

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL – UFRGS  
CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA – EAD

ILVO GILMAR NUNES VASCONCELLOS

**BARRAGEM DO CAPANÉ (RS) E A UTILIZAÇÃO DE SUAS ÁGUAS**

SANTANA DA BOA VISTA - RS

2023

ILVO GILMAR NUNES VASCONCELLOS

**BARRAGEM DO CAPANÉ (RS) E A UTILIZAÇÃO DE SUAS ÁGUAS**

Trabalho de Conclusão parcial à obtenção do título de Geógrafo, modalidade EaD Licenciatura em Geografia, Campus Litoral Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Garcia de Oliveira.

SANTANA DA BOA VISTA - RS

2023

ILVO GILMAR NUNES VASCONCELLOS

**BARRAGEM DO CAPANÉ (RS) E A UTILIZAÇÃO DE SUAS ÁGUAS**

Trabalho de Conclusão parcial à obtenção do título de Geógrafo, modalidade EaD, Licenciatura em Geografia, Campus Litoral Norte, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Guilherme Garcia de Oliveira – UFRGS  
Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Ms. Cecília Balsamo Etchelar - UFRGS  
Examinadora

---

Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva – UFRGS  
Examinador

### CIP - Catalogação na Publicação

Vasconcellos, Ilvo Gilmar Nunes  
Barragem do Capané (RS) e a utilização de suas  
águas / Ilvo Gilmar Nunes Vasconcellos. -- 2023.  
88 f.  
Orientador: Guilherme Garcia de Oliveira.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Campus  
Litoral Norte, Licenciatura em Geografia, Tramandaí,  
BR-RS, 2023.

1. Barragem do Capané. 2. Importância das  
Barragens. 3. Usos múltiplos das águas. 4. Ciclo  
hidrológico. 5. Política Nacional dos Recursos  
Hídricos. I. Oliveira, Guilherme Garcia de, orient.  
II. Título.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação dos municípios inseridos na Bacia do Baixo do Jacuí.....	39
Tabela 2 - Dados fisiográficos da sub-bacia hidrográfica Arroio do Capané.....	48
Tabela 3 - Médias Climatológicas para Cachoeira do Sul (1981-2010) .....	48
Tabela 4 - Vazões dos principais tributários da Bacia do Baixo Jacuí, período (1960- 2014) .....	56
Tabela 5 - Precipitações Médias/Anuais (2003-2019) em (mm) região da BC.....	56
Tabela 6 - Áreas irrigadas Safras 2020-2021 e 2021-2022.....	60
Tabela 7 - Áreas irrigadas pela BC - Safras 2014-2022.....	63
Tabela 8 - Período histórico, cultura do arroz (RS), em relação à área plantada e produtividade (2000/21).....	66

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A demanda de água necessária para produção de alimentos no dia a dia .....	10
Figura 2 - Mapa da localização da Barragem de Capané .....	12
Figura 3 - Reserva hídrica da BC no período crítico da estiagem (março/23).....	15
Figura 4 - Organograma da revisão teórica realizada para o trabalho .....	17
Figura 5 - Ciclo hidrológico.....	18
Figura 6 – Floresta de eucaliptos junto à BC.....	20
Figura 7 - Principais finalidades da água .....	25
Figura 8 - Demandas de captação de água no Brasil .....	26
Figura 9 - Registro do período de construção da BC .....	31
Figura 10 - Canal 1 - extensão de 17. 506 m .....	33
Figura 11 - Canal 2 - extensão de 22.885 m .....	33
Figura 12 - Canal 3 - extensão 27.622 m .....	33
Figura 13 - Canal 4 - extensão 19.345 m .....	33
Figura 14 - Obras estruturais trincheira drenante .....	34
Figura 15 - Trincheira - obra finalizada.....	34
Figura 16 - Registro do período de construção da BC - antigo .....	37
Figura 17 - BC atualmente .....	37
Figura 18 - Finalidade principal da BC: irrigação de lavouras de arroz a sua jusante .....	38
Figura 19 - Obra inacabada do vertedouro .....	38
Figura 20 - Mapa Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí .....	39
Figura 21 - Mapa da sub-bacia do Arroio Capané.....	41
Figura 22 - Mapa dos tipos de solo da sub-bacia do Arroio do Capané .....	43
Figura 23 - Fotografias do Arroio Capané .....	43
Figura 24 - Colheita lavoura arroz, região Cachoeira do Sul-RS - Safra 2022/23.....	44
Figura 25 - Mapa da vegetação da Bacia do Baixo Jacuí .....	45
Figura 26 - Mapa classificação Köppen, clima do RS .....	46
Figura 27 - Mapa Corpos hídricos e a Barragem do Capané .....	47
Figura 28 - Mapa da precipitação média anual do RS .....	49
Figura 29 - Mapa Temperatura média anual do RS .....	50

Figura 30 - Vazões médias da Barragem do Capané – m <sup>3</sup> /s (1984-2019).....	53
Figura 31 - Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, cenário de máxima demanda vazão Q90 (período de irrigação das lavouras de arroz) .....	54
Figura 32 - Mapa principal tributário BC, Arroio Capané .....	55
Figura 33 - Mapa das lavouras irrigadas Safra 2020-2021 .....	58
Figura 34 - Mapa das lavouras irrigadas Safra 2021-2022 .....	59
Figura 35 - BC e a forte estiagem de março 2023.....	61
Figura 36 - Desempenho das áreas irrigadas, arroz, safras: 2014-2022 .....	64
Figura 37 - Mapa dos Usuários das lavouras da Barragem do Capané Safra 2017/18 (IRGA) .....	68
Figura 38 - Técnicas de irrigação mais utilizadas na Agricultura Brasileira .....	70

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	- Agência Nacional das Águas
AUC	- Associação dos Usuários do Capané
BC	- Barragem do Capané
BM	- Banco Mundial
CBDB	- Comitê Brasileiro de Barragens
CPRM	- Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais
CRH	- Conselho Estadual dos Recursos Hídricos
DIPLA	- Divisão de Planejamento e Gestão
DRH	- Departamento de Recursos Hídricos
FAO	- Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
G070	- Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí
HF	- Hortifruti
IRGA	- Instituto Riograndense do Arroz
NT	- Nota Técnica
ODS	- Objetivo de Desenvolvimento Sustentável
ONU	- Organização das Nações Unidas
PIB	- Produto Interno Bruto
PNRH	- Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	- Política Nacional de Segurança das Barragens
PRONAF	- Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RS	- Estado do Rio Grande do Sul
SEMA	- Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul
SINGREH	- Sistema Nacional de Monitoramento de Recursos Hídricos
SIOUT	- Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul
SIG	- Sistema de Informações Geográficas
SNISB	- Sistema Nacional de Informações sobre Segurança das Barragens
SOSBAI	- Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado
UPG	- Unidade de Planejamento e Gerenciamento
VAB	- Valor Adicionado Bruto
WWF	- Fundo Mundial para a Natureza

## RESUMO

Somente quando nos conscientizamos da verdadeira importância da água temos uma noção do quanto ela está presente em nossas vidas. O município de Cachoeira do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul, é privilegiado por estar inserido numa das principais bacias hidrográficas gaúchas: a Bacia do Baixo Jacuí. Nesta, destaca-se a Barragem do Capané (BC) um reservatório com 74 anos de ininterrupto fornecimento de água a seus arrendatários. Esta pesquisa se propõe a buscar subsídios, mediante a combinação de abordagens qualitativa e quantitativa, mediante saídas a campo, visitas in loco, entrevistas com os usuários e gestores da BC, visando um único propósito: o de confrontar a forma atual de utilização de suas águas e o que preconiza a Lei 9.433/97 (Lei das águas) de proporcionar os usos múltiplos das águas. Esta pesquisa, após analisar questões técnicas como: ciclo hidrológico, política nacional dos recursos hídricos, usos múltiplos das águas, dentre outros temas, prioriza a utilização das águas da BC, mediante a implementação de novas técnicas de irrigação, que não somente a por inundação, como ocorre hoje, também a inserção de novos atores, oriundos das agricultura familiar, fortalecimento das políticas públicas e encerra propondo a diversificação da produção de alimentos, como forma de desenvolvimento econômico da região. Por fim, este estudo pretende deixar como legado que a água transforma vidas.

Palavras-chave: Barragem do Capané. Lei 9.433/97. Agricultura Familiar.

## ABSTRACT

Only when we become aware of the true importance of water do we have a sense of how much it is present in our lives. The municipality of Cachoeira do Sul, in the State of Rio Grande do Sul, is privileged for being inserted in one of the main river basins in Rio Grande do Sul: the Baixo Jacuí Basin. In this, the Capané Dam (BC) stands out, a reservoir with 74 years of uninterrupted water supply to its tenants. This research aimed to seek subsidies, through a combination of qualitative and quantitative approaches, through field trips, on-site visits, interviews with BC users and managers, aiming at a single purpose: to confront the current way of using its waters and what Law 9.433/97 (Water Law) advocates to provide for the multiple uses of water. This research, after analyzing technical issues such as: hydrological cycle, national policy on water resources, multiple uses of water, among other topics, prioritizes the use of BC waters, through the implementation of new irrigation techniques, not just flooding, as it happens today, also the insertion of new actors, from family farming, strengthening of public policies and ends by proposing the diversification of food production, as a form of economic development in the region. Finally, this study intends to leave as a legacy that water transforms lives.

Keywords: Capané Dam. Law 9.433/97. Family Farming.

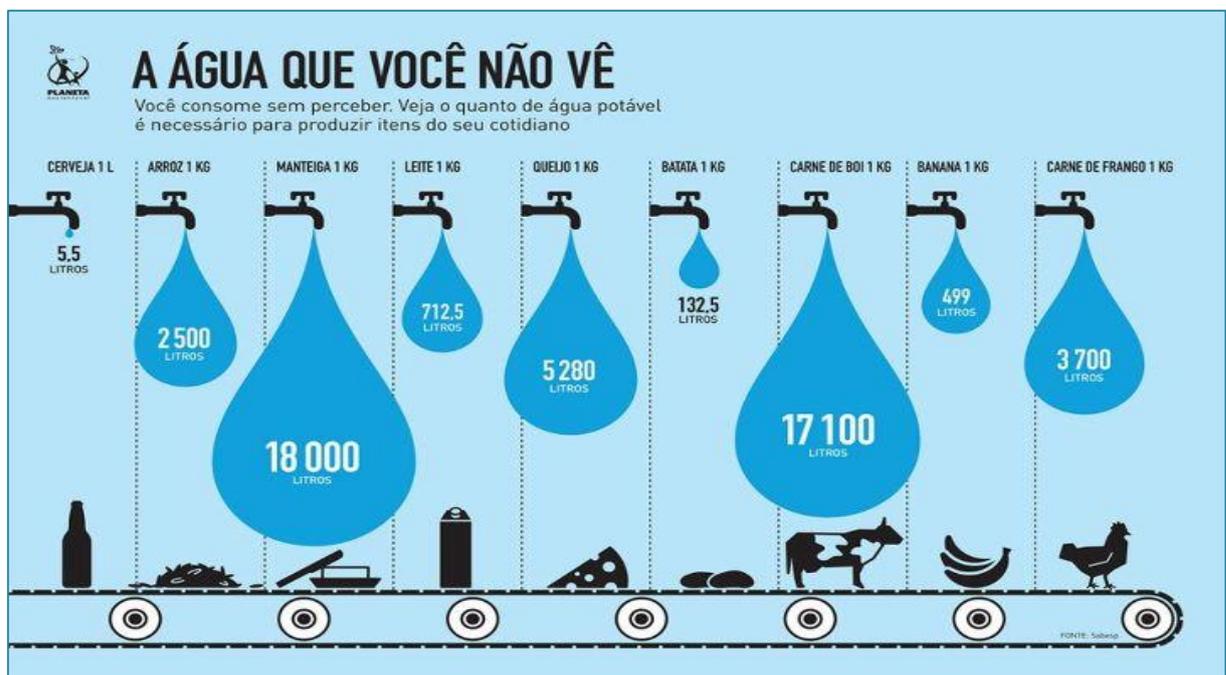
## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO TEÓRICA .....</b>	<b>17</b>
2.1 CICLO HIDROLÓGICO.....	17
2.2 POLÍTICA NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	21
2.3 USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS.....	24
2.4 IMPORTÂNCIA DAS BARRAGENS PARA A AGRICULTURA .....	27
2.5 REVISÃO HISTÓRICA DO ARROZ IRRIGADO E DA BARRAGEM DO CAPANÉ .....	30
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	36
3.2 MATERIAIS DA PESQUISA.....	50
3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	51
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>53</b>
4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HÍDRICA E ÁREA DE IRRIGAÇÃO DA BARRAGEM DO CAPANÉ .....	53
4.2 ANÁLISE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DO ARROZ IRRIGADO E VERIFICAÇÃO DO SEU CULTIVO NA ÁREA DE ESTUDO .....	62
4.3 BARRAGEM DO CAPANÉ E OS USOS MÚLTIPLOS DE SUAS ÁGUAS .....	68
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>74</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>
<b>APÊNDICE 1 - ENTREVISTA A CAMPO – SR. PEDRO TREVISAN HAMANN.....</b>	<b>82</b>
<b>APÊNDICE 2 - ENTREVISTA - SR. AUGUSTO HOERBE.....</b>	<b>85</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais utilizados no planeta, quando gerida com eficiência contribui para uma melhora na qualidade de vida, tanto das cidades, como do meio rural. A disponibilidade hídrica em uma região ou município não deve ser motivo de acirramentos ou disputas entre seus usuários, mas sim, um recurso que promova desenvolvimento econômico e social, gerando oportunidades e paz social (SILVA; MOREIRA, 2021). De acordo com o Banco Mundial (2016), Brasil, Colômbia e Peru são os países que concentram a maior disponibilidade hídrica da América do Sul, entretanto, 70% dos efluentes são despejados nos rios e oceanos sem qualquer tipo de tratamento. De acordo com Cadore e Tochetto (2021), o atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), é um dos maiores desafios da gestão da água em nível mundial. O planeta necessita irrigar mais e melhor suas áreas agrícolas, para poder alimentar uma população que não para de crescer. Associa-se a isto, o fato de a maior parte da população mundial viver nas cidades (FREIRE, 2015). O blog institucional: TheCityFixBrasil (WRI) ilustra a relação da quantidade de água necessária para produção de alimentos de nosso cotidiano (Figura 1).

Figura 1 - A demanda de água necessária para produção de alimentos no dia a dia



No caso específico do arroz, o site destaca que são necessários 2.500 litros de

água para a produção de um quilograma do produto, destacando-se, como maiores consumidores de água, a produção de manteiga e carne bovina. Colaborando para o uso consciente dos recursos naturais do planeta, no Relatório Planeta Vivo 2020, o Instituto WWF alerta:

Crises globais e locais interligadas e em choque estão se revelando. Nesse momento, os conflitos, incluindo a guerra na Ucrânia, as desacelerações econômicas e os impactos persistentes da COVID-19 estão empurrando milhões de pessoas para a pobreza e a fome. Extrema desigualdade de renda, de oportunidades de emprego e de acesso a ativos e serviços estão aumentando a vulnerabilidade, especialmente de **pequenos produtores**, mulheres, jovens e povos indígenas, promovendo a insegurança alimentar e nutricional (WWF, 2022, p.76, grifo nosso).

Dessa forma, podemos determinar a existência de uma relação entre a agricultura e o consumo de água, conforme explicam Pilar e Granziera (2020, p.167):

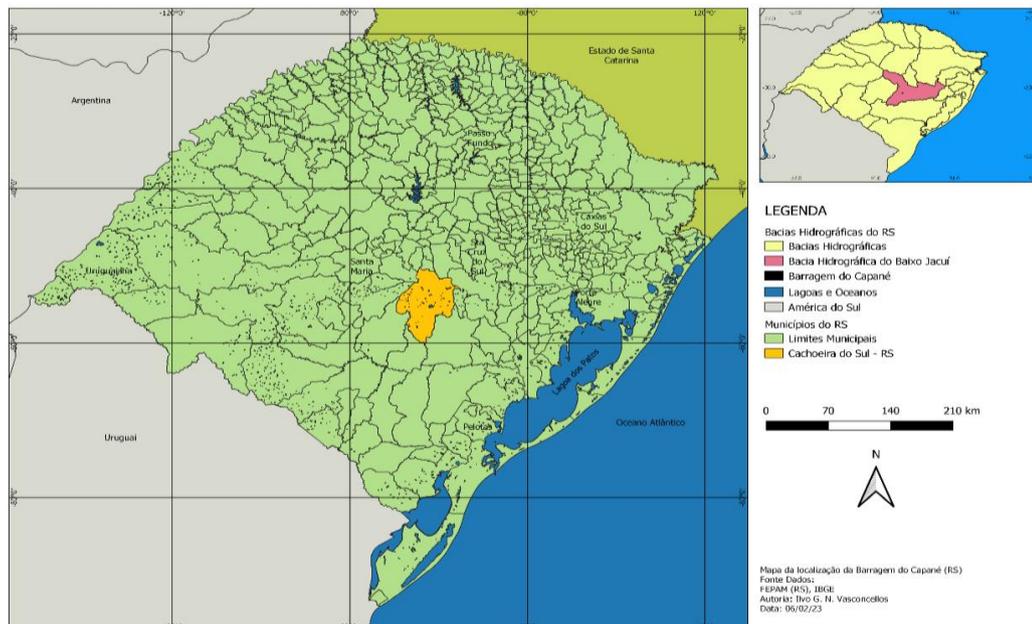
Á água é um elemento fundamental na produtividade agrícola, uma vez que na sua ausência compromete ou limita a agricultura. Dessa forma, a Constituição Federal, o Estatuto da Terra ( Lei nº 4.504/1964), a Política Agrícola (Lei 8.171/1991), a Política Nacional de Irrigação (Lei nº 12.787/2013) e o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) buscaram estabelecer pontos de convergência entre o desempenho da atividade agrícola e a conservação dos recursos naturais que garantem a produção.

O Estado do Rio Grande do Sul possui uma forte relação com a cultura do arroz irrigado (*oryza sativa*) e a utilização da água para sua irrigação. De acordo com a Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2016, p.10):

O arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, correspondendo à base alimentar de mais de três bilhões de pessoas. Na condição segundo cereal mais cultivado no mundo, ocupando uma área aproximada de 168 milhões de hectares [...] Na América Latina, são consumidos, em média, 30 kg/pessoa/ano e, no Brasil, especificamente, consomem-se 45 kg/pessoa/ano.

O objetivo desse trabalho é investigar a viabilidade de outros usos múltiplos das águas, utilizando como área de estudo a Barragem do Capané (BC), a qual localiza-se em Cachoeira do Sul-RS (Figura 2), considerado um dos primeiros municípios brasileiros a utilizar a técnica da irrigação por inundação há quase 132 anos (CONAB, 2015, p. 76) sendo conhecida como a Capital Nacional do Arroz e Capital Estadual do Arroz (LEI Nº 15.329, de 2 de Outubro de 2019).

Figura 2 - Mapa da localização da Barragem de Capané



Fonte: do autor (2023).

A Barragem do Capané, barragem de aterro, teve sua construção aprovada pelo Decreto Lei nº 1.502 de 17 de dezembro de 1946, tendo à frente o Eng. Civil Alfredo Bento Pereira, responsável pela sua construção. Finalmente, após 3 anos e 8 meses, na safra de 1948/49, ela começou a disponibilizar água para as primeiras lavouras arrozeiras à sua jusante (SCHWINGEL; NETO, 2010).

Nos dias atuais, a BC passou a receber uma atenção especial por parte da Defesa Civil, Agência Nacional das Águas (ANA) e Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) no tocante ao seu monitoramento, tendo em vista o grave acidente ocorrido na Barragem de Brumadinho - MG.

Considerando o cenário atual, de estiagens prolongadas e mais frequentes, é necessário que se busquem alternativas para a utilização dos recursos hídricos disponibilizados pela Barragem do Capané, tendo em vista sua grande capacidade de armazenamento hídrico - cerca de 107 milhões de m<sup>3</sup> (SCHWINGEL; NETO, 2010).

A partir da Lei 9.433/97, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos, em seu art 1º, Inciso IV: “a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas”. Desta forma, esta pesquisa se propõe a responder às seguintes perguntas: a Barragem do Capané possui disponibilidade hídrica para atender a outras demandas, que não somente a histórica função de irrigar lavouras arrozeiras? Sendo possível, quais seriam estas culturas? De que forma, essas outras

culturas poderiam ser beneficiadas pelo uso das águas da BC? Quais os agentes envolvidos, quais os beneficiados e de que forma possibilitar a inserção de novos grupos de agricultores, visando a outras formas de produção, que não somente o arroz?

