

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS  
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

**DANIEL MAGALHÃES ALVES**

**ABASTECIMENTO HÍDRICO:  
UMA DISCUSSÃO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA E AS SOLUÇÕES PROPOSTAS ENTRE AS  
ENTIDADES DO RIO GRANDE DO SUL.**

**Porto Alegre**

**2024**

**DANIEL MAGALHÃES ALVES**

**ABASTECIMENTO HÍDRICO:  
UMA DISCUSSÃO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA  
PRODUÇÃO AGRÍCOLA E AS SOLUÇÕES PROPOSTAS ENTRE AS  
ENTIDADES DO RIO GRANDE DO SUL.**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Ciências Econômicas da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Glauco Schultz

**Porto Alegre**

**2024**

## CIP - Catalogação na Publicação

Alves, Daniel Magalhães

Abastecimento hídrico: Uma discussão sobre a influência dos índices pluviométricos na produção agrícola e as soluções propostas entre as entidades do Rio Grande do Sul. / Daniel Magalhães Alves. -- 2024. 46 f.

Orientador: Glauco Schultz.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Curso de Ciências Econômicas, Porto Alegre, BR-RS, 2024.

1. Abastecimento hídrico. 2. Agricultura. 3. Precipitação. 4. Estiagem. 5. Irrigação. I. Schultz, Glauco, orient. II. Título.

**DANIEL MAGALHÃES ALVES**

**ABASTECIMENTO HÍDRICO: UMA DISCUSSÃO SOBRE A INFLUÊNCIA DOS  
ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA E AS SOLUÇÕES  
PROPOSTAS ENTRE AS ENTIDADES DO RIO GRANDE DO SUL**

Trabalho de conclusão submetido ao  
Curso de Graduação em Ciências  
Econômicas da Faculdade de Ciências  
Econômicas da UFRGS, como requisito  
parcial para obtenção do título Bacharel  
em Economia.

Aprovada em: Porto Alegre, 07 de fevereiro de 2024.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof. Dr. Glauco Schultz – Orientador

UFRGS

---

Prof. Dr. Marcelino Souza

UFRGS

---

Prof. Dr. Marcelo Antônio Conterato

UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos aos professores da faculdade, os quais forneceram o conhecimento para que eu pudesse aprender e evoluir academicamente. Ao meu orientador, agradeço por me instruir e acompanhar nessa jornada.

Aos meus companheiros de trabalho, principalmente meus gestores, que desempenharam e continuam exercendo um papel crucial no meu crescimento pessoal, acadêmico e profissional. Agradeço também aos meus colegas de faculdade e parceiros de estudos que trouxeram leveza ao processo.

Por fim, agradecer especialmente à minha mãe, dona Rose por se dedicar incansavelmente para que eu tenha as melhores condições possíveis de estudo, ao meu falecido pai, Afonso, por me aconselhar a tomar sempre os melhores caminhos, auxiliando na minha escolha de curso e ao meu amor, Luiza, agradeço do fundo do meu coração por estar ao meu lado durante os desafios, pelas palavras de incentivo nos momentos de dúvida e por celebrar comigo cada conquista.

## RESUMO

Um dos principais desafios enfrentados pelos produtores rurais no Rio Grande do Sul em períodos de safra é o abastecimento hídrico, especialmente nos períodos de estiagem. O problema afeta não apenas a produção, mas também o desenvolvimento econômico e social da região, além de afetar diretamente a produtividade das lavouras e o volume de produção, pois com menos quantidade de água disponível, as plantas ficam mais suscetíveis a contraírem doenças e pragas, e têm menor crescimento e desenvolvimento. Tendo em vista que ainda não é possível reunir soluções eficazes para combater atipicidades climáticas em plantações sem que haja algum empecilho, a proposta deste estudo foi analisar em conjunto com cinco especialistas do setor agrário e apresentar um apanhado de problemas enfrentados pelos agricultores, por entidades governamentais e por entes privados, através de entrevistas de caráter qualitativo. Cada entrevista é dividida em blocos, iniciado pela caracterização do estado do Rio Grande do Sul, em termos de precipitação, bacias hidrográficas e alterações climáticas; no segundo bloco é possível verificar o enfoque nas burocracias, leis e regimentos e políticas públicas que envolvem a irrigação no estado e um terceiro e último bloco principal no qual se avalia a influência dos índices de precipitação nas safras, impactos de secas e excessos de chuva em colheitas e impasses para um abastecimento efetivo. Com este estudo, ficam evidenciados os pontos críticos na gestão tanto por parte dos agricultores como a não aderência em novas tecnologias e formas de manejo do solo, além da necessidade de aprimoramento da gestão da sua plantação, como também por parte do governo com excessos de exigências e falta de clareza em entendimentos essenciais sobre o curso da água para providenciar as licenças necessárias aos agricultores para abastecerem suas lavouras, e promover, através de políticas públicas efetivas já existentes que necessitam de maior investimento.

**Palavras-chave:** Abastecimento hídrico. Estiagem. Precipitação. Agricultura. Irrigação.

## **ABSTRACT**

One of the main challenges faced by rural producers in Rio Grande do Sul during crop periods is water supply, particularly in dry periods, impacting not only production but also the economic and social development of the region. This issue directly affects crop productivity and volume, making plants more susceptible to diseases and pests due to reduced water availability. In the absence of effective solutions to address climatic anomalies in plantations, this study, conducted in collaboration with five agricultural experts, aims to present a comprehensive analysis of problems encountered by farmers, government entities, and private stakeholders through qualitative interviews. Each interview is structured into blocks, covering the state's characterization in terms of precipitation, hydrographic basins, and climate changes, bureaucratic aspects, laws, regulations, and public policies related to irrigation, and an evaluation of the influence of precipitation indices on crops and the challenges for effective water supply. The study underscores critical management points for both farmers and the government, advocating for the adoption of new technologies and soil management practices, improved plantation management, and the promotion of existing effective public policies requiring increased investment.

**Keywords:** Water supply. Drought. Precipitation. Agriculture. Irrigation.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA REGIÃO SUL DO BRASIL.....	10
2.2	LEGISLAÇÃO E O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS .....	12
2.3	INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA .....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
4.1	CONSIDERAÇÕES ACERCA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	25
4.2	DISCUSSÕES SOBRE REGULAMENTOS E POLÍTICAS ADOTADAS NO ESTADO	29
4.3	PONDERAÇÕES SOBRE A INTERFERÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA.....	34
<b>5</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>40</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Rio Grande do Sul é um dos estados mais importantes do Brasil em termos de produção agrícola. Em 2021, o Valor Adicionado Bruto (VAB) da agropecuária brasileira foi de R\$ 591 bilhões. Dentro desse montante, o Rio Grande do Sul teve uma contribuição de 12,7%, isto é, aproximadamente R\$ 75 bilhões (VAB [...], 2022). Mas durante os períodos de safra, os produtores rurais do Rio Grande do Sul enfrentam como desafio primordial, problemas de abastecimento hídrico nas suas lavouras, esses problemas influenciam na qualidade dos produtos e podem comprometer a rentabilidade dos produtores.

Além disso, períodos de estiagem também afetam a diversificação da produção, já que algumas culturas requerem mais água que outras, a exemplo da soja, que necessita de 450 a 800 milímetros (mm) durante todo seu ciclo (COPAGRIL, 2014), e o cultivo de arroz que varia em torno de 400 mm a 700 mm, dependendo do cultivo, da região, da época de semeadura, do manejo do solo, entre outros (EMBRAPA, 2021). Isso limita as opções dos produtores e pode levar à monocultura, o que é prejudicial para o meio ambiente e para a economia local. Conforme mostra o estudo sobre o efeito da monocultura na incidência de grãos ardidos de milho (TRENTO *et al.* 2002), constatando que dos tratamentos analisados, conforme o aumento da densidade das plantas, existe um aumento dos fungos e maior incidência de podridão nas espigas em monoculturas comparadas com as de rotações de cultura, a presença de restos culturais infectados na superfície do solo e o posicionamento da palha no plantio tornam a decomposição mais lenta, dessa forma, aumenta-se o tempo de sobrevivência de seres patogênicos. Portanto, o plantio de milho em monocultura possibilita que as doenças provenientes da podridão de espigas sejam mais severas.

A questão problema desse estudo está em explicar quais os principais problemas que circundam a agricultura para que não se possa obter um abastecimento de água eficiente para as lavouras. E tem como objetivo apresentar essas dificuldades para que seja possível definir saídas para o enfrentamento desse problema. Isso será realizado por meio da revisão das discussões existentes junto às entidades e especialistas relacionados ao setor agrário. Dentre as graves consequências desses fenômenos, destaca-se o que foi evidenciado no quinto relatório de estiagem de 2022 da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural (SEAPDR):

A estiagem se prolonga e continua causando perdas na agricultura e pecuária do estado. A extensão é tamanha que a Emater calcula, até o momento, cerca de 257 mil propriedades atingidas pelos efeitos da estiagem, além de aproximadamente 17,3 mil famílias com dificuldades de acesso à água, número que se reduziu pelas ações de prefeituras municipais e do governo do Estado. [...] os maiores prejuízos são na cultura da soja e milho. Deixarão de serem colhidos mais de 15 milhões de toneladas entre soja e milho com perdas bilionárias diretas para os produtores e indiretas para toda economia estadual com reflexo negativo para o PIB do RS (Rio Grande do Sul, 2022, p. 1).

Também serão avaliadas políticas públicas, considerando perspectivas de diferentes entidades, tais como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), a Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (FARSUL), o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), a Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI), além de produtores rurais e empresas privadas do setor presentes no estado. O enfoque incluirá a ótica de financiamento, as formas de investimento e aprofundamento em soluções já em execução.

O interesse em analisar as formas de atuação diante de um problema que impacta as demais cadeias produtivas e de consumo do estado reside na identificação de soluções viáveis capazes de suprir a necessidade de abastecimento hídrico no setor agrícola. Busca-se a colaboração de todas as partes envolvidas para alcançar um bem comum e beneficiar-se mutuamente, tornando esse setor crucial para a economia cada vez mais independente de fatores pluviométricos.

Conforme evidenciado na tabela abaixo, extraída do Departamento de Economia e Estatística (DEE) em conjunto com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), observa-se uma queda gradativa desde 2016 no Valor Agregado Bruto (VAB) da agropecuária. Diante desse cenário, torna-se imperativa uma análise aprofundada sobre as ações adotadas em relação às alterações das janelas de chuvas intensas e secas prolongadas e as soluções apresentadas pelos entes atuantes no setor.

Figura 1 – Estrutura do Valor Adicionado Bruto, por atividade, do Rio Grande do Sul (em %).

