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/sistema\\_indicadores/Meio\\_Ambiente/indicadores.pdf](https://planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/sistema_indicadores/Meio_Ambiente/indicadores.pdf)>. Acesso em: nov 2022.

MUNICÍPIO DE TOLEDO. **Toledo decreta situação de emergência por conta da crise hídrica no município.** Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/old/noticia/toledo-decreta-situacao-de-emergencia-por-conta-da-crise-hidrica-no-municipio>>. Acesso em: fev 2023.

NUNES, P. A.; STEFENON, R. Desempenho setorial das microrregiões do norte central paranaense de 2000 a 2010. Perspectiva econômica, São Leopoldo, v. 11, n.1, p. 64-80, 2015.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Impacto da seca vai além da falta de água: prejudica agricultura, saúde e agrava riscos de incêndios.** Disponível em: < <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Impacto-da-seca-vai-alem-da-falta-de-agua-prejudica-agricultura-saude-e-agrava-riscos-de>> Acesso em: fev 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Ministério da Agricultura e Estado avaliam efeitos da estiagem e apoiam produtores do Paraná.** Disponível em: < <https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Ministerio-da-Agricultura-e-Estado-avaliam-efeitos-da-estiagem-e-apoiam-produtores-do#:~:text=Um%20relat%C3%B3rio%20atualizado%20do%20Departamento,de%20forma%20severa%20desde%202019.>>> Acesso em: jan 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Com estiagem, agricultura paranaense estima redução nas safras de soja, milho e feijão.** Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Com-estiagem-agricultura-paranaense-estima-reducao-nas-safras-de-soja-milho-e-feijao>>. Acesso em: jan 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Estado pede ao governo federal mais ações para produtores prejudicados pela crise hídrica.** Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Estado-pede-ao-governo-federal-mais-acoes-para-produtores-prejudicados-pela-crise-hidrica>>. Acesso em: jan 2023.

PARANÁ. Instituto Água e Terra. **Portaria Instituto Água e Terra nº 157, 26 de maio de 2020.** Disponível em: <[https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form\\_cons\\_ato1.asp?Codigo=4455](https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=4455)>. Acesso em: fev 2023.

PARANÁ. Instituto Água e Terra – IAT. **Pesca está proibida em toda a Bacia Hidrográfica do Rio das Cinzas, no Norte Pioneiro.** Disponível em:

<<https://www.iat.pr.gov.br/Noticia/Pesca-esta-proibida-em-toda-Bacia-Hidrografica-do-Rio-das-Cinzas-no-Norte-Pioneiro>>. Acesso em: jan 2023.

PARANÁ. Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo. **Bacias hidrográficas do Paraná abrigam belezas e potencial turístico.** Disponível em: <<https://www.sedest.pr.gov.br/Noticia/Bacias-hidrograficas-do-Parana-abrigam-belezas-e-potencial-turistico>>. Acesso em: nov 2022.

PARANÁ. Resolução Sema – 024/2006. **Institui as Diretrizes para a Gestão das Bacias Hidrográficas.** Secretaria de Recursos Hídricos e Meio Ambiente – Sema/ PR, 2006. PARANÁ. Disponível em: <[https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form\\_cons\\_ato1.asp?Codigo=1355](https://celepar7.pr.gov.br/sia/atosnormativos/form_cons_ato1.asp?Codigo=1355)>. Acesso em: nov 2022.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Indústria brasileira de papel e celulose avança na redução do consumo de água.** Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/industria-brasileira-de-papel-e-celulose-avanca-na-reducao-consumo-de-agua/>>. Acesso em: fev 2023.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Crise hídrica faz com que Hidrelétrica de Itaipu registre a menor produção de energia dos últimos 26 anos.** Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/crise-hidrica-hidreletrica-itaipu-registre-menor-producao-energia-ultimos-26-anos/>>. Acesso em: fev 2023.

PREFEITURA DE LONDRINA. **Principal atividade econômica.** Disponível em: <<https://portal.londrina.pr.gov.br/faq-planejamento/129/1644-principal-atividade-economica>>. Acesso em: jan 2023.  
Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SEMA. **Bacias Hidrográficas do Paraná, uma Série Histórica.** Curitiba: Governo do Estado do Paraná. 140p. 2013.

SÃO PAULO. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Câmara Técnica de Gestão de usos Múltiplos de Recursos Hídricos – CT-UM. **Parecer CT-UM nº 01/2021.** Disponível em: <<https://sigrh.sp.gov.br/public/uploads/documents//CRH/CTUM/19668/parecer-ct-um-para-o-crh-09fev2021.pdf>>. Acesso em: jan 2023.

SINPACEL - Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e Pasta de Madeira para Papel, Papelão e Artefatos de Papel e Papelão do Estado do Paraná. **Dados do Setor.** Disponível em: <<https://www.sinpacel.org.br/dados-do-setor/>>. Acesso em: fev 2023.

### ARTIGO 3

#### **CRISE HÍDRICA NO PARANÁ: PROBLEMÁTICAS NAS MESORREGIÕES**

FERRARI, Crislaine Trevisan da Rocha Ribeiro Ferrari. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – 2023. Crise hídrica no Paraná: Causas e Consequências. Orientador: Dr. Altevir Signor.

**RESUMO:** O Estado do Paraná passou por uma estiagem sem precedentes históricos no período de 2019 à 2021, corroborando com prejuízos na safra e agricultura, abastecimento de água industrial e residencial, bem como para o setor de serviços que também foi afetado. O objetivo deste trabalho é correlacionar o índice pluviométrico no período de 1990 à 2021, comparando as precipitações nas mesorregiões do Estado do Paraná com os valores de PIB obtidos neste período bem como avaliar as consequências que a última estiagem provocou na economia do estado e trazer uma reflexão sobre suas consequências. Foram coletadas séries históricas de 30 anos (1990 à 2020) de precipitação de todas as estações meteorológicas presentes nos diferentes municípios do estado. Os índices pluviométricos foram coletados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná – IAT. Para a análise estatística, foi aplicado o teste de Scott Knott, logo as letras iguais agrupam as regiões, por similaridade. As menores precipitações podem ser observadas nas mesorregiões Noroeste e Norte Pioneiro, sendo ambas as mesorregiões mais prejudicadas pelo baixo volume e maior oscilação nas precipitações ao longo do período. Tais condições refletem diretamente no desempenho das cadeias produtivas, disponibilidade de água e condições de desenvolvimento regional afetando prejudicialmente as características de produção e de organização dessas regiões para seu desenvolvimento. O que demanda por parte dos gestores públicos políticas direcionadas que atendam um rigoroso planejamento estrutural para que potencializem seu desenvolvimento e direcionem ações nas atividades que venham de encontro as características da região.

**PALAVRAS CHAVE:** mesorregiões; perdas na economia; estiagem prolongada

**ABSTRACT:** The State of Paraná went through a historically unprecedented drought in the period from 2019 to 2021, resulting in losses in the harvest and agriculture, industrial and residential water supply, as well as in the services sector, which was also affected. The objective of this work is to correlate the rainfall index in the period from 1990 to 2021, comparing rainfall in the mesoregions of the State of Paraná with the GDP values obtained in this period, as well as evaluating the consequences that the last drought caused in the state's economy and bringing a reflection on its consequences. Historical series of 30 years (1990 to 2020) of precipitation were collected from all meteorological stations present in the different municipalities of the state. The rainfall indices were collected in the Hydrological Information System of the Instituto das Águas do Paraná – IAT. For statistical analysis, the Scott Knott test was applied, so the same letters group the regions, due to similarity. The lowest rainfall can be observed in the Northwest and North Pioneiro mesoregions, with both mesoregions being most affected by the low volume and greater fluctuation in rainfall throughout the period. Such conditions directly reflect on the performance of production chains, water availability and regional development conditions, negatively affecting the production and organization characteristics of these regions for their development. This demands targeted policies from public managers that meet rigorous structural planning so that they enhance their development and direct actions in activities that meet the characteristics of the region.

**KEYWORDS:** mesoregions; losses in the economy; prolonged drought

## 1 INTRODUÇÃO

A variabilidade climática pode trazer grandes malefícios para a população em geral. Além de afetar as atividades domésticas, a falta ou excesso

de chuva, efeitos provocados pelo La Niña e El Niño, respectivamente, pode trazer problemas para o setor industrial e em escalas irreversíveis para o setor agrícola e agropecuário.

O Estado do Paraná passou por uma estiagem sem precedentes históricos no período de 2019 à 2021, corroborando com prejuízos na safra e agricultura, abastecimento de água industrial e residencial, bem como para o setor de serviços que também foi afetado.

O Estado do Paraná possui uma grande representatividade no PIB - Produto Interno Bruto nacional. No segundo trimestre de 2023, segundo dados do IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social e divulgado pela Agência Nacional de Notícias (PARANÁ, 2023) o PIB paranaense somou R\$ 176,4 bilhões no segundo trimestre e R\$ 372 bilhões no acumulado de seis meses. Este valor faz com que a participação do Paraná represente 6,65% do PIB nacional, que atingiu R\$ 5,2 trilhões no período. No acumulado dos últimos quatro trimestres, a economia do Estado avançou 5,74% em relação aos quatro trimestres anteriores, somando R\$ 680,6 bilhões no período. A taxa de crescimento do PIB estadual nos primeiros seis meses de 2023 refletiu principalmente a ampliação do setor primário (agricultura), impulsionado pela safra recorde de verão, em especial de soja. O Estado também tem batido recordes na produção de proteína animal, se consolidando como o maior produtor nacional de frango, peixe e mel, além de ocupar o segundo lugar na suinocultura e na cadeia leiteira. Os setores da indústria e de serviços também avançaram de forma expressiva, com variações de 4,82% e 5,65% na primeira metade de 2023, respectivamente.

Também no último CENSO divulgado pelo IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), apontou o Paraná como o estado mais populoso da região Sul do Brasil, a capital Curitiba como a 8ª capital mais populosa e ainda, dentre as 10 cidades mais populosas da região Sul, o Paraná tem cinco (Curitiba, Londrina, Maringá, Ponta Grossa e Cascavel) (PARANÁ, 2023).

Estes índices corroboram e são influenciados diretamente pelo nível de chuvas no qual o estado tem apresentado nos últimos anos.

Ao comparar com os valores de 2020, no qual o estado passou por um longo período de estiagem além da crise da COVID 19, a variação em relação ao ano de 2019 foi de -2,0%, comparado com a queda de -3,3% no PIB nacional.

Ou seja, a economia paranaense apresentou resultado menos desfavorável no ano mais crítico da pandemia (IPARDES, 2022).

Ainda, segundo o Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes), a estiagem sem precedentes impactou no resultado do PIB paranaense em 2021. A falta de chuva à época deixou o Estado sem água, em especial a Região Leste. Curitiba e Região Metropolitana, por exemplo, tiveram o maior racionamento de água da história, por 649 dias seguidos, de maio de 2020 a janeiro de 2022 (PARANÁ, 2023).

O objetivo deste trabalho é correlacionar o índice pluviométrico no período de 1990 à 2021, comparando as precipitações nas mesorregiões do Estado do Paraná com os valores de PIB obtidos neste período bem como avaliar as consequências que a última estiagem provocou na economia do estado e trazer uma reflexão sobre suas consequências.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

O estado do Paraná é um dos menores em área do país, é subdividido em dez mesorregiões (Figura 21).

Figura 21: Mesorregiões do Estado do Paraná



Fonte: Secretaria de Educação, 2023.

Segundo o Jornal do Oeste (2022), a maior atividade econômica do Paraná é a produção rural e a agropecuária, sendo responsáveis por mais de 30% do PIB do estado, conforme estudos do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (Ipardes). Além disso, cinco cidades do estado estão entre as mais ricas do agronegócio brasileiro: Guarapuava (maior produtora nacional de cevada) (região centro-sul), Cascavel (líder estadual na soja) (região oeste), Tibagi (capital nacional do trigo) (região centro oriental), Toledo (destaque na produção pecuária e de pescados) (região oeste) e Castro (referência nacional na produção de leite) (região centro oriental).

A tabela 05 apresenta os dados gerais do estado e de cada uma das mesorregiões que serão abordadas neste estudo.

Tabela 5 – Características gerais

REGIÃO	QUANTIDADE DE MUNICÍPIOS	HABITANTES	ÁREA (km <sup>2</sup> )	DENSIDADE POPULACIONAL (hab./km <sup>2</sup> )
OESTE	50	1.315.280	22.851	57,6
NORTE CENTRAL	79	2.264.928	24.556	92,2
METROPOLITANA	29	3.654.960	16.581	220,4
NOROESTE	61	927.379	24.489	37,9
NORTE PIONEIRO	46	554.411	15.727	35,3
CENTRO ORIENTAL	14	761.629	21.850	34,9
CENTRO OCIDENTAL	25	328.863	11.935	27,6
CENTRO-SUL	29	564.105	26.426	21,3
SUDOESTE	37	528.411	11.652	45,3
SUDESTE	21	437.531	17.007	25,7
GERAL	399	11.444.380	199.317 km <sup>2</sup>	57,42 hab./km <sup>2</sup>

Fonte: CIDADE-BRASIL (2023)

Na sequencia será abordada as características de cada região.

## 2.1 REGIÃO OESTE

Segundo Welter et al. (2020) a região tem sua economia composta principalmente pelo comércio e serviços e pela indústria, sendo que o valor adicionado a preços básicos destes grandes setores representa 46% e 30%, respectivamente, do valor adicionado bruto destes setores no Estado do Paraná. A agropecuária da região se destaca pela produção de aves e suínos, além da produção de grãos, como soja e milho.

## 2.2 REGIÃO NORTE CENTRAL

Rodrigues (2014) cita que esta região possui uma base produtiva agrícola e a sua organização em cooperativas, com uma estrutura gerencial e de mercado comparada à de grandes empresas, alicerçando parcela expressiva da produção agroindustrial da região e do Estado. Ainda cita que esta mesorregião apresenta o segundo maior parque industrial do Estado, que se particulariza por sua diversificação, com importante participação de gêneros como alimentação, têxtil, mobiliário, açúcar e álcool, além dos novos segmentos, especialmente os de agroquímicos e embalagens plásticas e equipamentos para instalações industriais e comerciais. Também possui forte presença no setor de serviços, particularmente em alguns segmentos que denotam importantes encadeamentos produtivos, como os serviços de transporte e de apoio à atividade empresarial, bem como em serviços sociais, saúde e educação, entre outros.