Perguntas como estas serão respondidas ao longo deste trabalho. No intuito de encontrar respostas que atendam à finalidade da pesquisa, se proporão mudanças no atual *status quo* da BC (*mutatis mutandis*). Embreando-se na questão de oportunizar e trazer novas técnicas de irrigação, serão confrontados interesses, no intento de mitigar parte de uma dívida que a sociedade tem há mais de 74 anos, onde priorizou-se a irrigação de uma única cultura, no caso o arroz, em detrimento de outros setores, que também teriam por direito a utilização dessas águas (SCHWINGEL; NETO, 2010).

A viabilidade da utilização das águas da BC mediante seus usos múltiplos visa também oportunizar a inserção de outros grupos e atores no consumo delas. A definição de agricultura familiar, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), é:

Uma forma de organização de base agrícola, florestal, pesqueira, pecuária e aquicultura gerenciada e operada pela família, empregando mão-de-obra predominantemente familiar. A família e a propriedade rural estão relacionadas, se desenvolvem conjuntamente e combinam funções econômicas, ambientais, sociais e culturais (FAO, 2013, p. 2).

Segundo Vieira Jr. e Mantovani (2021), a agricultura familiar brasileira tem grande potencial de aumento da produção de alimentos mediante a expansão da agricultura irrigada. Dessa forma, é possível dizer que a BC detém todas as condições necessárias para a inserção de novas técnicas de irrigação e participação da Agricultura Familiar, tendo em visto que, em sua área de domínio, existem sobras de áreas para essas novas atividades.

Em 1996, houve a instituição do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf). A Lei nº 1946/96, artigo 2º, define que o programa “assenta-se na estratégia da parceria entre os Governos Municipais, Estaduais e Federal, a iniciativa privada e os agricultores familiares e suas organizações”, além de financiar “linhas de custeio e investimentos coletivos, por cooperativas de agricultores familiares” (BIANCHINI, 2015, p.70).

Logo, possibilitar a inclusão desses agricultores, na área da BC, a fim de explorarem a produção de outros alimentos atenderia a proposta pública do Pronaf, que é a de estimular o fomento e a manutenção do grupo familiar.

Em relação ao contexto entre agricultura irrigada e Barragem do Capané, explicam Vieira Jr. e Mantovani (2021, p. 305):

A irrigação tanto na agricultura empresarial quanto na agricultura familiar deve ser implementada de forma sustentável. A água, considerando as dimensões geográfica e temporal, pode ser considerado um recurso limitado e que deve ser gerenciado de forma eficiente, ou seja, de maneira a garantir o suprimento dos seus múltiplos usuários.

O potencial hídrico ainda a ser explorado na região do Capané detém-se no melhor aproveitamento da água, buscando oportunizar a outros grupos de atores, a produção diversificada de alimentos, abertura de novos mercados consumidores, mediante o planejamento e gestão responsável do uso das águas da BC.

O objetivo geral deste trabalho de pesquisa é apontar formas de aproveitamento racional das águas da Barragem do Capané- RS para outras culturas, sugerindo diferentes viabilidades para o uso múltiplo e alternativo do potencial hídrico disponibilizado.

Para a concretização do objetivo geral, estipularam-se os seguintes objetivos específicos:

- a) diagnosticar a disponibilidade hídrica e a área de irrigação da Barragem do Capané;
- b) analisar temporalmente a produção de arroz irrigado e verificar se houve redução do seu cultivo na área de estudo;
- c) sugerir a viabilidade para produção de outros alimentos, mediante a irrigação da BC, tais como: produção de Hortifruti (HF), como verduras, frutas e legumes, produção de mudas, produção de flores, criação de peixes em pequena escala.

A realização deste trabalho de pesquisa justifica-se pelo fato de a Barragem do Capané (BC) caracterizar-se por ser uma obra ainda pouco explorada, ou seja, em momentos de estiagem (seca) pelos quais passamos nas últimas três safras de verão: 2020/2021, 2021/2022, 2022/2023, não considerando as demais que já ocorreram a partir da década de 1940, nunca deixou de atender à demanda local por água, no caso a irrigação das lavouras de arroz, beneficiando, no entanto, apenas uma única cultura.

De acordo com Pinto *et al.* (1999, p.11), “Os solos de várzea, encontrados nas planícies de rios e de lagoas, apresentam uma característica comum, a formação em condições variadas de deficiência de drenagem (hidromorfismo)”. Nesse ambiente pedológico que concentra água e várzea, a BC, por meio do IRGA, optou pela irrigação por inundação, sendo utilizados quatro canais que percorrem distintos trechos à jusante da barragem. Dessa forma, ser usuário de suas águas representa uma espécie de segurança para os agricultores que a utilizam, pois sabem que poderão fazer uso de tais recursos hídricos por todo o período de irrigação. Esse diferencial traz inúmeras vantagens como facilidade para aqueles que lá plantam, por exemplo, acesso a linhas de crédito (custeio agrícola), pois os agentes financeiros enxergam condições de garantias de safra, representando um menor risco quanto aos empréstimos, que eventualmente sejam tomados pelos agricultores (FRANCISCO, 2007).

Na Figura 3, observamos o impacto da seca, consequência do forte período de estiagem registrado no RS, na safra de verão 2022/23, e embora a capacidade hídrica da BC tenha sido bastante afetada, não ocorreram interrupções no fornecimento de água aos seus usuários (HORBE, 2023).

Figura 3 - Reserva hídrica da BC no período crítico da estiagem (março/23)



Fonte: do autor (2023).

Outra questão pertinente em relação a este trabalho de pesquisa diz respeito ao tamanho da área física da BC, a qual, de acordo com Schwingel e Drews Neto (2010), compõe-se por 2.127ha de área pertencentes ao Governo do Estado,

administradas pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA). Desse total, 1.719ha são de fato área inundada pela BC, restando, portanto, 408ha que são aproveitadas entre estruturas de apoio, como: escritórios, instalações diversas, área experimental, e uma mata ciliar artificial de Eucaliptos (*Eucalyptus spp*). A esta área de 408ha que será proposta a inserção de famílias advindas do Pronaf, promovendo, assim, a inclusão social e busca de novas modalidades de produção de alimentos em conjunto com a utilização de diferentes formas de irrigação, mais modernas e eficientes.

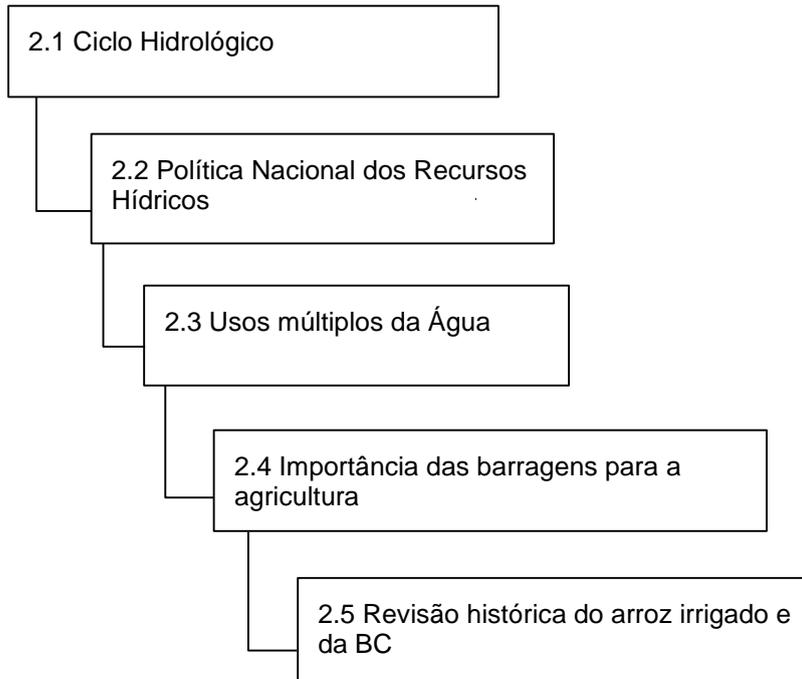
Este trabalho de pesquisa visa, portanto, apontar viabilidades de melhor utilização das águas da BC, inserção de novos atores, incremento na produção de alimentos, com a chegada de outras técnicas de irrigação (gotejamento, micro aspersão, estufas, pivô, etc), por fim, busca em sua essência um reparo social que já perdura por mais de 70 anos, com a revitalização de toda essa área da barragem.

Dessa forma, a Barragem do Capané deve possibilitar a inserção de novos agentes como os agricultores familiares, introdução de outras culturas, como a fruticultura, horticultura e a piscicultura mediante a utilização de tecnologias de irrigação, como a produção de alimentos em ambientes controlados (estufas).

## 2 REVISÃO TEÓRICA

Como parte de revisão de literatura científica serão abordados os temas constantes no Organograma da Figura 4.

Figura 4 - Organograma da revisão teórica realizada para o trabalho



Fonte: do autor (2023).

### 2.1 CICLO HIDROLÓGICO

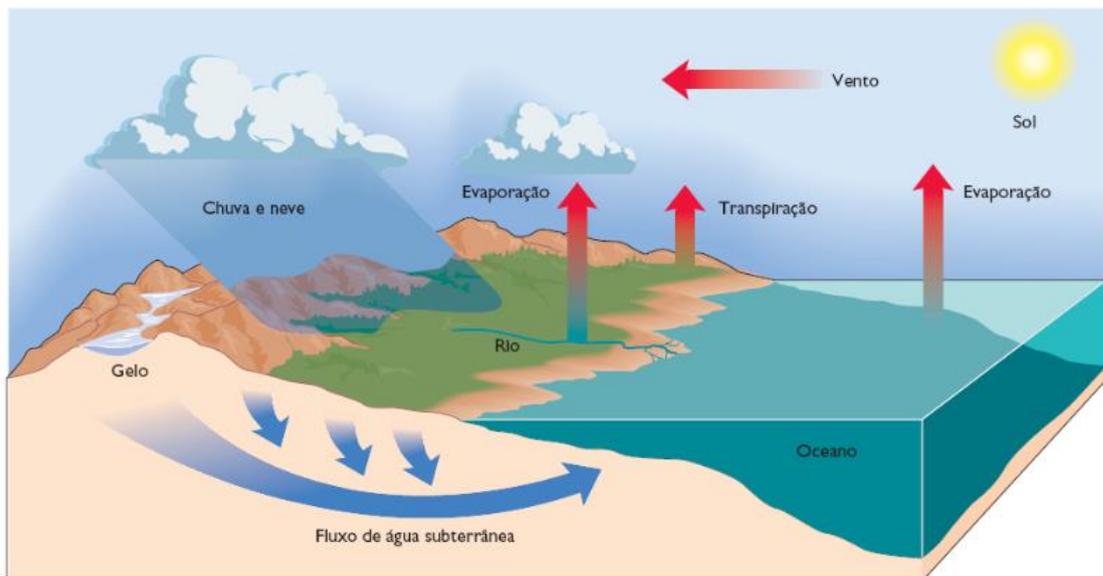
A água é essencial para a vida no planeta. Segundo Coleridge (2006, p.315), “imensas quantidades de água são utilizadas na indústria, na agricultura e em sistema de abastecimento das cidades”, por isso, a hidrologia torna-se cada dia mais importante, à medida que a demanda por água aumenta diariamente e seus estoques são limitados. Visando à proteção dos estoques e, simultaneamente, atender a demanda, o autor destaca ser importante descobrir onde encontrar mais água e também renovar seus estoques.

O ciclo hidrológico é um fenômeno natural em que os agentes terra, oceano e atmosfera estão sempre interagindo, e a água passa por diversos processos de transformação (PINET, 2017).

Conforme descrito por Silveira (2007, p.35), “o ciclo hidrológico é o fenômeno global da circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar, associada à gravidade e à rotação terrestre”.

Para melhor compreensão do processo do ciclo hidrológico, a Figura 5 apresenta alguns dos seus principais processos. A movimentação das águas no planeta ocorre em três fases: sólida, líquida e gasosa, presente em três reservatórios principais: os oceanos, os continentes e a atmosfera (MIRANDA; OLIVEIRA; SILVA, 2010). Em outras palavras, o ciclo hidrológico compreende o movimento cíclico da água – do oceano para a atmosfera pela evaporação, de volta para a superfície por meio da precipitação e, então, para os rios e aquíferos por meio dos escoamentos superficial e/ou subterrâneo, retornando aos oceanos.

Figura 5 - Ciclo hidrológico



Fonte: Pinet (2017).

Na visão de Pinet (2017, p. 108), o ciclo hidrológico

incorpora as principais vias para o transporte e a troca de água entre os diversos reservatórios da Terra. Basicamente, a água circula e muda de fase (sólida, líquida, gasosa) continuamente. No estado gasoso, a água é fornecida à atmosfera pela evaporação da água líquida da superfície, grande parte vinda dos oceanos, e pela transpiração, a passagem de vapor de água pela superfície das folhas. A condensação faz com que a atmosfera libere esta água com um líquido (chuva) e como sólido (neve). Estas formas líquidas e sólidas da água eventualmente retornam aos oceanos por escoamento de rios e das águas subterrâneas, fechando o ciclo hidrológico.

Percebe-se que essa relação de transformação da água no planeta permite que se estabeleça o chamado ciclo hidrológico. Segundo Gasparotto *et al.* (2010, p.80),

Vento: ar que flui, geralmente na horizontal, em relação à superfície da Terra. O vento é medido e caracterizado de acordo com a sua direção, velocidade, tipos (rajadas ou contínuo) e giro. Ventos de superfície são medidos por cataventos e anemômetros, enquanto os ventos em altos níveis atmosféricos são por balões piloto, sondas meteorológicas ou informações de aeronaves. Chuva: forma de retorno da água da atmosfera para o solo, em gotas ou gotículas, a partir da condensação do vapor d'água. Neve: formação e precipitação de cristais de gelo, pela sublimação da umidade saturada do ar, quando a temperatura é muito baixa. Evaporação: escape de moléculas desde a superfície de um líquido pelo aumento de sua energia cinética, também se chama vaporização lenta. Transpiração: perda de água na forma de vapor através dos estômatos, nas plantas, e, em menor extensão, por evaporação do tecido celular. Gelo: água em estado sólido.

Silva (2014, p.61) resume: “A circulação incessante da água entre seus reservatórios oceânico, terrestre e atmosférico é chamada de ciclo hidrológico”. Há que se ressaltar, no entanto, que a água doce, corresponde a apenas 4,04% da água encontrada no mundo natural (COLERIDGE, 2006), é fornecida via chuva, rios e lagos (0,09%) e, parcialmente, pelas águas subterrâneas (1,05%) e degelo da neve ou geleiras (2,97%). Em consequência, segundo o autor, a quantidade máxima de água a ser utilizada deve ser aquela fornecida pela precipitação.

Destaca-se que as secas – correspondentes aos períodos em que a precipitação é menor que a normal - ocorrem em todos os climas, embora as regiões áridas sejam mais vulneráveis a elas. Não havendo a reposição das águas, diminuem e secam as reservas dos rios, evaporam as águas dos reservatórios, ressecam-se os solos e morre a vegetação (COLERIDGE, 2006).

Coleridge (2006, p.320) cita a importância dos reservatórios para o armazenamento da água doce, afirmando que eles

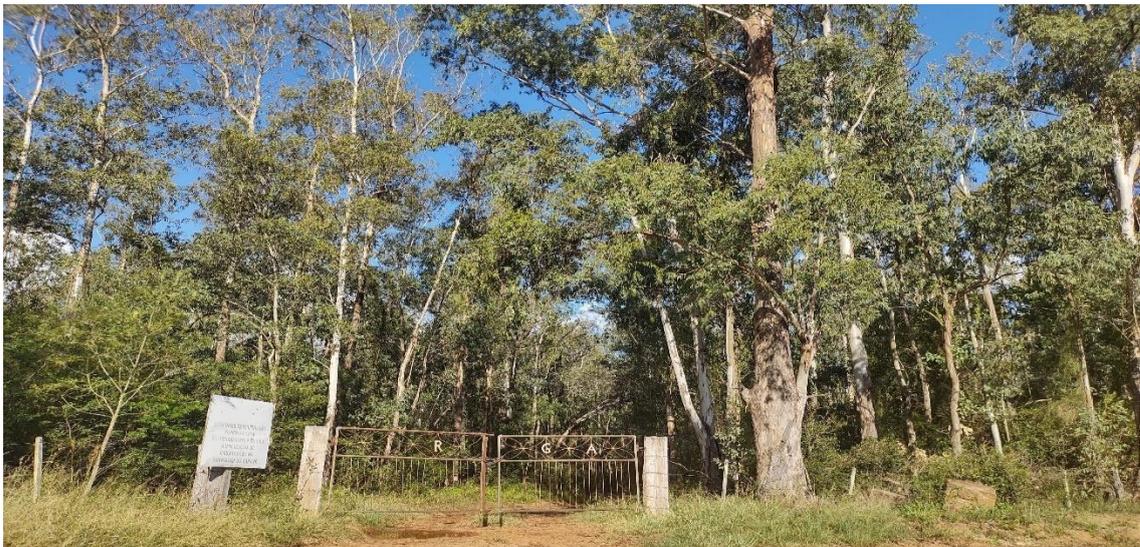
suavizam os efeitos das variações sazonais ou anuais do escoamento superficial e regularizam a vazão da água rio abaixo, ajudando a controlar as inundações. Por essa razão, alguns geólogos lutam para deter a drenagem artificial das terras úmidas causada pela ocupação imobiliária. A destruição das terras úmidas também ameaça a diversidade biológica, pois nesses lugares ocorre a procriação de muitas espécies de pássaros e invertebrados.

Em relação à área de estudo da BC, verifica-se que o ciclo hidrológico da região foi bastante afetado pela expansão da cultura da soja (*glycine max*) (VERNETTI *et al.*, 2014). O ciclo hidrológico está diretamente associado às práticas antrópicas que, por sua vez, geram impactos nos ecossistemas “à medida que eles vão sendo substituídos

por atividades voltadas para fins industriais ou produção de alimentos, provocando degradação, proveniente do uso e manejos inadequados dos solos”(STONE *et al.*, 2003, p. 173).

Dentro do ciclo hidrológico de uma bacia hidrográfica, apenas parte das precipitações atinge a superfície do solo, sendo que parte ficará retida na copa das árvores, outra parte pode ficar armazenada no perfil do solo, ou retornar à atmosfera pela evapotranspiração, ou então escorrer, compondo a vazão do rio ou da barragem, no caso (BACELLAR, 2005). Kuntschik *et al.* (2011) destacam a importância das matas ciliares presentes em todos os biomas brasileiros: pampa, mata atlântica, floresta amazônica, pantanal, caatinga e cerrado. Atuando como uma espécie de filtro semelhante a uma esponja, a mata ciliar retém parte das precipitações ocorridas, seja por meio da copa das árvores ou da serrapilheira (material depositado junto ao solo, composto de galhos e folhas). Lembrando que as margens da BC são basicamente formadas de florestas artificiais (Eucaliptos), conforme exemplificado na Figura 6.

Figura 6 – Floresta de eucaliptos junto à BC



Fonte: do autor (2023).

O ciclo hidrológico, portanto, está diretamente associado ao uso e manejo, tanto da água quanto do solo. Considerando que a Barragem do Capané localiza-se numa região privilegiada em relação à disponibilidade de água e terras férteis, Tucci e Clarke (1997) elucidam que o uso excessivo de agrotóxicos, a eutrofização do solo e a monocultura requerem o uso de boas práticas de produção agrícola.

## 2.2 POLÍTICA NACIONAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

Em se tratando da questão água, o Brasil vivenciou três importantes marcos relacionados à Política Nacional da Água. O primeiro deles, considerado uma quebra de paradigmas, foi o Código das Águas de 1934, que culminou com o Decreto Lei nº 26.234, de 10 de julho de 1934, durante o Governo Getúlio Vargas (1930-1934), pelo qual percebe-se claramente que a água já começava a preocupar os governos, pois em vista do início da urbanização das cidades brasileiras ela deixou de ser um bem natural e ilimitado e passou a ser um bem público de responsabilidade do Estado Brasileiro (DRUMMOND; BARROS-PLATIAU, 2006).

Um segundo momento deu-se a partir da promulgação da Constituição Federal de 1988, em seu Capítulo VI, que versa sobre o Meio Ambiente, no art. 225:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O terceiro marco foi a aprovação da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, no governo de Fernando Henrique Cardoso (1995-2003), conhecida como a Lei das Águas do Brasil.

De acordo com Vicente *et al.* (2021, p.36),

A escassez de água impõe enormes reduções nos rendimentos das safras e é uma das maiores limitações para a expansão das safras fora das áreas agrícolas atuais. Como nos cenários de mudança ambiental global sugerem um aumento futuro na aridez e na frequência de eventos extremos em muitas áreas da Terra, a irrigação e o uso de safras adequadas é uma questão importante em todo o mundo.

Assim, é sensato a todos aqueles que utilizam esses recursos, na forma de irrigação para a produção de alimentos, terem conhecimento a respeito da Lei 9.433/1997, que elucida sobre o uso e utilização das águas brasileiras, conforme se percebe em seu artigo 1º, ora transcrito.