Tabela 3a

Estrutura do Valor Adicionado Bruto (em %), por atividade, do Rio Grande do Sul — 2002-20

ATIVIDADES	2016	2017	2018	2019	2020
<b>VAB</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>
<b>Agropecuária</b>	<b>10,2</b>	<b>9,2</b>	<b>9,0</b>	<b>8,6</b>	<b>8,8</b>
<b>Indústria</b>	<b>23,0</b>	<b>22,4</b>	<b>22,4</b>	<b>22,5</b>	<b>23,2</b>
Indústrias extrativas	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Indústrias de transformação	16,1	16,0	16,2	15,8	16,2
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	2,0	2,2	2,3	2,5	2,9
Construção	4,7	4,1	3,8	4,1	4,0
<b>Serviços</b>	<b>66,8</b>	<b>68,5</b>	<b>68,6</b>	<b>68,8</b>	<b>68,0</b>
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	14,2	14,5	14,5	13,1	12,8
Transporte, armazenagem e correio	3,6	3,5	3,8	4,1	3,3
Alojamento e alimentação	1,8	2,0	1,9	2,2	1,3
Informação e comunicação	2,5	2,8	2,6	3,1	3,2
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	5,7	5,8	5,5	5,8	5,8
Atividades imobiliárias	9,1	9,1	8,8	9,0	9,7
Serviços prestados às empresas	7,1	7,1	7,9	7,4	7,4
Administração, educação, saúde, pesquisa e desenvolvimento públicas, defesa, seguridade social	14,3	14,5	14,5	14,8	15,3
Educação e saúde privadas	6,1	6,7	6,6	6,8	6,8
Outros serviços	2,6	2,5	2,5	2,6	2,3

Fonte: SPGG-RS/DEE.

IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

Fonte: Rio Grande do Sul (2020)

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O trabalho transitará em três áreas, as quais serão o alicerce do desenvolvimento e explanação do trabalho. A primeira parte abordará sobre as características de disponibilidade hídrica do estado. A segunda parte deste capítulo discorrerá sobre as legislações e gestão governamental do sistema hídrico. Por fim, a última parte tratará de estudos anteriores que analisam a influência dos índices de precipitação na produção agrícola.

### 2.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NA REGIÃO SUL DO BRASIL

Através da análise do artigo publicado por Wrege *et al.* (2016) vemos o contexto hidrológico do Sul do Brasil e a importância do conhecimento do comportamento hídrico para a gestão de recursos hídricos e a produção agrícola. Para realizar a análise, os autores utilizam dados de precipitação, evapotranspiração e balanço hídrico de estações meteorológicas localizadas nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Ao analisar esses dados, os autores aplicam uma série de técnicas estatísticas, como a análise de agrupamento e o cálculo de balanço hídrico, para identificar as regiões com similaridade de comportamento hídrico. Os autores utilizam dados de precipitação média mensal, que representam a quantidade de chuva acumulada em um mês, e evapotranspiração potencial, que é a quantidade máxima de água que pode ser evaporada e transpirada pela vegetação em um determinado período. Com base nesses dados, eles calculam o balanço hídrico, que é a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial, e representa a quantidade de água disponível para uso na agricultura e outras atividades humanas.

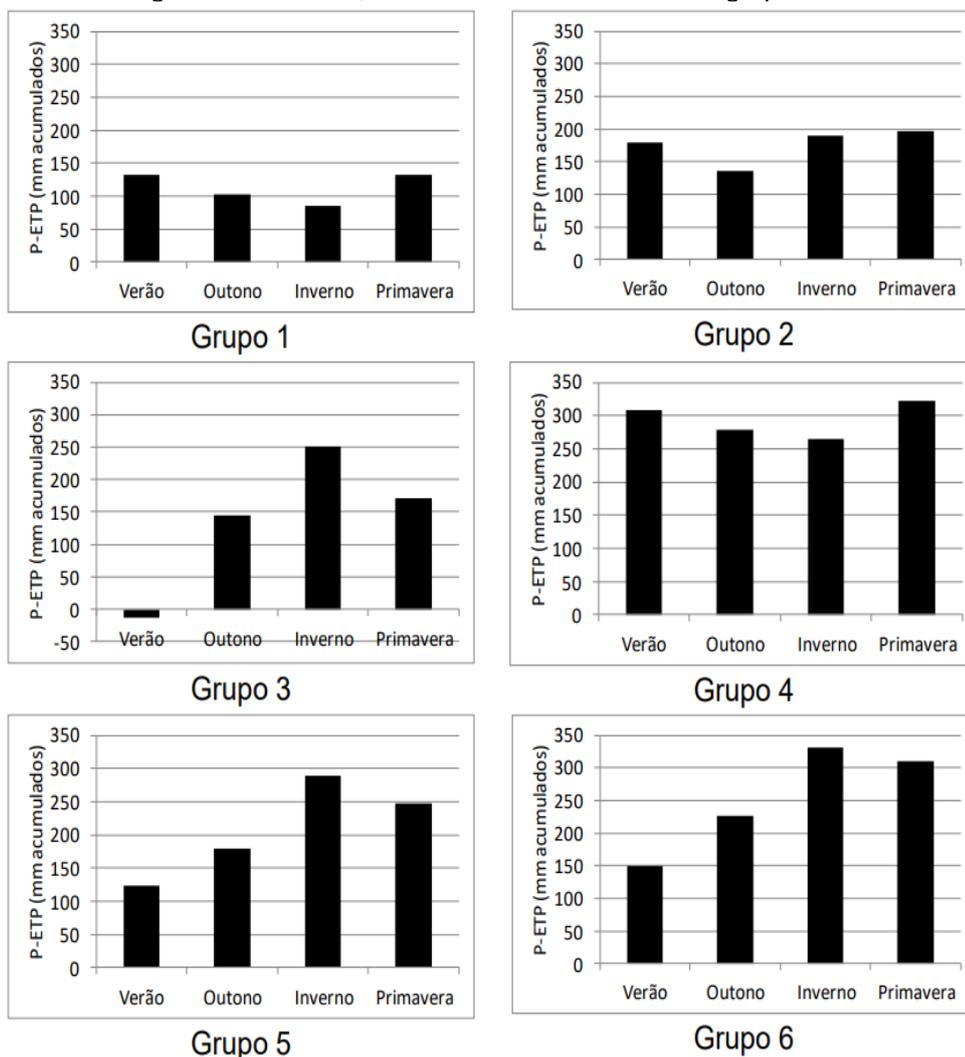
Os dados utilizados pelos autores são provenientes de 180 estações meteorológicas distribuídas pelos três estados do sul do Brasil. Para a análise dos dados, eles aplicam a técnica de análise de agrupamento, que permite agrupar as estações meteorológicas com base na similaridade de seus dados de precipitação, evapotranspiração e balanço hídrico. Essa técnica é útil para identificar padrões e tendências no comportamento hídrico, e pode ser aplicada a diferentes escalas geográficas e temporais. A partir da análise de agrupamento, Wrege *et al.* (2016) identificam sete regiões com similaridade de comportamento hídrico no sul do Brasil, sendo três no Paraná, duas em Santa Catarina e duas no Rio Grande do Sul. Essas

regiões apresentam diferentes padrões de precipitação e evapotranspiração, o que resulta em diferentes condições de disponibilidade hídrica ao longo do ano.

A análise de agrupamento desdobrou-se em quatro etapas: escolha das variáveis classificatórias, especificação de uma medida de similaridade, seleção do método de agrupamento e decisão quanto ao número de grupos a serem formados [...] Em cada ponto de observação meteorológica fez-se a caracterização do perfil estatístico da disponibilidade hídrica ao longo do período de um ano. (Wrege *et al.* 2016. p. 371-372)

A identificação dessas regiões com similaridade de comportamento hídrico, permite aos pesquisadores, gestores e tomadores de decisão uma melhor compreensão sobre as dinâmicas da disponibilidade hídrica no sul do Brasil e a planejar estratégias de manejo e políticas públicas adequadas às necessidades e características de cada região.

Figura 2 - Gráficos de disponibilidade hídrica média para cada grupo de observações similares na Região Sul do Brasil, de acordo com a análise de agrupamento



Fonte: Wrege *et al.* (2016).

Com esse estudo, Wrege *et al.* (2016) pode-se notar ao analisar os grupos 3 e 6 da figura 2 acima, respectivamente representados pela região da metade sul do Rio Grande do Sul e região noroeste do estado, a conclusão de que durante o verão, a região experimenta períodos de seca e apresenta o maior déficit hídrico nesse intervalo e seu bioma, o que pode comprometer a produtividade na agricultura e elevar os riscos de safras serem insatisfatórias. Esse bioma encontra-se em uma posição de vulnerabilidade devido à escassez de água durante o verão, especialmente na fronteira Oeste. O cultivo intensivo de espécies florestais pode influenciar o consumo de água, assim como outras plantações que necessitam de uma grande quantidade de água. Já a região Noroeste do Rio Grande do Sul, conhecida como Celeiro do Estado, é favorecida por características climáticas que incentivam o cultivo de grãos majoritários, como trigo e soja, por exemplo. A maioria dos anos apresenta alta produtividade, em parte devido ao regime de chuvas constantes ao longo do ano e um equilíbrio hídrico benéfico, principalmente no inverno.

A identificação de regiões com similaridade de comportamento hídrico é fundamental para entender a distribuição espacial e temporal dos recursos hídricos no sul do Brasil. Essas informações podem auxiliar na formulação de políticas públicas e estratégias de manejo adaptadas às características de cada região, garantindo o uso sustentável dos recursos hídricos e a resiliência das comunidades e atividades agrícolas; as regiões identificadas apresentam diferentes padrões de precipitação e evapotranspiração ao longo do ano, resultando em variações na disponibilidade hídrica. Isso reforça a importância de considerar as particularidades de cada região ao desenvolver políticas e práticas de gestão dos recursos hídricos; a análise de agrupamento aplicada no estudo revela padrões e tendências no comportamento hídrico que podem ser úteis para prever futuras condições de disponibilidade hídrica e identificar áreas potencialmente vulneráveis à escassez de água.

## 2.2 LEGISLAÇÃO E O SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS

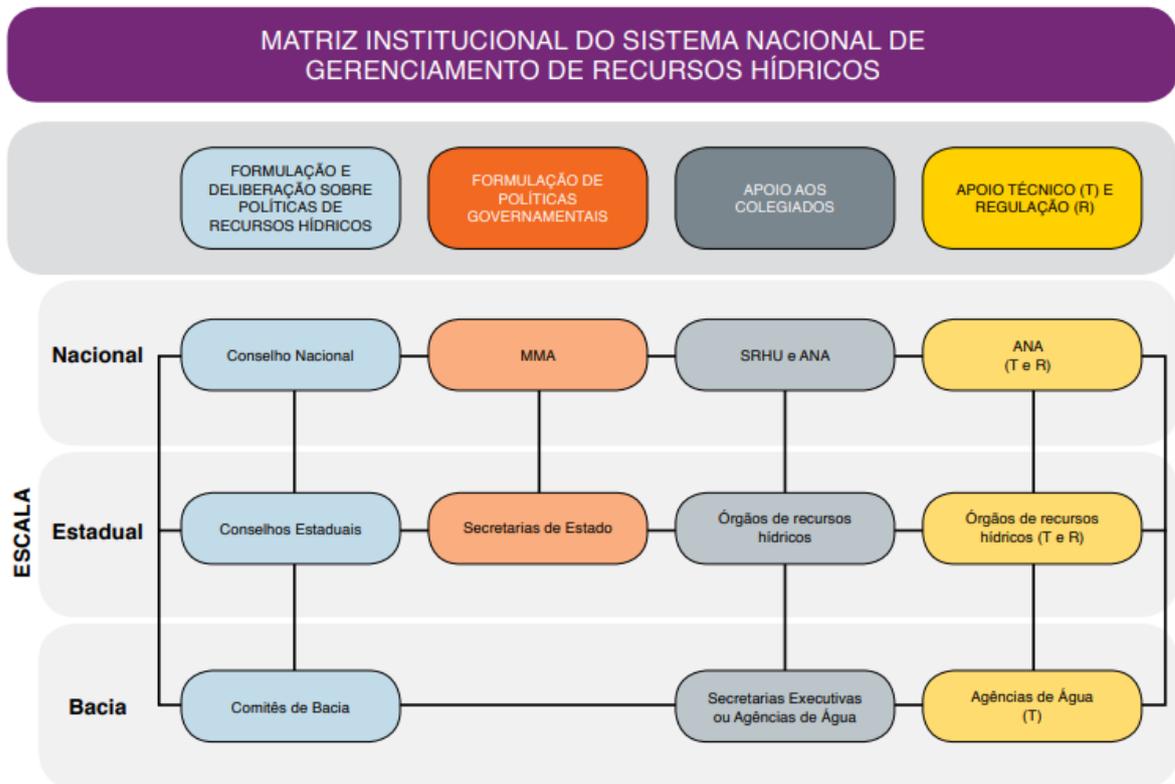
No âmbito legislativo, através da Constituição Federal de 1988, foram estabelecidas propriedades estatais das águas: domínio federal (art. 20, III e 26, I) sendo rios de fronteira ou de limite interestadual e rios que atravessam mais de um Estado ou país e domínio estadual (art. 26, I) em rios internos e águas subterrâneas)