## 2.3 REGIAO METROPOLITANA

A Região Metropolitana de Curitiba (RMC), composta por 29 cidades, representa mais de um terço da economia paranaense e registrou expansão do PIB nas últimas décadas, de R\$ 35,2 bilhões para R\$ 190 bilhões, mas a participação no total foi de 39,9% em 2002 para 34,6% em 2021 (PARANÁ, 2023).

Nesta região encontra-se um parque industrial com diversos setores de atuação, dentre elas pode-se destacar: produção automobilística, química, produção de gases industriais, serviços bancários, produção alimentícia, serviços da tecnologia da informação entre outras (SANTOS; VIDEIRA, 2014).

## 2.4 REGIÃO NOROESTE

Ribeiro e Endlich (2010) citam que a mesorregião Noroeste passou por diversas crises, dentre outros motivos, pelo fato da região estar inserida numa área de solo arenoso, por isso a pecuária extensiva foi a principal atividade após

1970, anteriormente a cultura era voltada para o café. A mesorregião Noroeste, recebe nesse período, além da modernização da pecuária, algumas ilhas de cultivos/pecuárias diversos (como: laranja, mandioca, sericicultura, avicultura, etc). E, nos últimos anos, o cultivo da cana-de-açúcar tem se mostrado favorável nessa área. O Setor agroindustrial canavieiro surge e se expande na mesorregião Noroeste na medida em que a modernização da agricultura vai se intensificando. A modernização agrícola e a crise cafeeira, juntamente com o Programa Nacional do Alcool, marcam uma nova fase que inclui a formação e a expansão desse setor agroindustrial no Noroeste Paranaense. Atualmente, as áreas utilizadas pelo cultivo da cana-de-açúcar na mesorregião Noroeste do Paraná estão direcionadas ao processo industrial de usinas e destilarias. Com o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, a cana-de-açúcar torna-se o principal cultivo agrícola de vários municípios da região.

## 2.5 REGIÃO NORTE PIONERIO

Em estudo realizado por Malacoski e Lima (2020), citam que inicialmente, a estrutura produtiva local estava baseada na atividade cafeeira, o que permitiu que de uma área pouco povoada viesse a se constituir uma das mais ricas e populosas dentre as mesorregiões do Paraná até a segunda metade do século XX, quando a dinâmica local se modifica depois da crise enfrentada pelo setor cafeeiro nos anos de 1970 e pela substituição da cultura do café por outras commodities. A mesorregião teve dificuldades em se adaptar a essas novas culturas e passou a apresentar decréscimo populacional ao longo dos anos de 1980 até 2000. As perdas populacionais atingiram todas as faixas etárias, principalmente, a população mais jovem, acarretando um envelhecimento da população. Atualmente, muitos municípios e regiões têm buscado alternativas de desenvolvimento por meio do fortalecimento dos ativos territoriais. Esses ativos são os elementos que compõem o folclore, o meio ambiente e particularidades da estrutura produtiva, como a gastronomia regional, produtos com selo de indicação geográfica ou certificação de origem.

## 2.6 REGIÃO CENTRO ORIENTAL

Tissiano e Carvalho (2018) citam que a mesorregião centro oriental do Paraná é caracterizada por contrastes econômicos e sociais, que são visíveis na distribuição do capital, que se concentra nas áreas centrais e mais desenvolvidas. Traços da sua colonização permanecem atualmente. A concentração das terras derivada do ciclo da erva mate e da madeira é visível até os dias atuais.

Os autores ainda concluem em seu estudo que a configuração econômica característica da mesorregião, dividida em três eixos industriais; indústrias de papel e papelão dos municípios de Telêmaco Borba, Jaguariaíva, Piraí do Sul, Arapoti e Sengés. A bacia leiteira, presente nos municípios de Castro, Arapoti e Carambeí e a indústria agroquímicoquímica, concentrada na cidade de Ponta Grossa, que realiza a moagem de soja e produção de fertilizantes; denota a importância da terra para a economia e base para trocas comerciais.

## 2.7 REGIÃO CENTRO OCIDENTAL

Borges (2015) cita que a mesorregião é bastante heterogênea no que tange a sua distribuição demográfica, espacial, social e econômica, sendo que as maiores cidades são: Campo Mourão, Goioerê e Ubitatã. Elas são responsáveis pelo maior número da população habitada na região, cujas economias estão fortemente ligadas ao setor agroindustrial representado pelas cooperativas: Coamo Agroindustrial Cooperativa, Coagru (Cooperativa Agroindustrial União) e Unitá (Cooperativa Central Agroindustrial) que possuem suas origens na região, assim como outras cooperativas, tais como a Integrada e C. Vale que tem suas origens em outras regiões.

Na matriz industrial da região destacam-se os segmentos açúcar e etanol, óleo/gorduras vegetais, algodão e mandioca. Com forte base agrícola, o destaque é para o plantio de soja e milho, sendo motivados pela representatividade da Coamo que vem inovando o setor com novas formas de plantio e a adoção de tecnologias de ponta. Esse processo de ampliação e incorporação tecnológica praticada também imprime transformações no território

regional e essas condições interferem ao quadro de produção das cidades e na formação socioespacial (BORGES, 2015).

## 2.8 REGIÃO CENTRO-SUL

A história de ocupação da mesorregião Centro-Sul Paranaense se originou ao século XVII e esteve associada aos ciclos econômicos do ouro, do tropeirismo, da erva-mate e da madeira. Destacou-se o tropeirismo como um componente fundamental para o desenvolvimento da economia da região, que inicialmente foi baseada na criação de gado para comercialização, transportados pelos tropeiros para serem vendidos em outras regiões (IPARDES, 2004).

Fraga et al. (2015) concluíram na pesquisa que a região Centro-Sul Paranaense, se caracteriza como uma das mais subdesenvolvidas do estado, formada por municípios que possuem baixos índices de desenvolvimentos, alguns, estando entre os piores do Paraná. Mesmo assim, a indústria de papel e gráfica responde por 11,1% do total estadual e a agricultura conta com participação de 6,1% do total estadual, mas esse fator não representa o rompimento ou a mitigação dos muitos problemas sociais e infraestruturais registrados na região.

## 2.9 REGIÃO SUDOESTE

Segundo o Censo Agropecuário de 2017, realizado pelo IBGE (2019), e citado por Rossoni (2019), o sudoeste paranaense possui 29.779 estabelecimentos classificados como de agricultura familiar, representando 81,6% do total de estabelecimentos da região, responsáveis por 49% da produção agropecuária. Entre as principais atividades agropecuárias, destacam-se a produção de soja, milho e a criação de animais.

Rossoni (2019) verificou em seu estudo que ocorreu uma expansão da especialização da indústria de transformação e de serviços, bem como, a agropecuária, extração vegetal, caça e pesca, e administração pública apresentaram especialização na maior parte dos municípios presentes nesta mesorregião.

## 2.10 REGIÃO SUDESTE

Martinazzo (2010) cita em seu trabalho que a região teve a organização do espaço sempre vinculada a atividades econômicas tradicionais, extensivo e extrativo. No ciclo da erva mate e da madeira, as atividades extensivas se articulavam a um setor de subsistência, com pequenos produtores de alimentos, dificultando o surgimento de produção agrícola diversificada. Atualmente, a região possui as maiores áreas florestais naturais e tem participação significativa na produção estadual de feijão, batata inglesa e milho, tendo como outros produtos também o fumo, erva mate e soja (IPARDES, 2004).

Esta mesorregião preserva o maior contingente de floresta de araucárias do Paraná. Na estrutura fundiária da região, predominam os estabelecimentos com área inferior a 50 ha (hectare), os quais representam 88% do total de estabelecimentos, ocupando 38% da área total. Por sua vez, os estabelecimentos com área abaixo de 10 ha, concentram quase metade da população local (IPARDES, 2009).

Pode-se resumidamente elencar as principais características estruturais e de desenvolvimento que impulsionaram a economia das mesorregiões paranaenses. Tendo em vista a importância e abrangência de todas essas mesorregiões e suas interações evidenciadas por muitas terem conexão entre bacias hidrográficas e serem afetadas por extremos hídricos e das variáveis climáticas ao longo dos tempos é essencial relacionar as problemáticas de crises hídricas e extremos climáticos as consequências no qual podem impactar seu desenvolvimento e por consequência os impactos que isso pode gerar ao Estado como um todo. Motivo pelo qual o presente trabalho se justifica e com esse foco se estruturará para trazer uma reflexão sobre as consequências que tais problemáticas geram e os impactos econômicos que isso poderá significar.

## 3 METODOLOGIA

Este estudo se caracteriza como bibliográfica, documental, quantitativa e qualitativa.

O procedimento de coleta de dados foi análise documental no qual foram coletadas séries históricas de 30 anos (1990 à 2021) de precipitação de todas as estações meteorológicas presentes nos diferentes municípios do estado. Os índices pluviométricos foram coletados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná – IAT (IAT, s/d).

O período de 30 anos justifica-se pelo fato de caracterizar as normais climatológicas, no caso de 1991-2020. Estas normais são estatísticas de longo prazo de variáveis meteorológicas e climáticas – entre elas temperatura, precipitação, umidade, vento, pressão atmosférica, entre outras. Essas estatísticas são calculadas com base em observações coletadas durante um período específico – convencionalmente 30 anos, conforme recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM). O objetivo das normais climatológicas é fornecer uma base para comparação que permita avaliar as condições climáticas atuais ou futuras em relação a um padrão estabelecido. Isso ajuda meteorologistas, climatologistas, pesquisadores e tomadores de decisão a entender melhor as variações e tendências climáticas, bem como a tomar decisões informadas em áreas como agricultura, construção, energia e gestão de recursos hídricos. No Brasil, o papel de elaboração, atualização, monitoramento e avaliação de dados provenientes das Normais Climatológicas é do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), que dispõe atualmente de duas séries históricas – 1961-1990 e 1991-2020 (BRASIL, 2024).

A problemática da pesquisa possui aspectos quantitativos, pois com os dados quantitativos dos índices de precipitação, pode-se associar às questões econômicas, sociais e de saúde, que foram afetadas pela falta de chuvas.

Para a análise estatística, foi aplicado o teste de Scott Knott, logo as letras iguais agrupam as regiões, por similaridade. Este teste foi utilizado para realizar comparações entre médias de diferentes grupos. Ele é particularmente útil em estudos onde se busca identificar quais grupos são estatisticamente diferentes uns dos outros com base em uma variável de interesse. Esse teste é frequentemente utilizado em análises de variância (ANOVA) para realizar comparações múltiplas após a identificação de uma diferença significativa global entre grupos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 PANORAMA GERAL

Nas Tabelas 6 e 7 estão apresentadas as correlações entre as mesorregiões em comparação com o mesmo ano e também pode-se visualizar o comparativo da mesma mesorregião no período de 1990 à 2020, respectivamente.

Na Tabela 6 tem-se o comparativo de cada ano dentre as 10 mesorregiões do Estado do Paraná, no qual as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A primeira análise que pode ser realizada é um comparativo dentre as áreas das mesorregiões, assim tem-se as regiões Noroeste e Norte Central, Centro Ocidental e Sudoeste, Norte Pioneiro, Sudeste e Região Metropolitana de Curitiba, Centro Oriental e Oeste com áreas similares e a região Centro Sul como sendo a maior dentre todas do estado.

Assim obteve-se a correlação entre as regiões Noroeste e Norte Central, tiveram médias que não se diferiram estatisticamente nos anos de 1992; 1996; 1998; 2002; 2003; 2005; 2006; 2008; 2010; 2011; 2013; 2015; 2018 e 2020.

Nas regiões Centro Ocidental e Sudoeste, os anos foram em 1991; 1995; 2006 e 2015.

Nas regiões Norte Pioneiro, Sudeste e Região Metropolitana de Curitiba foram somente entre elas em 2009; 2015 e 2017. Porém observou-se também a interação entre pares, no caso de Sudeste e Metropolitana os valores anuais obtidos foram similares nos anos de 1993; 1994; 1996; 1998; 2002; 2003; 2011; 2016; 2018 e 2020. Já entre o Norte Pioneiro e Metropolitana somente em 1992 obteve índices de chuva similares, o mesmo ocorreu entre o Norte Pioneiro e o Sudeste, que ocorreu somente em 2006.

Já nas regiões Centro Oriental e Oeste os valores que não se diferiram estatisticamente foram nos anos de 1993; 1995; 2001; 2010 e 2019. Visto que a região Oeste foi uma das que mais teve impactos quanto a crise e que estas regiões se encontram nos extremos no estado.

Outra análise que pode ser visualizada na Tabela 6 é quanto à proximidade das mesorregiões e os volumes de chuva registrados no período analisado, no entanto será utilizada somente as mesorregiões que foram mais afetadas pela estiagem, ou seja, Região Oeste, Sudoeste e Metropolitana, bem como as correlações com as demais regiões.

A Região Oeste obteve valores similares com as regiões Sudoeste e Centro Sul nos anos de 1992; 2000; 2012; 2016 e 2017. Já no comparativo somente com a região Sudoeste tem-se somente nos anos de 2003; 2004 e 2018. A análise entre Oeste e Centro Ocidental ocorre somente em 1993; 1994; 2007; 2010; 2013; 2015; 2019 e 2020. As mesorregiões Oeste e Centro Ocidental obtiveram os valores similares nos anos mais críticos de precipitação (2019 e 2020), porém os impactos não foram os mesmos por possuírem áreas (22.851 e 11.935 km<sup>2</sup>) e densidades populacionais diferentes (57,6 e 27,6).

Na Região Sudoeste, a primeira correlação é com a região Centro Sul que foram nos anos de 1993; 1997; 2005; 2009; 2011; 2020. Uma justificativa plausível para estes valores obtidos é que as duas regiões são abrangidas pela Bacia do Rio Iguaçu.