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Essa lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de Monitoramento de Recursos Hídricos (SINGREH). Logo, analisando-se esses três momentos, verifica-se a saída do domínio das águas das elites tradicionais, voltando ao controle do governo que, por sua vez, após a abertura do processo democrático no país convidou a sociedade a participar da gestão das águas, por intermédio dos comitês de bacias.

A Lei 9.433, em seu artigo 38, cria os Comitês de Bacia Hidrográfica, os quais, dentre outras atribuições, são responsáveis por “promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes”.

Desta forma, no Brasil, cabe à Agência Nacional das Águas (ANA) e, em nível estadual, à Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), por meio do Departamento de Recursos Hídricos (DRH), órgão da administração direta, responsável pela integração do Sistema Estadual de Recursos Hídricos (SERH), a outorga de direito de uso da água e subsidia tecnicamente o CRH, notadamente no que tange à coordenação, ao acompanhamento da execução à elaboração do anteprojeto de Lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

São atribuições do Departamento Recursos Hídricos: elaborar o anteprojeto de lei do Plano Estadual de Recursos Hídricos, coordenar e acompanhar a execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos, propor ao Conselho de Recursos Hídricos (CRH) critérios para a outorga do uso da água e expedir as respectivas autorizações de uso; regulamentar a operação e uso dos equipamentos e mecanismos de gestão dos recursos hídricos; elaborar Relatório Anual sobre a situação dos recursos hídricos do Estado; assistir tecnicamente o CRH. (SEMA, 2023).

No caso específico da Barragem do Capané, compete ao Comitê da Bacia do Baixo Jacuí seu planejamento e gestão. Este comitê foi criado pelo Decreto n.º 40.225 de 07 de agosto de 2000, alterado pelo Decreto n.º 43.866 de 1º de junho de 2005 e pelo Decreto 54.552 de 4 de abril de 2019, e sua sede localiza-se no município de Cachoeira do Sul – RS (SEMA, 2015).

Conforme Decreto Estadual n.º 53.885, de 16 de janeiro de 2018, o Rio Grande do Sul tem vinculado à Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) e à SEMA

um total de 23 Comitês de Bacias, sendo que este trabalho se deterá no Comitê da Bacia do Baixo Jacuí (G-070), inserido na Bacia do Guaíba, entidade que possui seis diretrizes:

- 1 - Planejamento e gestão dos recursos hídricos;
- 2 - Proteção e redução dos impactos das cheias;
- 3 - Aumento das disponibilidades hídricas;
- 4 - Controle e redução das demandas;
- 5 - Conservação e melhorias da qualidade da água;
- 6 - Educação, mobilização e comunicação social.

A importância dos Comitês de Bacias Hidrográficas está respaldada na Lei da Política Nacional dos Recursos Hídricos, art. 33 (DIÁRIO OFICIAL UNIÃO, p. 470-474, 1997).

Integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos: (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000)

I – o Conselho Nacional de Recursos Hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000);

II – a Agência Nacional de Águas; (Incluído pela Lei 9.984, de 2000);

III – os Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000);

IV – os Comitês de Bacia Hidrográfica; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000);

V – os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais cujas competências se relacionem com a gestão de recursos hídricos; (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000);

VI – as Agências de Água. (Redação dada pela Lei 9.984, de 2000).

Em relação aos Comitês de Bacia, Capítulo III, a Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, define em seu art. 37:

Art. 37. Os Comitês de Bacia Hidrográfica terão como área de atuação:

I - a totalidade de uma bacia hidrográfica;

II - sub-bacia hidrográfica de tributário do curso de água principal da bacia, ou de tributário desse tributário; ou

III - grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas.

Parágrafo único. A instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica em rios de domínio da União será efetivada por ato do Presidente da República.

Art. 38. Compete aos Comitês de Bacia Hidrográfica, no âmbito de sua área de atuação:

I - promover o debate das questões relacionadas a recursos hídricos e articular a atuação das entidades intervenientes;

II - arbitrar, em primeira instância administrativa, os conflitos relacionados aos recursos hídricos;

III - aprovar o Plano de Recursos Hídricos da bacia;

IV - acompanhar a execução do Plano de Recursos Hídricos da bacia e sugerir as providências necessárias ao cumprimento de suas metas;

V - propor ao Conselho Nacional e aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos as acumulações, derivações, captações e lançamentos de pouca expressão, para efeito de isenção da obrigatoriedade de outorga de direitos de uso de recursos hídricos, de acordo com os domínios destes;

VI - estabelecer os mecanismos de cobrança pelo uso de recursos hídricos e sugerir os valores a serem cobrados;

VII - (VETADO)

VIII - (VETADO)

IX - estabelecer critérios e promover o rateio de custo das obras de uso múltiplo, de interesse comum ou coletivo.

Parágrafo único. Das decisões dos Comitês de Bacia Hidrográfica caberá recurso ao Conselho Nacional ou aos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, de acordo com sua esfera de competência.

Percebe-se dessa forma a importância dos Comitês de Bacia, no tocante a fiscalização, mediação de conflitos e orientação no uso das águas.

O Decreto Estadual nº 40.225, de 7 de agosto de 2020, criou o Comitê de Gerenciamento da Bacia do Baixo Jacuí, conforme constata-se no excerto ora transcrito.

Art. 1º - Fica criado o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, cuja área de atuação abrange o território correspondente à Bacia Hidrográfica referida, integrante da Região Hidrográfica da Bacia do Guaíba.

Outro destaque em relação às políticas hídricas diz respeito à Lei Estadual nº 14.328, de 23 de outubro de 2013, a qual institui a política estadual de irrigação do Rio Grande do Sul, e em seu art 2º, parágrafo I, define: “I - agricultor irrigante a pessoa física ou jurídica que exerce agricultura irrigada, podendo ser agricultor familiar quando atender à Lei Federal n.º 11.326, de 24 de julho de 2006, ou não familiar”.

Em relação aos custos pró-irrigação, descreve na Seção VI, que trata do Fundo Estadual de Irrigação, em seu art. 16, incisos II e III: “II – apoiar e custear a elaboração de projetos de irrigação; e III – apoiar e custear a gestão dos Projetos Públicos de Irrigação”.

Percebe-se, portanto, que a Lei Estadual nº 14.328 define os critérios, os agentes que podem ser beneficiados, bem como estabelece diretrizes em relação à irrigação no RS. Dessa forma, é possível fazer uma relação entre a BC, irrigação e agricultura familiar.

### 2.3 USOS MÚLTIPLOS DAS ÁGUAS

Todos têm conhecimento da fórmula química da água (H<sub>2</sub>O), cuja formação consiste em dois átomos de hidrogênio (H) ligados quimicamente a um átomo de oxigênio (O). Apesar de ter uma fórmula simples, a água é uma substância complexa, responsável pela vida no Planeta, equivalendo ao único elemento que pode ser gás, líquido e sólido na superfície terrestre (PINET, 2017).

Segundo a Agência Nacional das Águas (ANA), (2021, p. 36), “é importante conhecer as peculiaridades das diferentes finalidades de uso de recursos hídricos outorgadas, a fim de entender o processo de uso de água no empreendimento para realização eficiente das vistorias”. Suas principais finalidades constam na Figura 7.

Figura 7 - Principais finalidades da água



Fonte: ANA (2021).

No Brasil, a Lei nº 9.433 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) “definiu em seus fundamentos o uso múltiplo da água e a gestão descentralizada e participativa, tendo como unidade de planejamento territorial a bacia hidrográfica” (SOIO, 2019, p.7). Assim, a “Lei das Águas”, como é chamada, incorpora a integração dos interesses dos diversos usos e usuários que competem entre si pela sua apropriação.

O autor refere-se ainda a iniciativas internacionais mais modernas, dentre as quais, a Diretiva Marco da Água, a qual tem demonstrado que esses sistemas podem não ser suficientes para combater a grande deterioração dos cursos d’água e os inevitáveis conflitos. Cita como exemplos, a integração na Europa em direção ao “bom estado ecológico das águas” e a adoção de uma política de gestão integrada de água e energia adotada pela Califórnia, nos Estados Unidos.

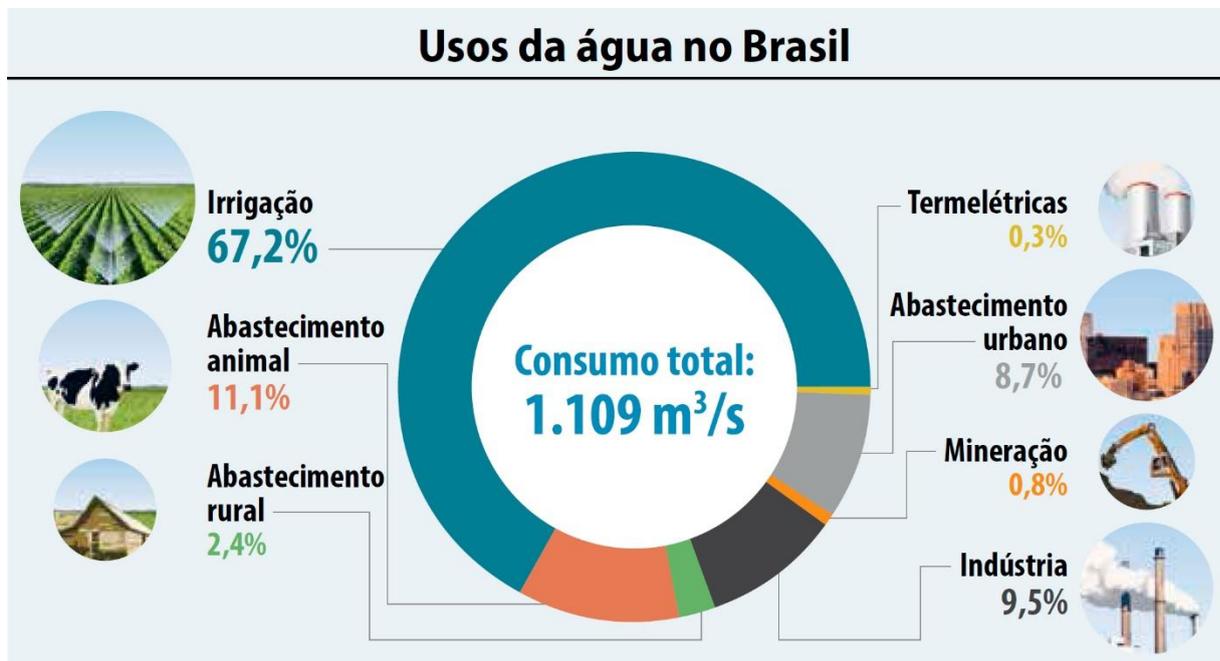
A ANA salienta que as águas dos mananciais, barragens, rios e córregos são utilizadas pelo homem e demais seres vivos para diversas finalidades. Soio (2019, p.7) destaca, ainda, que, “além de dispor da maior reserva hídrica superficial do planeta, cerca de 12%, o Brasil possui um dos maiores potenciais hidráulicos”. No entanto, o autor ressalta que o país não encontra-se em situação confortável no tocante à disponibilidade hídrica e localização de suas demandas consuntivas e não

consuntivas de água.

Os usos consuntivos referem-se aos usos que retiram a água de sua fonte natural diminuindo suas disponibilidades quantitativas, espacial e temporalmente (são exemplos: o uso doméstico, a irrigação, alguns processos industriais e o abastecimento de animais). Os usos não consuntivos referem-se aos usos que retornam à fonte de suprimento praticamente a totalidade da água utilizada, podendo haver alguma modificação no padrão temporal de disponibilidade (são exemplos: a hidroeletricidade, piscicultura, navegação e a recreação) (SOIO, 2019, p. 7).

A água é utilizada para diversas finalidades, sendo que as duas categorias que mais a consomem para uso exclusivo, em suas atividades, são a agricultura irrigada, e os centros urbanos. No Brasil, algo em torno de 90% da água se encontra nas bacias hidrográficas de baixa densidade demográfica dos rios Amazonas e Tocantins, no entanto, cerca de 90% da população do país faz uso do restante dos recursos hídricos (SOIO, 2019), especialmente para a irrigação (67,2%), o abastecimento animal (11,1%) e o consumo industrial (9,5%), conforme demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Demandas de captação de água no Brasil



Fonte: Agência Senado (2018).

Em relação à irrigação, maior usuária das reservas de água no país, no município de Cachoeira do Sul (RS), a principal cultura irrigada é o arroz, a qual utiliza como método de irrigação a inundação superficial, atingindo uma área total irrigada no município de 27.083,66ha. Desse total, o arroz ocupa uma área irrigada de 24.953,43ha, pivot central de 1.596,85ha. As demais culturas ocupam 533,38ha,

embora exista uma projeção da entidade de uma área irrigada total de 30.417ha em 2040. No entanto, a área do arroz praticamente se manterá estabilizada, em detrimento de outras culturas que seguirão uma tendência de pivô central ou outras tecnologias de irrigação como, por exemplo, irrigação em sulcos (ANA, 2022).

No Rio Grande do Sul cabe à Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA), com os seus respectivos Comitês de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas, a gestão das águas. Estes, criados pela Lei Estadual nº10.350 de 30 de dezembro de 1994, têm sua composição formada por: 40% de representantes dos usuários da água, 40% de representantes da população da bacia e 20% de órgãos públicos Federais e Estaduais (SEMA, 2015).

No Brasil, as barragens de usos múltiplos da água são exceções, tendo em vista que a maioria é construída para uma única finalidade, outro fator importante a ser citado nessa questão. Cabe destacar que o país vive há alguns anos uma crise energética, com secas prolongadas no sudeste e centro-oeste brasileiros, assim, a queda da geração de eletricidade é iminente, o que sugere a necessidade de se propor outras alternativas energéticas para as milhares de barragens espalhadas pelo país (DONADON, 2021).

#### 2.4 IMPORTÂNCIA DAS BARRAGENS PARA A AGRICULTURA

Uma barragem, represa, ou reservatório é a denominação dada para uma área construída transversalmente à direção do escoamento de um curso de água, tendo por finalidade o seu acúmulo. Segundo Costa (2016), as barragens de regularização: “objetivam regularizar o regime hidrológico de um rio, armazenando água nos períodos de déficit de afluência em relação à demanda”.

As barragens, de forma geral, fazem parte da paisagem rural, embora atualmente tenham suas construções mais dificultadas, devido principalmente à falta de informações em relação ao impacto que causam na bacia hidrográfica da qual fazem parte, e o planejamento e gestão de uma barragem em relação à área-volume e cota-volume são fundamentais para o entendimento e suas consequências no comportamento hidrológico (RODRIGUES; ALTHOFF, 2021).

Segundo Martinez-Áustria (2013, p. 165, tradução nossa),

A agricultura é o maior consumidor de água. No mundo emprega cerca de 70% da água extraída de várias fontes. No entanto, o futuro apresenta

desafios maiores: para atender a crescente demanda por alimentos globalmente, até 2050 é necessário que se aumente a produção para o dobro do nível atual. Somente até 2030 é necessário aumentar a produção de alimentos em 50%. Se estima que naquele ano, 55% da população do mundo, dependerá das importações de alimentos como resultado da escassez de água, em seus países (Fórum Econômico Mundial, 2011), tudo isso num ambiente de maior volatilidade dos preços.

Conforme o autor citado, a agricultura está entre as atividades que mais demandam o uso de água para a produção de alimentos, sendo que uma boa parte das técnicas de irrigação utilizadas atualmente são as mesmas praticadas desde a antiguidade, ou seja, existe muita falta de tecnologia. Isso nos remete a um campo, que embora complexo, é preciso ser melhor explorado, que é o das políticas públicas de incentivo para modernização dos equipamentos de irrigação, conforme citam Valentini *et al.* (2021, p. 101):

Para alimentar os 9 bilhões de habitantes em 2050 somente será possível se se ampliarmos significativamente a área irrigada no mundo. Com a irrigação é possível produzir 2,7 vezes mais em mesma área sendo possível realizar duas ou mais safras por ano com a mesma infraestrutura. No Brasil que possui considerável dotação de recursos hídricos ainda não usa seu potencial.

A importância das barragens está na possibilidade da utilização de suas águas de formas múltiplas, ou seja, mediante o uso de uma irrigação que empregue várias técnicas, desde as mais simples até as mais sofisticadas, isso proporcionará o aproveitamento de uma variedade de plantas, com alto potencial genético-produtivo, a seleção de quais alimentos ou culturas deverão ser priorizadas também deve ser levada em consideração no momento que dispõe-se de técnicas mais apuradas para a irrigação, considerando seu custo-benefício (VALENTINI *et al.*, 2021, p.121).

Alonso *et al.*, em matéria da Revista Brasileira de Engenharia de Barragens (2021, p. 25), ao referirem-se à presença delas no Brasil destacam que o país

possui mais de 9 mil barragens para abastecimento de água, controle de cheias, regularização de vazões, geração de energia e para paisagismo e urbanismo. Destes, 4.665 são empreendimentos de geração elétrica, perfazendo um total de 64,87% de toda energia elétrica gerada no país.

As barragens sempre tiveram grande importância para a humanidade. Desde os primórdios, povos como os romanos, egípcios, chineses e pré-colombianos construíam barragens, muitas ainda em funcionamento. A Espanha, por exemplo, é um país com barragens muito antigas, que datam de 300 d.C. A barragem de Prosérpina, na região de Mérida, por exemplo, foi construída naquele período para

abastecimento humano e, atualmente, serve para a irrigação das lavouras (SANDRINI; GUIDICINI, 2022).

As barragens com finalidade de usos múltiplos são extremamente benéficas, porém pouco ou ainda não utilizadas, tendo em vista que a maioria delas se propõem a uma única finalidade. Segundo a Embrapa (2008), elas são extremamente importantes nas regiões em que são construídas, tendo papel fundamental na vida das pessoas, na economia local, e, em períodos de seca, servem como reserva hídrica para o consumo humano e dessedentação dos animais.

Para justificar o uso das barragens como forma de desenvolvimento econômico, cita-se CBDB<sup>1</sup>(2023):

As barragens permitem que as populações colem e armazenem água quando abundante e depois a usem nas épocas de seca. Elas têm sido então fundamentais na formação de estoques de água, indispensáveis aos estabelecimento e ao sustento de cidades e de fazendas, para irrigação e para a produção de alimentos.

De acordo com Santos *et al.* (2021), a população mundial atingiu mais de 8 bilhões de pessoas e a expectativa é de que, até 2050, chegue aos 10 bilhões. Esse crescimento desordenado desafiará a produção de alimentos. Os países terão de investir em tecnologias de produção (políticas públicas e irrigação).

Destacam, ainda, os autores: “Novos modelos de gestão de recursos hídricos, aperfeiçoamento das legislações e investimentos em instrumentos aceleradores como o crédito, pesquisa, assistência técnica e gerencial serão fundamentais” (SANTOS *et al.*, p.263, 2021).

Contribuindo para a importância das barragens, Rodrigo e Althoff defendem que

A retenção e o armazenamento de água constituem na maneira mais realista de garantir um fornecimento seguro e contínuo do recurso de forma a atender às diversas demandas hídricas ao longo do tempo. Entre as formas de armazenamento existentes, a barragem é uma das mais utilizadas (2021, p.447).

Nesse sentido, Barros (2020, p.1) acrescenta:

Por serem obras de grande impacto ambiental e econômico, o planejamento, a execução e o monitoramento das barragens devem ser realizados, cumprindo-se os requisitos de segurança, determinados pelos órgãos fiscalizadores. Como empreendimentos de grande porte, o risco potencial de

---

<sup>1</sup> Fonte: site CBDB, disponível em: <https://cbdb.org.br/apresentacao-das-barragens> acesso em 01 de Maio de 2023.

ruptura deve ser avaliado e monitorado de maneira responsável, visto que um rompimento pode ocasionar, além de desastres ambientais, prejuízos econômicos e perda de vidas humanas

Chama a atenção o riscos de acidentes em barragens, conforme descrito por Foster *et al.*(2000 apud SANTOS, 2020, p.2), segundo os quais, foi realizado

um estudo estatístico de 11.192 barragens construídas entre 1800 e 1986, contemplando 136 casos de rompimento, em que foi constatado que o piping é a maior causa das rupturas das barragens em operação, com cerca de 49,0%. Outros modos de falha apresentaram menores ocorrências, liquefação com cerca de 1,7% e escorregamentos de terra com 4,3%.

De acordo com Suertegaray (p. 207, 2003):

Duto (piping, pipe) são canais abertos em subsuperfície, com diâmetros que variam de poucos centímetros a vários metros. O fluxo d'água por esses dutos transporta grandes quantidades de material em subsuperfície. À medida que esse material vai sendo removido, o canal aumenta, podendo resultar no colapso do solo situado acima. Esses constituem forma/processo significativo na evolução de uma voçoroca.