como informado no artigo “Sistema Nacional de Recursos Hídricos” pela Associação Brasileira de Engenharia Sanitária (ABES, 2003).

O artigo 21, XIX da Constituição Federal determina que é competência da União "instituir sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e definir critérios de outorga de direito de seu uso" (BRASIL, 1988). Em cumprimento a esse dispositivo, a Lei 9433 de 08 de janeiro de 1997 foi promulgada, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa Lei define como instrumentos da política: Planos de Recursos Hídricos, enquadramento dos corpos de água em classes, outorga dos direitos de uso de recursos hídricos, compensação a município e o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. A mesma lei também cria entidades para a gestão dos recursos hídricos, como o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal, Comitês de Bacia Hidrográfica, órgãos dos poderes públicos relacionados à gestão hídrica e as Agências de Água. A Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente é designada como Secretaria Executiva do CNRH. (BRASIL, 1997) Posteriormente, a Lei 9984, de 17 de julho de 2000, cria a Agência Nacional de Águas (ANA), uma autarquia responsável pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenação do Sistema Nacional, com funções que incluem outorga do direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União e outras atribuições normativas, executivas, de fiscalização e assessoramento técnico (BRASIL, 2000).

Como ilustrado na figura abaixo extraída do Caderno de Capacitação em Recursos Hídricos elaborada pela própria Agência Nacional das Águas, podemos verificar esquematicamente as funções de cada organismo dentro do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). (BRASIL, 2014)

Figura 3 – Matriz Institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH)



Fonte: Agência Nacional das Águas, v. 4, p.21. 2014

Dentro das competências estaduais, a publicação da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária ressalta que a Constituição do Rio Grande do Sul de 1989, através do Artigo 171, estabeleceu o Sistema Estadual de Recursos Hídricos, que foi posteriormente regulamentado pela Lei nº 10.350 de 1994. Esta Lei define a água como um bem ambiental, econômico e público, cuja tutela cabe ao Estado. Destaca que a água, no Brasil, é propriedade estatal e ressalta a importância de sua gestão, que deve ser sistêmica e integradora, reconhecendo o valor econômico da água e a bacia hidrográfica como unidade de gestão. Os principais instrumentos de gestão definidos são: a outorga de uso, cobrança pelo uso da água e rateio de custo para obras relacionadas à água. Já os instrumentos de planejamento são o Plano Estadual de Recursos Hídricos e os Planos de Bacia Hidrográfica. O Sistema Estadual de Recursos Hídricos é composto pelo Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (CRH), que é a instância deliberativa superior; o Departamento de Recursos Hídricos (DRH), que coordena e assessora tecnicamente; a Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), que executa a política ambiental; as Agências de

Região Hidrográfica, que oferecem suporte técnico e gerenciam financeiramente os recursos arrecadados; e os Comitês de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica, que deliberam sobre o planejamento e gestão hídrica em suas respectivas bacias (ABES).

Desde a Constituição Federal de 1988, verifica-se a clara intenção de estabelecer diretrizes para a gestão dos recursos hídricos, tanto em âmbito nacional quanto estadual. É evidenciada uma estrutura robusta e meticulosamente organizada para proteger e gerir os recursos hídricos. Esta estrutura abrange desde leis nacionais até regulamentações específicas dos estados, consolidando entidades, comitês e agências responsáveis por implementar e supervisionar as políticas. Destacando-se a Lei 9433 de 1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Tais leis enfatizam a necessidade de se ter instrumentos de política, gestão e planejamento, e entidades responsáveis pela sua execução e supervisão (ABES, 1997).

Entretanto, diante da complexidade e vital importância da água, torna-se essencial que haja uma constante revisão e adaptação das diretrizes, promovendo integração entre entidades, capacitação de membros, envolvimento da sociedade e transparência nas ações para garantir uma gestão hídrica eficaz e sustentável para as futuras gerações.

### 2.3 INFLUÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

A atividade agropecuária possui grande importância na economia brasileira e, no Rio Grande do Sul (RS), a maior parte da produção agrícola está associada às culturas de verão, como a soja. A agricultura é uma atividade altamente dependente das condições meteorológicas e períodos de estiagem estão frequentemente relacionados à queda de produtividade e prejuízos econômicos. No caso da soja no RS, a precipitação entre janeiro e março é a principal variável meteorológica associada à variabilidade da produtividade (Arsego *et al.*, 2019).

Embora o RS não possua uma estação seca definida e apresente totais anuais de precipitação elevados, a distribuição irregular das chuvas durante a estação de crescimento é um fator limitante para o rendimento potencial da cultura de soja. Dessa forma, compreender os padrões de teleconexão responsáveis pela variabilidade sazonal da precipitação se torna fundamental para melhor planejamento das safras. O El Niño-Oscilação do Sul (ENOS) é a principal fonte de variabilidade climática

interanual e está relacionado à precipitação e produtividade de soja no RS. Fases quentes do ENOS (El Niño) estão associadas a aumento da precipitação e, conseqüentemente, aumento da produtividade de soja, enquanto fases frias (La Niña) estão relacionadas a diminuição da precipitação e queda da produtividade (Arsego *et al.*, 2019).

O artigo de Arsego *et al.* (2019) "Estudo do impacto de diferentes índices associados ao El Niño Oscilação Sul na produtividade de soja no Rio Grande do Sul" tem como objetivo analisar o potencial de índices associados ao ENOS para estimativas de produtividade de soja no RS. Além disso, o estudo busca preencher a lacuna existente na análise da influência da fase fria do fenômeno (La Niña) na produtividade agrícola da soja no RS, ampliando a série histórica e fornecendo uma relação mais detalhada entre os impactos de cada fase do fenômeno (El Niño, La Niña e neutralidade) nos padrões de precipitação e produtividade de soja no Estado gaúcho.

É observada uma relação entre os índices de precipitação e pluviométricos e a produção agrícola de soja no Rio Grande do Sul e para isso, foram utilizadas séries históricas de produtividade de soja de 497 municípios do estado entre 1984 e 2013. Após a aplicação de filtros para garantir a representatividade das séries, restaram 87 municípios, cujas tendências tecnológicas foram removidas com base em uma regressão linear simples, considerando que a tendência linear é resultado de melhorias genéticas e incremento em maquinário agrícola, e a variação interanual está associada à variabilidade climática (Arsego *et al.*, 2019).

A fim de agrupar as séries municipais em grupos com comportamento semelhante em termos de produtividade, foi utilizado o método da análise de cluster baseado na medida de distância euclidiana, com o método de Ward para o agrupamento. O resultado foi a retenção de três grandes grupos de produtividade (alta, média e baixa). Foram correlacionadas a série média de cada grupo e três diferentes índices associados ao ENOS: anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Niño 3.4 (Nino), Índices de Oscilação Sul (IOS) e Multivariate ENSO Index (MEI). As correlações foram realizadas entre a produtividade média de cada grupo e os índices referentes ao ENOS nos meses de setembro a abril, considerando setembro como mês anterior ao início do plantio e abril como referente à colheita da soja (Arsego *et al.*, 2019).

Além das correlações, foram apresentados diagramas de dispersão referentes

a cada fase do ENOS (El Niño, La Niña e neutralidade) e os desvios de produtividade para os três grupos. Para essa análise, foram utilizadas as anomalias de TSM na região do Niño 3.4 para a separação dos eventos. Eventos de El Niño (La Niña) foram assumidos quando a anomalia da média móvel trimestral é maior ou igual (menor ou igual) a  $0,5^{\circ}\text{C}$  por, pelo menos, cinco trimestres consecutivos. Dessa forma, o estudo utiliza métodos estatísticos e análises de cluster para identificar padrões e correlações entre os índices de precipitação e pluviométricos e a produção agrícola de soja no Rio Grande do Sul. Esses resultados podem fornecer informações valiosas para o planejamento de safra e para entender como as condições climáticas influenciam a produtividade da soja no estado (Arsego *et al.*, 2019).

Os resultados apresentados no artigo mostram a utilidade dos índices IOS e MEI para estimar a produtividade de soja no Rio Grande do Sul, com o IOS sendo o índice com as maiores correlações para os três grupos de produtividade (alta, média e baixa). Isso sugere que esses índices têm potencial para auxiliar no planejamento da produção agrícola no estado (Arsego *et al.*, 2019).

As conclusões destacam que as correlações mais elevadas ocorrem nos períodos em que a soja já foi plantada e se encontra em estágio de florescimento e enchimento de grãos. Isso sugere que a influência dos índices associados ao ENOS é mais pronunciada durante esses estágios do desenvolvimento da soja. No entanto, o artigo também enfatiza a necessidade de incluir outros índices associados a padrões de teleconexão que possuam correlações significativas em maiores defasagens para melhorar ainda mais as estimativas de produtividade. Em relação às diferentes fases do fenômeno ENOS, os resultados mostram que as fases quentes (El Niño) estão em concordância com estudos prévios e estão associadas a um aumento da produtividade na maioria dos casos. No entanto, as fases neutras e frias (La Niña) parecem ter uma influência menor na produtividade da soja, já que em apenas metade dos casos houve queda de produtividade. Essa observação não havia sido ressaltada em estudos anteriores e pode ser útil para aprimorar a compreensão da influência do fenômeno ENOS na produtividade agrícola (Arsego *et al.*, 2019).

Por fim, Arsego *et al.* (2019) mostram a relevância dos índices IOS e MEI na estimativa da produtividade de soja no Rio Grande do Sul, especialmente durante as fases de florescimento e enchimento de grãos. Além disso, o estudo aponta para a necessidade de investigar outros índices e padrões de teleconexão para melhorar as estimativas e aprofundar a compreensão da relação entre os índices de precipitação

e pluviométricos e a produção agrícola de soja no estado.