Já para a Região Metropolitana de Curitiba observa-se primeiro a correlação entre as regiões situadas no extremo Leste do estado (Norte Pioneiro, Centro Oriental e Metropolitana) que ocorre somente no ano de 1991. Adicionado mais uma região na análise anterior, Sudeste, esta interação ocorre nos anos de 2009 e 2015, visto que em 2015 foi o ano de maior precipitação nas regiões do Norte Pioneiro e Centro Oriental. E ainda comparando a região Metropolitana e Sudeste do estado, tem-se valores similares nos anos de 1993; 1994; 1996; 1998; 2002; 2003; 2011; 2017; 2018; 2019 e 2020. Nestes dados tem-se o maior volume de precipitação (1998) e os anos mais críticos (2019 e 2020). No entanto as regiões mesmo sendo circunvizinhas, possuem áreas similares, a característica que se sobressai é a densidade populacional, 220,4 habitantes por km<sup>2</sup> na Região Metropolitana e 25,7 na Região Sudeste.

Tabela 6 - Precipitação acumulada anual das mesorregiões do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020.

ANO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
	----- Precipitação acumulada anual (mm) -----									
1990	1582 G	2061 D	1738 F	1505 G	1806 F	2150 C	2612 A	2348 B	2193 C	1968 E
1991	1124 D	1541 B	1328 C	1394 C	1398 C	1636 A	1544 B	1628 A	1377 C	1458 B
1992	1734 D	2031 B	1733 D	1561 E	1677 E	2192 A	2269 A	2236 A	1892 C	1604 E
1993	1364 E	1813 B	1639 C	1509 D	1746 B	1802 B	2058 A	2097 A	1833 B	1850 B
1994	1333 F	1729 C	1477 E	1191 G	1425 E	1815 C	2191 A	2015 B	1560 D	1642 D
1995	1456 D	1688 B	1608 B	1495 C	1642 B	1724 B	1657 B	1866 A	1645 B	1923 A
1996	1514 E	1772 D	1515 E	1347 F	1770 D	2012 C	2432 A	2170 B	1959 C	1995 C
1997	1785 E	1990 D	1921 D	1761 E	1837 D	2140 B	2411 A	2352 A	2076 C	1911 D
1998	1717 E	2145 D	1907 E	1681 E	2036 D	2532 B	2795 A	2645 B	2361 C	2262 C
1999	1136 D	1396 C	1374 C	1213 D	1317 C	1542 B	1597 B	1670 A	1525 B	1686 A
2000	1638 C	1848 B	1545 D	1397 E	1657 C	1943 A	1992 A	2047 A	1731 C	1543 D
2001	1447 E	1638 D	1495 E	1347 F	1751 C	1800 C	1962 B	2131 A	1886 C	1941 B
2002	1411 E	1817 C	1513 E	1476 E	1501 E	1920 B	2268 A	1963 B	1626 D	1651 D
2003	1469 D	1636 C	1479 D	1340 E	1525 D	1875 A	1867 A	1732 B	1534 D	1528 D
2004	1567 C	1764 A	1533 C	1349 D	1573 C	1689 B	1710 B	1783 A	1464 C	1622 B
2005	1357 E	1655 C	1391 E	1330 E	1531 D	1786 B	1971 A	1969 A	1676 C	1604 D
2006	1364 B	1560 A	1330 B	1151 C	1191 C	1516 A	1451 A	1461 A	1220 C	1286 B
2007	1298 G	1585 D	1494 E	1431 F	1509 E	1591 D	1959 A	1802 B	1679 C	1576 D
2008	1254 D	1465 C	1340 D	1338 D	1470 C	1642 B	1628 B	1759 A	1566 B	1713 A
2009	1733 D	2045 B	2090 B	1886 C	1931 C	2059 B	2157 A	2235 A	1918 C	1834 C
2010	1444 D	1657 C	1442 D	1282 E	1595 C	1684 C	2001 A	1938 B	1864 B	2077 A
2011	1443 E	1731 C	1490 E	1322 F	1646 D	1786 C	2018 A	2108 A	1930 B	1897 B
2012	1288 D	1566 B	1477 C	1349 D	1528 B	1635 A	1696 A	1702 A	1576 B	1647 A
2013	1681 E	2053 C	1763 E	1560 F	1761 E	2134 C	2409 A	2269 B	1935 D	1700 E
2014	1552 E	1962 C	1721 D	1397 F	1726 D	2292 B	2483 A	2362 B	2037 C	1696 D
2015	2261 B	2427 A	2336 B	2035 C	2070 C	2413 A	2491 A	2347 B	2136 C	2103 C
2016	1619 D	2038 A	1802 C	1601 D	1752 C	1878 B	1915 B	1916 B	1791 C	1700 C
2017	1671 D	1932 B	1835 C	1749 D	1834 C	2132 A	2072 A	2037 A	1720 D	1746 D
2018	1565 B	1610 B	1536 B	1231 D	1261 D	1766 A	1741 A	1563 B	1356 C	1422 C
2019	1177 E	1402 C	1348 D	1126 E	1416 C	1465 C	1744 A	1587 B	1572 B	1533 B
2020	1133 C	1269 B	1167 C	1135 C	1135 C	1274 B	1437 A	1456 A	1295 B	1310 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Em que: 1 – Noroeste; 2 – Centro Ocidental; 3 – Norte Central; 4 – Norte Pioneiro; 5 – Centro Oriental; 6 – Oeste; 7 – Sudoeste; 8 – Centro Sul; 9 – Sudeste; 10 – Metropolitana de Curitiba.

Tabela 7 - Precipitação acumulada anual das mesorregiões do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020.

ANO	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
----- Precipitação acumulada anual (mm) -----										
1990	1582 e	2061 b	1738 e	1505 e	1806 c	2150 d	2612 b	2348 b	2193 b	1968 c
1991	1124 i	1541 e	1328 h	1394 f	1398 f	1636 i	1544 j	1628 i	1377 i	1458 e
1992	1734 b	2031 b	1733 e	1561 d	1677 d	2192 d	2269 d	2236 c	1892 d	1604 d
1993	1364 g	1813 d	1639 f	1509 e	1746 c	1802 g	2058 f	2097 d	1833 e	1850 c
1994	1333 g	1729 d	1477 g	1191 g	1425 f	1815 g	2191 e	2015 e	1560 g	1642 d
1995	1456 f	1688 d	1608 f	1495 e	1642 d	1724 h	1657 i	1866 f	1645 f	1923 c
1996	1514 e	1772 d	1515 g	1347 f	1770 c	2012 e	2432 c	2170 d	1959 d	1995 c
1997	1785 b	1990 c	1921 c	1761 c	1837 c	2140 d	2411 c	2352 b	2076 c	1911 c
1998	1717 b	2145 b	1907 c	1681 c	2036 a	2532 a	2795 a	2645 a	2361 a	2262 a
1999	1136 i	1396 f	1374 h	1213 g	1317 g	1542 j	1597 i	1670 h	1525 g	1686 d
2000	1638 d	1848 c	1545 g	1397 f	1657 d	1943 f	1992 f	2047 e	1731 f	1543 d
2001	1447 f	1638 e	1495 g	1347 f	1751 c	1800 g	1962 g	2131 d	1886 d	1941 c
2002	1411 f	1817 d	1513 g	1476 e	1501 e	1920 f	2268 d	1963 f	1626 f	1651 d
2003	1469 f	1636 e	1479 g	1340 f	1525 e	1875 f	1867 g	1732 g	1534 g	1528 d
2004	1567 e	1764 d	1533 g	1349 f	1573 e	1689 h	1710 h	1783 g	1464 h	1622 d
2005	1357 g	1655 e	1391 h	1330 f	1531 e	1786 g	1971 g	1969 f	1676 f	1604 d
2006	1364 g	1560 e	1330 h	1151 h	1191 h	1516 j	1451 k	1461 j	1220 j	1286 e
2007	1298 g	1585 e	1494 g	1431 e	1509 e	1591 i	1959 g	1802 g	1679 f	1576 d
2008	1254 h	1465 f	1340 h	1338 f	1470 f	1642 i	1628 i	1759 g	1566 g	1713 d
2009	1733 b	2045 b	2090 b	1886 b	1931 b	2059 e	2157 e	2235 c	1918 d	1834 c
2010	1444 f	1657 e	1442 g	1282 g	1595 e	1684 h	2001 f	1938 f	1864 e	2077 b
2011	1443 f	1731 d	1490 g	1322 f	1646 d	1786 g	2018 f	2108 d	1930 d	1897 c
2012	1288 g	1566 e	1477 g	1349 f	1528 e	1635 i	1696 h	1702 h	1576 g	1647 d
2013	1681 c	2053 b	1763 e	1560 d	1761 c	2134 d	2409 c	2269 c	1935 d	1700 d
2014	1552 e	1962 c	1721 e	1397 f	1726 c	2292 c	2483 c	2362 b	2037 c	1696 d
2015	2261 a	2427 a	2336 a	2035 a	2070 a	2413 b	2491 c	2347 b	2136 b	2103 b
2016	1619 d	2038 b	1802 e	1601 d	1752 c	1878 f	1915 g	1916 f	1791 e	1700 d
2017	1671 c	1932 c	1835 d	1749 c	1834 c	2132 d	2072 f	2037 e	1720 f	1746 d
2018	1565 e	1610 e	1536 g	1231 g	1261 g	1766 g	1741 h	1563 i	1356 i	1422 e
2019	1177 i	1402 f	1348 h	1126 h	1416 f	1465 j	1744 h	1587 i	1572 g	1533 d

---

2020	1133 i	1269 g	1167 i	1135 h	1135 h	1274 k	1437 k	1456 j	1295 j	1310 e
------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

---

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Em que: 1 – Noroeste; 2 – Centro Ocidental; 3 – Norte Central; 4 – Norte Pioneiro; 5 – Centro Oriental; 6 – Oeste; 7 – Sudoeste; 8 – Centro Sul; 9 – Sudeste; 10 – Metropolitana de Curitiba.

Observa-se na Tabela 7 que em cada mesorregião os valores de precipitação seguidos da letra “a” são os que apresentaram o maior volume de chuva naquele ano, e pode-se confirmar que no ano de 1998 as mesorregiões: oeste, sudoeste, centro sul, sudeste e metropolitana tiveram este comportamento. Em contrapartida as mesorregiões: noroeste, centro ocidental, norte central, norte pioneiro e centro oriental apresentaram a maior precipitação em 2015. Ao observar o mapa e realizar uma divisão longitudinal, tem-se maior precipitação no ano de 1998 na parte inferior desta linha imaginária e em 2015, na parte superior. Pode-se observar também que a ocorrência de maior precipitação se deu nas mesorregiões Centro Ocidental, Oeste, Sudoeste, Centro Sul e Sudeste . Destaque nos volumes de precipitação para as mesorregiões Sudoeste e Centro Sul. As menores precipitações podem ser observadas nas mesorregiões Noroeste e Norte Pioneiro, sendo ambas as mesorregiões mais prejudicadas pelo baixo volume e maior oscilação nas precipitações ao longo do período. Tais condições refletem diretamente no desempenho das cadeias produtivas, disponibilidade de água e condições de desenvolvimento regional afetando prejudicialmente as características de produção e de organização dessas regiões para seu desenvolvimento. O que demanda por parte dos gestores públicos políticas direcionadas que atendam um rigoroso planejamento estrutural para que potencializem seu desenvolvimento e direcionem ações nas atividades que venham de encontro as características da região.

#### 4.2 REGIÃO NOROESTE

Na Figura 22 pode-se observar que no ano de 2015 obteve-se o maior volume de precipitação com 2.261 mm acumulados no ano. Também se observa que os períodos mais críticos vivenciados recentemente, 2019 e 2020, também se repetiram nos anos de 1991 e 1999, no qual os valores não se diferiram significativamente conforme apresentado na tabela 7.

No entanto, nesta mesorregião estão presentes as bacias hidrográficas Paraná 1, Paraná 2, Paranapanema 4 e Ivaí, no qual apresentaram baixos volumes de precipitação conforme os dados obtidos, mas as estratégias das lideranças em amenizar a situação foram de utilizar tanto a água do reservatório das usinas, principalmente localizadas ao longo da bacia do Rio Paranapanema, quanto em investimentos em auxílio de cisternas para a coleta de água de chuva para a

população mais carente (BONDE, 2021).

Os valores de precipitação do demais anos, apresentaram variação em torno da média estabelecida no gráfico e com grupos de valores significativos entre si, apresentados na Tabela 7.