## 2.5 REVISÃO HISTÓRICA DO ARROZ IRRIGADO E DA BARRAGEM DO CAPANÉ

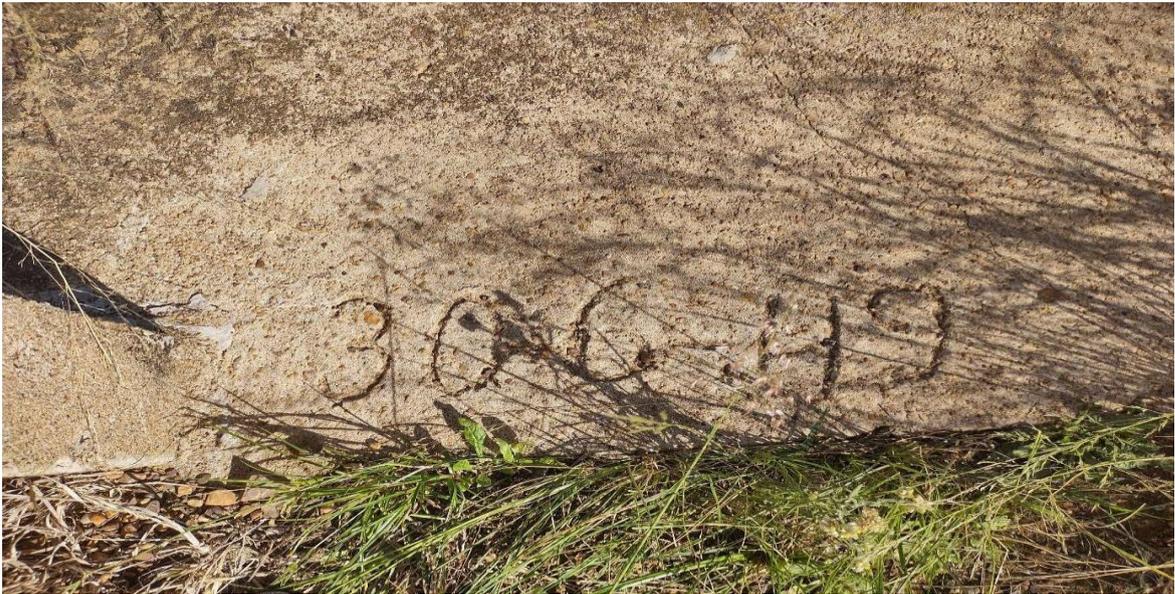
O arroz é originário do médio e baixo vale do rio Yangtzé na China e do Vale do rio Mekong no sudeste asiático, porém apenas no séc. XV, a partir das grandes navegações, o grão foi introduzido pelos espanhóis, portugueses e ingleses nas Américas (SHARMA, 2010). A cultura é um dos principais alimentos para a população humana, responsável por mais de 20% das calorias consumidas no mundo (AWIKA *et al.*, 2011).

A China, maior consumidora e produtora de arroz do mundo, contabiliza 28% da produção mundial do produto (FAO, 2014). O Rio Grande do Sul é o maior produtor de arroz do país, sendo responsável por 70% da produção nacional (IRGA, 2020). Outra questão importante em relação ao arroz diz respeito à forma como é cultivado, enquanto os produtores gaúchos e catarinenses preferem o sistema de cultivo do arroz irrigado, o restante do país utiliza o sistema de arroz sequeiro (IRGA, 2022).

O primeiro tem sua forma de cultivo mais concentrado no Sul do país, onde Santa Catarina adota, em boa parte, o sistema de cultivo pré-germinado, enquanto os produtores do Rio Grande do Sul preferem, por uma questão cultural, o sistema de plantio do arroz sobre taipas. Já, no Centro-Oeste do Brasil, adota-se o sistema arroz sequeiro, que serve num primeiro momento como alternativa de cultura para áreas novas, em sua maioria desmatadas irregularmente (EMBRAPA, 2008).

O início da construção das obras da Barragem do Capané, ocorreu a partir da publicação do Decreto 1.052, de 17 de janeiro de 1946, com a desapropriação das áreas de interesse. Após alguns anos de negociação com os proprietários, deu-se início à construção da maior barragem do interior do RS, na época. A BC teve anunciada a finalização de suas obras em 1949 (Figura 9), faltando algumas obras pontuais, as quais até os dias atuais não foram feitas ou finalizadas (vertedouros) (IRGA, 2021).

Figura 9 - Registro do período de construção da BC



Fonte: o autor (2023)

A Lei n.º 12.334, de 20 de setembro de 2010, estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB) e cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). A referida lei é de suma importância, pois não somente a questão de responsabilidades como a gestão da fiscalização dessas barragens, no caso a Barragem do Capané tem sua jurisdição junto à Secretaria Estadual do Meio Ambiente e Infraestrutura (SEMA) do RS, estando dentro das condicionantes exigidas:

- I - altura do maciço, medida do encontro do pé do talude de jusante com o nível do solo até a crista de coroamento do barramento, maior ou igual a 15 (quinze) metros;
- II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m<sup>3</sup> (três milhões de metros cúbicos).

O Decreto Estadual nº 52.931 de 7 de março de 2016, esclarece que:

Açude: qualquer estrutura artificial de terra, de alvenaria, de concreto simples, ou de armado, com ou sem escavação, para acumulação de águas pluviais diretamente incidentes na respectiva bacia de contribuição ou as oriundas de cursos d'água de característica efêmera ou desvio de parte da vazão de curso d'água, devendo ser constituído de mínimo maciço e vertedouro. (Decreto nº 52.931, de 7 de março de 2016);

Barragem é qualquer estrutura artificial de terra, de concreto simples, ou de armado, localizada em um curso d'água superficial permanente ou intermitente, excluídos aqueles de características efêmeras, para fins de contenção ou acumulação de água, devendo ser constituído de mínimo maciço e vertedouro, podendo a sua área alagada atingir área de preservação permanente (APP). podendo a sua área (Decreto nº 52.931, de 7 de março de 2016).

Dessa forma, a presença das barragens em nosso Estado, potencializam a valorização da propriedade particular, alavancam a segurança alimentar e proporcionam bem-estar aos ecossistemas onde estão localizadas. Segundo os registros da SEMA, existem atualmente no RS em torno de 10.700 barragens. A política hídrica no estado sempre teve o arroz irrigado, como carro chefe, principalmente nos municípios com essa vocação, localizados na Depressão Central, Sul e Litorânea do Estado, dessa forma, foram criadas políticas públicas de incentivo à construção de açudes e barragens, proporcionando um incremento enorme na produtividade deste cereal no Estado, porém são necessárias ações de fiscalização nesses reservatórios para verificar problemas estruturais a fim de se evitarem acidentes.

A Barragem do Capané, gerida pelo Instituto Riograndense do Arroz (IRGA), está inserida na Bacia do Baixo Jacuí, iniciando seu processo de armazenamento hídrico, por intermédio da contenção do Arroio Capané, ao sul onde está sua nascente, após percorrer vários quilômetros, o arroio é represado dentro da barragem, como finalidade de irrigação das lavouras de arroz. O IRGA faz a prestação de serviços, mediante o arrendamento dessas águas à Associação dos Usuários do Capané (AUC), sentido Norte, à jusante do Rio Jacuí, por meio de três comportas que distribuem-se, por sua vez, em quatro canais de irrigação com cerca de 87.358m, destacados na cor vermelha, conforme esquema constante nas Figuras 10, 11, 12 e 13.

Figura 10 - Canal 1 - extensão de 17. 506 m



Figura 11 - Canal 2 - extensão de 22.885 m



Figura 12 - Canal 3 - extensão 27.622 m



Figura 13 - Canal 4 - extensão 19.345 m



Fonte: IRGA (2021)

Uma questão intrínseca em relação às barragens são suas constantes manutenções. Nesse quesito, Mello, Freitas e Marques (2022) citam a necessidade de um maior rigor na fiscalização por parte da Política Nacional de Segurança das Barragens (PNSB)<sup>2</sup>, devido aos trabalhos realizados na década de 1990 por uma empresa contratada pelo IRGA, a Ecoplan, sugerindo várias ações para reduzir os riscos da BC. Dentre essas ações, o Departamento de Recursos Hídricos e Saneamento Básico da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Infraestrutura (DRHS/SEMA/RS) determinou que o limite de armazenamento de água da BC ficasse em 8,5m (régua).

<sup>2</sup> Assista ao vídeo “barragens”, produzido pela ANA, disponível em: <http://cbdb.org.br> acesso em 01 de Maio de 2023.

Um novo estudo realizado pelo IRGA sugeriu que, enquanto não fossem realizadas obras como o dreno no pé e um canal vertedouro, o nível de barramento da BC deveria baixar para 4m (régua) (IRGA, 2021). Diante disso, o IRGA precisou realizar ações emergenciais sob o risco de não poder fornecer água para irrigação das lavouras na safra 2021/2022 (Figuras 14 e 15).

Figura 14 - Obras estruturais: Trincheira drenante



Fonte: Hamann (2022)

Figura 15 - Trincheira - obra finalizada



Fonte: Hamann (2022).

Ainda em relação às obras emergenciais da barragem, Mello, Freitas e Marques (2022, p.1) dizem:

Com o início das obras e já estando concluída a implantação de trincheira drenante, bem como canal provisório de vertimento, na ombreira direita, permitiu-se a elevação do nível de armazenamento até 7,0m, sendo com isso

viabilizado o plantio da safra 2021/2022, assegurando-se a irrigação de aproximadamente 2.500ha.

Para que atinja níveis desejados de segurança, a fim de proporcionar uma melhora em sua disponibilidade de água, a Barragem do Capané necessita de ações estruturais de modo a elevar sua capacidade de armazenamento hídrico, impactada desde o acidente, em 2019, na Barragem de Brumadinho, Minas Gerais (Mello *et al.*, 2022).

O próximo capítulo detalha os procedimentos metodológicos utilizados para a realização deste estudo.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Cachoeira do Sul, localizado na Depressão Central do Estado do RS, é considerado referência no cultivo do arroz irrigado (*oryza sativa*), conforme relatam Schwingel e Neto (2010, p.19): “Foi em 1892, às margens do Arroio Santa Bárbara, que começaram as primeiras plantações, por iniciativa de Gaspar Barreto, que logo encontrou seguidores”.

A abundância hídrica (rios, arroios, barragens) foi outra forte característica do município, o que transformou a atividade primária, tendo o arroz como carro chefe da economia local. Alinhado a tudo isso, havia também a forte presença de um bom número de indústrias de beneficiamento, os tradicionais engenhos de arroz. Esse desenvolvimento econômico, promovido pela produção das lavouras de arroz, capacitou Cachoeira do Sul para a construção da Barragem do Capané (BC), inaugurada em 1949. Inúmeros esforços foram despendidos para a conclusão dessa obra, na época, a maior barragem artificial do Rio Grande do Sul (SCHMITZ *et al.*, 2009).

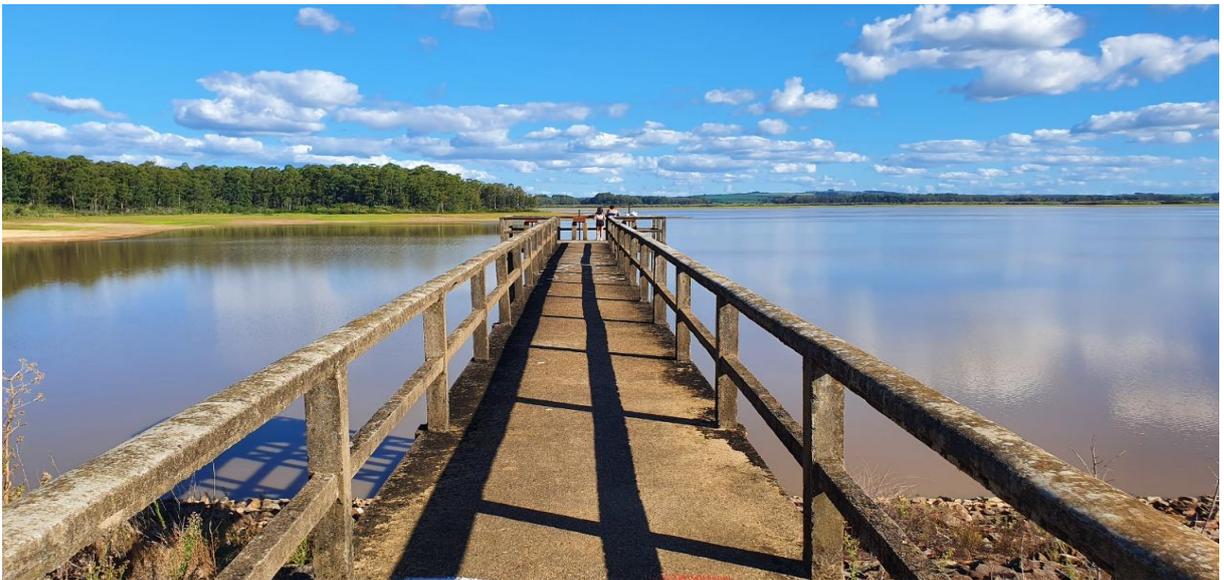
De acordo com Schwingel e Drews Neto (2010, p. 39-40) e o IRGA (2021), a BC apresenta as seguintes características: sua área total da BC é de 2.127ha, sendo 1.719ha de área inundada, com aproximadamente 23,1km de perímetro. A BC foi projetada para armazenar 107 milhões de metros cúbicos de água. Atualmente, sua cota (2023) está na marca régua dos 6m (40% de sua capacidade original); possui uma taipa (represa) com 5,3km de extensão, além de ser também detentora de uma área de 408 ha de terras próprias, possuindo uma área de drenagem de 190km<sup>2</sup> de bacia hidrográfica, 2.335m de extensão no coroamento, 7 metros de largura de coroamento, a largura máxima da base é de 113m, 1.579.130m<sup>3</sup> de volume de fundações, seu ponto de maior profundidade chega a 12,35m, e sua profundidade média fica em torno de 9,35m. O projeto inicial da BC (Figura 16), construída entre os anos de 1946 e 1949, visava irrigar 5.661ha de arroz (Figura 18), atualmente, a barragem possui água para irrigar em torno de 2.000ha (Figura 17).

Figura 16 - Registro do período de construção da BC - antigo



Fonte: <http://biblioteca.irga.rs.gov.br/irga/>

Figura 17 - BC atualmente



Fonte: o autor (2022).

Figura 18 - Finalidade principal da BC: irrigação de lavouras de arroz a sua jusante



Fonte: Hamann (2022).

A BC dispõe também de um vertedouro precário (Figura 19), existindo uma mobilização da Associação dos Usuários do Capané (AUC) e do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA) para que o Governo do Estado faça um novo vertedouro na área da BC.

Figura 19 - Obra inacabada do vertedouro



Fonte: Hamann (2022).

Uma das prováveis causas da necessidade da finalização da obra do vertedouro, é evidenciada por Schmitz, Kotzian, Bruschi Jr.; (2009, p. 151)

Após a ocorrência de intensas precipitações em 1966, com risco de transbordamento do maciço, houve um escorregamento parcial do talude de jusante, na parte central do barramento, acarretando sérios problemas de estabilidade, colocando em risco a segurança da estrutura. A partir desse



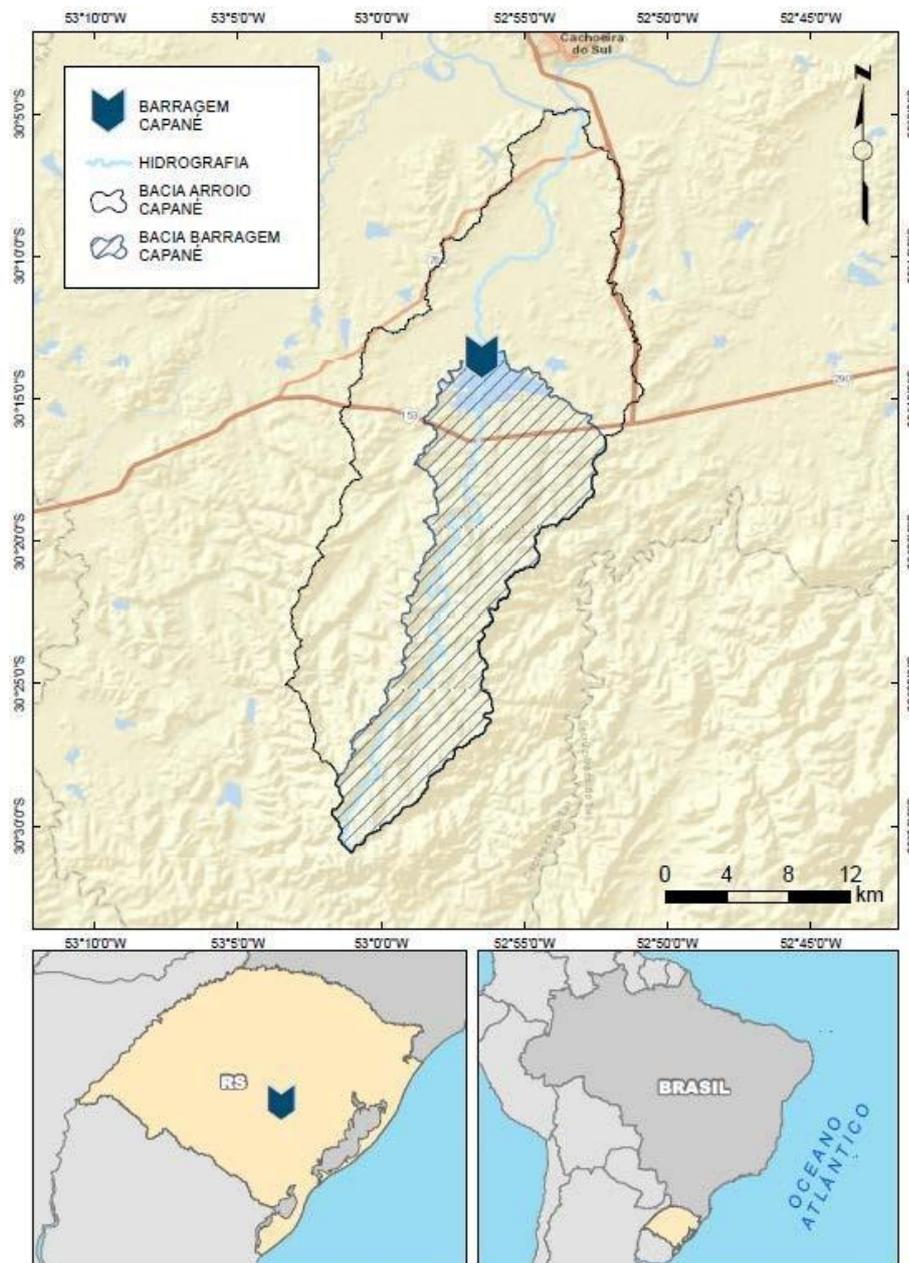
Bacia Hidrográfica	Código IBGE	Município	Área total (km <sup>2</sup> )	Área inserida BH (km <sup>2</sup> )	% da área
	4303004	Cachoeira do Sul	3.725,3	3.390,8	91%
	4304200	Candelária	943,0	446,4	47%
	4305132	Cerro Branco	156,3	156,3	100%
	4305355	Charqueadas	220,6	220,6	100%
	4306502	Dom Feliciano	1.355,2	389,2	29%
	4306700	Dona Francisca	114,4	114,4	100%
	4306767	Eldorado do Sul	510,6	393,7	77%
	4306908	Encruzilhada do Sul	3.331,2	1.333,3	40%
	4308003	Faxinal do Soturno	173,4	173,4	100%
	4308805	General Câmara	510,5	227,4	45%
	4309753	Ibarama	192,8	152,0	79%
	4310751	Ivorá	118,0	118,0	100%
	4311205	Júlio de Castilhos	1.931,3	452,8	23%
	4311239	Lagoa Bonita do Sul	107,9	107,9	100%
	4311981	Mariana Pimentel	364,0	176,3	48%
	4312252	Minas do Leão	425,1	425,1	100%
	4312401	Montenegro	419,3	20,3	5%
	4313102	Nova Palma	315,1	315,1	100%
	4313391	Novo Cabrais	192,9	192,9	100%
	4313953	Pantano Grande	857,2	857,2	100%
	4314027	Paraíso do Sul	337,0	337,0	100%
	4314068	Passa Sete	304,3	28,6	9%
	4314076	Passo do Sobrado	267,1	99,2	37%
	4314472	Pinhal Grande	478,3	103,8	22%
	4315503	Restinga Seca	960,3	217,6	23%
	4315701	Rio Pardo	2.052,3	1.570,5	77%
	4316808	Santa Cruz do Sul	733,0	55,1	8%
	4317004	Santana da Boa Vista	1.420,7	318,9	22%
	4318408	São Jerônimo	936,0	808,1	86%
	4318432	São João do Polêsine	89,3	45,8	51%
	4320552	Sertão Santana	252,2	22,4	9%
	4320651	Silveira Martins	118,6	38,7	33%
	4320701	Sobradinho	130,6	13,1	10%
	4322004	Triunfo	822,7	575,8	70%
	4322525	Vale Verde	329,4	171,7	52%
Área total Bacia Baixo Jacuí				17.359,00	

Fonte: adaptado de SEMA (2020).