Vemos também em Fernandes *et al.* (2021), a problemática das secas e suas diferentes classificações (meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica), destacando a importância de se entender o fenômeno e seus impactos. A seca meteorológica é caracterizada pelo déficit de chuva acumulado, enquanto a seca agrícola refere-se ao déficit de água no solo, que resulta em estresse hídrico nas plantas e redução da produção agrícola. A seca hidrológica está relacionada à deficiência no suprimento de água superficial ou subterrânea por um determinado período, podendo variar da escala de meses até anos. Já a seca socioeconômica ocorre quando a escassez de água impacta na produção de energia elétrica, no abastecimento de água e de alimentos, na navegação, no turismo, entre outros. Uma citação pertinente em acordo com o mencionado em Fernandes *et al.* (2021):

[...] Além disso, é importante considerar que, independentemente dos indicadores a serem utilizados, há incertezas, sejam elas relacionadas à deficiência na densidade de estações hidrometeorológicas, na escala temporal, na resolução espacial, bem como na resolução radiométrica, ou correções atmosféricas, no caso dos dados oriundos de sensores a bordo de satélites. Uma estratégia bastante comum, adotada para aumentar a confiabilidade dos estudos, tem sido o emprego de mais de um indicador, principalmente, para a avaliação dos impactos das secas nos diferentes setores socioeconômicos. (Fernandes *et al.*, 2021. p. 4).

O estudo destaca eventos de seca ocorridos no Brasil nos últimos anos, como os de 2005, 2010 e 2015/2016 na Amazônia, entre 2014 e 2015 na Região Sudeste e em 2005 e 2012 na Região Sul. A Região Sul desempenha um papel de destaque na produção agrícola do Brasil, sendo a segunda maior produtora de cereais, leguminosas e oleaginosas, responsável por 37% da produção total do país. Além disso, em termos de recursos hídricos, a Região Sul é importante, principalmente, na produção de energia elétrica do país (Fernandes *et al.*, 2021).

Para a avaliação das secas e seus impactos, diferentes indicadores podem ser utilizados, como o Índice Padronizado de Precipitação (SPI), o Índice Padronizado de Vazão (SSFI) e o Índice da Saúde da Vegetação (VHI), que permite a avaliação dos impactos da seca, principalmente na produção agrícola. A combinação de diferentes índices permite uma avaliação mais completa e acurada das áreas afetadas por eventos de secas, como é o caso do Índice Integrado de Seca (IIS), desenvolvido e aplicado operacionalmente no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - Cemaden (Fernandes *et al.*, 2021).

O objetivo principal do estudo é contribuir para o aprimoramento de metodologias para a avaliação de eventos de secas na Região Sul, buscando construir avanços no conhecimento sobre os impactos das secas no setor agrícola e nos recursos hídricos, com ênfase em usinas de geração de energia elétrica da região. Além disso, propõe-se quantificar a severidade e intensidade dos eventos ocorridos entre 1998 e o início de 2020 (maio), com destaque para o último evento de seca que iniciou no segundo semestre de 2019. A metodologia apresentada no artigo tem como objetivo avaliar o impacto das secas na produção agrícola de uma região, correlacionando índices de precipitação e dados pluviométricos com áreas de cultivo. A metodologia é dividida em duas partes principais: a análise de índices relacionados à seca e a avaliação de áreas agroprodutivas (Fernandes *et al.*, 2021).

Na primeira parte, são analisados quatro índices principais conforme mostra Fernandes *et al.*, 2021:

- a) número de Dias Secos (ND1): utilizado para identificar regiões com déficit pluviométrico, calculando o total de dias com precipitação abaixo de 1 mm;
- b) índice de Precipitação Padronizada (SPI): avalia as condições de seca em diferentes escalas, com valores negativos indicando déficit hídrico e valores positivos indicando excesso de água;
- c) índice Integrado de Seca (IIS): combina o SPI com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (VHI) para calcular as intensidades de seca em diferentes áreas;
- d) índice Padronizado de Vazão (SSFI): semelhante ao SPI, mas focado na análise de seca hidrológica, que afeta as vazões e níveis de água.

Na segunda parte, a metodologia avalia os impactos das secas nas áreas agroprodutivas, utilizando dados de SPI-6 para caracterizar eventos de seca em termos de duração, severidade e intensidade. São estimadas as áreas afetadas por seca em cada município, utilizando dados de imóveis rurais do Cadastro Ambiental Rural (CAR) e informações de Vegetation Health Index (VHI). Ao correlacionar índices de precipitação e pluviométricos com a produção agrícola, a metodologia permite identificar áreas com maior risco de seca e quantificar o impacto nas áreas de cultivo. Essas informações são valiosas para o planejamento agrícola, a gestão de recursos hídricos e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas na produção de alimentos (Fernandes *et al.*, 2021).

O estudo de Fernandes *et al.* (2021) teve como objetivo principal avaliar os

eventos de seca ocorridos entre 1998 e maio de 2020 na Região Sul do Brasil, analisando o último evento de seca iniciado no segundo semestre de 2019 e seus impactos nas áreas agro-produtivas e recursos hídricos. Os eventos de seca mais severos e intensos ocorreram entre 2012 e 2013 em Santa Catarina e Rio Grande do Sul e em 2006 no Paraná. O evento mais recente de seca (2019/2020) teve características distintas nos três estados. A maior intensidade de seca ocorreu no trimestre MAM (março, abril e maio) nos três estados, de acordo com o Índice Integrado de Seca (IIS) e o Número de Dias Secos (ND1).

Os impactos das secas nas áreas agro-produtivas mostraram que a maior severidade da seca não correspondeu às maiores áreas afetadas, enquanto eventos de secas mais intensos, de acordo com o Índice de Precipitação Padronizada (SPI), corresponderam aos maiores percentuais de áreas agro-produtivas afetadas. O evento de 2019/2020 impactou o maior percentual de áreas agro-produtivas em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, enquanto o evento de 2006 causou o maior percentual no Paraná. Esses resultados corroboram com registros de impactos na safra 2019/20, afetando a produção de diversas culturas, principalmente em Santa Catarina e Rio Grande do Sul, e causando grandes perdas na área colhida e na produtividade do trigo no Paraná em 2006 (Fernandes *et al.*, 2021).

Quanto aos impactos nos recursos hídricos, toda a região foi afetada, conforme indicado pelos valores de vazões afluentes abaixo do Q90 nos últimos meses e pela seca hidrológica identificada pelo Índice Padronizado de Vazão (SSFI). Os índices SPI e SSFI conseguiram capturar os principais eventos de seca hidrológica entre janeiro de 1998 e maio de 2020. O evento de 2019/2020 foi identificado nas séries de SPI e SSFI em todas as escalas (Fernandes *et al.*, 2021).

A avaliação das secas, de acordo com Fernandes *et al.* (2021), na Região Sul, especialmente do evento de 2019/2020, mostra a situação de deficiência hídrica que afetou os estados, impactando tanto as áreas agro-produtivas quanto os recursos hídricos. A seca pode estar associada à fase negativa da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), condições de neutralidade no Pacífico Equatorial e a interação de escalas variadas, como presença de anticiclones barotrópicos, anomalias de temperatura nos oceanos Pacífico e Atlântico, a Oscilação Anular Antártica e as mudanças climáticas. O estudo contribui com avanços no conhecimento e metodologias para avaliação dos impactos da seca na região Sul do Brasil, destacando a importância do monitoramento e avaliação de impactos para o

planejamento e gestão do risco de desastres associados às secas.

### 3 METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido tomando como ponto de partida a metodologia de análise qualitativa de dados abordada no livro de “Fabio Appolinario: Metodologia da Ciência. Filosofia e Prática da Pesquisa, edição 2” (2011), que busca, conforme cita o autor: *“Identificar categorias, padrões e relações entre os dados coletados, de forma a desvendar seu significado por meio da interpretação e da comparação dos resultados com outras pesquisas e referenciais teóricos.”*

Para que fossem coletados os dados, foram feitas entrevistas de acordo com os princípios trazidos pelo autor Phillip Mayring em *Introdução à Pesquisa Social Qualitativa: uma orientação ao pensamento qualitativo - 2002*, incluído no livro de Fabio Appolinario, 2011 sobre a análise de conteúdo sistematizada e estruturada para interpretação do conteúdo textual. Ele destaca a importância de combinar uma abordagem dedutiva (baseada em teorias preexistentes) e uma abordagem indutiva (permitindo que os padrões emergem dos dados).

Essa análise inclui as seguintes fases que foram adaptadas para este trabalho:

- a) definição do material: selecionar entrevistas ou partes que se relacionem e sejam especialmente relevantes para a solução do problema de pesquisa;
- b) Avaliação da situação de coleta de dados, incluindo informações acerca de como o material foi obtido, quem participou da coleta, registro do material etc.;
- c) tomando como base determinado referencial teórico, o pesquisador deve refletir sobre o direcionamento que a análise de dados tomará, atentando-se para não conflitar com a formulação original do seu problema de pesquisa;
- d) utilizando uma técnica analítica de sua escolha, o pesquisador categoriza os dados em “unidades analíticas”, que são finalmente interpretadas tendo em vista o problema de pesquisa e referencial adotado.

Na primeira etapa deste trabalho, foram definidos referenciais teóricos com os principais aspectos que circundam a agricultura no Rio Grande do Sul a fim de:

- a) ilustrar a disponibilidade hídrica da região sul do Brasil;
- b) caracterizar a influência dos índices pluviométricos na produção agrícola e;
- c) descrever a legislação e o funcionamento do sistema atual de recursos hídricos.

Partindo dos referenciais definidos na etapa anterior, foram eleitas perguntas

sobre cada um dos itens abordados para que seja possível identificar qual aspecto da agricultura existem ineficiências e/ou impeditivos para se obter um abastecimento hídrico de qualidade e acessível para as lavouras além de identificar padrões nos gargalos encontrados

Os critérios para seleção do entrevistado eram principalmente que pertencessem a alguma entidade/empresa como especialista ou que fossem diretamente ligados à agricultura (agricultores/produtores rurais). Os entrevistados selecionados foram:

- a) coordenador estadual de crédito rural da EMATER-RS (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do RS), doutor em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) no qual será citado como entrevistado 1;
- b) superintendente do Ministério da Agricultura no RS, engenheiro agrônomo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPEL), citado como entrevistado 2
- c) especialista em análise de dados na British American Tobacco (BAT), empresa líder mundial do mercado de tabacos, doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas pela Universidade de São Paulo (USP), citada como entrevistada 3;
- d) coordenadora da comissão de meio ambiente na Federação da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul (FARSUL), engenheira ambiental e sanitária pela UFPEL e produtora rural, citada como entrevistada 4;
- e) e analista agropecuário e florestal na Secretaria Estadual da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação (SEAPI), engenheiro agrônomo pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), citado como entrevistado 5.

O questionário foi dividido em 10 seções (duas seções introdutórias, três voltadas ao referencial teórico, quatro referentes à caracterização da situação da agricultura no estado e uma seção para a conclusão), iniciando pela identificação do entrevistado, com perguntas referentes a sua trajetória profissional/acadêmica e especialização.