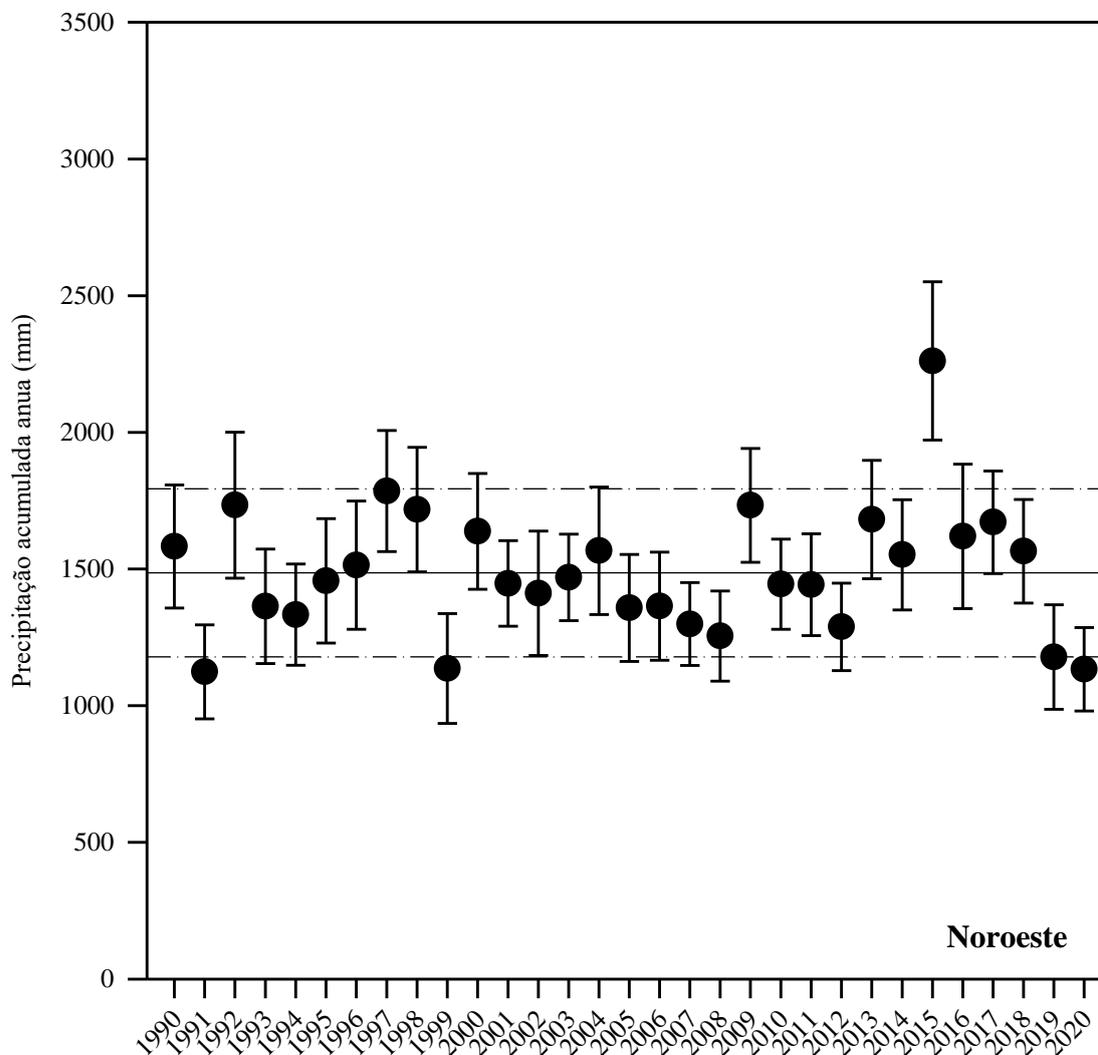


Figura 22 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Noroeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

#### 4.3 CENTRO OCIDENTAL

Na mesorregião Centro Ocidental, igualmente a Noroeste, também apresentou a maior precipitação em 2015, com 2.427 mm acumulados ao longo do ano. Porém pode-se observar na Figura 23 que nos anos subsequentes a queda dos acumulados de precipitação ocorrem de maneira significativa, sendo no ano de 2020 obtendo o

menor volume de chuvas dentre os 30 anos analisados.

Nos demais anos analisados, existem correlações entre si, apresentado diferenças não significativas, como é o exemplo do ano de 2019, que também apresentou baixos valores de precipitação ao longo do ano, no entanto nos anos de 1999 e 2008, obtiveram valores estatisticamente similares, ou seja, repetiu-se o episódio de baixa precipitação como acompanhado recentemente.

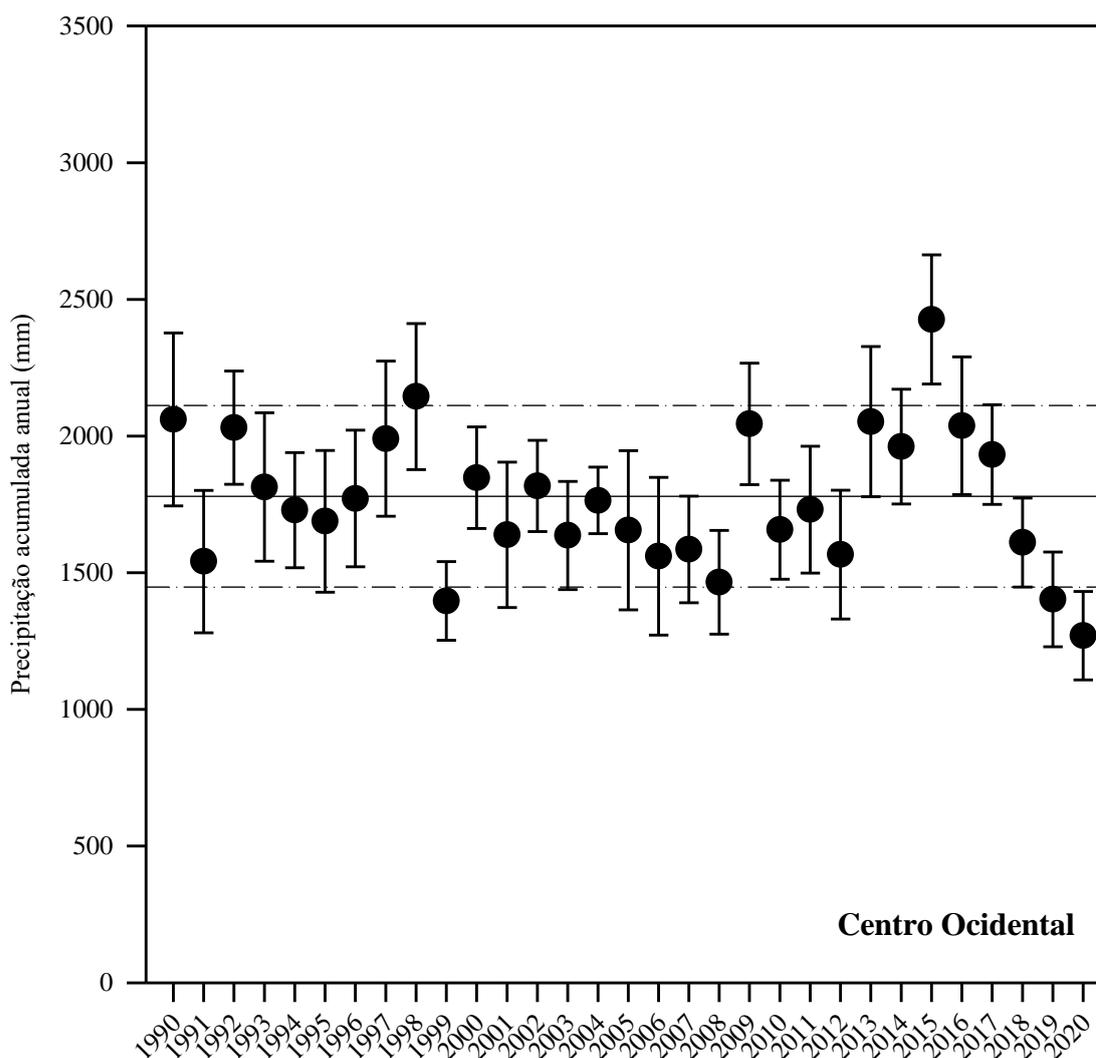


Figura 23 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Ocidental do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

#### 4.4 NORTE CENTRAL

A mesorregião Norte Central também apresentou o maior volume de

precipitação no ano de 2015 com um valor de 2.336 mm acumulados ao longo do ano, ainda pode-se observar uma queda nos anos seguintes com o ano de 2020 apresentando o menor valor de chuva acumulado ao longo de todos os anos analisados com 1.167 mm.

Dentre os 30 anos analisados, 19 deles, ou seja, 63%, estão abaixo da linha média, corroborando com a tese de que nesta região as chuvas são menos intensas historicamente.

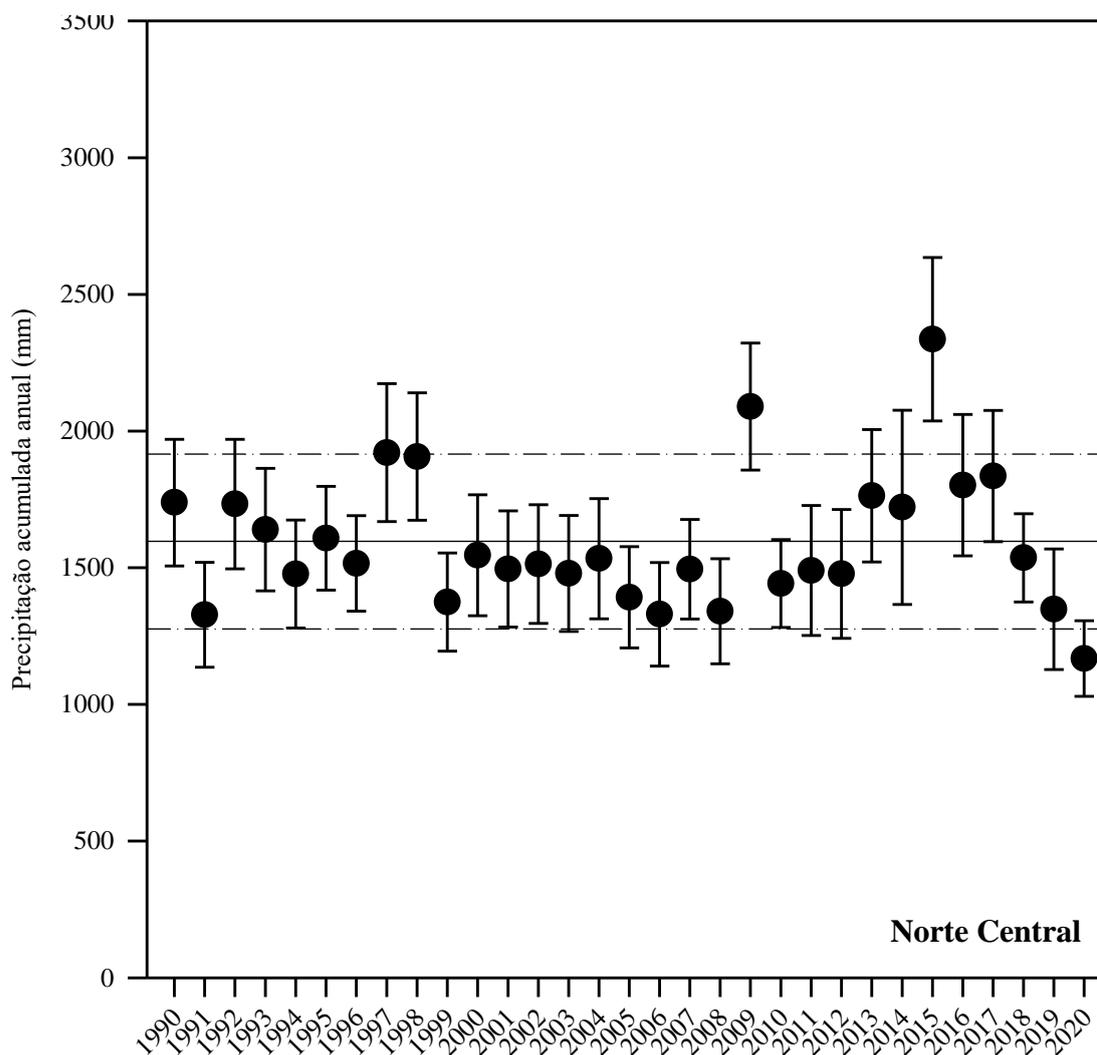


Figura 24 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Norte Central do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

A bacia do rio Pirapó está inserida na mesorregião Norte Central Paranaense, que possui forte participação na estrutura da economia do Estado do Paraná, porém

mesmo com a baixa precipitação na região, o gerente Geral da Sanepar na Região Noroeste, Sergio Portela, cita que em relação à Maringá, a situação hídrica é tranquila, já que o Rio Pirapó, que abastece a cidade, é bastante perene (CBN, 2021).

#### 4.5 NORTE PIONEIRO

Esta mesorregião apresentou os menores valores de precipitação nos anos de 2019 e 2020, sendo que não se diferem estatisticamente. Também teve no ano de 2015 o maior volume 2.035 mm.

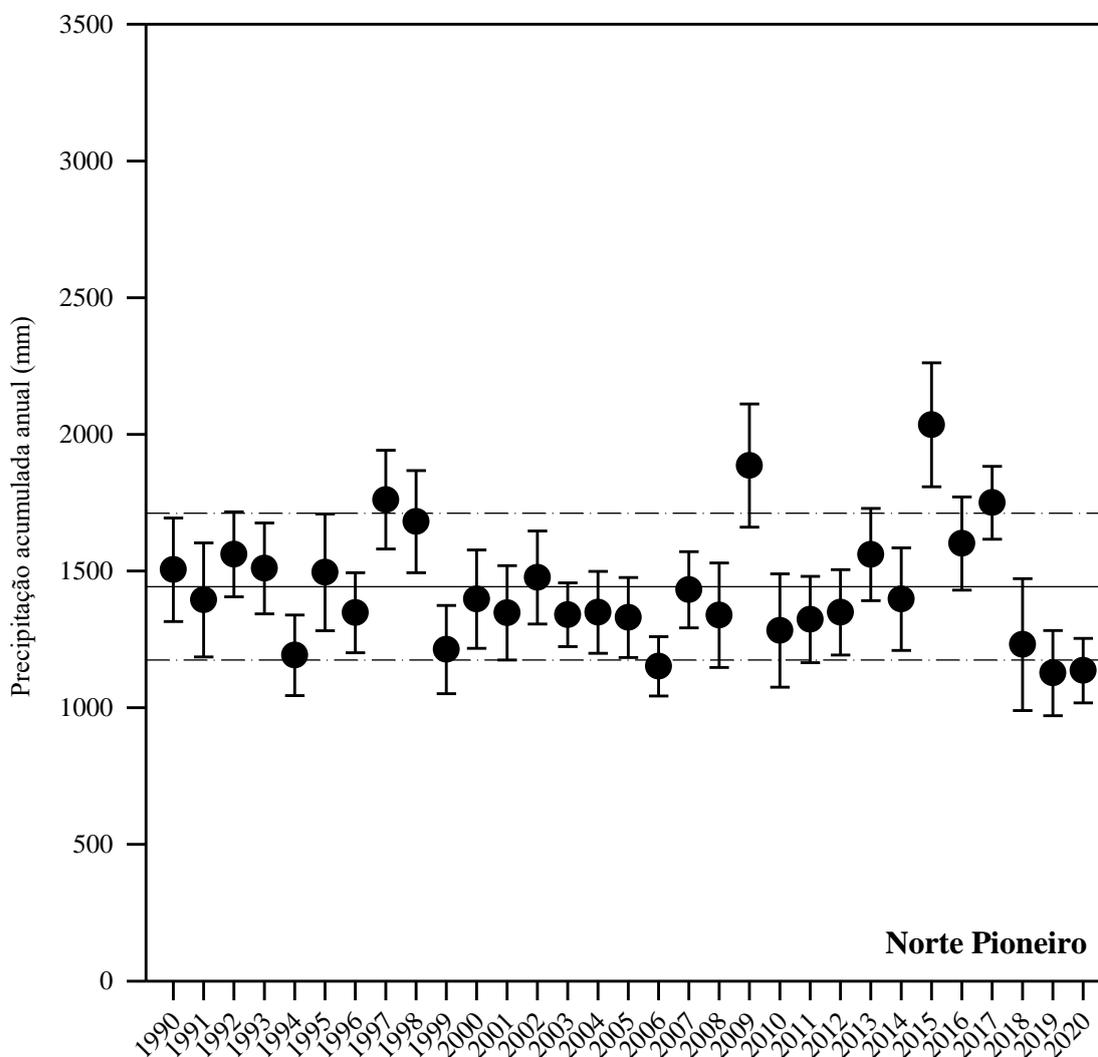


Figura 25 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Norte Pioneiro do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a 1σ sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Na Figura 25 observa-se que somente 4 anos apresentaram valores

acumulados de precipitação acima do limite de controle superior, estando em sua maioria abaixo da média histórica.