Por sua vez, a BC está inserida na UPG do Capané, tendo como principal tributário irrigante o Arroio Capané, que nasce a uma altitude de 366m, tendo sua jusante junto ao Rio Jacuí na cota de 25 m, sendo barrado na cota de 56m, onde se encontra a referida barragem (IRGA, 2022).

O aproveitamento das águas da Barragem do Capané encontra-se respaldado no Decreto Estadual n.º 53.885, de 16 de janeiro de 2018, que instituiu as Bacias Hidrográficas gaúchas. Na Figura 21 apresenta-se a sub-bacia do Arroio Capané, área incremental de 461,09km<sup>2</sup>, com área de drenagem de 462,63km<sup>2</sup>, afluente da margem direita do Rio Jacuí (SEMA, 2015).

Figura 21 - Mapa da sub-bacia do Arroio Capané



Fonte: IRGA (2020).

A Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí (G070) se insere na Região Hidrográfica do Guaíba, perfazendo uma área de 17.332,9km<sup>2</sup>, representando 6,15% do total da

área territorial do Rio Grande do Sul. Seus principais cursos de água são o rio Jacuí, os arroios dos Ratos, dos Cachorros, do Conde, Francisquinho, Capivari, Dom Marcos, Piquiri, Botucaraí, Capané, Capanezinho, Irapuá, Caembora, Corupá, e os rios Vacacaí-Mirim, Pardo e Soturno (SEMA, 2015).

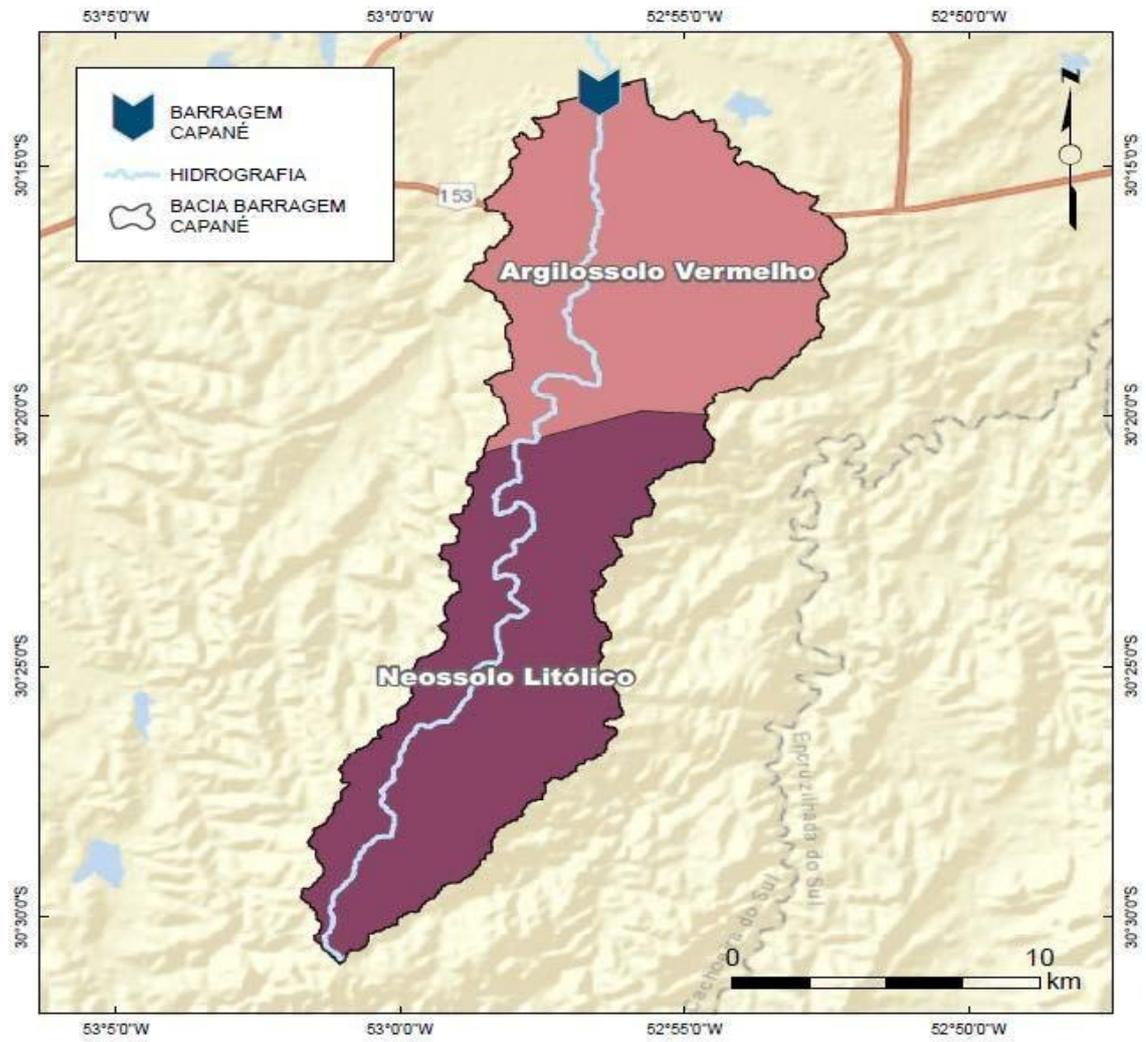
Atualmente, a Barragem do Capané é monitorada por meio de 25 piezômetros, ao longo de seu perímetro, com leitura digital, sendo que, na Safra 2021/22 (estimativa) a BC irrigou em torno de 2.200 ha de arroz, e 90 ha de soja irrigada, para uma demanda de 32 produtores (IRGA, 2021).

Em relação à pedogênese da área de estudo da BC, apresenta basicamente dois tipos de perfis de solos, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), sendo eles, os Neossolos Litólicos e os Argissolos Vermelhos (Figura 22).

Os Neossolos Litólicos, presentes em cerca de 50,6% da área total, caracterizam-se por serem solos rasos, pouco evoluídos, ocorrendo em ambientes montanhosos, suscetíveis à erosão, baixa aptidão agrícola para a maioria das culturas, proporcionando, desta forma, potencial para escoamento superficial (EMBRAPA, 2022).

Os Argissolos Vermelhos constituem 49,4% da bacia hidrográfica do Arroio Capané (Figura 23), sendo considerados solos profundos, bem drenados, que apresentam baixa fertilidade e forte acidez.

Figura 22 - Mapa dos tipos de solo da sub-bacia do Arroio do Capané



Fonte: IRGA (2020).

Figura 23 - Fotografias do Arroio Capané



Fonte: o autor (2022/23).

De acordo com Strahler (1997, p. 258):

Com base nisso, podemos facilmente deduzir que um solo arenoso com pouca ou nenhuma argila não sofrerá uma queda tão acentuada em sua capacidade de infiltração, mas continuará permitindo a passagem de água indefinidamente em uma extensão considerável. Ao contrário, em solos ricos em argila ela é rapidamente obstruída a ponto de permitir apenas uma infiltração muito lenta (tradução nossa).

Baseados nisso, podemos compreender porque a irrigação das lavouras arrozeiras demanda a necessidade de uma grande quantidade de água, à medida que o solo arenoso, típico da região de várzeas próximos a rios, embora com seu ambiente saturado continua a permitir a passagem de água (Figura 24).

Conforme esclarece a Sosbai (p.100, 2018):

O manejo da água da lavoura de arroz está relacionado ao sistema de cultivo utilizado. A adoção de um ou outro sistema irá determinar diferenças no preparo do solo, no período de irrigação e no uso da água.[...] O volume de água requerido pelo arroz irrigado por inundação do solo é o somatório da água necessária para saturar o solo, formar a lâmina, compensar a evapotranspiração[...] A evapotranspiração compreende a água transpirada pela planta mais a água evaporada da lâmina devido à diferença de pressão vapor entre a superfície e a atmosfera.

Figura 24 - Colheita lavoura arroz, região Cachoeira do Sul-RS - Safra 2022/23

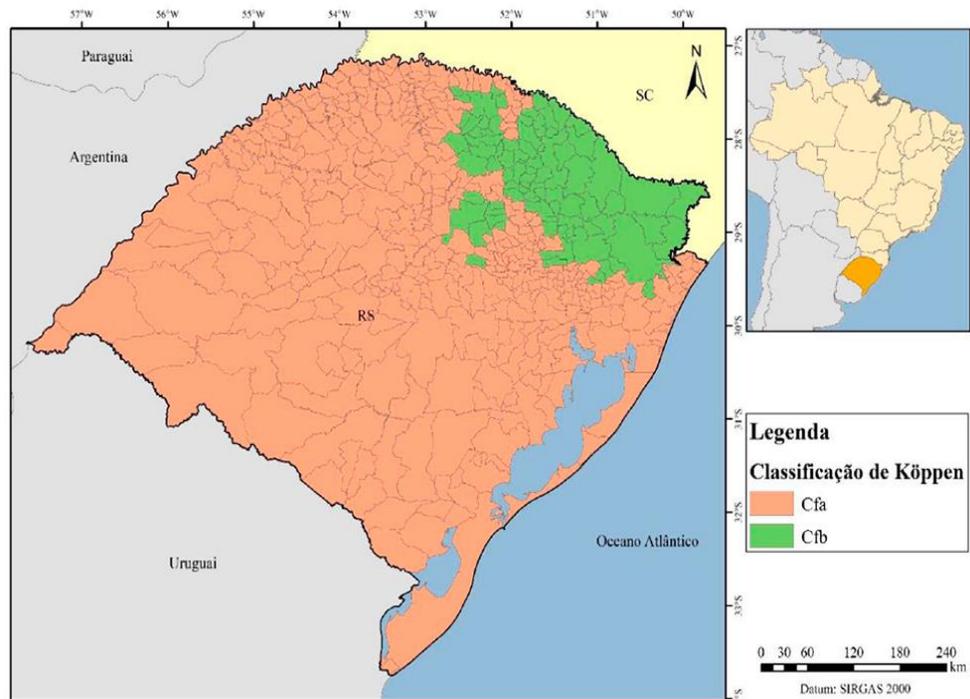


Fonte: o autor (2023).

Outra importante característica da BC diz respeito à sua cobertura vegetal (Figura 25). A barragem está inserida nos Biomas Pampa, que compreende a maior porção da bacia (81,58%) e Mata Atlântica (18,42%), na porção noroeste da mesma (SEMA, 2015, p. 62).



Figura 26 - Mapa classificação Köppen, clima do RS

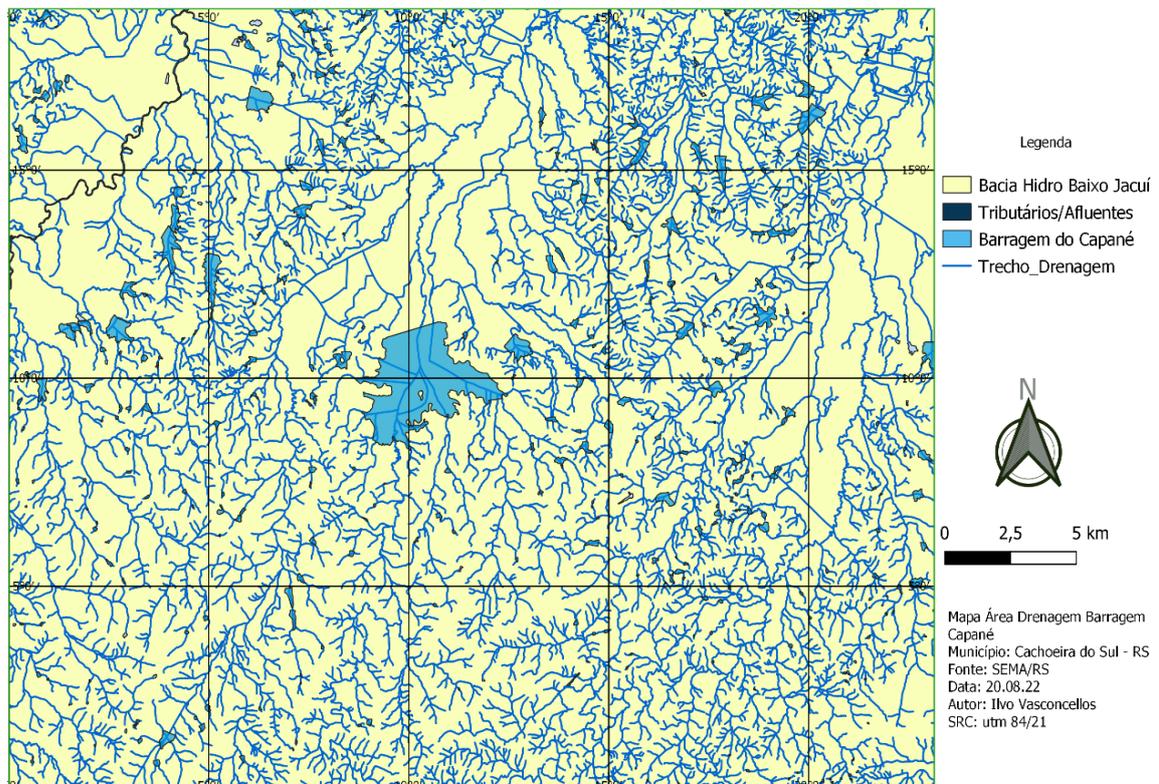


Fonte: Alvares *et al.* (2014).

A região da Barragem do Capané encontra-se numa área privilegiada, encontro da Bacia do Paraná com o Escudo Sul-riograndense Uruguaio, com altitudes inferiores a 400m, e temperatura média anual inferior a 18°C, numa área de pedimentos, conforme caracterizado pelo IBGE (2009, p. 41): “Os pedimentos geralmente apresentam forte ângulo no contato com a vertente montanhosa íngreme (ruptura de declive), enquanto a jusante, suaviza-se com a deposição detrítica em direção aos vales ou depressões”.

Essas áreas de várzeas, associadas a disponibilidade de águas, tornaram essa região em um grande potencial agrícola, porém quando ultrapassado esse limite, o ambiente apresenta deficiência nutricional e erosão acelerada (VIEIRA, 1987). A BC é exemplo da grande disponibilidade de corpos hídricos, os quais se encontram na região, conforme podemos observar na Figura 27, que descreve a região hidrográfica da BC. De acordo com Costa *et al.* (2007, p. 4833), “A bacia hidrográfica, fisicamente, é uma área cujo perímetro é determinado por divisores de água e no interior da qual apresenta-se uma rede de fluxos por onde se verifica a drenagem da água captada pelos divisores”.

Figura 27 - Mapa Corpos hídricos e a Barragem do Capané



Fonte: o autor (2022).

Outro dado importante em relação à área de estudo da BC diz respeito aos dados fisiográficos da sub-bacia hidrográfica do Arroio do Capané, os quais, segundo Tucci (2004, p.45-46):

são todos aqueles dados que podem ser extraídos de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite. Basicamente são áreas, comprimentos, declividades e coberturas do solo obtidos diretamente ou expressos por índices.

Ainda, de acordo com o mesmo autor, a área da bacia é “fundamental para definir a potencialidade hídrica da bacia hidrográfica, porque seu valor multiplicado pela lâmina da chuva precipitada define o volume de água recebido pela bacia [...] por isso, considera-se como a área da bacia hidrográfica a sua área projetada verticalmente (TUCCI, 2004, p. 46). O autor citado destaca ser possível determinar a área de uma bacia, mediante a realização de cálculos matemáticos de mapas, arquivados eletronicamente no Sistema de Informações Geográficas (SIG).

Em conformidade com a Nota Técnica 004/2021, expedida pela Divisão de Planejamento e Gestão (DIPLA) e pelo Departamento de Gestão de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS), órgãos da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e

Infraestrutura do Estado do Rio Grande do Sul (SEMA), o método utilizado pela SEMA para verificação das vazões baseou-se no modelo digital *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) em resolução espacial de 30 metros do Estado e a ferramenta de processamento IPH-Hydro Tools (software específico para determinação da modelagem hídrica) (SIQUEIRA *et al.*, 2016).

Dessa forma, é possível concluir (Tabela 2) que a área de drenagem da BC ocupa próximo a 40% da sub-bacia do Arroio Capané.

Tabela 2 - Dados fisiográficos da sub-bacia hidrográfica Arroio do Capané

Bacia Hidrográfica	Arroio do Capané	Barragem do Capané
Área de Drenagem (km <sup>2</sup> )	482,5	190,00
Perímetro ( km)	174,4	120,6
Comprimento Curso D'água principal (km)	60,2	33,3
Comprimento Axial da Bacia ( km)	49,6	32,5
Cota da Nascente (m)	366	366
Cota do Exutório (m)	25	56

Fonte: IRGA (2020).

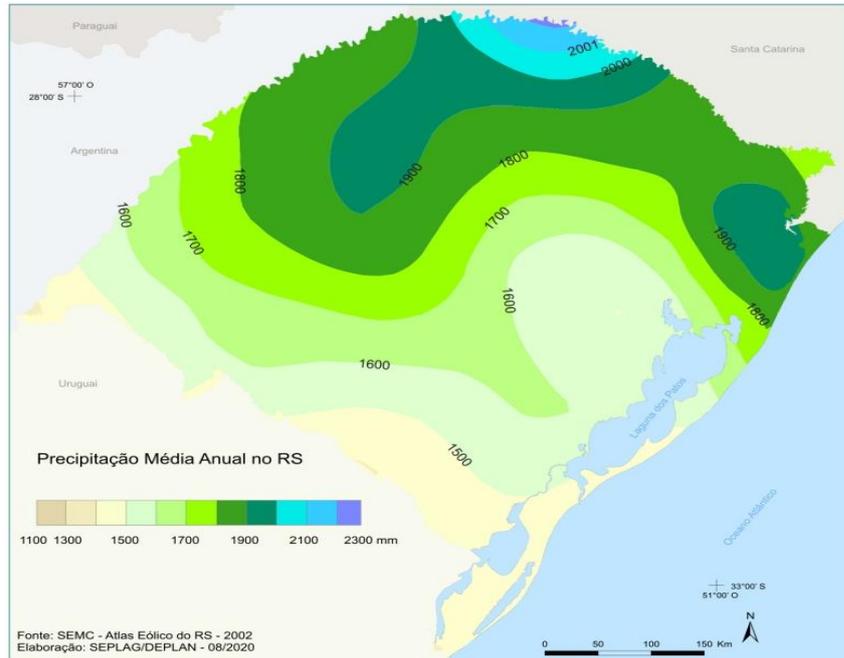
Quanto aos índices pluviométricos da região de Cachoeira do Sul - RS, dados compilados (Tabela 3) no período de 1981-2010 (INMET, 2021) demonstram que, nesses 30 anos, choveu em torno de 1.770,10 mm/ano na região (RS, 2021).

Tabela 3 - Médias Climatológicas para Cachoeira do Sul (1981-2010)

Mês	Temp Mínima	Temp Máxima	Chuvas
Janeiro	18,2 °C	29,3 °C	160,7 mm
Fevereiro	18 °C	28,2 °C	131,6 mm
Março	17,3 °C	27,6 °C	108,6 mm
Abril	14,4 °C	24 °C	147 mm
Mai	11,5 °C	20,2 °C	149,9 mm
Junho	9,6 °C	17,7 °C	152,7 mm
Julho	8,6 °C	17,2 °C	180,8 mm
Agosto	9,6 °C	19,6 °C	122,3 mm
Setembro	10,5 °C	20,4 °C	167,6 mm
Outubro	13,2 °C	23,6 °C	175,6 mm
Novembro	14,8 °C	26,1 °C	134,8 mm
Dezembro	17 °C	28,8 °C	138,5 mm

Fonte: INMET (2021)

Figura 28 - Mapa da precipitação média anual do RS

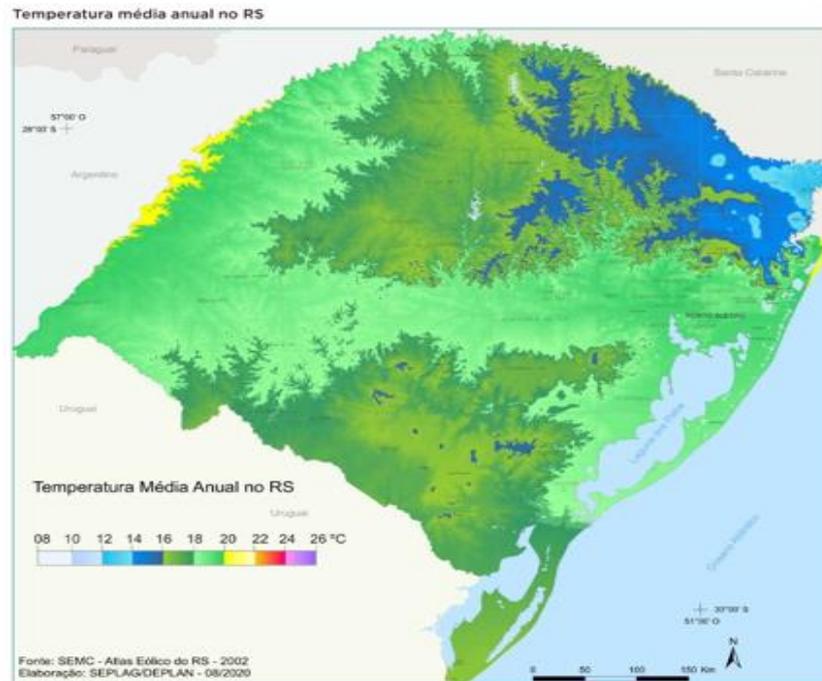


Fonte: Atlas socioeconômico RS (2021).