Nas três seções que abordam o referencial teórico, inicia-se pela “Disponibilidade Hídrica” no qual o entrevistado avalia e caracteriza a disponibilidade hídrica na região sul e os fatores mais influentes na irrigação, seguindo para a seção de “Marco Legal” que identifica os regulamentos, leis e decretos que regulam o

abastecimento hídrico, seus impactos e principais políticas públicas e consequências para as lavouras do estado. E por fim, a seção “Índices Pluviais e Produção”, que proporciona ao entrevistado discorrer sobre sua percepção acerca da influência dos índices de precipitação na produção agrícola, quais os maiores desafios associados a variação desses índices e sua avaliação das soluções existentes para minimizar os impactos na produção do Rio Grande do Sul.

Após as seções vinculadas ao referencial teórico, foram destinadas quatro seções para descrever o sistema atual, seu funcionamento, discorrer sobre soluções, problemas e perspectivas. Introduzido pela seção “Funcionamento do Sistema” com perguntas voltadas para a descrição do sistema atual de abastecimento, principalmente por parte do estado e do município, seus pontos fortes e fracos e sugestões de otimização desse sistema. É visto em “Soluções Propostas” uma análise das soluções implementadas nos últimos anos, seus resultados e impactos, e se o entrevistado identifica alguma ação coletiva que seja necessária ou reforçada para auxiliar nas demandas hídricas no setor agrícola. Também há a seção “Problemas e Dificuldades”, nessa, o entrevistado aborda os principais problemas e desafios enfrentados pelo setor de abastecimento no estado e compartilha exemplos de dificuldades que tenham impactado a eficiência do sistema e, por fim, em “Perspectivas Futuras”, o entrevistado discorre sobre as suas perspectivas para o futuro do abastecimento hídrico na região e ainda, o que deve ser feito para garantir um abastecimento hídrico sustentável.

Após a aplicação do questionário e cruzamento das informações obtidas por cada entrevistado, foi possível identificar padrões de comportamento dos agricultores e das entidades governamentais, além de corroborar e complementar com o referencial apresentado que ilustra os fatores climáticos, as regulações e funcionamento do sistema hídrico e impactos de fenômenos naturais nas safras do Rio Grande do Sul. Com isso, pôde-se propor uma rota de ação a fim de otimizar o abastecimento hídrico nas lavouras.

## 4 RESULTADOS

Através da aplicação das entrevistas, pôde-se reunir um apanhado de informações com os principais pontos acerca da irrigação no Rio Grande do Sul, reunindo os principais argumentos dos entrevistados e elencando em três principais tópicos voltados para o referencial teórico, além da discussão das soluções.

### 4.1 CONSIDERAÇÕES ACERCA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A entrevistada 3 traz um panorama geral, e afirma que dentre as características hídricas do estado do Rio Grande do Sul, é destacada uma maior disponibilidade de água nas regiões oeste e sudoeste devido às plantações de arroz. Na parte norte do estado temos as plantações de soja com culturas de inverno, porém com a questão climática de chuvas excessivas com certa frequência, e na região metropolitana Porto Alegre, com produção de grãos, mas em Pelotas já temos culturas alagadas.

Em questões hídricas, é um dos estados mais fartos de disponibilidade, adiciona, inclusive em momentos de deficiência hídrica o estado sofre bastante por não estar acostumado com esses eventos climáticos. Na região próxima a Santa Cruz e Santo Ângelo são as cidades que mais sofrem com períodos de seca, pois são locais com maior oscilação, e difícil adaptabilidade. Considera o relevo pampa favorável para plantações que necessitem de alague e a geolocalização do estado favorece maior disponibilidade hídrica, sendo as plantações mais evidentes de soja, arroz e trigo também aveia e menores quantidades.

Também é caracterizado o estado sob a ótica da organização dos comitês de bacias hidrográficas pela entrevistada 4, nos quais contam com 25 comitês, sendo alguns mais e outros menos ativos, nos quais possibilitam os gerenciamentos. Dentre os comitês de bacias mais conflituosas vemos o comitê da bacia do Rio dos Sinos na grande Porto Alegre e a de Gravataí, e o RS possui 4 bacias que são consideradas prioritárias pela questão de demanda da água que são a do Caí, Sinos, Gravataí e Santa Maria. Esse conflito se dá por ser bacias próximas a cidades gerando conflito direto pelo uso da água com as lavouras, indústrias e o uso pela população. Santa Maria se torna prioritária também devido ao alto volume de pedidos de outorga de uso da água inseridos no comitê.

Gravataí, realça a entrevistada 4, historicamente apresenta problemas de uso

da água principalmente nos anos de estiagem, forçando os irrigantes a pararem de bombear água, por não ter disponibilidade hídrica suficiente para todo o sistema, sendo o consumo humano prioridade para os municípios. Na década de 1960, tivemos um programa do governo para retificar os cursos d'água, o Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), no qual foi gerido somente para retificar os cursos de água, pois na época o foco de abastecimento era voltado apenas para a produção, como em várzeas de arroz, para que aumentasse a capacidade de lavoura na região.

No conselho da Área de Proteção Ambiental (APA), cuja FARSUL é membro, destaca a entrevistada 4, que abrange a região do Gravataí, com intuito de diminuir e otimizar as discussões, foram definidas reuniões antes do início do verão para definir as réguas do Gravataí, permitindo ou não o bombeamento em determinado nível. Já na região de Camaquã no canal de Butiá também houve a retificação, entretanto os conflitos diminuíram pois os produtores irrigantes se associaram criando a Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD), conseguindo gerir a água de forma eficiente, inclusive com o auxílio da barragem foi possível armazenar e distribuir água em períodos de estiagem.

Na questão das barragens, o código florestal federal reconhece que só se pode intervir em APP (Áreas de Preservação Permanente) quando de interesses de entidades públicas, interesse social ou baixo impacto, entretanto a irrigação não se enquadra como interesse social. Área de Preservação Permanente, conforme definição da Lei n. 12.651/2012, é uma área preservada, independentemente de possuir cobertura vegetal nativa, que tem como função ambiental a salvaguarda dos recursos hídricos, da paisagem, da estabilidade geológica e da biodiversidade. Ademais, propicia o fluxo gênico de fauna e flora, resguarda o solo e assegura o bem-estar das populações humanas. (EMBRAPA, 2012).

No entendimento do estado, evidencia a entrevistada 4, apenas a legislação federal podia legislar sobre essa questão, entretanto por provocação da Farsul, a Secretaria do Meio Ambiente recorreu ao Ministério que enviou um parecer informando que o estado pode hoje legislar, reconhecendo então a irrigação o interesse social, e hoje está em trâmite um projeto de lei para efetivar essa mudança.

Sob o ponto de vista de fenômenos climáticos e análise de culturas, o entrevistado 1 afirma que estiagens e excessos de chuvas são temporários. Relata que houve déficits hídricos nas culturas de verão dos últimos três ou quatro anos, entretanto o estado já apresentava oito ou nove anos de boas colheitas. Nos últimos

três invernos foram observadas boas colheitas, revertendo atualmente com invernos muito chuvosos, comprometendo um pouco da safra de verão.

Ainda corrobora ao dizer que é possível perceber conflitos na bacia dos Sinos, entre os produtores de arroz e a disponibilidade de água para a própria população. Onde cada produtor pode utilizar determinada quantidade de água e que, em momentos de estiagem, isso prejudica a produção, além de terem maior dificuldade com outorga de água pois sempre é priorizado o uso da água para a população, antes da produção.

Também identifica (entrevistado 1) cronologicamente um padrão entre oito e nove anos de cultura de verão prejudicadas pelo fenômeno La Niña, por outro lado observa-se um período de inverno razoável para as culturas não necessitando de precipitação elevada, entretanto é prejudicada no acúmulo de água armazenada para o verão para as plantações principalmente de trigo.

Ressalta ainda que o desafio enfrentado pelas lavouras está no armazenamento de água. O estado possui aproximadamente 8,5 milhões de hectares cultivados de verão, em um universo de área cultivável de 20 milhões de hectares totais no estado, sem contabilizar a rizicultura por ser feita em áreas de inundação, com apenas 250 mil hectares irrigados de acordo com dados da Secretaria da Agricultura.

Como a nova meta do Plano ABC, que coloca a irrigação como uma das metas para os próximos 10 anos (2020-2030) de aproximadamente 230 mil hectares a serem irrigados no estado é muito elevada, o entrevistado 1, aponta que para que o estado possa chegar em aproximadamente 500 mil hectares de área irrigada em períodos com ciclos normais de chuvas e períodos de excesso, a utilização de irrigação acaba não sendo demandada. Constata-se, portanto, que deve ser feita uma política de armazenagem de água, uma vez que há 8 milhões de hectares que não são irrigados artificialmente, dependendo única e exclusivamente de chuva.

A irrigação é feita de forma complementar, adiciona, e, portanto, o risco com a produção acaba sendo menor, não necessitando necessariamente de investimento, podendo optar por seguros de cultivos em anos irregulares. A atenção deve ser dada na forma de armazenagem da água do solo, exemplificando em uma cultura que necessite de 400mm de água para ser cultivada, em determinado ano que ocorra precipitação de 50mm/mês, logo em apenas quatro meses haverá a quantidade requerida, ao passo em que é retida essa água no solo, e que não haja escoamento,

irá favorecer a infiltração no solo e assim, a reserva será feita na lavoura.

Hoje, conclui, seguradoras e entidades de crédito estão observando as boas práticas de uso do solo. Na agricultura, a precificação do prêmio é padronizada, sendo a média de todos os agricultores para o município, para lavouras de cultivos diferentes. Entretanto, os agricultores de boas práticas, com risco de perda menor, em períodos de El Niño, com chuvas regulares e bons índices de precipitação, estão optando em não contratar o seguro, pois a retenção de água em seus terrenos é feita de forma correta. Logo, a precificação do prêmio acaba sendo calculada apenas entre agricultores que não adotam boas práticas de manejo da água no solo, elevando o valor do prêmio do seguro e conseqüentemente o valor de contratação do mesmo. Atualmente, são percebidos movimentos para aumentar a quantidade de informação por agricultor e seus cultivos para que as corretoras consigam precificar seus seguros com maior assertividade.

É verificado pelo entrevistado 2, um contexto de alteração climática na disponibilidade hídrica, no sentido de observar estiagens mais frequentes observado através de dados apontados pelo Instituto Nacional de Meteorologia. E com isso, ressalta que a disponibilidade se tornou uma insegurança ao se iniciar períodos de plantio. Possibilitando uma discussão dentro do Ministério, para disponibilizar uma previsão com maior assertividade e direcionada a cada microrregião, as soluções proporcionadas, geralmente acessados por meios eletrônicos e dispositivos, não possuem grande aderência por parte dos produtores. Essa não aderência, gerou uma preocupação dentro do ministério em avançar a estruturação desses projetos, com educação, acessibilidade, promoção do uso de equipamentos que enviem diagnósticos, prognósticos e análises históricas, inclusive no formato de apresentação dessas soluções, uma vez que não foi dada a devida atenção do próprio órgão.