Segundo a Agência Estadual de Notícias (2021), o Norte Pioneiro é uma região tipicamente agrícola e representativa para o lazer, recreação e pesca. Entre as medidas de emergência que poderiam ser tomadas pelo órgão ambiental, com o baixo nível dos rios, está a proibição da atividade pesqueira a fim de garantir a preservação da fauna nativa e suspensão de emissão de Outorga para Uso da Água para irrigação. Quanto ao registro de rodízios de abastecimento de água residencial, os registros são para algumas cidades e com maior incidência para o ano de 2021.

#### 4.6 CENTRO ORIENTAL

Assim como as demais mesorregiões citadas, está também apresentou maior volume de precipitação no ano de 2015 com 2.070 mm acumulados ao longo do ano, corroborando com a conclusão de que as mesorregiões situadas ao norte do estado apresentaram o mesmo comportamento.

Já os períodos de menor precipitação ocorreram nos anos de 2006 e 2020, com valores estatisticamente similares, 1.191 e 1.135 mm, respectivamente. Para esta região, o ano de 2018 que obteve o segundo menor volume de precipitação, no entanto, foi recorrente nos anos de 1993; 1994; 2001; 2005 e 2011.

Analisando a Figura 26, tem-se a conclusão na maior parte do período analisado os valores acumulados obtidos, se restringiram entre os limites superiores e inferiores, com exceção dos períodos de maior chuva (2015) e maior estiagem (2020).

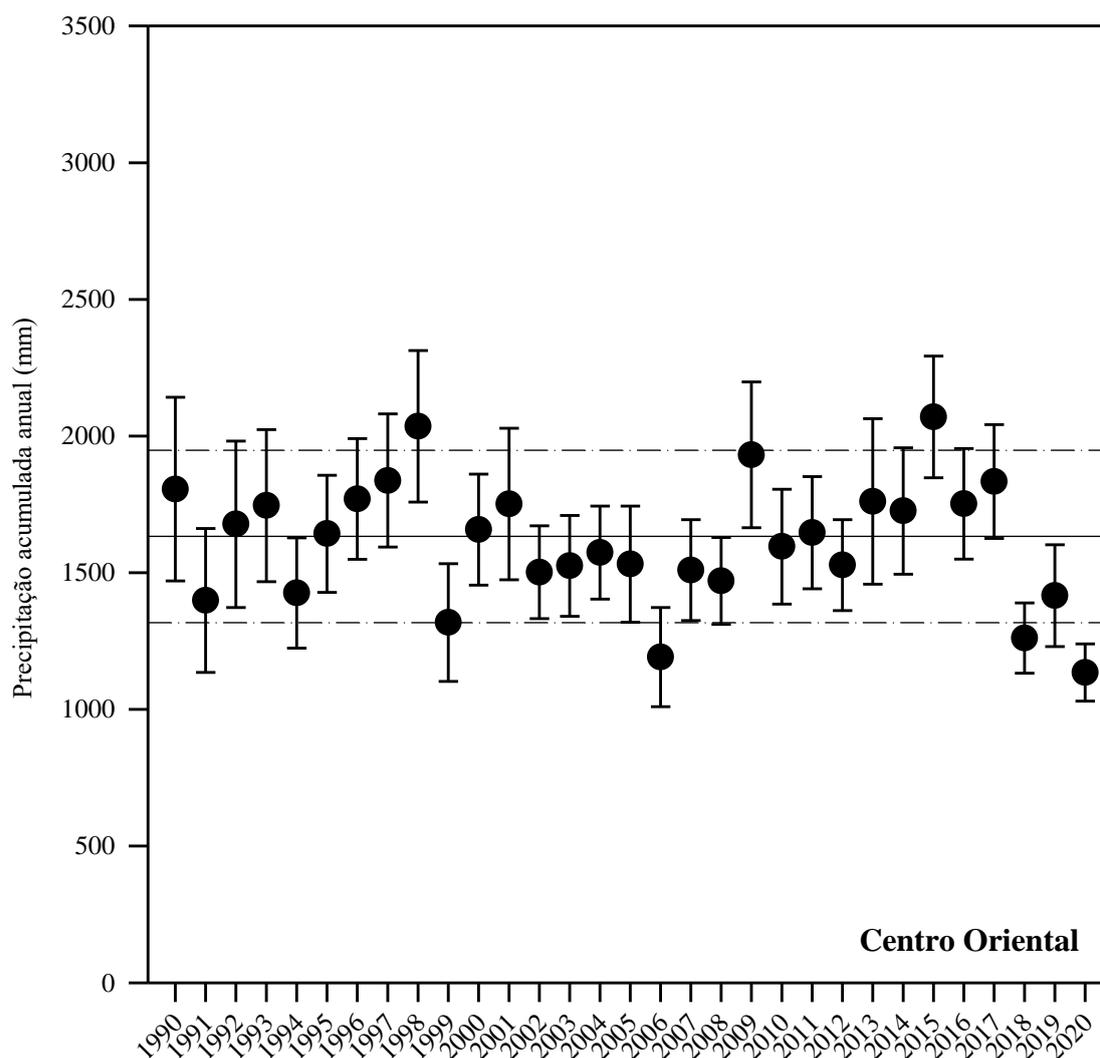


Figura 26 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Oriental do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Nesta região estão inseridas indústrias de papel e celulose não sofreram com a falta de água, de acordo com a SINPACEL - Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e Pasta de Madeira para Papel, Papelão e Artefatos de Papel e Papelão do Estado do Paraná (2022), os dados apresentados desde 2017, tanto a produção de papel quanto de celulose apresentaram uma crescente até o ano de 2021. Este fator, segundo o Portal Tratamento da Água (2017) deve-se que há 40 anos, o setor gastava de  $180 \text{ m}^3$  a  $200 \text{ m}^3$  de água para produzir uma tonelada de celulose. Hoje, o consumo caiu para  $25 \text{ m}^3$  de água por tonelada. O avanço é resultado de programas de redução de perdas na captação, do desenvolvimento de espécies mais resistentes à escassez hídrica, do manejo da floresta com soluções inovadoras como o plantio em mosaico, que intercala trechos plantados com florestas nativas, e do emprego de tecnologias

como o reuso da água.

A cidade de Ponta Grossa, segundo o site Periódicos UEPG (2020), possui como recurso para abastecer os moradores do manancial subterrâneo do aquífero furnas, com uma capacidade muito grande, suficiente para manter os rios e os mananciais superficiais durante toda a estiagem, no entanto o uso consciente é sempre recomendado.

#### 4.7 OESTE

A mesorregião oeste juntamente com a Sudoeste e Metropolitana, foram as mais atingidas pela estiagem. Dentre os 30 anos analisados, o período mais chuvoso foi em 1998, com 2.532 mm, e como nas outras regiões citadas, o ano de 2015 apresentou o segundo maior volume de precipitação com 2.413 mm. O comportamento também se repetiu, tendo uma diminuição da precipitação com o agravamento no ano de 2020 com 1.766 mm registrados em toda a área em questão.

Observa-se pela Figura 27 que as precipitações acumuladas obtidas nos demais anos não mencionados, encontram-se dentro dos limites superiores e inferiores, no entanto, os picos e declínios são acentuados.

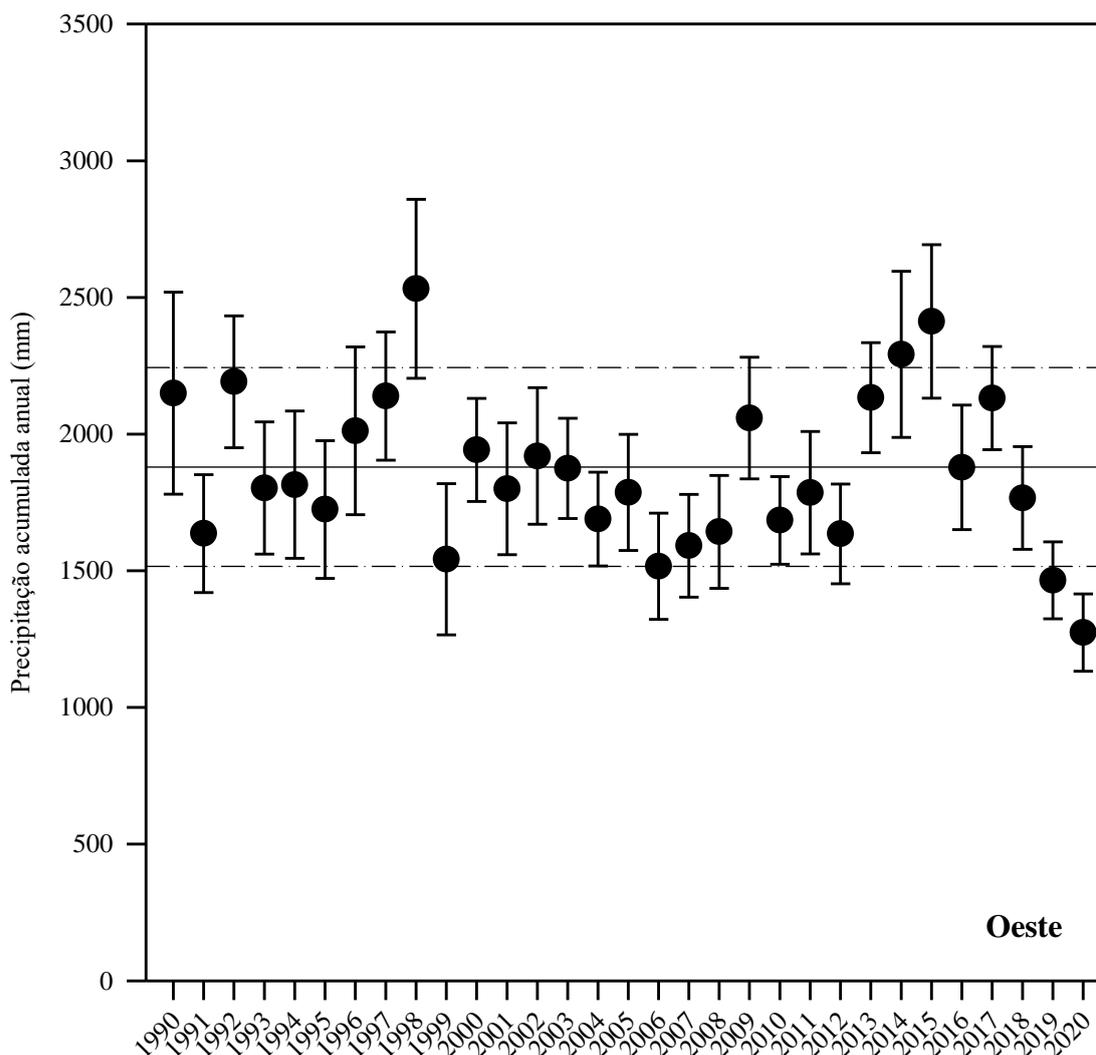


Figura 27 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Oeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Na região Oeste a estiagem foi perceptível em uma das atrações turísticas mais conhecidas, as Cataratas do Iguaçu, que no período apresentou uma vazão de apenas 20% do volume normal (BRASIL DE FATO, 2021).

O município de Toledo, que está inserido nesta bacia, apresentou, segundo o Departamento de Economia Rural (Deral), perdas de 55% na safra verão de soja e de 73% na de milho, o que, segundo o órgão vinculado à Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento (Seab), pode fazer o Valor Bruto da Produção Agropecuária (VBP) “encolher” mais de R\$ 730 milhões no período 2021-2022 - prejuízo que pode ser maior, pois este levantamento ficou restrito às culturas de grãos, sem considerar os problemas que outros setores, como a piscicultura e a bovinocultura leiteira, têm enfrentado. Ainda o secretário de Estado da Agricultura e

Abastecimento, Norberto Ortigara, comentou que em alguns municípios, sobretudo os que ficam à margem do Rio Piquiri, onde o solo é mais frágil, a queda será de 90% a 95% nas culturas de soja e milho (MUNICÍPIO DE TOLEDO, 2022).

Já para a cidade de Cascavel, a estiagem que houve no município em 2020 causou inúmeros problemas na agropecuária, pois prejudicou o abastecimento de água, tanto para os proprietários, plantações, pastagens e animais, pois muitas nascentes e poços secaram, como também houve a redução de água nos rios e para a agricultura, nas 4.915 propriedades rurais do município. A situação se perdurou por 2021. Além da seca, as geadas castigaram o setor agro. As perdas de produção sofrida pelos produtores rurais, nas diversas atividades do Município, correspondem a R\$ 602.313.866,67 em 2021 (O PARANÁ, 2021).