A Figura 29 apresenta o Mapa da Temperatura média anual gaúcha, segundo o qual:

As temperaturas apresentam grande variação sazonal, com verões quentes e invernos bastante rigorosos, com a ocorrência de geadas e precipitação eventual de neve. As temperaturas médias variam entre 15 e 18°C, com mínimas de até -10°C e máximas de 40°C. Com relação às precipitações, o Estado apresenta uma distribuição relativamente equilibrada das chuvas ao longo de todo o ano, em decorrência das massas de ar oceânicas que o penetram (RS, 2021).

Figura 29 - Mapa Temperatura média anual do RS



Fonte: Atlas socioeconômico do RS (2021)

### 3.2 MATERIAIS DA PESQUISA

Para se atingir os objetivos propostos, utilizou-se os seguintes materiais: mapas elaborados pela SEMA, documentos técnicos de estudos das Bacias Hidrográficas (PDFs, SEMA); softwares: QGIS, Microsoft Office 2010, Google Acadêmico; consultas a diferentes órgãos: IRGA, Secretaria Meio Ambiente Cachoeira do Sul; sites oficiais: IBGE, HIDROWEB, IRGA, SIOUT, CBDB; visitas in loco: Barragem do Capané, escritório IRGA, ao conselheiro do Comitê Bacia Baixo Jacuí e ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Cachoeira do Sul.

O trabalho de pesquisa começou com a visita in loco da BC, quando foi possível vislumbrar, a partir da eclusa/registo (Figura 17) a dimensão da represa da Barragem do Capané e a partir deste ponto, deu-se início à coleta de informações, pesquisas em sites oficiais como o da SEMA/RS, para procurar, dessa forma, respostas ao primeiro objetivo específico, ou seja, diagnosticar a disponibilidade hídrica e a área de irrigação a partir da BC. Para isso foram utilizadas ferramentas digitais como Qgis, Google Acadêmico, Google Earth pro e consultas a periódicos ligados a esse tema.

Em relação aos objetivos específicos, ocorreu uma boa dinâmica de trabalho, com o auxílio do escritório do IRGA, município de Cachoeira do Sul, o qual cedeu materiais informativos (mapas, tabelas, artigos e livros). Dessa forma, foi possível compreender e expressar com maior segurança, fatos relacionados à Barragem do Capané. Para isso, também foram necessários contatos com produtores locais, gestores da BC, com a intenção de formar conceitos mais próximos da realidade atual, por fim, houve o contato com o Comitê Bacia Baixo Jacuí, em sua sede no município.

Cabe ainda reforçar que, além da consulta a artigos e livros publicados por autores brasileiros, também foram buscadas informações em autores estrangeiros para a produção deste estudo.

### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método misto, definido por Johnson, Onwuegbuzie e Turner (2007, p.117), como o tipo de pesquisa em que o pesquisador mistura ou combina técnicas, métodos, abordagens de pesquisa dentro de um único estudo, foi utilizado para a concepção e execução deste projeto de pesquisa.

Inicialmente, procuramos descrever toda a relação existente entre a BC e sua área de influência, tendo em vista, na concepção de Gil (1999), o método misto de pesquisa enfatizar que os fatos não podem ser considerados fora de um contexto social. Assim, utilizamos a abordagem qualitativa, mediante o uso da pesquisa bibliográfica para o levantamento de informações teóricas sobre a temática do projeto em execução, bem como relacionadas à BC.

Goldenberg (2004, p. 61) destaca a importância de se aliar diferentes abordagens a uma pesquisa:

Como nenhum pesquisador tem condições para produzir um conhecimento completo da realidade, diferentes abordagens de pesquisa podem projetar luz sobre diferentes questões. É o conjunto de diferentes pontos de vista, e diferentes maneiras de coletar e analisar os dados (qualitativa e quantitativamente), que permite uma ideia mais ampla e inteligível da complexidade de um problema.

Os dados obtidos mediante a leitura e pesquisa em documentos oficiais, sites e softwares, instituições, associações e órgãos governamentais, relacionados à Barragem do Capané, permitiram diagnosticar a disponibilidade hídrica e a área de irrigação da BC, definido como primeiro objetivo específico desta pesquisa.

O segundo objetivo específico desta pesquisa previa a análise temporal da produção do arroz irrigado, bem como verificar o volume cultivado, de modo a testar a hipótese inicial de que houvera redução de cultivo na área de estudo. Em nossa pesquisa, confirmamos a relação mútua entre a barragem e os produtores, pois ambos precisam um do outro para sobreviver. Atualmente, 33 produtores utilizam a água da barragem para irrigação de lavouras de arroz e 1, para irrigação de soja (HAMANN, 2023). Essas informações foram obtidas *in loco*, junto ao escritório regional do IRGA, em Cachoeira do Sul (gestor da barragem), onde tivemos acesso ao histórico de produção de arroz dos últimos oito anos, a fim de que pudessemos avaliar, quantitativamente, se houve redução do cultivo dessa cultura na área de estudo. Além das informações coletadas em documentos e registros, também realizamos entrevistas com o coordenador regional do IRGA (Apêndice 1) e com o presidente da Associação de Usuários da Capané (UAC) - (Apêndice 2).

Por fim, nosso terceiro objetivo específico se propunha a investigar e propor usos e alternativas mais abrangentes para os recursos hídricos disponíveis na BC. No intento de buscar e propor viabilidades a fim de proporcionar os usos múltiplos para a BC, mediante a introdução de técnicas de irrigação, novos agentes, como produtores que tenham origem na Agricultura Familiar, Pesca Artesanal, Ecoturismo, diversificação via introdução de outras culturas, no método de cultivo por estufas. Como meio de sugerir essas novas possibilidades, além da revisão teórica realizada, coletamos informações junto ao Sindicato dos Trabalhadores Rurais (STR) e o Departamento Técnico da Agricultura Familiar.

O próximo capítulo detalha e discute os resultados obtidos durante a pesquisa.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

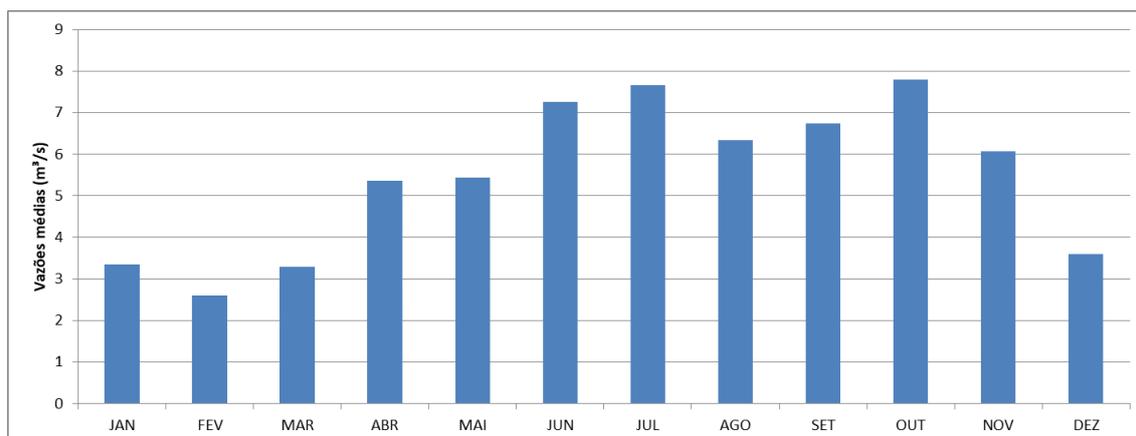
### 4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO HÍDRICA E ÁREA DE IRRIGAÇÃO DA BARRAGEM DO CAPANÉ

A viabilidade para outros usos das águas da BC baseia-se no estudo de sua vazão, demonstrando se há possibilidades da utilização de outras técnicas de irrigação e inserção de novos grupos de agricultores que farão uso de suas águas de forma sustentável e racional. Em relação à vazão hídrica da BC, de acordo com a Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos n.º 141/2014, o Rio Grande do Sul utiliza o referencial Q<sub>90</sub> (vazão com garantia de 90%) que pode ser modificado de acordo com novos estudos dos planos de bacias (SEMA, 2015).

A Base de informação para verificação da vazão da Bacia do Baixo Jacuí (G070), conforme a NT citada, é o Relatório Final Síntese (RFS/SEMA), fases A, B e C (2015).

A vazão média Q<sub>90</sub> da Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, é a vazão igualada ou superada 90% do tempo amostral, com base na curva de permanência estabelecida e o valor estimado para a vazão Q<sub>90</sub> é de 0,55 m<sup>3</sup>/s, variando conforme os meses de utilização para a cultura do arroz (Figura 30). Comprovando que, na maior parte do ano, ou seja, dispõe de uma oferta maior do que a demanda, em relação à utilização de suas águas (IRGA, 2020).

Figura 30 - Vazões médias da Barragem do Capané – m<sup>3</sup>/s (1984-2019).



Fonte: IRGA (2020).

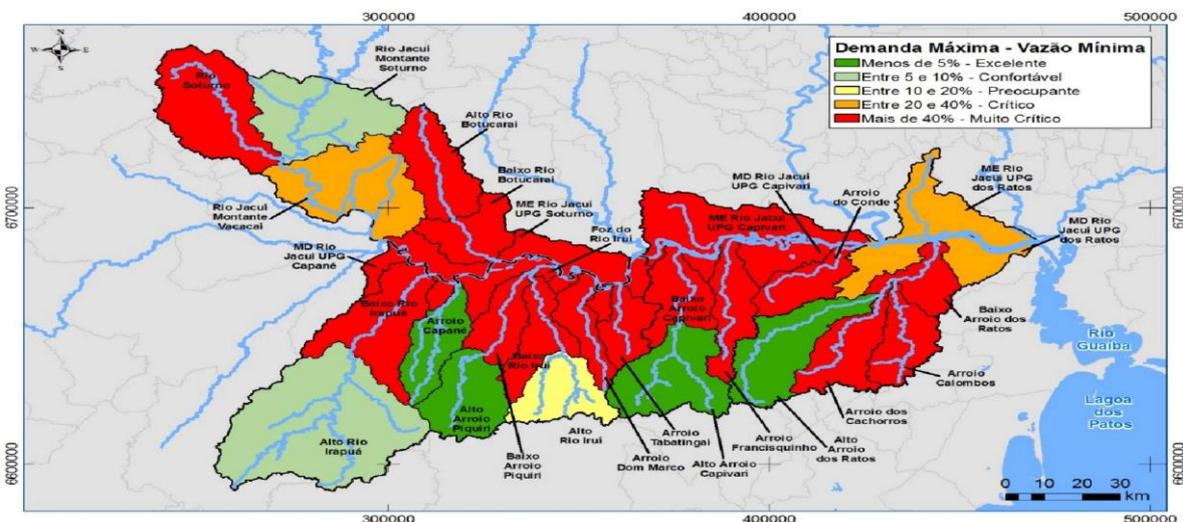
Considerando o regime fluviométrico, para a região do Arroio Capané, utilizou-se a estação Passo do São Lourenço (85642000), localizada no Rio

Jacuí (Figura 31), em Cachoeira do Sul-RS, base ANA, coordenadas 30°00'28.1"S e 53°00'56.2"W, distante 18 km à montante do ponto estudado, como forma de verificação das vazões do desemboque do Arroio Capané com o Rio Jacuí, também utilizou-se a estação fluviométrica à montante, localizada no Rio Pardinho, município de Santa Cruz do Sul-RS, base ANA (858300000) coordenadas 29°42'22.0"S, 52°28'05.2"W, como forma de verificação da vazão dos afluentes da BC (IRGA, 2020). Como não existem formas de referenciar as vazões em todas as bacias do RS, adotou-se esse sistema como uma forma de simplificar a área de drenagem e vazões, assim, a Unidade de Planejamento e Gestão UPG Capané caracteriza-se por ser uma área de excelência hídrica. Exemplo disso, é que, nunca houve interrupções severas no que diz respeito à irrigação das áreas de arroz, as quais são assistidas pela BC.

Podemos constatar, segundo levantamento da SEMA (2015), que na UPG Arroio do Capané, embora nos meses que demandam maior disponibilidade hídrica devido ao início do período de irrigação das lavouras arroteiras, o uso das águas fica dentro da classificação (cor verde) > que 5%, ou seja, uma situação confortável (Figura 31). Contribuindo, afirma a SEMA (2015):

Avaliada a demanda de água típica dos meses de março a setembro e a vazão média dos cursos d'água, a bacia encontra-se em uma situação excelente quanto à relação entre a demanda e a quantidade de água disponível. Porém, quando se analisa o cenário de demanda máxima, praticada no mês de novembro e a vazão mínima, representada pela vazão Q90 a condição passa a ser crítica ou muito crítica em 75% das sub-bacias, como consequência da agricultura irrigada.

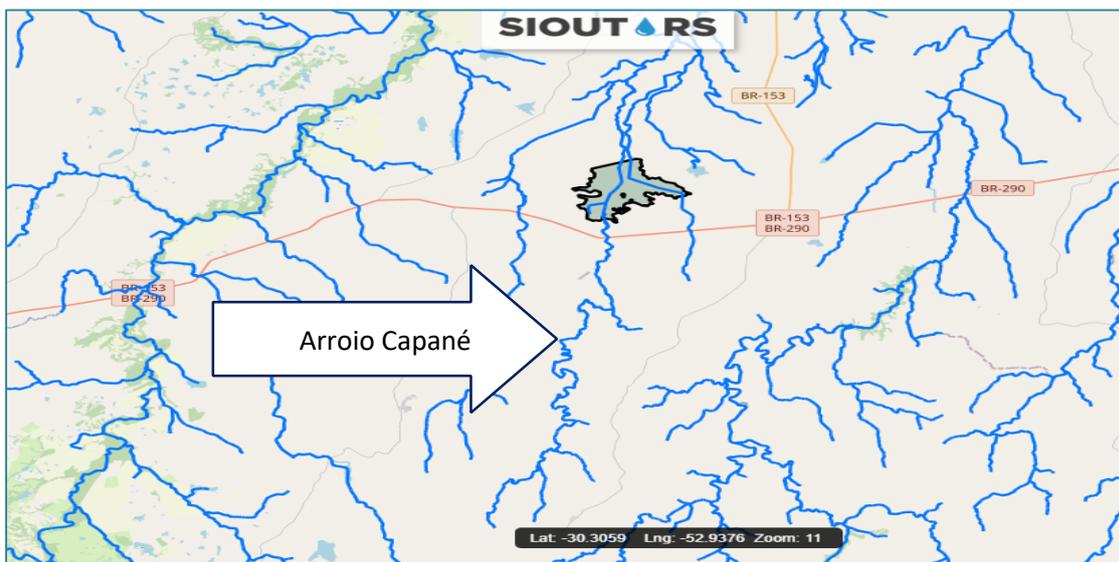
Figura 31 - Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, cenário de máxima demanda vazão Q90 (período de irrigação das lavouras de arroz)



Fonte: SEMA (2015).

Na Figura 32, verificamos o principal tributário da Barragem do Capané, o Arroio Capané, que possui cerca de 33,3 km de extensão, até seu barramento, após isso percorre mais 20 km até sua confluência com o Rio Jacuí.

Figura 32 - Mapa principal tributário BC, Arroio Capané



Fonte: SEMA (2015).

A Barragem do Capané, embora com sua capacidade reduzida, desde 1966, após intensas chuvas na região, por precaução devido ao risco de ruptura do maciço, opera com capacidade em torno de 60 a 65% da sua capacidade nominal de armazenamento (SCHMITZ et al.; 2009). Devido a isso, a régua dos registros da BC é mantida em torno de 7m, possibilitando uma irrigação em torno de 2000ha de arroz.

Embora a UPG Barragem do Capané seja abastecida por um exutório perene, como o arroio Capané, como demonstra a Tabela 4, sua vazão  $Q_{90}$  verificada pelo período (1960-2014), 54 anos manteve-se em  $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ , um pouco abaixo da média da Bacia hidrográfica do Baixo Jacuí que é de  $0,55 \text{ m}^3/\text{s}$  (SEMA, 2015). Entretanto isso não significa que, em função da irrigação das lavouras de arroz não tenha sua vazão natural bastante afetada, principalmente nos meses de novembro a março, período em que a vazão  $Q_{90}$  fica comprometida. Isso acontece porque o volume hídrico extraído é maior que sua reposição (balanço hídrico), associado à redução das chuvas, em contrapartida nos meses em que não existem retiradas de água, as mesmas liberam toda sua vazão para o Rio

Jacuí (SEMA, 2015).

Tabela 4 - Vazões dos principais tributários da Bacia do Baixo Jacuí, período (1960-2014)

UPG	Sub-bacia	Vazão Média (m³/s)	Vazão Q <sub>85</sub> (m³/s)	Vazão Q <sub>90</sub> (m³/s)	Vazão Q <sub>95</sub> (m³/s)
UPG Capané	Alto Rio Irapuá	39,9	3,6	2,5	1,6
	Baixo Rio Irapuá	56,8	5,7	4,0	2,5
	<b>Arroio Capané</b>	<b>9,1</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>
	Alto Arroio Piquiri	10,5	0,9	0,7	0,4
	Baixo Arroio Piquiri	18,0	1,7	1,2	0,7
	Alto Rio Iruí	8,7	0,7	0,5	0,3
	Baixo Rio Iruí	16,5	1,2	0,9	0,5
	Foz do Rio Iruí	35,1	3,1	2,1	1,3
	Arroio Dom Marco	6,1	0,5	0,3	0,2
	Arroio Tabatingá	5,6	0,5	0,3	0,2
	MD Rio Jacuí UPG Capané	929,6	248,0	207,9	156,2

Fonte: SEMA (2015).

Outro fator importante para determinação da vazão é o volume de chuvas da região da BC. Como forma de demonstrarmos tais índices, utilizou-se o ponto de responsabilidade da Agência Nacional das Águas (ANA), localizado nas coordenadas geográficas: 30°11'12.84" S e 52°54'47.88" O (Tabela 5). A média das precipitações soma 14 anos de registros (2003 a 2019). De acordo com os dados coletados, a precipitação média anual na região da BC é de aproximadamente 1.543mm (IRGA, 2020).

Tabela 5 - Precipitações Médias/Anuais (2003-2019) em (mm) região da BC

ANO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2003	136,9	239,3	152,4	109,1	69,8	161,8	109,0	54,8	38,4	217,9	165,9	186,1	1641,4
2004	21,5	51,2	11,6	89,2	125,0	62,0	160,5	105,7	121,9	112,6	76,6	47,6	985,4
2005	77,7	59,0	69,8	176,0	154,9	76,7	62,0	121,7	164,6	186,9	62,1	98,6	1310,0
2006	59,4	32,6	64,8	43,7	186,9	73,9	75,6	118,4	152,4	137,0	143,3	102,4	1190,4
2008	131,4	168,4	30,3	130,4	135,0	107,8	171,6	95,4	117,4	300,7	22,3	108,9	1519,6
2011	110,1	83,0	98,0	145,7	20,6	94,2	167,9	139,0	63,0	165,5	52,0	46,9	1185,9
2012	14,9	87,0	77,2	71,0	88,2	11,7	106,5	76,3	227,2	201,9	41,8	195,1	1198,8
2013	100,4	164,3	121,4	240,1	96,1	148,3	120,4	150,4	73,9	157,9	229,0	51,7	1653,9
2014	145,0	120,7	117,1	112,4	78,8	199,3	250,7	99,0	152,2	239,9	83,2	234,0	1832,3
2015	186,1	46,2	47,2	43,1	160,7	101,4	291,0	80,5	210,9	383,8	143,2	284,2	1978,3
2016	89,4	192,3	207,9	123,4	72,5	0,0	186,5	117,8	60,4	486,1	233,4	148,6	1918,3
2017	276,0	91,6	161,3	83,5	180,5	74,8	20,6	205,0	150,1	273,8	51,7	132,5	1701,4
2018	86,9	30,4	122,2	108,6	58,1	144,5	153,5	185,0	214,3	90,4	136,6	122,9	1453,4
2019	258,3	79,4	87,3	267,2	290,6	32,3	218,7	149,1	80,0	410,5	90,3	67,1	2030,8
MÉDIA	121,0	103,2	97,8	124,5	122,7	92,1	149,6	121,3	130,5	240,4	109,4	130,5	1542,9

Fonte: IRGA (2020).