Para auxiliar os agricultores familiares em períodos de estiagem, o governo cobre integralmente o seguro, não necessitando participar do prêmio, garantido pelo Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e há uma garantia de renda para agricultores conforme a resolução número 4.902 de 25 de março de 2021 do Conselho Monetário Nacional publicado no site oficial do Banco Central do Brasil (BCB), que consolida o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO) no Manual de Crédito Rural, seção 9 (BCB, 2021) que diz:

O Programa de Garantia da Atividade Agropecuária da Agricultura Familiar (Proagro Mais), operado no âmbito do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), assegura ao agricultor familiar, quando da ocorrência de fenômenos naturais, pragas e doenças que prejudiquem o empreendimento enquadrado, observadas as normas deste manual: (a) a exoneração de obrigações financeiras relativas à operação de crédito rural de custeio e de parcelas de crédito de investimento rural; (b) a indenização de recursos próprios utilizados pelo produtor; (c) a garantia de renda mínima da produção vinculada ao custeio rural. (Banco Central do Brasil, 2021, p.1).

Referente ao argumento do prêmio dos seguros, ressalva o entrevistado 2, que o governo também participa do pagamento do prêmio, auxiliando a contratação da apólice. Entretanto, ressalta-se que no estado, é perceptível um aumento do prêmio e do custo de contratação devido às constantes estiagens e, em alguns momentos, sequer as seguradoras optam por contratar seguro rural. Mesmo com o governo por meio do PRONAF e PROAGRO assumindo o crédito para o agricultor familiar, a procura das seguradoras está sendo baixa pois foi evidenciado um custo administrativo relativamente alto.

#### 4.2 DISCUSSÕES SOBRE REGULAMENTOS E POLÍTICAS ADOTADAS NO ESTADO

A respeito dos regulamentos que regem o abastecimento hídrico nas lavouras, destaca a entrevistada 4, é mencionada a resolução 372 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) que elenca todas as atividades passíveis de licenciamento ambiental, e competências (municipal ou estadual).

Nessa resolução, realça, que para construção de barragens de até 5 hectares a competência é municipal e após essa metragem, torna-se competência da Fundação Estadual de Proteção Ambiental (FEPAM), órgão estadual. Já para construção de açudes, em áreas de até 5 hectares há isenção de licenciamento ambiental, seguindo as demais regras (necessidade de autorização de supressão vegetal se for o caso e/ou solicitação de outorga do uso da água), de 5 a 25 hectares de açude a competência se tornou municipal a partir de 2022, facilitando o acesso ao produtor conversar com órgãos municipais que possuem menos solicitações ao invés de estaduais. Para plantações de arroz, por se tratar de um grande volume de água a ser utilizada, é o único tipo de plantação que existe licenciamento ambiental para área de alague, sendo feita a irrigação com bombeamento manual.

Adiciona ainda, que os produtores entram em um impasse quando a questão é irrigação pois não há clareza sobre o entendimento sobre curso da água (sendo efêmero, intermitente ou perene). O produtor que faz um pedido de licença para implementar um açude, precisa aguardar a visita do técnico no local. Entretanto quando o técnico faz a verificação, ele entende que o curso da água não é efêmero para que possa ser feito um açude, mas sim intermitente, e assim começa uma discussão que acaba se tornando custosa para o produtor por ter que aguardar o tempo de espera para ter a licença.

E na questão das barragens, finaliza, por ter essa legislação federal que ainda não enquadra como interesse social, impedindo com que os produtores não consigam promover irrigação manual na sua lavoura. Logo, os produtores são forçados a plantarem e depender exclusivamente de condições naturais de precipitação.

Sob a ótica privada, acrescenta a entrevistada 3, vê-se o impacto das políticas de Environmental, Social and Governance (ESG) e o enfoque na preservação de nascentes e redução de desperdício como objetivos para grandes companhias, e produtores. Com a certificação Alliance for Water Stewardship (AWS), que certifica se a companhia está fazendo o uso correto da água, dentro do escopo de métricas do ESG.

De acordo com o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), obter a certificação no padrão Alliance for Water Stewardship (AWS) implica em adotar medidas que promovam o uso sustentável da água durante o processo de fabricação, bem como envolver-se ativamente com a cadeia de valor e a comunidade local onde a empresa está estabelecida. Dentre as ações adotadas para manter uma certificação, pode-se citar:

- a) cumprimento da legislação vigente relacionada ao uso correto da água;
- b) compreensão da bacia hidrográfica na qual a operação está inserida;
- c) relacionamento com partes interessadas locais relacionadas à água;
- d) apresentação dos resultados anuais às partes interessadas da bacia hidrográfica;
- e) projetos para melhoria da qualidade da água para consumo na região;
- f) redução contínua do uso da água no processo de manufatura;
- g) capacitação de outras afiliadas no padrão AWS. (CEBDS, 2019)

Ainda são mencionados projetos relacionados a esse tema como a preservação e resguardo das nascentes e margens do Arroio Andréas que

representam um dos focos principais das iniciativas da empresa Philip Morris no engajamento de sua cadeia de valor com a temática da Segurança Hídrica. Essa ação é implementada em colaboração com a Prefeitura de Vera Cruz (RS) e a Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), no contexto do Comitê Gestor da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. Vale ressaltar que o Arroio Andréas desempenha um papel crucial como fonte principal de abastecimento de água para o município de Vera Cruz (RS). Por meio do programa "Protetor das Águas", a empresa realiza o monitoramento da qualidade da água e efetua pagamentos anuais por serviços ambientais aos agricultores que participam do programa. (CEBDS, 2019)

O projeto "Protetor das Águas" surgiu como uma iniciativa do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo para revitalizar as margens do Arroio Andreas, principal fonte de água de Vera Cruz, onde a Philip Morris Brasil opera. Seu objetivo é proteger nascentes e áreas ripárias, incentivando os produtores rurais a adotarem práticas sustentáveis e remunerando-os. A participação dos produtores é voluntária, e os pagamentos são calculados com base em critérios técnicos, resultando em melhorias significativas na qualidade da água desde a implementação do projeto. Desde que foi colocado em prática, observou-se uma notável melhoria na qualidade da água, com 90% de seu volume classificado água de boa qualidade. (CEBDS, 2019)

Para os produtores rurais, conforme salienta a entrevistada 4, a irrigação se torna uma segurança, e na sua visão como produtora rural, a maior dificuldade hoje na irrigação é a questão de legislação ambiental e financiamento, sendo muito custoso investir em pivôs (muito utilizados em plantações de soja), nos quais o produtor rural não dispense de tantos recursos, tendo que buscar linhas de financiamento para garantir irrigação. E esses dois fatores (legislação ambiental e financiamentos) estão interligados um ao outro, no sentido que, para o produtor conseguir um financiamento em um banco, serão exigidos todos os licenciamentos e autorizações ambientais, forçando o produtor que não conseguiu obter as licenças a ter que dispende de recurso próprio à vista para adquirir esse maquinário devido à burocracia e tempo de espera. Hoje, ressalta, vemos muitos produtores rurais que estão na ilegalidade, com relação a questões ambientais, arriscando a ser multado, mas conseguir colher a safra do período, ao invés de aguardar licenças solicitadas para retirar recursos em bancos, licenças que poderão não serão concedidas por conflitos de entendimentos e outras questões apresentadas nesse trabalho anteriormente.

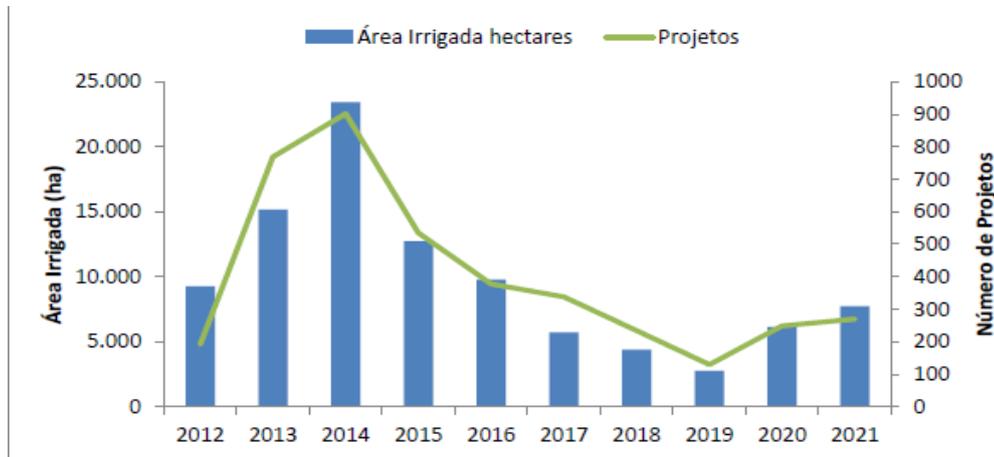
No âmbito das políticas públicas, são mencionados pelo entrevistado 2, projetos como o de cadeias descarbonizadas, com intuito de refletir sobre os sistemas de produção que tenham seus elementos relacionados ao ciclo do carbono para reduzir sua emissão ampliar a captação na atmosfera e estocagem no solo para que possa favorecer a absorção de água no solo. Os principais objetivos do Programa Nacional de Cadeias Agropecuárias Descarbonizantes conforme consulta pública no site oficial do governo federal são:

(i) o estímulo ao desenvolvimento de cadeias descarbonizantes e produtos descarbonizados certificados; (ii) a determinação de um conjunto de princípios fundamentais (diretrizes mínimas) para a certificação de cadeias e produtos descarbonizados; (iii) a criação de tipologias diferentes de cadeias descarbonizantes e produtos descarbonizados certificados, considerando três eixos (mitigação, sequestro e captura/estocagem); (iv) o estímulo a tecnologias descarbonizantes do tipo “no-regret” (economicamente viáveis, mas cuja barreiras do tipo informacional, técnico, cultural ou de investimento, impedem maior adoção); (v) o estímulo à geração de créditos de carbono na agropecuária (carbono verde) íntegros, fiáveis, transparentes e fungíveis, e; (vi) a preparação do setor agropecuário para a comercialização de créditos de carbono no mercado voluntário e em um cenário provável de mercado regulado. (Brasil, 2022. p. 9)

É relatado junto ao entrevistado 5, sobre o programa “Mais Água, Mais Renda” criado em 2012 após a estiagem da safra de 2011/2012 que atuou por 10 anos, entretanto o programa foi finalizado por falta de recursos para arcar com a subvenção financeira e pela não renovação da licença ambiental do programa.

Conforme o relatório disponibilizado pela secretaria (SEAPI), após a forte estiagem, houve grande procura pelo programa. Inclusive, em 2014 o programa alcançou recorde de aproximadamente 23 mil novos hectares com irrigação. Entretanto, com vários anos de boa distribuição de chuvas e colheitas, não houve muita procura, alcançando apenas aproximadamente dois mil novos hectares irrigados em 2019, conforme apontado abaixo:

Figura 4: Evolução dos projetos de Irrigação por ano: 2012 a 2021. Programa “Mais Água, Mais Renda”. Programa Estadual de Expansão da Agropecuária Irrigada (Lei 14.244), p. 2.