#### 4.8 SUDOESTE

A mesorregião Sudoeste obteve o maior volume de precipitação no ano de 1998 com 2.795 mm acumulados. Em contrapartida os anos de menor precipitação foram em 2006 e 2020, com 1.451 e 1.537 mm, respectivamente.

Na Figura 28 observa-se que os volumes de chuvas ao longo do período analisado, apresenta valores que não se diferem estatisticamente em anos subsequentes como por exemplo os anos de 1996; 1997; 2013; 2014 e 2015, que com exceção dos anos de 1990 e 1998 que apresentaram os maiores volumes, estão acima do limite superior sobre média dos dados.

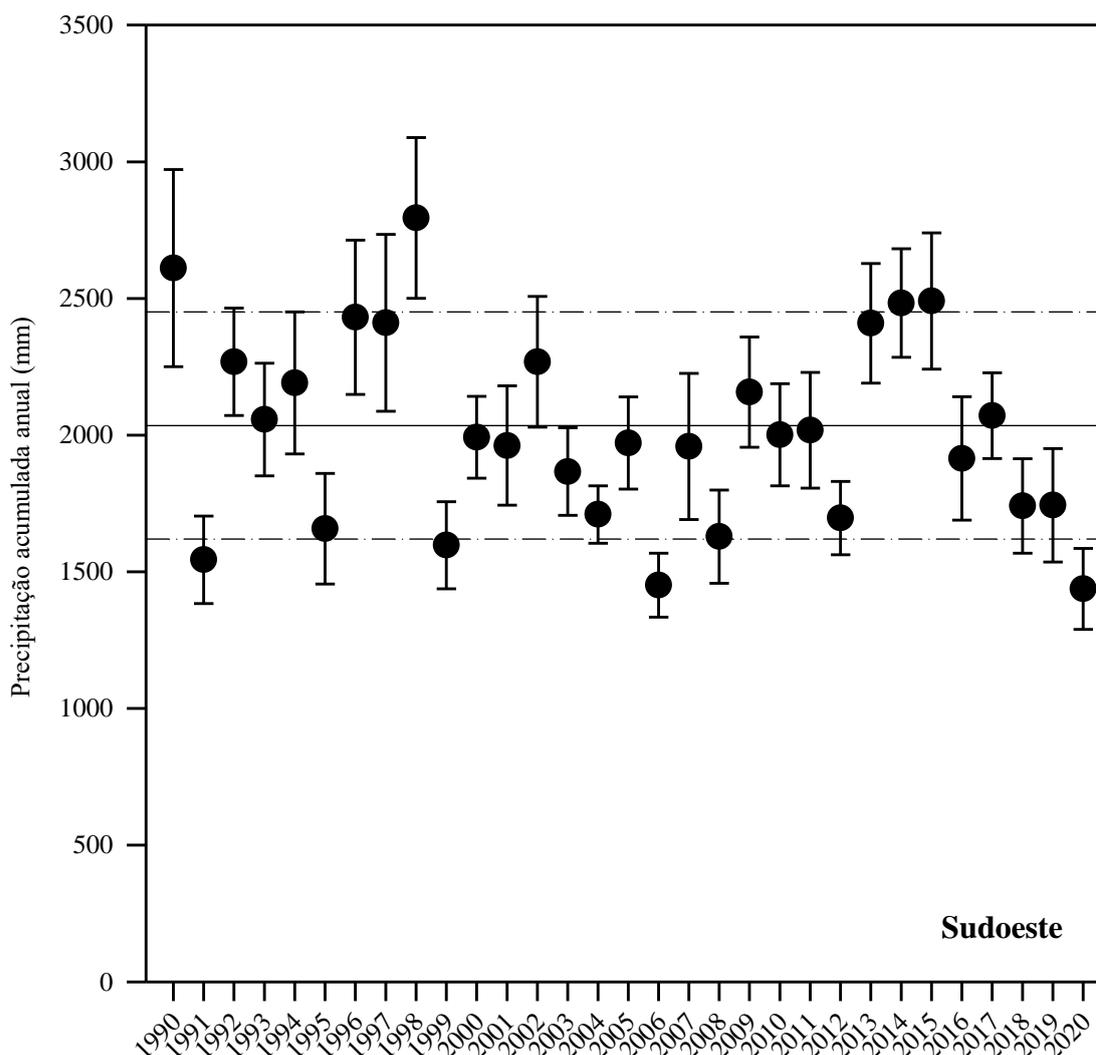


Figura 28 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Sudoeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Segundo a Agência Estadual de Notícias (2021) coloca que o déficit maior da precipitação pluviométrica no Paraná é no Sudoeste, onde rios e poços apresentam redução de 25% a 60% na quantidade de água disponível para o abastecimento. Os poços que abastecem Pranchita e Santo Antônio do Sudoeste já perderam mais de 60% da sua vazão, inviabilizando o fornecimento de água de forma regular para todas as regiões das duas cidades.

Na cidade de Francisco Beltrão utilizou caminhões pipa para levar água para o interior do município, pois além do prejuízo nas diversas culturas, os produtores rurais estão sem água para os animais da propriedade (FRANCISCO BELTRÃO, 2021).

Oradi Caldato, presidente do Sindicato Rural de Pato Branco comenta que levando em conta o Valor Bruto de Produção Agrícola (VBP) de 2020, onde juntos os

42 municípios da região totalizaram R\$ 16,2 bilhões e comparando com as estimativas de quebra de produção de R\$ 3,64 bilhões, somente nas culturas de soja, milho e feijão, a retração do VBP pode representar 22,4%, com perdas unitárias de 47%; 43% e 42%, respectivamente. Ele ainda ressalta que o impacto no VBP da região deve ser ainda maior, uma vez que a crise hídrica vem afetando todas as atividades do campo, o que engloba desde a pecuária a produção de hortifrúteis (DIÁRIO DO SUDOESTE, 2022).

#### 4.9 CENTRO SUL

Dentre todos os anos analisados, o ano de 1998 obteve a maior precipitação acumulada, com 2.645 mm. As menores ocorreram em 2006 e 2020, com 1.461 e 1.456 mm, respectivamente.

Observando-se a Figura 29, conclui-se que o comportamento das chuvas nesta região ficou entre os limites superiores e inferiores dentro da média obtida, no qual somente os anos citados que apresentaram precipitações discrepantes das demais no período analisado.

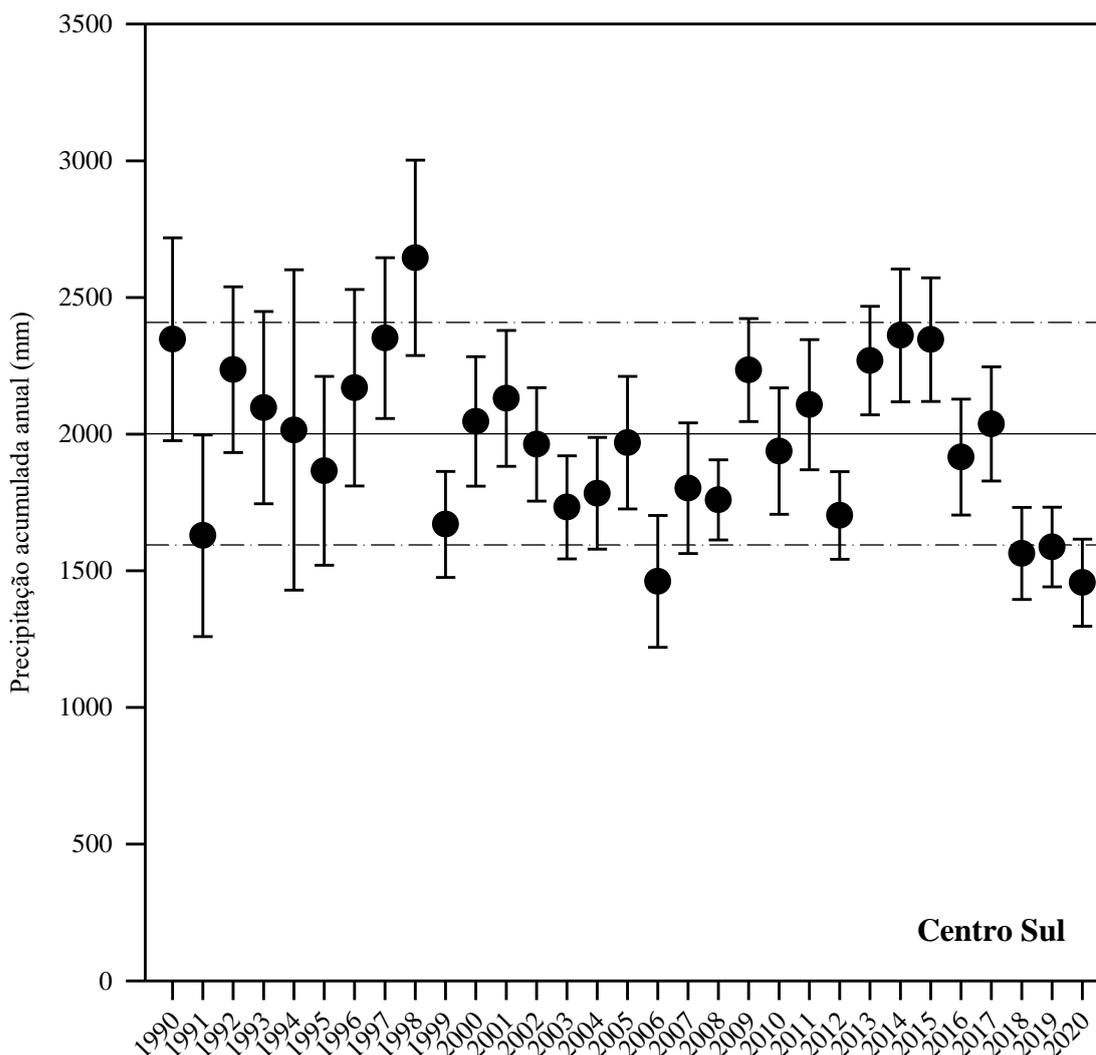


Figura 29 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Centro Sul do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

As prefeituras das cidades de Nova Laranjeiras e Laranjeiras do Sul fizeram campanhas educativas para a economia de água para a população e também implementaram o rodízio de abastecimento na cidade como medida para controlar o consumo, sendo o prefeito de Nova Laranjeiras decretando, mais tarde, calamidade pública (NOVA LARANJEIRAS, 2021).

Investimentos na cidade de Ponta Grossa em fábricas de malte, fez com que a partir de 2015 os agricultores optassem pelo plantio da cevada no lugar no trigo. Segundo o site do Sistema Faep (2021), a ampliação do mercado para a cevada do Paraná deve mudar o mapa das lavouras de inverno. Atualmente, o trigo é a principal cultura, o que faz do Paraná o maior produtor nacional. Para efeito de comparação,

na última safra paranaense de trigo ocupou 1,1 milhão de hectares, enquanto a cevada apenas 67 mil hectares. Outras vantagens da cevada dizem respeito ao seu comportamento agrônomico. Segundo o pesquisador da Embrapa Trigo, Aloísio Vilarinho, a cultura é mais rústica que outras de inverno em termos de necessidade hídrica. “No ano passado quando teve estiagem, não chegou a comprometer a produção e a qualidade.

#### 4.10 SUDESTE

A mesorregião Sudeste apresentou características semelhantes às demais regiões já mencionadas (as que estão situadas abaixo no mapa do Paraná), com maior precipitação acumulada no ano de 1998 com 2.361 mm, seguidos pelos anos de 1990 e 2015 com 2.193 e 2.136 mm, respectivamente, bem como os menores volumes de chuva foram nos anos de 2006 e 2020 com 1.220 e 1.295 mm.

Pode-se observar no gráfico que excluindo os anos mencionados de máxima e mínima de precipitação, os volumes encontram-se dentro dos limites inferiores e superiores designados pela média do gráfico. Ainda, verifica-se o comportamento das precipitações, realizando movimentos ascendentes e descendentes de forma suave, exceto ao que se observa nos anos de 1998 e 1999, no qual ocorre de maneira abrupta a diminuição de precipitação, concluindo que o ano de 1998 apresentou uma anomalia na quantidade de precipitação.