Outro fator preponderante é a redução da capacidade de armazenagem hídrica da Barragem do Capané, devido aos riscos de rompimento. Lembrando

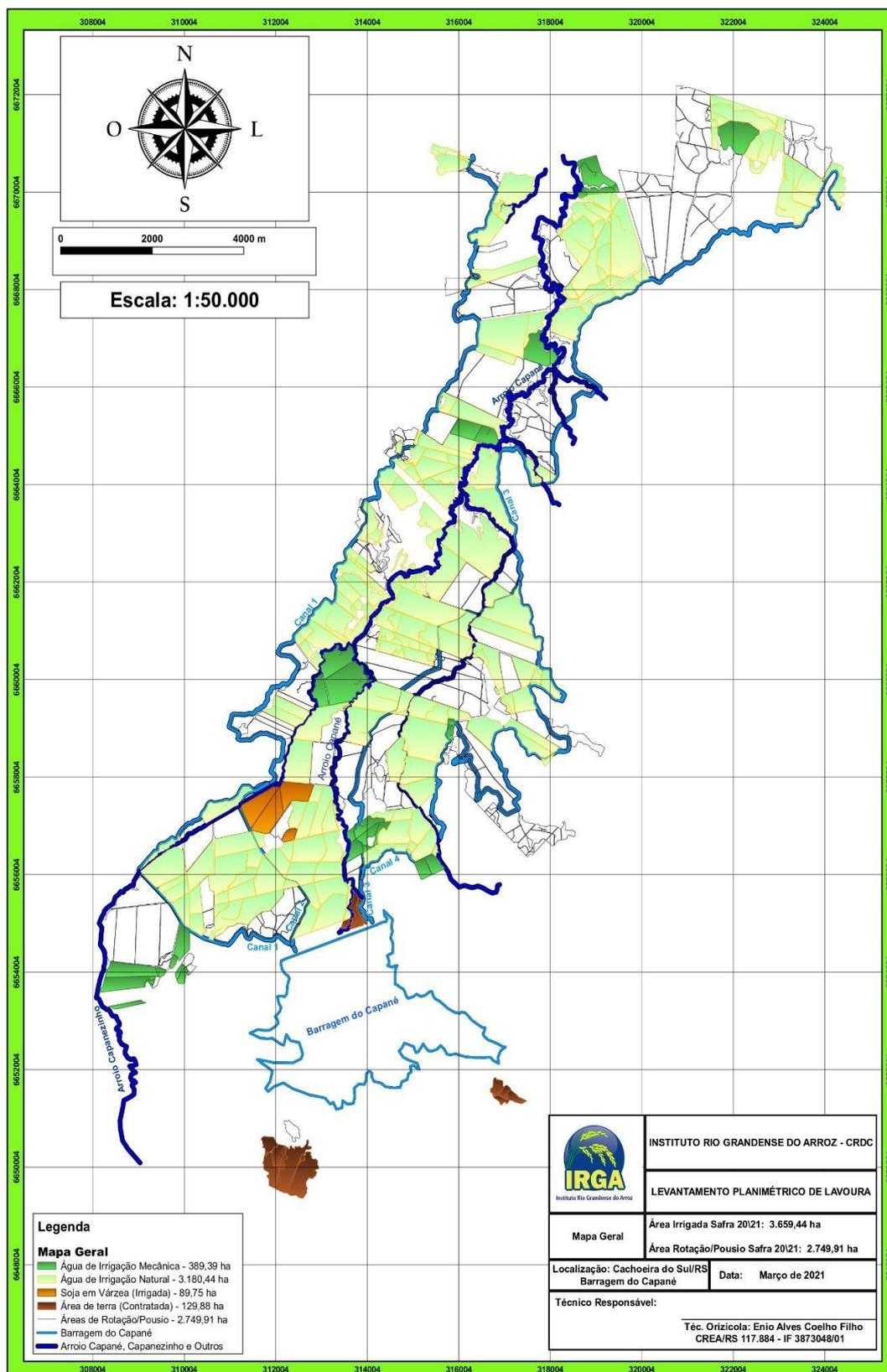
que, segundo a ANA, a barragem está no nível de Alerta, o que faz com que em longos períodos de estiagem haja a necessidade de um maior controle das águas, para ser possível a irrigação do arroz, durante todo o seu ciclo.

O IRGA, de acordo com a Portaria Precária 001/2018, é quem detém a posse das outorgas. Atualmente, 32 arroseiros utilizam cotas por meio da Associação dos Usuários do Capané (AUC). Dessa forma, existe uma relação econômica/financeira envolvida nos critérios de concessão de água, sendo que o IRGA e seus respectivos usuários estão sujeitos ao regime de Outorga (SIOUT/SEMA).

O termo de Outorga IRGA, Barragem do Capané, traz as seguintes informações: autorização para reservação de 34.778.500m<sup>3</sup> e volume de captação 5 m<sup>3</sup>/s, água superficial por meio de uma barragem de terra, no distrito de Capané, município de Cachoeira do Sul-RS, na Bacia Hidrográfica do Baixo Jacuí, tendo como finalidade o fornecimento de água para terceiros, via sistema de inundação por gravidade, disponíveis nos canais de irrigação (condutos), 24 horas por dia, 7 (sete) dias por semana, no período de outubro da março (SEMA-2018).

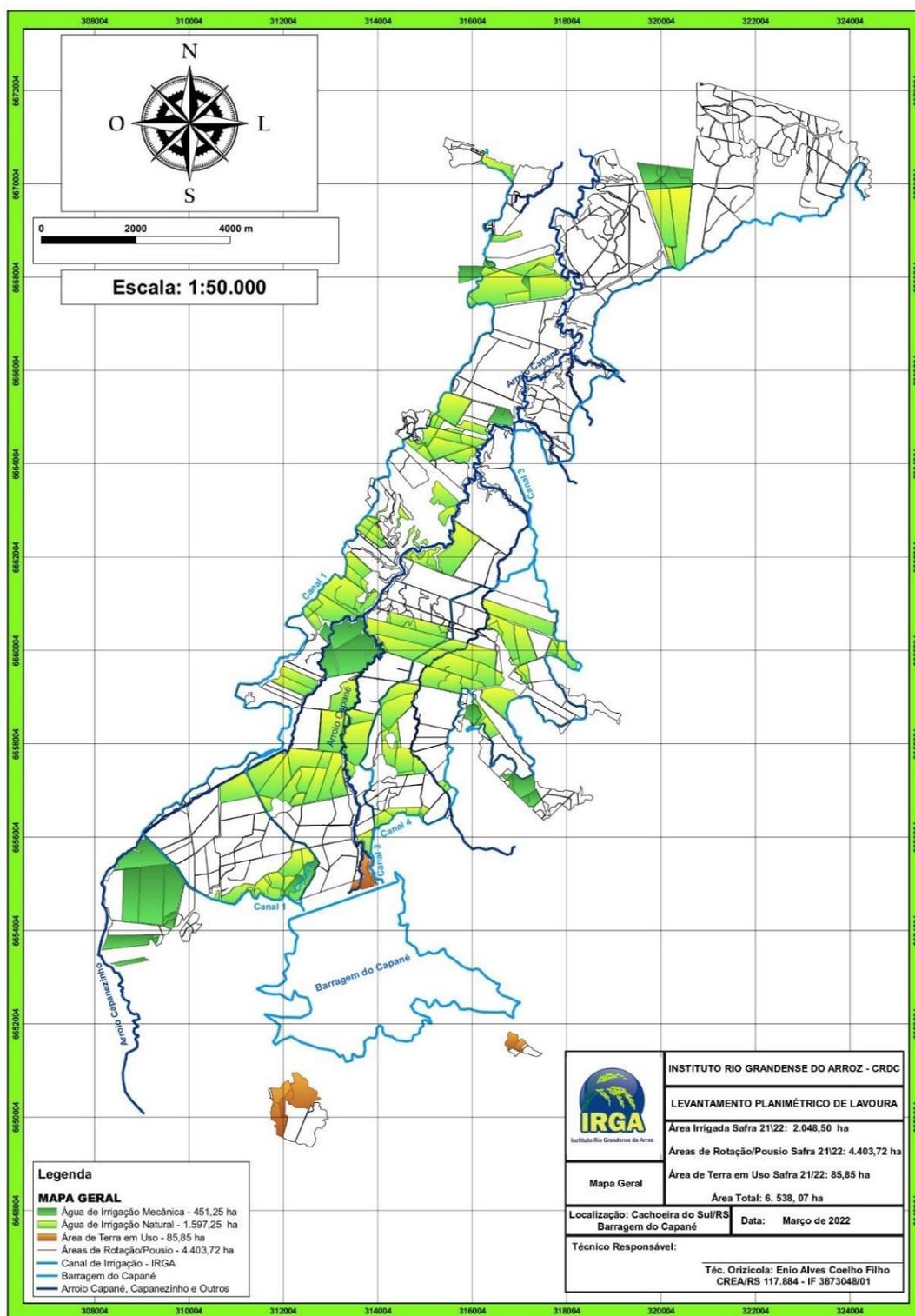
Em relação à área de irrigação da Barragem do Capané, o IRGA disponibilizou 2 mapas (Figuras 33 e 34), de onde podemos extrair as informações, no tocante às áreas irrigadas Safras 2020/21 e 2021/22.

Figura 33 – Mapa das lavouras irrigadas Safra 2020-2021



Fonte: IRGA (2021).

Figura 34 - Mapa das lavouras irrigadas Safra 2021-2022



Fonte: IRGA (2022).

Os dados dos mapas representados nas Figuras 33 e 34 foram compilados na Tabela 6.

Tabela 6 - Áreas irrigadas Safras 2020-2021 e 2021-2022

<b>IRGA – áreas irrigadas</b>	<b>Safra 2020/21</b>	<b>Safra 2021/22</b>
Lavouras Arroz com irrigação mecânica	389,39 ha	451,25 ha
Lavouras Arroz com irrigação natural	3.180,44 ha	1.597,25 ha
Soja em várzea ( irrigada)	89,75 ha	-
Áreas de Pousio	2.749,91 ha	4.403,72 ha

Fonte: IRGA, (2022).

Analisando-se os dados da Tabela 6, verificamos a presença da soja irrigada, numa área de 89,75ha, utilizando a mesma irrigação do arroz, no caso, inundação em sulcos/camaleões, também verificamos serem poucos os produtores de arroz que ainda utilizam irrigação artificial, com o uso de bombas para o puxe d'água, isso se deve ao altos custos de energia elétrica e diesel. De acordo com o IRGA, detentor das outorgas junto aos produtores de arroz, representados pela Associação dos Usuários do Capané (AUC), a média de produtores que utilizam as águas da BC varia de ano para ano, entre 26 a 33 (IRGA, 2023) existindo um consenso entre ambos (IRGA/AUC) da necessidade de manter um limite técnico no que diz respeito à formação das lavouras a fim de que a BC consiga atender a essa demanda hídrica, considerando a cota estabelecida dos 7m régua, conforme citam Melo *et al.* (2022). Isso tudo visa a não comprometer a irrigação dessas lavouras, justificando a presença da considerável área de pousio, na Safra 2021-2022, chegando a 4.403,72ha, conforme demonstrado na Tabela 6.

De acordo com visita a campo, em 26.03.23, o nível da BC estava em seu limite crítico, transparecendo, inclusive, uma antiga estrada da Vila Capané, submersa pelas águas do reservatório há anos (Figura 35), isso comprova, que em períodos de forte estiagem como vem ocorrendo no Rio Grande do Sul, nas três últimas safras (2020 a 2023), a capacidade de irrigação da BC, embora em seu limite, é capaz de cumprir seu papel de irrigação plena para produção das lavouras arroseiras.

Figura 35 - BC e a forte estiagem de março 2023



Fonte: o autor (2023).

Após conhecimento dessa realidade, onde o uso das águas ocorre em períodos, consultamos a SEMA/SIOUT, via correspondência por e-mail, em relação ao questionamento Outorga Sazonal, ou seja, aquela em que o produtor utilizará água durante alguns meses do ano. A resposta obtida foi: “ ... se os usos solicitados naquela intervenção estiverem dentro da vazão disponível para outorga, sim é possível ampliar estes usos, tanto nos períodos de menor demanda, como os de maior, caso dentro do que é permitido fazer uso...” (SIOUT – Divisão Outorga, 10.08.22). Desta forma, avista-se a possibilidade de uso consultivo das águas da BC, nos períodos em que não há retirada de água por parte dos usuários UAC, possibilitando a utilização de outras formas de irrigação, tanto nas áreas de pousio, quanto às demais atendidas pelos canais de irrigação.

Como suporte a essa nova concepção de usos e alternativas para outras culturas, senão o arroz, seria a utilização de parte da área de pesquisas do IRGA,

para uma estação de HF (Horti-Fruti) como projeto modelo, a fim de comprovar a possibilidade de outros usos das águas da Barragem do Capané. Em relação à utilização da irrigação na produção de alimentos em estufas, de acordo com Santos *et al.* (2002, p. 103),

A hidroponia é uma técnica de cultivo que visa obter produtos com excelente qualidade, sabor e aspectos externos superiores aos obtidos com agricultura tradicional, oferecendo menor risco de contaminações de doenças endêmicas. O cultivo em hidroponia é uma técnica de produção agrícola adequada às exigências de alta qualidade e produtividade com mínimo desperdício de água e nutrientes. Este sistema de cultivo vem crescendo, substancialmente, no Brasil e se apresenta como alternativa, proporcionando maior rendimento e qualidade da produção, bem como a redução da ocorrência de doenças.

Santos *et al.* (2021, p. 273) elucidam, também, o tema outorgas coletivas ou sazonais:

Na medida em que as áreas irrigadas foram crescendo e as disputas pelo uso da água/outorga aumentaram, foi preciso utilizar estratégias de gestão de recursos hídricos mais modernas, que se adequem melhor à nova realidade. A outorga (coletiva e sazonal) é uma dessas estratégias, que, se aplicada juntamente com a gestão compartilhada, pode contribuir efetivamente para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada, reduzindo as disputas pelo uso de água.

#### 4.2 ANÁLISE TEMPORAL DA PRODUÇÃO DO ARROZ IRRIGADO E VERIFICAÇÃO DO SEU CULTIVO NA ÁREA DE ESTUDO

Embora a BC tenha sofrido mudanças em sua capacidade de reserva hídrica ao longo do tempo, continua exercendo importante papel quanto à irrigação das lavouras de arroz localizadas ao seu entorno. Dados preliminares estimam que a Safra 2022/23 sofrerá mais uma redução a nível de Estado, já na área da BC, há a manutenção da área da safra anterior, mantendo-se nos 2150ha.

Dessa forma, constata-se uma redução da área do arroz. Contribuem para isso, fatores conjunturais, como política de preços, alta significativa dos insumos, falta de mão de obra, dificuldade de crédito aos arrozeiros, dentre outros. Um dos fatores determinantes para a redução da área cultivada é o temor da falta d'água, durante o ciclo da cultura, o que, caso ocorra, afeta diretamente o potencial produtivo do arroz.

O IRGA, responsável pela manutenção e prestação de serviços da BC,

tendo conhecimento dos problemas estruturais dos pontos críticos mais urgentes: o vertedouro, a manutenção dos dois registros principais, e a reforma geral do maciço da BC, vem reduzindo, ao longo dos anos, a capacidade volumétrica da Barragem do Capané, seja por questões de segurança, seja por falta de investimentos públicos, isso faz com que, há anos, a área irrigada da BC esteja num processo de estagnação.

Em relação ao cultivo do arroz, na área da Barragem do Capané, o IRGA apresentou-nos a informação, disponível na Tabela 7. Examinando tais dados, verificamos estar ocorrendo uma estagnação do setor orízicola, tendo em vista o alto custo da lavoura arrozeira e baixa rentabilidade, o que faz com que, tanto ao nível de Estado, como de município, haja uma retração da cadeia de produção do arroz.

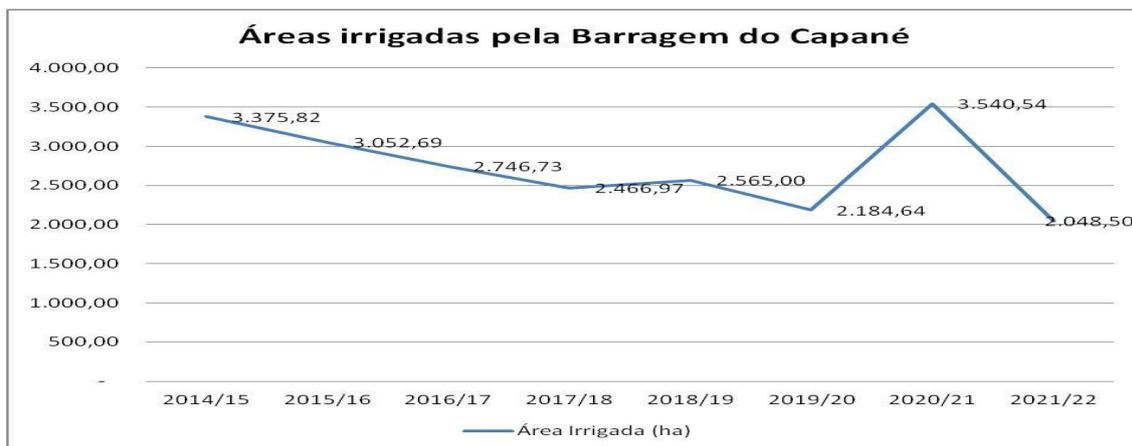
Tabela 7 - Áreas irrigadas pela BC - Safras 2014-2022

Safra	Área irrigada (ha)
2014/15	3.375,82
2015/16	3.052,69
2016/17	2.746,73
2017/18	2.466,97
2018/19	2.565,00
2019/20	2.184,64
2020/21	3.540,54
2021/22	2.048,50
2022/23	2.000,00*

Fonte: IRGA(2022).

Observamos que, ao longo dos últimos oito anos, com exceção da safra 2020/21 (Figura 36), a área de arroz plantada à jusante da Barragem do Capané vem sendo reduzida paulatinamente. Dentre os vários motivos que contribuem para isso, destaca-se a baixa rentabilidade dos preços pagos aos arroseiros, desestimulando, dessa forma, o plantio do arroz, uma redução que chega na faixa de 56,49%, se compararmos a safra 2020-2021 e a atual.

Figura 36 - Desempenho das áreas irrigadas, arroz, safras: 2014-2022



Fonte: IRGA (2022).

Já no caso da específico da BC, o que vem ocorrendo é uma migração dessas áreas de arroz para um consórcio com outras culturas, como a Soja (*Glycine max*) e o milho (*Zea mays*), junto aos produtores de arroz. O que ainda não vingou completamente devido a fatores físicos do solo (áreas encharcadas), alta acidez desses solos, outro fator também é que a maioria das áreas arroteiras são sistematizadas, ou seja, receberam um conformação de solo, para ficarem aptas à irrigação, sendo que o cultivo da soja em rotação com o arroz pode ser prejudicado (SARTORI *et al.*, 2016).

De acordo com Zanon *et al.* (p. 116, 2018):

As cultivares de soja semeadas atualmente necessitam, na média, que as chuvas ou **irrigação** (grifo nosso) sejam bem distribuídas ao longo do ciclo de desenvolvimento, principalmente na fase reprodutiva, e em uma quantidade de aproximadamente 800 mm para atingir altas produtividades no Rio Grande do Sul.

A finalidade principal da BC, quando da sua construção, foi a de atender a seus usuários, sendo o IRGA, gestor permissionário em relação às outorgas. Em consulta realizada ao site da SEMA/RS, conforme Portaria Precária 001/2018, tais concessões estão praticamente paralisadas, embora tenha sido apurado que disponham de mais algumas concessões, o IRGA não fornece mais nenhuma Outorga, pelo fato de não ter água suficiente para atender a demanda já comprometida.

Essa informação é extremamente relevante, considerando-se que não existem conflitos entre a Associação dos Usuários do Capané (AUC) e o IRGA, devido à conjuntura econômica atual em relação ao arroz, o que caso fosse outra

realidade, como uma retomada de produção, considerando a baixa reserva hídrica da BC, com certeza os ânimos seriam outros, o que já ocorreu em outras situações. (SCHWINGEL; NETO, 2010).