Fonte: Departamento de Políticas Agrícolas e Desenvolvimento Rural (2021)

Em 2020, o processo da subvenção econômica foi extinto, considerado como “período suficiente para sedimentar a importância dos sistemas irrigados na agropecuária gaúcha.” A conclusão, portanto, do programa foi que:

[...] é da necessidade de adoção de políticas permanentes de investimento em infraestrutura para elevação da produtividade e proteção das colheitas das safras de verão, principalmente com ações para ampliar tanto a reservação de água, como aumentar a área com irrigação nas lavouras de sequeiro (Rio Grande do Sul, 2021, p. 5).

As principais culturas beneficiadas pelo programa foram respectivamente:

- a) milho, com 60.319 novo hectares,
- b) soja com 27.247 hectares e
- c) pastagem com 7.365 hectares.

Também menciona o último entrevistado, sobre o programa “Conservar Para Produzir Melhor”, lançado em 2015, com o intuito de conscientizar o produtor rural da necessidade de investir em práticas de manejo do solo e da água, para que esta possa infiltrar no solo em vês de escorrer superficialmente causando erosão e lixiviação de nutrientes.

Através da Política Estadual de Conservação do Solo e da Água no decreto 52.751 de 4 de dezembro de 2015 sob coordenação da SEAPI em parceria com as Secretarias do Meio Ambiente e Infraestrutura e Educação, o programa tem como meta aprimorar as interações produtivas, sociais e ambientais visando o aumento da produtividade e da produção agrícola no estado. Dentre seus objetivos, pode-se citar:

- a) recuperar a capacidade de infiltração e armazenagem de água nos solos

- agrícolas degradado;
- b) reduzir a taxa de erosão hídrica;
- c) Reduzir o risco de escassez hídrica a partir da reserva/armazenagem de água no solo;
- d) implantar um programa de pagamento ao produtor de água no Rio Grande do Sul como reconhecimento à adoção boas práticas conservacionistas dos recursos naturais;
- e) desenvolver um programa de Assistência Técnica, Extensão Rural e Social (ATERS) em Uso, Manejo e Conservação do Solo e da Água. (RIO GRANDE DO SUL, 2015)

O programa ainda espera uma “redução da taxa média de erosão de 8 para 5 toneladas por hectare ao ano em 20 anos; diminuição em 20% das perdas de produção agropecuária por déficits hídricos, devido adoção das práticas conservacionistas e armazenagem de água no solo e açudes destinados a irrigação e a premiação de agricultores rurais em reconhecimento pela adoção de boas práticas conservacionistas e de jornalistas e escolas municipais e estaduais, como reconhecimento, respectivamente, às reportagens e aos trabalhos desenvolvidos em solo e água, até o ano de 2017”. A entrega de premiações ocorreu em dezembro de 2017 no município de Três de Maio com mais de 700 pessoas com três produtores vencedores, três jornalistas vencedores e Prêmio Destaque Conservacionista e Colaborador ao Programa Estadual. (SEAPI, 2017)

#### 4.3 PONDERAÇÕES SOBRE A INTERFERÊNCIA DOS ÍNDICES PLUVIOMÉTRICOS NA PRODUÇÃO AGRÍCOLA

No relatório de estiagem disponibilizado no site da EMATER e cedido em entrevista com o entrevistado 1, é possível fazer um comparativo de safras. Na safra de verão 2023/2024, a produção estimada de milho é de 6,061 milhões de toneladas em comparação a 3,955 milhões de toneladas em 22/23. A produção somada entre arroz, feijão (1ª safra), milho e soja é de 24,206 milhões de toneladas, com uma estimativa em 23/24 de 36,093 milhões de toneladas.

Para mensurar com maior assertividade, o entrevistado 1 informa que as previsões de safras de diferentes culturas a exemplo de produção do arroz, quando o técnico efetua a leitura sem ter como prever caso ocorra eventos climáticos adversos

como El Niño e La Niña, mas com a informação de que será um ano com alta previsão de precipitação, se no início da formação do grão no verão não tiver muita exposição ao sol para transformar a energia na fotossíntese em grão de arroz, o técnico já prevê uma queda de 10% da produção.

Além disso, a EMATER envia ao técnico um sistema chamado de IPAN que mensura quinzenalmente a tendência dos últimos anos, excluindo anos atípicos, projetando a produtividade pois sempre há um ganho de produtividade por meio de avanço tecnológico, conclui.

Em uma agricultura de tabaco, a entrevistada 3 ressalva que o funcionamento da influência dos índices de chuva na produção da planta se dá através de incidência solar e água. Caso haja grande precipitação, não se consegue plantar no tempo correto. E se não chover, fica impossibilitado o florescimento do plantio. Então os índices afetam a previsão e gestão de produção, bem como na quantidade de produto que será feito, se a produtividade será maior ou menor, impacta no planejamento de demanda, no processamento e inclusive no preço de venda. Em qualquer agroindústria, existe um alto impacto do clima, quanto mais assertivo for na previsibilidade climática, maiores as chances de sucesso no planejamento fiscal, que inclui: produção, processo e industrialização da safra.

Para minimizar os impactos de anomalias nos índices de precipitações, adiciona a entrevistada 3, observa-se a importância das startups e as soluções existentes de gestão e consolidação de dados de produção para a lavoura através de planejamento. O Rio Grande do Sul possui muitas cooperativas investindo em soluções. Entretanto o produtor ainda é muito receoso em aceitar essa solução inovadora, não estando aberto a essas novas tecnologias, ressalta. É reforçado ainda pelo perfil do produtor ser de pequeno porte e ter muita agricultura familiar no estado, portanto a tendência é ter uma resistência maior, sem tanta margem para arriscar. Se tornando um desafio ainda maior para a difusão dessas informações. Logo, devem ser feitas políticas públicas de incentivo mais direcionadas as dificuldades do pequeno produtor e incentivo para que ele possa testar e adquirir essas tecnologias e proporcionar treinamentos.

Também é possível verificar a dificuldade de armazenar a água proveniente de chuvas devido às legislações e burocracias pois o estado conta com abundância de recursos hídricos provenientes de chuva, vez que anualmente chove em média de 1500mm a 2100mm, equivalente a 2,10m de água dentro de um metro quadrado,

portanto o estado possui elevados índices de chuvas, relata a entrevistada 4.

Ela ainda aponta que o estado também é marcado por períodos de chuvas bem definidas, mas esses períodos não vêm ocorrendo desde os últimos 4 anos, com 3 anos de estiagem muito fortes pela ocorrência do fenômeno climático La Niña que atinge com muita força o estado, passando diretamente para o El Niño, que provoca chuvas intensas e frequentes. Nesse período o estado poderia contar com o abastecimento proveniente de anos anteriores, mas pelos entraves não vem sendo possível esse armazenamento. Em condições normais, a entrevistada 4 identifica chuvas mais frequentes nos meses de primavera e outono, e menos nos outros meses.

É relatado pelo entrevistado 5 que um grande desafio em relação a variação dos índices pluviométricos é aumentar o armazenamento de água no solo e em reservatórios artificiais como barragens ou açudes. No entanto a construção de reservatórios artificiais efetivos nas regiões do planalto precisa ser realizada nas partes mais baixas da lavoura que normalmente são áreas de preservação permanente (APPs). No entanto a intervenção nestas esbarra na questão da preservação das APPs que pela legislação ambiental em vigor torna o processo dificultoso.

A discussão dentro do Ministério da Agricultura com o governo, de acordo com o entrevistado 2, é de que o modelo de produção agropecuária não se alterou, pois não foram consideradas as novas alterações e irregularidades climáticas, seguindo com as práticas de agricultura dos últimos 20 a 30 anos, agravado com a situação do Rio Grande do Sul em ser uma região de transição entre os climas subtropical e temperado, com choques de correntes de ar tornando mais frequentes fenômenos atípicos. Essa discussão ainda não se tem uma rota muito bem definida, mas se debate a utilização de agricultura de matriz biológica com a utilização de cultivos adequados para o solo para se obter alimentos de melhor qualidade e sustentáveis.

Setores industriais de base biológica estão experimentando um avanço notável, impulsionados pela demanda crescente de empresas e consumidores por produtos sustentáveis. Essa evolução é impulsionada por estratégias que buscam otimizar tecnologias inovadoras, ampliar sua adoção em escala comercial e reduzir a dependência de fontes não renováveis. Essa mudança reflete o novo enfoque nas políticas de economia circular e na descarbonização da agricultura, que representam iniciativas recentemente acordadas por muitos países durante a 26ª Conferência das Nações Unidas sobre Mudança Climática. (EMBRAPA, 2022)

Outro ponto a ser considerado nesse debate pelo entrevistado 2 é o ciclo hídrico e as interações dentro da unidade de produção como um todo, e não somente determinada produção da fazenda, integrando os diferentes manejos dentro da unidade para as diferentes produções no qual são produzidas dentro da unidade a nível microrregional ou local. Devem ser trazidos para essas unidades, as concepções de ciclos hídricos, de carbono no solo para aumentar a absorção com componentes arbóreos para conforto térmico e auxílio desses ciclos.

## 5 ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados das entrevistas revelam desafios críticos para a produção agrícola no Rio Grande do Sul, com destaque para as variações climáticas significativas, impeditivos burocráticos e a resistência dos agricultores à adoção de tecnologias inovadoras. O estado enfrenta problemas tanto de estiagem quanto de chuvas excessivas, com fenômenos climáticos como El Niño e La Niña impactando diretamente na produção. A falta de armazenamento eficiente de água, agravada por legislações desfavoráveis e burocracias, emerge como um obstáculo importante.

Ainda, conforme demonstrado na tabela abaixo elaborada a partir dos dados coletados em entrevistas, pôde-se verificar os principais problemas dentro dos três tópicos apresentados nesse trabalho e, a partir dele, estabelecer uma rota de ação para suprir e estabelecer uma irrigação com qualidade e efetividade.

**Figura 5 - Resumo dos principais problemas identificados através dos dados coletados e informados nas entrevistas realizadas para esse trabalho**

Tópico	Assunto	Problema
Disponibilidade e hídrica	Desigualdade de disponibilidade	Disponibilidade de água desigual para regiões como oeste e sudeste (plantação de arroz) Chuvas excessivas na região norte (Santa Cruz e Santo Ângelo), gerando dificuldades de adaptação.
	Conflitos em comitês de bacias	Disputa do uso da água em comitês devido à proximidade com cidades (Rio dos Sinos, Gravataí, Cai e Santa Maria).
	Armazenagem de água	Desafios no armazenamento de água, especialmente para áreas não irrigadas artificialmente. Irrigação deve ser pensada a longo prazo, não apenas em períodos de escassez ou excesso de precipitação. Baixa aderência e demanda de projetos de irrigação em períodos normais de chuva.
	Alterações climáticas	Padrões cronológicos de cultura de verão prejudicados pelo fenômeno La Niña. Mudanças climáticas afetam a disponibilidade hídrica, com estiagens mais frequentes.
	Seguros agrícolas	Precificação do prêmio do seguro agrícola e agricultores de boas práticas optam por não contratar. Aumento do custo do prêmio devido a estiagens constantes.
	Legislação, regulamentos e políticas públicas	Regulamentação e licenciamento
Impacto da Legislação na irrigação		Barreiras na legislação ambiental que impedem a promoção da irrigação manual nas lavouras. Produtores dependem apenas de precipitação devido à falta de clareza na legislação.
Questões legais e Código Florestal		Desafios relacionados à interpretação do Código Florestal Federal e áreas de preservação permanente. Necessidade de mudanças na legislação estadual em relação à irrigação devendo ser vista como interesse social.
Desafios na irrigação para produtores		Risco de ilegalidade para alguns produtores que optam por não aguardar licenças devido ao tempo de espera.
Programas públicos		Investir em políticas permanentes do governo sobre infraestrutura para elevar a produtividade e proteger as colheitas.
Influência de índices pluviométricos na produção	Implementação de políticas públicas	Necessidade de aumento da área com irrigação nas lavouras de sequeiro e infraestrutura de irrigação.
	Resistência a novas tecnologias	Resistência de pequenos produtores e agricultores em adotar tecnologias de gestão e consolidação de dados. Políticas públicas de incentivo para superar a resistência dos produtores e promover a adoção de tecnologias.
	Reservatórios artificiais	Construção de reservatórios artificiais, especialmente nas regiões do planalto, devido às APPs e legislação restritiva.
	Modelo de produção desatualizado	Desatualização das alterações e irregularidades climáticas, mantendo práticas antigas de manejo do solo e irrigação. Agilizar transição para uma agricultura de matriz biológica para produção de alimentos de melhor qualidade. Considerar o ciclo hídrico e interações dentro da unidade de produção, com diferentes manejos para diferentes produções.