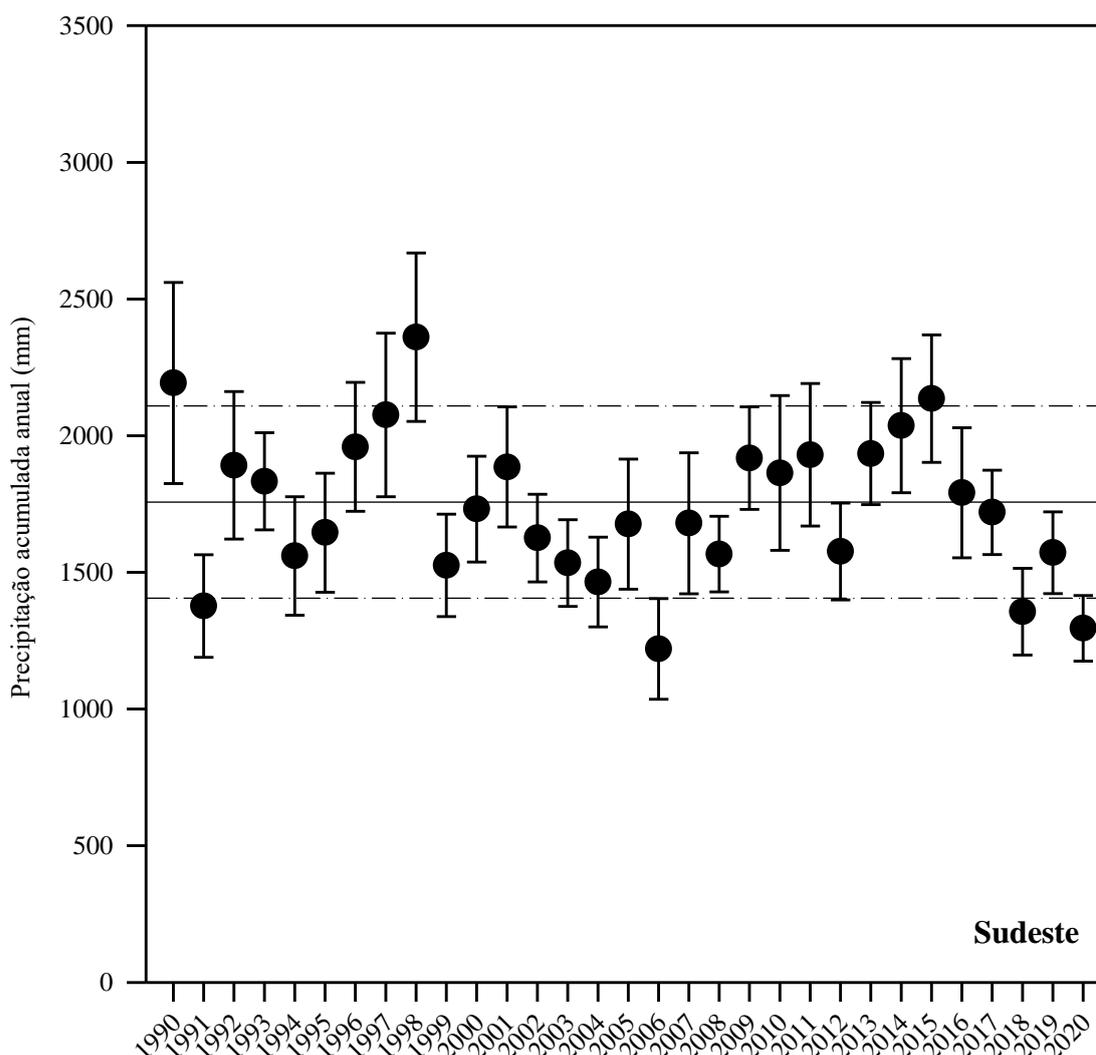


Figura 30 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Sudeste do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Segundo a Prefeitura Municipal de Bituruna (2020), a estiagem causou forte queda na arrecadação do Município de Bituruna. A pouca quantidade de chuvas registrada causou uma perda significativa no repasse da Compensação Financeira pela Utilização de Recursos Hídricos (CFURH), conhecido como royalties, relativo à Usina Hidrelétrica Bento Munhoz da Rocha (Foz do Areia) e Usina Hidrelétrica Governador Ney Braga (Salto Segredo).

Na cidade de Prudentópolis, foi utilizados caminhões pipa para levar água aos moradores das regiões rurais do município, que além da crise hídrica enfrentada também não possui rede de abastecimento de água (FOLHA DE IRATI, 2021).

#### 4.11 METROPOLITANA

A mesorregião Metropolitana de Curitiba foi a região que mais teve impactos da falta de chuva no estado. É a região com maior densidade populacional e com a crise hídrica corroborou para sucessivos períodos de rodízio no abastecimento doméstico. O ano que apresentou maior precipitação foi em 1998 com 2.262 mm de chuva. Já os anos em que os níveis de chuva foram os menores (semelhantes estatisticamente) foram em 1991; 2006; 2018 e 2020, com 1.458; 1.286; 1.422 e 1.310 mm, respectivamente.

Observa-se ainda no Figura 31 que os níveis de precipitação se mantiveram entre os limites superiores e inferiores no gráfico, que mesmo obtendo a maior precipitação em 1998, ela não se destoou dos demais dados obtidos.

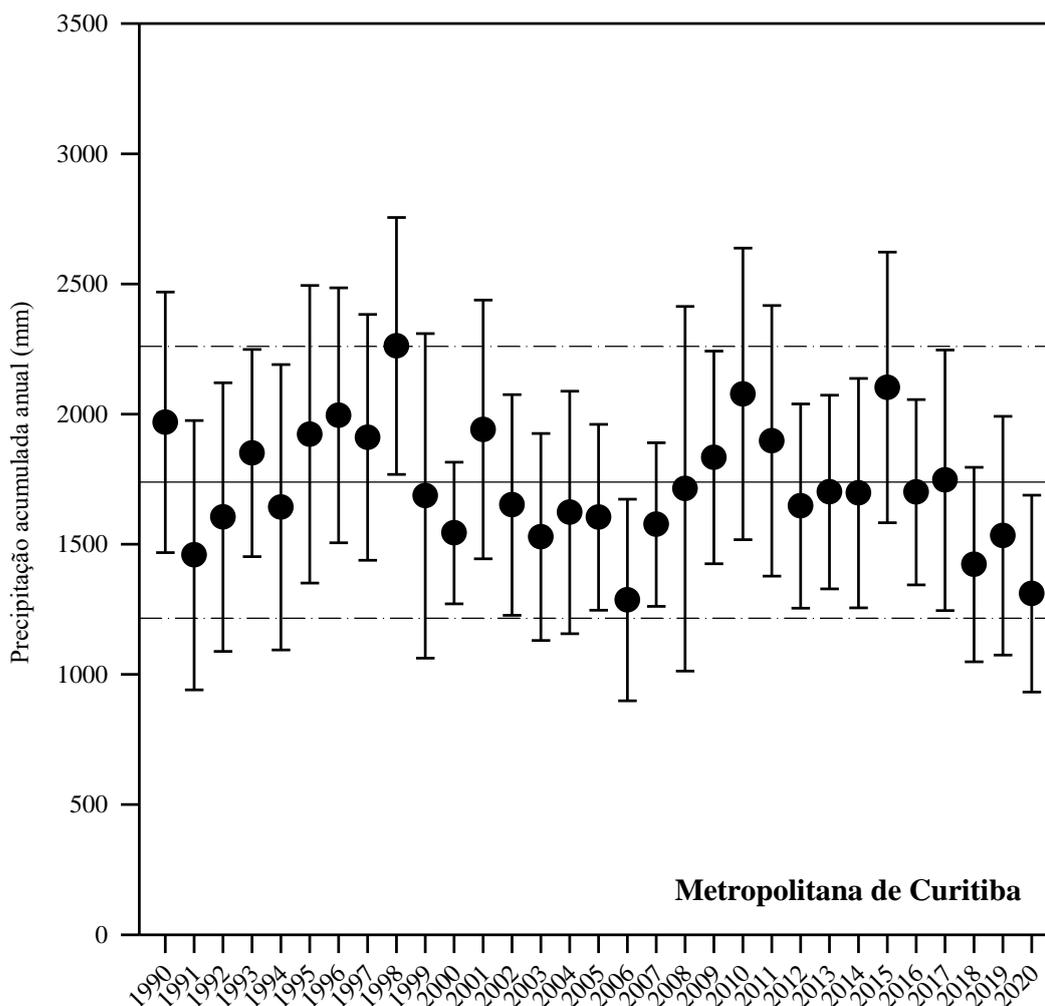


Figura 31 - Precipitação acumulada anual da mesorregião Metropolitana de Curitiba do estado do Paraná ao longo dos anos de 1990 a 2020. Em que: linhas horizontais pontilhadas representam os limites de controle superior e inferior a  $1\sigma$  sobre a média; Linhas verticais representam o desvio padrão.

Em um estudo sobre os impactos econômicos da crise hídrica para a região Metropolitana de Curitiba (que está inserida na Bacia Iguaçu), Carvalho, Vale e Souza (2021) concluíram que a restrição de água gerou uma perda de 0,58% no PIB, além de provocar uma redução no emprego de 1,03%. Também por ser um importante insumo de produção, os preços domésticos também ficam relativamente mais caros, impactando negativamente as exportações. Outros setores com maiores coeficientes técnicos de água e aqueles que estão mais ligados a estes via cadeia produtiva acaba sendo mais afetadas negativamente pela escassez hídrica. Destaca-se a elevada queda no nível de atividade dos setores de semiacabados, laminados e tubos de aço, água, esgoto, reciclagem e gestão de resíduos, produtos da metalurgia de metais não-ferrosos, peças fundidas de aço e metais não-ferrosos, e setores de serviços, como alojamento em hotéis e similares. De modo geral, os resultados apresentados reforçam que, com os níveis atuais de utilização de água tanto pelas famílias quanto pelas empresas, a limitação na disponibilidade de água gera efeitos negativos sobre a economia.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

No Estado do Paraná, conforme destacado pela ANA (2020), vários sistemas de abastecimento urbano de água chegaram próximos ao colapso em 2019. Esta situação não foi diferente em 2020. O Paraná, sobretudo a Região Metropolitana de Curitiba, apresentou baixo volume de chuvas e, conseqüentemente, uma severa crise hídrica em 2020.

No ano de 1998 as mesorregiões: oeste, sudoeste, centro sul, sudeste e metropolitana tiveram este comportamento. Em contrapartida as mesorregiões: noroeste, centro ocidental, norte central, norte pioneiro e centro oriental apresentaram a maior precipitação em 2015. Ao observar o mapa e realizar uma divisão longitudinal, tem-se maior precipitação no ano de 1998 na parte inferior desta linha imaginária e em 2015, na parte superior.

Pode-se observar também que a ocorrência de maior precipitação se deu nas mesorregiões Centro Ocidental, Oeste, Sudoeste, Centro Sul e Sudeste. Destaque nos volumes de precipitação para as mesorregiões Sudoeste e Centro Sul. As

menores precipitações podem ser observadas nas mesorregiões Noroeste e Norte Pioneiro, sendo ambas as mesorregiões mais prejudicadas pelo baixo volume e maior oscilação nas precipitações ao longo do período. Tais condições refletem diretamente no desempenho das cadeias produtivas, disponibilidade de água e condições de desenvolvimento regional afetando prejudicialmente as características de produção e de organização dessas regiões para seu desenvolvimento. O que demanda por parte dos gestores públicos políticas direcionadas que atendam um rigoroso planejamento estrutural para que potencializem seu desenvolvimento e direcionem ações nas atividades que venham de encontro as características da região.

## REFERENCIAS

BITURUNA. **Bituruna já contabiliza queda de R\$ 2 milhões na arrecadação em 2020.** Disponível em: <[https://arquivo.bituruna.pr.gov.br/noticias/exibe/4789/bituruna-j-contabiliza-queda-de-r\\$-2-milhes-na-arrecadao-em-2020](https://arquivo.bituruna.pr.gov.br/noticias/exibe/4789/bituruna-j-contabiliza-queda-de-r$-2-milhes-na-arrecadao-em-2020)>. Acesso em: fev 2024.

BORGES, Paula Roberto Santana. **Inserção da Região Centro Ocidental no cenário econômico do Paraná: atividades industriais.** Disponível em: <<http://repositorio.uem.br:8080/jspui/handle/1/2893>>. Acesso em: jan 2024.

BONDE. **Programa Caixa d'Água Boa chega a mais 33 municípios do Paraná.** Disponível em: <<https://www.bonde.com.br/comportamento/noticias/programa-caixa-dagua-boa-chega-a-mais-33-municipios-do-parana-542456.html>>. Acesso em: fev 2023.

BRASIL DE FATO. **Crise hídrica afeta bacias dos rios Paraná e Iguaçu.** Disponível em: <<https://www.brasildefatopr.com.br/2021/06/15/crise-hidrica-afeta-bacias-dos-rios-parana-e-iguacu>>. Acesso em: fev 2024.

CARVALHO, Terciane Sabadini; VALE, Vinicius de Almeida; SOUZA, Kênia Barreiro. **Impactos Econômicos da Crise Hídrica na Região Metropolitana de Curitiba em 2020.** REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, v.42, n.140, p.107-122, jan./jun. 2021.

CBN. **Cidades da região noroeste estão em situação de alerta, diz Sanepar.** Disponível em: <<https://www.cbnmaringa.com.br/noticia/cidades-da-regiao-noroeste-estao-em-situacao-de-alerta-diz-sanepar>>. Acesso em: fev 2023.

CIDADE-BRASIL. **Cidades do Brasil.** Disponível em: <<https://www.cidade-brasil.com.br/>>. Acesso em: dez 2023.

DIÁRIO DO SUDOESTE. **Mapa avalia prejuízos causados pela escassez de chuva.** Disponível em: <<https://diariodosudoeste.com.br/pato-branco/mapa-avalia>>

[prejuizos-causados-pela-escassez-de-chuva/](#).> Acesso em: fev 2024.

FOLHA DE IRATI. **Prefeitura De Prudentópolis Conclui Mais De 50 Km De Saneamento Rural.** Disponível em:

<<https://www.folhadeirati.com.br/cidades/prefeitura-de-prudentopolis-alcanca-mais-de-50-km-de-saneamento-rural/>>. Acesso em: fev 2024.

FRAGA, Nilson Cesar; CAVATORTA, Mateus Galvão; JAYME, Naibi Souza; GALLINARI, Tainara Sussai; SILVEIRA, Heitor Matos. **Campos da riqueza e da pobreza: A Região Centro-Sul Paranaense, um território de conflitos e contradições.** Disponível em:

<<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal15/Geografiasocioeconomica/Ordenamientoterritorial/06.pdf>>. Acesso em: jan 2024.

FRANCISCO BELTRÃO. Prefeitura Municipal. **Prefeitura socorre agricultores com água.** Disponível em: <

<https://franciscobeltrao.pr.gov.br/noticias/poder-executivo/prefeitura-socorre-agricultores-com-agua-para-os-animais/>>. Acesso em: fev 2024.

Instituto das Águas do Paraná – IAT. **Relatório de Alturas Mensais de Precipitação.** Disponível em: <

<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: jul 2021.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras Regionais: mesorregião sudeste.** (2004) Disponível em:

<[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras\\_reg\\_meso\\_sudeste.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_sudeste.pdf)>. Acesso em: jan 2024.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras Regionais: mesorregião centro-sul.** Disponível em:

<[http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras\\_reg\\_meso\\_centro\\_sul.pdf](http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_centro_sul.pdf)>. Acesso em: jan 2024.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Paraná responde por 6,41% do PIB nacional em 2020.** Disponível em: <

<https://www.ipardes.pr.gov.br/Noticia/Parana-responde-por-641-do-PIB-nacional-em-2020>>. Acesso em: dez 2023.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social.

**Primeiros resultados do censo agropecuário 2006.** Disponível em: <[https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos\\_restritos/files/documento/2019-09/nota\\_tecnica\\_censo\\_2006\\_agropecuario\\_2009.pdf](https://www.ipardes.pr.gov.br/sites/ipardes/arquivos_restritos/files/documento/2019-09/nota_tecnica_censo_2006_agropecuario_2009.pdf)>. Acesso em: jan 2024.

JORNAL DO OESTE. **Agronegócio é a força da economia paranaense.**

Disponível em: <<https://www.jornaldooeste.com.br/coluna/artigos/agronegocio-e-a-forca-da-economia-paranaense/>>. Acesso em: de 2023.

MALACOSKI, Fernanda Cristina Ferro; LIMA, Jandir Ferrera. **Crescimento econômico e populacional da mesorregião Norte Pioneiro do Paraná, no período de 2004 a 2014**. REVISTA GRIFOS - N. 48 – 2020.

MARTINAZZO, Eliane. **As diferentes trajetórias de transformação da estrutura agrária das Mesorregiões Centro-Oriental e Sudeste Paranaense**. 2010. 80 f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Sociedade e Natureza) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2010.

MUNICÍPIO DE TOLEDO. **Toledo decreta situação de emergência por conta da crise hídrica no município**. Disponível em: <<https://www.toledo.pr.gov.br/old/noticia/toledo-decreta-situacao-de-emergencia-por-conta-da-crise-hidrica-no-municipio>>. Acesso em: fev 2023.

NOVA LARANJEIRAS. **Decreto Calamidade Pública - Crise Hídrica**. Disponível em: <[https://www.novalaranjeiras.pr.gov.br/exibe\\_noticia.php?id=2503](https://www.novalaranjeiras.pr.gov.br/exibe_noticia.php?id=2503)>. Acesso em: fev 2024.

O PARANÁ. **Crise hídrica: Cascavel decreta situação de emergência**. Disponível em: <<https://oparana.com.br/noticia/crise-hidrica-cascavel-decreta-situacao-de-emergencia/>>. Acesso em: fev 2024.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Crise hídrica afeta o abastecimento no Sudoeste**. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Crise-hidrica-afeta-o-abastecimento-no-Sudoeste#:~:text=O%20d%C3%A9ficit%20maior%20da%20precipita%C3%A7%C3%A3o,%C3%A1gua%20dispon%C3%ADvel%20para%20o%20abastecimento.>>. Acesso em: fev 2024.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Devido à crise hídrica, IAT analisa proibição de atividades ligadas aos rios do Norte Pioneiro**. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Devido-crise-hidrica-IAT-analisa-proibicao-de-atividades-ligadas-aos-rios-do-Norte-Pioneiro>>. Acesso em: fev 2024.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **Economia do Paraná está mais forte e distribuída nas regiões, mostra estudo do IBGE**. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Economia-do-Parana-esta-mais-forte-e-distribuida-nas-regioes-mostra-estudo-do-IBGE.>> Acesso em: jan 2024.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **PIB do Paraná cresce 8,6% no primeiro semestre, mais que o dobro da média nacional**. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/PIB-do-Parana-cresce-86-no-primeiro-semester-mais-que-o-dobro-da-media-nacional.>> Acesso em: dez 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **PIB do Paraná cresce 3,5% e bate R\$ 550 milhões em 2021**. Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/PIB-do-Parana-cresce-35-e-bate-R-550-bilhoes-em-2021.>> Acesso em: dez 2023.

PARANÁ. Secretaria de Educação. **Geografia do Paraná**. Disponível em: <

[http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/8/1416318145mapa\\_parana\\_mesorregioes.png](http://www.geografia.seed.pr.gov.br/modules/galeria/uploads/8/1416318145mapa_parana_mesorregioes.png)>. Acesso em: dez 2023.

PARANÁ. Agência Estadual de Notícias. **CENSO 2022: Confira as principais novidades e mudanças populacionais do Paraná.** Disponível em: <<https://www.aen.pr.gov.br/Noticia/Censo-2022-confira-principais-novidades-e-mudancas-populacionais-do-Parana>>. Acesso em: dez 2023.

PERIÓDICOS UEPG. **Volume da Represa de Alagados e vazão do rio Pitanguí diminuem por conta da falta de chuvas.** Disponível em: <<https://periodico.sites.uepg.br/index.php/meio-ambiente/2015-volume-da-represa-de-alagados-e-vazao-do-rio-pitangui-diminuem-por-conta-da-falta-de-chuvas>>. Acesso em: fev 2024.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Crise hídrica faz com que Hidrelétrica de Itaipu registre a menor produção de energia dos últimos 26 anos.** Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/crise-hidrica-hidreletrica-itaipu-registre-menor-producao-energia-ultimos-26-anos/>>. Acesso em: fev 2023.

RIBEIRO, Vitor Hugo; ENDLICH, Ângela Maria. **O avanço da agroindústria canaveira na Mesorregião Noroeste Paranaense.** Revista Percurso – NEMO. Maringá, v. 2, n. 1, p. 73-92, 2010.

RODRIGUES, Daiane Alves. **O desempenho econômico da Mesorregião Norte Central Paranaense: um enfoque sob a economia espacial.** Revista das Faculdade Integradas Vianna Júnior. V.5, Nº 2, jul-dez, 2014.

ROSSONI, Roger Alexandre. **O Sudoeste do Paraná sob a Ótica dos Indicadores de Análise Regional.** REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, v.40, n.137, p.63-82, jul./dez. 2019.

SANTOS, Nayara Fernanda dos; VIDEIRA, Sandra Lúcia. **A Região Metropolitana de Curitiba e a Densificação do Capital Estrangeiro.** VII Congresso Brasileiro de Geógrafos. Agosto de 2014.

SINPACEL - Sindicato das Indústrias de Papel, Celulose e Pasta de Madeira para Papel, Papelão e Artefatos de Papel e Papelão do Estado do Paraná. **Dados do Setor.** Disponível em: <<https://www.sinpacel.org.br/dados-do-setor/>>. Acesso em: fev 2023.

SISTEMA FAEP. **Cultivo de cevada ganha destaque no Paraná.** Disponível em: <<https://www.sistemafaep.org.br/cultivo-de-cevada-ganha-destaque-no-parana/>>. Acesso em: fev 2024.

TISSIANO, Gabriel Merlini; CARVALHO, Bruno T. Barros de. **Estudo científico Mesorregião Centro Oriental do Paraná: Aspectos regionais, físicos, culturais, econômicos, políticos e socioambientais.** I Simpósio Nacional de Geografia e Gestão Territorial e XXXIV Semana de Geografia da Universidade Estadual de Londrina, 2018.

WELTER, Caroline Andressa; BATISTA, Alberth Martins; CENTURIÃO, Daniela Amorin Souza; RIPPEL, Ricardo. **Crescimento econômico no Oeste do Paraná: uma análise a partir de indicadores regionais.** REVISTA PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO, Curitiba, v.41, n.138, p.159-176, jan./jun. 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS GERAIS

O objetivo geral do trabalho era de investigar e analisar as consequências que a estiagem proporcionou ao estado do Paraná. A falta de chuva corrobora com diversos setores da sociedade. De acordo com o DERAL, as perdas computadas na soja representam mais de R\$ 23 bilhões, as do milho somam R\$ 2,2 bilhões e no feijão, os prejuízos ultrapassam R\$ 395 milhões, no ano de 2021.

O uso doméstico e industrial do recurso hídrico, acaba por se tornar mais oneroso nos gastos e isso acarreta em indisponibilidade financeira para outros itens também necessários para as atividades cotidianas. Além disso tem-se também a restrição para o uso humano e doméstico, podendo contribuir para problemas de saúde pública.

Dentre os objetivos específicos, o primeiro era de coletar e avaliar os índices pluviométricos entre os anos de 1990 à 2021 em todas as cidades do Paraná, no qual os índices pluviométricos foram coletados no Sistema de Informações Hidrológicas do Instituto das Águas do Paraná – IAT, após a coleta dos dados eles foram classificados por bacias hidrográficas e mesorregiões do Estado do Paraná.

O segundo objetivo específico foi de avaliar os prejuízos causados nas 16 bacias presentes no estado, assim das 16 bacias estudadas, 13 apresentaram o ano de 2015 com o maior índice pluviométrico entre o período analisado. Dentre as menores precipitações obtidas no estudo, as bacias concentraram estes valores nos anos de 2019, 2020 e 2021, sendo o ano de 2020 mais crítico, pois 11 bacias apresentaram menor acúmulo de chuvas.

No período de crise hídrica ocorreram prejuízos em função das perdas do setor produtivo, atraso no plantio, redução de produtividade, perdas pelas estiagens prolongadas e reduzidas precipitações no período e que comprometeu os resultados econômicos por consequência. Ainda com a necessidade de irrigação adicional, os custos de produção aumentam, afetando a rentabilidade dos agricultores. A aquisição de água de fontes alternativas ou a instalação de sistemas de irrigação mais eficientes pode ser onerosa e corroborando ainda mais para o aumento dos custos das commodities e demais itens. Outro fator a ser considerado é a de que agricultores podem ser forçados a mudar o tipo de culturas cultivadas, optando por espécies mais resistentes à seca ou menos dependentes de irrigação, o que pode afetar a diversificação e a economia local.

E o último objetivo específico era o de avaliar os prejuízos causados nas mesorregiões do Estado do Paraná, no qual pode-se concluir que, conforme destacado pela ANA (2020), vários sistemas de abastecimento urbano de água chegaram próximos ao colapso em 2019. Esta situação não foi diferente em 2020. O Paraná, sobretudo a Região Metropolitana de Curitiba, apresentou baixo volume de chuvas e, conseqüentemente, uma severa crise hídrica em 2020.

A seca provoca impactos que vão além do fornecimento de água para abastecimento público. Já são contabilizadas perdas consideráveis na produção agrícola, há um aumento na ocorrência de incêndios em todo o Estado e também da incidência de problemas de saúde. Segundo a Agência Estadual de Notícias (2021), em julho de 2021, houve 1.505 focos de queimadas no Paraná, 125% a mais que no mesmo mês do ano passado, quando 669 ocorrências foram confirmadas. Nos primeiros dias de agosto, as ocorrências mais do que dobraram, passando de 674 registros entre os dias 1º e 8 de agosto, contra 329 no mesmo período de 2020.

## REFERENCIAS GERAIS

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: tentativa de definição**. Disponível em: < <https://leonardoboff.org/2012/01/15/sustentabilidade-tentativa-de-definicao/>>. Acesso em: jun 2020.

BRASIL. **Lei n.º 11.326 de 24 de julho de 2006**. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm)>. Acesso em: mai de 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. **Agricultura Familiar**. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar/agricultura-familiar-1>>. Acesso em: jun de 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Águas – ANA. **Resolução ANA nº 77 de 1º de junho de 2021**. Disponível em: < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-06/ana-cria-grupo-tecnico-para-monitorar-situacao-na-bacia-do-parana>> Acesso em: jun 2021.

BRASIL. Infraestrutura de Dados Espaciais. IDE – SISEMA. **Normais Climatológicas do Brasil (1961-1990 e 1991-2020)**. Disponível em: < [BRASIL. Objetivos de \*\*Desenvolvimento Sustentável\*\*. Disponível em: <<http://www.itamaraty.gov.br/pt-BR/politica-externa/desenvolvimento-sustentavel-e-meio-ambiente/134-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-ods>>. Acesso em: jun 2020.](https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ada7e050-b097-4b62-9c17-c1d70f20197a#:~:text=As%20Normais%20Climatol%C3%B3gicas%20s%C3%A3o%20estat%C3%ADsticas,%20press%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica%20entre%20outras.>https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/geonetwork/srv/api/records/ada7e050-b097-4b62-9c17-c1d70f20197a#:~:text=As%20Normais%20Climatol%C3%B3gicas%20s%C3%A3o%20estat%C3%ADsticas,%20press%C3%A3o%20atmosf%C3%A9rica%20entre%20outras.></a>>. Acesso em: jul 2024.</p>
</div>
<div data-bbox=)

COMISSÃO NACIONAL ODS BRASIL. Plano de Ação 2017 – 2019. Disponível em: < <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/plano-de-acao-da-cnods-2017-2019>>. Acesso em: jun 2020.

FEIL, Alexandre André. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável**: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. Cad. EBAPE.BR, v. 14, nº 3, Artigo 7, Rio de Janeiro, Jul./Set. 2017.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **6. Água Potável e Sanamento**. Disponível em: < <https://www.ipea.gov.br/ods/ods6.html>>. Acesso em: ago de 2024.

MARTINS, José de Souza. **Ímpares sociais e políticos em relação à reforma agrária e a agricultura familiar no Brasil**. Santiago Chile, 2001.

ONU – Organização das Nações Unidas. **46% da população global vive sem acesso a saneamento básico**. Disponível em: < <https://news.un.org/pt/story/2023/03/1811712>>. Acesso em: jul 2024.

ONU – **Organização das Nações Unidas. A ONU e o Meio Ambiente.** Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: jun 2020.

ONU – **Organização das Nações Unidas. Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.** Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em: jun 2020.

PARANÁ. Agência de Notícias do Paraná. **Estiagem no Paraná pode perdurar até fevereiro de 2021.** Disponível em: <<http://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=108289>>. Acesso em: jun de 2021.

PARANÁ. Agência de Notícias do Paraná. **Abril mais seco da história volta a agravar a crise hídrica no Paraná.** Disponível em: < <https://www.aen.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=112168&tit=Abril-mais-seco-da-historia-volta-a-agravar-a-crise-hidrica-no-Parana> >. Acesso em: jun de 2021.

ONU – **Organização das Nações Unidas. A ONU e o Meio Ambiente.** Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/>>. Acesso em: jun 2021.

SAVOLDI, Andréia; CUNHA, Luiz Alexandre. **Uma abordagem sobre a agricultura familiar, PRONAF e a modernização da agricultura no Sudoeste do Paraná na década de 1970.** Revista Geografar. Curitiba, v.5, n.1, p.25-45, jan./jun. 2010.

WCED - World Commission on Environment and Development. **Our Common Future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.