Fonte: Elaboração própria.

Para melhorar essa situação, será imperativo para o estado promover a inovação e a adoção de tecnologias avançadas, incentivar a participação dos agricultores em programas e viabilizar a criação de novos, além de estender os já existentes para o restante do estado a fim de capacitá-los e treiná-los para o manejo adequado do solo a exemplo dos cursos já disponíveis no site oficial do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-RS), entretanto, também deve propiciar

benefícios diretos ao agricultor e assim ajudar a superar a resistência à tecnologia e aumentar a adesão.

Programas como o “Protetor de Água”, podem ser utilizados de exemplo para os demais, além de possibilitar que o governo auxilie em um sistema de drenagem efetivo para pontos do estado a exemplo de planícies, nas quais acumulam elevada quantidade de água, e assim seja possível reter o máximo de água no solo para períodos de escassez, auxiliando na irrigação da lavoura, relata a entrevistada 3.

Além disso, a promoção e extensão do programa “Supera Estiagem – subvenção para projetos de irrigação”, mencionado pelo entrevistado 1, no qual envolve beneficiar os produtores que adotarem boas práticas de manejo do solo e armazenamento correto da água, analisa os problemas de construção de barragens e açudes e busca mitigá-lo, também busca recursos no mercado para providenciar equipamentos para irrigar de forma efetiva, premia-o com até R\$15.000,00 (quinze mil reais) pela utilização correta e eficiente dos meios, e agora com a segunda fase do projeto sendo implementada para médios e grandes produtores, a bonificação pode chegar a R\$100.000,00 (cem mil reais).

Também deve ser promovida e estimulada a revisão de legislações e atualizações de entendimento dos decretos para propiciar o licenciamento e cobrança correta do uso da água para os produtores, isso deve ser imprescindível para que o produtor possa ter acesso ao recurso dentro da sua lavoura de maneira efetiva, no qual a FARSUL já vem atuando conforme mencionado anteriormente, finaliza a entrevistada 4.

## 6 CONCLUSÃO

Ao longo da elaboração deste trabalho, deparou-se com algumas limitações inerentes ao processo de pesquisa e busca por novos conhecimentos acerca de um tema específico. No escopo deste estudo, não foi possível afirmar, de maneira quantitativa, o impacto dos períodos de estiagem e/ou chuvas intensas na produção agrícola, assim como seus efeitos diretos sobre o Valor Agregado Bruto da Agricultura (VAB) e o Produto Interno Bruto (PIB). Isso se deve ao fato de que os dados coletados foram obtidos por meio de entrevistas com especialistas, visando proporcionar uma perspectiva abrangente da situação enfrentada pelos agricultores, incluindo obstáculos relacionados à gestão, legislação e recursos naturais.

A rota de ação proposta envolve parcerias estratégicas entre entidades governamentais, agricultores e empresas privadas. Para as entidades governamentais é crucial estabelecer políticas que incentivem a adoção de tecnologias e revisar legislações obsoletas. Agricultores podem se beneficiar de programas de capacitação e acessar subsídios para a adoção de práticas sustentáveis. Empresas privadas e *startups* têm um papel vital no desenvolvimento e oferta de soluções inovadoras e acessíveis, trabalhando em triangulação com o estado e associação de agricultores.

Através desse estudo, foi possível responder à questão problema de explanação das principais dificuldades que permeiam a agricultura que afetam diretamente o abastecimento hídrico nas lavouras, sendo possível arquitetar uma forma de saída com a ação em conjunta dos entes e suas respectivas responsabilidades. Foi possível alcançar os objetivos traçados na explanação desse trabalho através das entrevistas com especialistas do setor nos quais auxiliaram na constatação dos principais problemas enfrentados pelos entes e saídas existentes ou em análise para execução que devem ser incentivadas e expandidas.

A contribuição desse estudo está em providenciar um ponto de partida para futuros estudos em soluções agrárias em irrigação, elencando os problemas e suas gravidades, como cada ente atua dentro do setor, quais são seus maiores impasses e como podem ser resolvidos, facilitando também a identificação dos principais órgãos e suas responsabilidades e suas ineficiências e apresentando o funcionamento do sistema atual.

Ademais, deve-se avançar na discussão sobre necessidade de uma transição

para modelos de produção mais sustentáveis, como a agricultura de matriz biológica. A integração de ciclos hídricos e a conscientização sobre a importância da gestão eficiente da água também são aspectos cruciais que devem ser incorporados nas práticas agrícolas, podendo ser desenvolvidos e aprofundados em trabalhos futuros.

## REFERÊNCIAS

APPOLINARIO, F. **Metodologia da Ciência**: Filosofia e prática da pesquisa. São Paulo, 2 ed.: Editora Cengage Learning, 2011.

ARSEGO, D. A.; FERRAZ, S. E. T.; STRECK, N. A.; CARDOSO, A. D. O.; ZANON, A. J. Estudo do impacto de diferentes índices associados ao El Niño Oscilação Sul na produtividade de soja no Rio Grande do Sul. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 40, p. 82-87, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X30684>. Acesso em: 23 dez. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA. **Sistema Estadual de Recursos Hídricos**. [2023]. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/rechid/sistemah-estadual.htm>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA. **Sistema Nacional de Recursos Hídricos**. 2003. Disponível em: <http://www.abes-rs.org.br/rechid/sistemah.htm>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 4.902 de 25/3/2021**. Dispõe sobre a consolidação dos dispositivos atualmente inseridos no Capítulo 16 do Manual de Crédito Rural (MCR), acerca do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro). Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/exibenormativo?tipo=RESOLU%C3%87%C3%83O%20CMN&numero=4902>. Acesso em: 18 jan. 2024.

BRASIL, Agência Nacional das águas. **Cadernos de Capacitações em Recursos Hídricos** Agência de água: o que é, o que faz e como funciona. Brasília, v. 4, p. 21, 2014. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2014/CadernosdeCapacitacaoemRecursosHidricosVol4.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 23 de jan. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000**. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Singreh) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico. (Redação dada pela Lei nº 14.026, de 2020). Brasília, 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9984.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm). Acesso em: 23 de jan. 2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa Nacional de Cadeias Agropecuárias Descarbonizantes**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/acesso-a-informacao/participacao-social/consultas-publicas/2022/consulta-publica-programa-nacional-de-cadeias-agropecuarias-descarbonizantes>. Acesso em: 23 jan. 2024.

BRASIL. Presidência da República. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1503907193/constituicao-federal-constituicao-da-republica-federativa-do-brasil-1988>. Acesso em: 18 jan. 2024.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - CEBDS. **Uso sustentável da água com o padrão AWS**. 2019. Disponível em: <https://cebds.org/compromisso-para-seguranca-hidrica/uso-sustentavel-da-agua-com-o-padrao-aws/>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

COOPERATIVA AGROINDUSTRIAL - COPAGRIL. **As exigências hídricas da soja**. Disponível em: <https://www.copagrill.com.br/noticia/688/as-exigencias-hidricas-da-soja>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Área de Preservação Permanente (APP)**. 2012 Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

FERNANDES, V. R., do AMARAL CUNHA, A. P. M., PINEDA, L. A. C., LEAL, K. R. D., COSTA, L. C., BROEDEL, E., ... & MARENGO, J. (2021). Secas e os impactos na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 28, p. 561-584, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rbclima.v28i0.74717>. Acesso em: 23 jan. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Programa Estadual de Conservação do Solo e da Água. **Conservar para Produzir Melhor**. 2016. Disponível em: <https://www.soloeagua.rs.gov.br/visao-geral>. Acesso em: 18 de jan. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. **Programa “Mais Água Mais Renda”**. Programa estadual de expansão da agropecuária irrigada (Lei 14.244). 2021. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/mais-agua-mais-renda>. Acesso em: 23 de jan. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Gabinete de Consultoria Legislativa. **Decreto nº 52.751, de 04 de dezembro de 2015**. Institui a Política de Conservação do Solo e da Água no Estado do Rio Grande do Sul. 2015. Disponível em: <https://www.soloeagua.rs.gov.br/upload/arquivos/201805/03090934-decreto-politica-estadual-solo-e-agua-dec-52-751-de-04-de-dezembro-de-2015.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural. **Programa Estadual de Expansão da Agropecuária Irrigada (Lei 14.244)**. 2021. Disponível em: <https://www.agricultura.rs.gov.br/mais-agua-mais-renda>. Acesso em 23 jan.2024.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. **Relatórios Estiagem 2022, 01**. 2022. Disponível em:

<https://www.agricultura.rs.gov.br/relatorios-estiagem-2022>. Acesso em 18/01/2024.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. da. Manejo da irrigação. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/arroz/producao/sistema-de-cultivo/arroz-de-terras-altas/manejo-da-irrigacao>. Acesso em: 18 jan. 2024.

TRENTO, S. M.; IRGANG, H. H.; REIS, E. M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho.

**Fitopatologia Brasileira**, Passo Fundo, v. 27, número 6, p 609-613, 2002.

<https://doi.org/10.1590/S0100-41582002000600009>

VAB da agropecuária. *In*: RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico**. 7. ed.

Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão, 2022. Disponível

em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/vab-da-agropecuaria>. Acesso em 18 jan. 2024.

VARELLA, A. C. **Novas oportunidades na agricultura de base biológica**. 2022.

Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/10180/80478527/Novas+oportunidades+na+agricultura+de+base+biol%C3%B3gica+-+mega+7.pdf/2c8a1868-f33d-ec12-df70-baa11898ab9e?download=true>. Acesso em: 18 jan. 2024.

WREGGE, M. S.; FRITZSONS, E.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; RADIN, B.;

STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C. Regiões com similaridade de

comportamento hídrico no sul do Brasil. **Ra'e Ga**, Curitiba, v. 38, p. 365-384, 2016.

Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v38i0>. Acesso em: 23 jan. 2024.