Embora o número de produtores se mantenha ao longo dos últimos anos entre 28 a 33 usuários das águas da BC, houve um considerável recuo também na abertura de novas áreas de arroz, isso se justifica pelo fato da ameaça hídrica nos meses mais exigentes da cultura (auge do verão), considerando que, segundo o IRGA, para se irrigar em torno de 1ha de arroz há a necessidade de 10.000m<sup>3</sup>/ha (SCHWINGEL; NETO, 2010).

Dessa forma, constatamos a seguinte realidade atual da Barragem do Capané:

- estabilização e recuo do número de produtores atendidos pela BC, atualmente em torno de 33 produtores; (IRGA, 2023)
- estabilização na área de arroz irrigado, projeção de 2150ha (Safrá 2022-2023).

Na Tabela 8, disponibilizada pelo IRGA, temos uma série histórica da produção do arroz irrigado no Rio Grande do Sul, referente às últimas 10 safras, verificando-se uma estabilização da cultura até a safra 2017-2018. A partir daí, verifica-se uma redução mais significativa na área de produção do arroz. Pela tabela é possível perceber que existe uma certa estabilidade em relação à área cultivada com o arroz no Rio Grande do Sul, com destaque para as altas produtividades alcançadas, muito embora, não seja sinônimo de otimismo para o setor, que amarga prejuízos e um desmantelamento geral de toda a cadeia orizícola.

Tabela 8 - Período histórico, cultura do arroz (RS), em relação à área plantada e produtividade (2000/21).

Safra	Área plantada (ha)	Área perdida (ha)	Área colhida (ha)	Produção (t)	Produtividade (t)	Sacas (ha)
2000/01	942.596	1.749	940.847	5.292.635	5.625	13
2001/02	963.876	1.826	962.050	5.236.177	5.443	109
2002/03	955.101		955.101	4.708.695	4.930	9
2003/04	1.043.623	10.819	1.032.804	6.310.022	6.110	12
2004/05	1.048.184	29.995	1.018.189	6.250.734	6.139	123
2005/06	1.031.000		1.031.000	6.886.091	6.679	134
2006/07	945.162	4.364	940.798	6.493.634	6.902	138
2007/08	1.068.339	1.008	1.067.331	7.535.219	7.060	141
2008/09	1.105.728	375	1.105.353	8.047.897	7.281	146
2009/10	1.088.727	35.273	1.053.454	6.798.591	6.454	129
2010/11	1.170.338	3.678	1.166.660	8.953.598	7.675	153
2011/12	1.045.336	13.905	1.031.431	7.672.809	7.439	149
2012/13	1.078.833	2.361	1.076.472	8.069.903	7.497	150
2013/14	1.120.112	747	1.119.365	8.116.669	7.251	145
2014/15	1.125.782	4.959	1.120.823	8.719.449	7.780	156
2015/16	1.084.884	31.324	1.053.560	7.299.462	6.928	139
2016/17	1.106.527	465	1.106.062	8.746.825	7.908	158
2017/18	1.077.959	11.850	1.066.109	8.440.737	7.917	158
2018/19	984.081	19.544	964.537	7.241.457	7.508	150
2019/20	934.538	1.372	933.166	7.839.113	8.401	168
2020/21	945.972	6	945.966	8.523.527	9.010	180

Fonte: IRGA (2022).

De acordo com Luz (2019), entre 2009 e 2019, a lavoura arrozeira encolheu cerca de 123 mil hectares no Estado. Tal fato se confirma na projeção do Instituto Riograndense do Arroz, em que a Safra 2022-2023 de arroz terá a menor área cultivada dos últimos 20 anos, com cerca de 806.000 mil hectares.

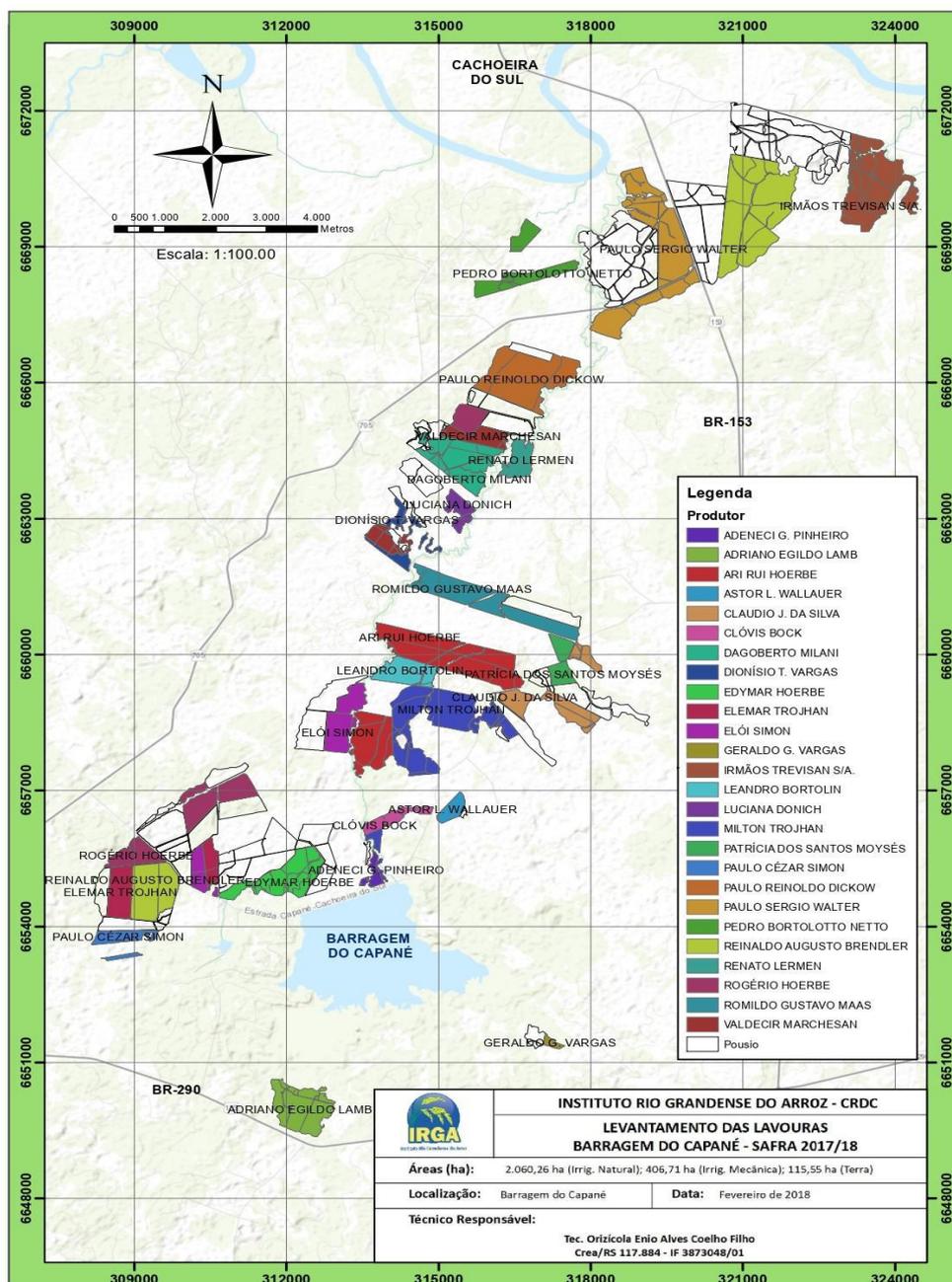
Em relação ao município de Cachoeira do Sul, a área cultivada de arroz na safra 2021/22 foi de 25.437ha, sendo a produtividade média de 7.462kg (149,24 sc/ha) (IRGA,2022).

Observando-se a Figura 37, usuários da BC, safra 2017-2018, verificamos que o uso das áreas para irrigação do arroz mantêm-se ao redor dos 2060ha com irrigação natural, 406ha irrigação mecânica, e 115,55ha de uso para outra finalidade, ou seja, ao longo desses anos, devido à limitação de água disponível aos usuários há uma pequena variação de área, algumas safras com um

pequeno acréscimo, mas a tendência é de estabilidade na produção do arroz na BC. Há uma sobra de terras que poderiam estar sendo aproveitadas para outras finalidades ou outra forma de irrigação, porém encontram-se em pousio.

Constrastando com os 26 produtores que utilizam as águas da BC, conforme Figura 37, safra 2017-2018, podemos afirmar que a Barragem do Capané é, atualmente, o local do município em que se concentra a maior parte das lavouras de arroz, sendo que as demais áreas até então cultivadas foram gradativamente migrando, principalmente, para a cultura da soja (*glycine max*) ou pecuária, devido aos altos custos da lavoura arrozeira, o que vem ocorrendo em praticamente todas as regiões arrozeiras do Estado, demonstrando sua grande importância para a produção do arroz irrigado.

Figura 37 - Mapa dos usuários das lavouras da Barragem do Capané Safra 2017/18 (IRGA)



Fonte: IRGA (2018).

### 4.3 BARRAGEM DO CAPANÉ E OS USOS MÚLTIPLOS DE SUAS ÁGUAS

A Barragem do Capané cumpre com sua finalidade principal que é a de atender aos produtores de arroz. Aliado a isto, vislumbramos nessa importante obra hídrica um grande potencial de utilização de suas águas, de forma com que novos métodos de irrigação sejam introduzidos, bem como, o acesso de novos atores provenientes da Agricultura Familiar, a fim de equalizarmos parte da

dívida social que temos em não oportunizar outras formas de produção de alimentos a também outros grupos de pessoas.

Não reconhecer isso é subjugar uma obra de tamanha importância, entretanto, os tempos são outros, a BC necessita buscar novas formas de utilização de suas águas, principalmente nos períodos de maior oferta (inverno).

Segundo a ANA, Nota Técnica (item 12, 2022), a cultura do arroz demanda um grande volume hídrico para atingir altas produtividades:

O manejo inundado é hidrintensivo devido à exposição e consequente evaporação de malamina de águas sobre o solo. É necessário um volume expressivo de água de mananciais para saturar o solo, formar a lâmina sobre o solo e mantê-la para compensar consumo pela evapotranspiração e as perdas por percolação e fluxo lateral. A esses volumes, somam-se as perdas por ineficiência do sistema, causadas em especial por vazamentos e perdas por infiltração e evaporação em canais e em reservatórios. O suprimento de água necessária varia de 6 a 12 mil m<sup>3</sup> por hectare (vazão de 0,7 a 1,75 L/s.ha) (SOSBAI, 2018). Nas estimativas realizadas pela ANA (2017), a média nacional foi de 8,9 mil m<sup>3</sup> por hectare.

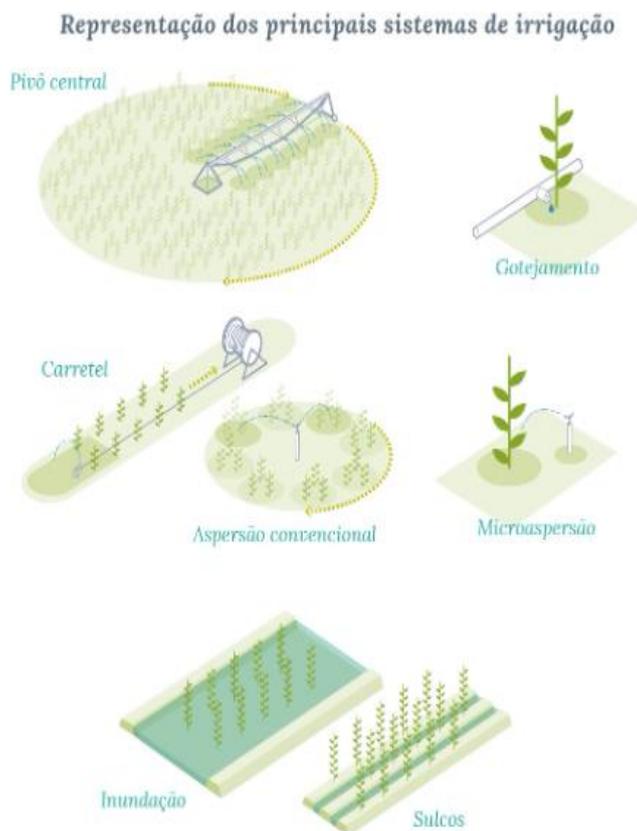
Sustentando a premissa dos usos múltiplos das águas, considerando-se o período de recomposição e armazenamento, são possíveis outros usos como tecnologias de irrigação: gotejamento, aspersão, micro aspersão, pivot e irrigação por meio de sulcos.

As técnicas de irrigação mais empregadas na agricultura são:

- Pivô Central: sistema de irrigação utilizado em áreas agrícolas grandes, equipamento tipo uma torre metálica, que gira em torno do eixo (360°);
- Carretel: espécie de manga enrolada num carretel, conduzindo a água em diversas topografias de terreno, tem a praticidade de enrolar-se novamente após utilizado;
- Gotejamento: nesse sistema é distribuída na área da cultura, uma espécie de fita, com pequenos furos;
- Aspersão convencional: esse sistema de irrigação é muito utilizado em área abertas, devido à mobilidade de montagem e desmontagem de seus componentes, funciona tipo uma neblina, muito utilizado em pastagens, HF;
- Microaspersão: sistema que utiliza microaspersores de pulverização, que funcionam através de pressão hidráulica, criando um espécie de névoa;

- Inundação: é o sistema mais utilizado para irrigação de lavouras, onde utiliza-se a entrada abundante de água por meio de canais de terra;
- Sulcos: sistema de irrigação que consiste na construção de micro camalhões, daí planta-se a cultura na parte elevada do camalhão, irrigando-se as valas.

Figura 38 - Técnicas de irrigação mais utilizadas na Agricultura Brasileira



Fonte: ANA (2022).

Essas proposições estão asseguradas na Lei nº 9.433, que incentiva o uso múltiplo das águas. Embora a BC seja administrada por uma autarquia estadual, no caso, o IRGA, existem mecanismos legislativos e jurídicos que podem torná-la mais democrática em relação ao uso de suas águas.

Concorrendo com isso, é imprescindível a participação do poder público e da sociedade organizada, a fim de incentivar outros grupos de produtores, com atenção especial aos da Agricultura Familiar (AF), pescadores artesanais, empreendedores ligados ao ramo turístico, universidades, escolas, num amplo espaço de pesquisa junto à BC, para desenvolverem suas atividades.

Nesse sentido, explanam Vieira Júnior e Mantovani (2021, p. 303):

A agricultura familiar no Brasil tem grande potencial de ampliação da oferta de alimentos e geração de renda através da expansão da área irrigada. A produção e rentabilidade dos agricultores dos distritos de irrigação podem ser potencializadas por projetos que viabilizem o acesso estruturado a novos mercados em conjunto com outras iniciativas. A criação de programas específicos, envolvendo geração e difusão de tecnologias e capacitação dos agricultores nas áreas com alta aptidão e presença significativa da agricultura familiar são ações prioritárias.

A Barragem do Capané priorizou somente um grupo de produtores e uma cultura de irrigação. Dessa forma, o trabalho propõe a inserção de novos atores e outras técnicas de irrigação. Resgatando uma dívida social da BC para com as demais culturas e agricultores, possibilitando uma modernização e racionalização, objetivando, dessa forma, o uso múltiplos de suas águas.

A Barragem do Capané, por ter água em abundância durante os meses em que não existem lavouras de arroz, poderia fornecer uma série de alimentos, frutas, peixes, turismo, além de um local de pesquisas. Destacamos aqui o quão grande é o leque de possibilidades que poderiam ser fomentadas, não só em nosso município, como em todo o eixo da BR 290, a qual faz limite com a BC.

Em relação aos arroteiros que lá labutam, não haveria interferência em suas atividades, pois esses novos grupos desenvolveriam seus cultivos por intermédio de uma outorga sazonal, ou seja, por períodos inversos ao que os arroteiros necessitam de água para suas lavouras. De outra parte, os novos grupos trariam novas técnicas de irrigação, como a microaspersão, gotejamento, demandando, dessa forma, espaços menores, com a utilização de estufas em ambientes protegidos.

O agricultor familiar, sempre que chamado, promoveu mudanças na capacidade de produzir alimentos, sejam alimentos orgânicos, tradicionais, ou mesmo em escala comercial, o que estamos propondo é a oportunidade universal, conforme determina a Legislação das Águas Brasileiras, no tocante ao uso múltiplo das águas, promovendo inserção social e redução das desigualdades. A Barragem do Capané tem um grande potencial em relação a segurança alimentar na região, pois lá poderiam ser cultivados diversos tipos de alimentos. Ao abordar essa temática, não podemos deixar de citar Clemente (2015, p.13):

O cultivo de hortaliças no Brasil ocupa importante destaque no cenário do agronegócio [...] a grande maioria das propriedades são consideradas de base familiar. O setor está se profissionalizando e, nas últimas três décadas, a produção e produtividade praticamente dobraram sem que houvesse relativo aumento de área.

Além de possibilitar a inserção dessas pessoas, a BC estará se modernizando, no momento em que iniciar esse processo de transformação trazendo, além de novos produtores, as instituições de ensino locais, como a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), campus Cachoeira do Sul, a Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), a Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), também a Escola Técnica Nossa Senhora da Conceição, formadora de técnicos agrícolas, no intuito de lá, naquele local, desenvolverem seus conhecimentos e experiências.

Outra proposição de uso e utilização da Barragem do Capané, é via Ecoturismo, uma forma de angariar recursos para a própria manutenção de parte de sua estrutura, como: pistas de caminhadas, trilhas, equipamentos de lazer, onde haveria uma integração com a comunidade local, proporcionando finais de semana, como opção de descanso, respeito à natureza. No âmbito das instituições de ensino, poderiam ser desenvolvidas atividades paralelas visando a uma reflexão em relação à preservação da BC. Lá também poderíamos ter atividades recreativas como passeios na BC ou pesca esportiva. São tantas as possibilidades, e intimamente intrínsecas umas com as outras, que criam um leque de possibilidades que se complementam ou relacionam.

A participação dos produtores de arroz nesse processo de revitalização da Barragem do Capané é fundamental, proporcionando uma integração entre o poder público e o privado, trazendo novas possibilidades de geração de emprego e renda.

Outra questão importante é a forma de irrigação adotada pela BC desde o início das suas atividades, em 1949, até hoje, o da irrigação por inundação. Conforme Rebouças (2003), o método de irrigação mais utilizado na agricultura brasileira, ainda é aquele por espalhamento superficial, ou seja, um sistema que os egípcios já utilizavam há cerca de 3.500 anos a.C.

Um forma de reduzir o uso excessivo de água na cultura do arroz foi a introdução de tecnologia na lavouras arrozeiras, o que, na concepção de Hoerbe (Entrevista, 2023):

Na minha opinião como produtor, nos últimos 30 anos houve uma diminuição no consumo de água por parte da classe dos arroteiros, decorrentes de inovações e tecnologias introduzidas nas lavouras de arroz, um delas, por exemplo, seria o implemento agrícola taipadeira de base larga, uma grande revolução para a lavoura, proporcionando uma aguação mais uniforme, taipas baixas, plantio sobre taipas gerando maior produtividade do cereal, também a difusão do nivelamento à laser nas áreas de plantio veio a proporcionar uma uniformidade na lâmina d'água. O uso desses equipamentos fez com que as lavouras ganhassem uma nova performance no que diz respeito ao manejo e consumo d'água racionalizando seu uso.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Barragem do Capané (RS) é considerada um importante marco no processo de consolidação da cultura do arroz em nosso Estado, sendo o município de Cachoeira do Sul contemplado com construção, na época, da maior barragem de aterro estadual, já superada por outras maiores, o que, no entanto, não tira o mérito desta magnífica obra da engenharia hídrica brasileira.

Esta pesquisa se dedicou a apontar caminhos e viabilidades para o quadro atual da BC, seja por meio da implantação de novas técnicas de irrigação e introdução de outras culturas de inverno, produzidas em ambientes protegidos (estufas) contrastando com período de forte irrigação que é, e continua sendo, a produção do arroz irrigado (nov-março).

O desenvolvimento deste estudo trouxe à tona limitações de usos das águas da BC, devido a fatores como infiltração no talude, falta de finalização de obras como o vertedouro, em meio a outras deficiências operacionais, que resultaram numa brusca redução de sua capacidade de armazenamento. Outro tema importante apontado no trabalho foi a irrigação de uma única cultura, privilegiando apenas um grupo de agricultores. A pesquisa também realizou consultas aos órgãos responsáveis pelas outorgas de água (SIOUT/SEMA), que consideraram a real possibilidade de emissão de outorgas sazonais, para o período de inverno, com a finalidade de produção agrícola de frutas, legumes, verduras, mudas, flores, entre outras. A utilização de novas tecnologias de irrigação, como gotejamento, micro aspersão, pivot, sulcos etc., pelos novos produtores, possibilitará o uso integral das águas da BC, promovendo inúmeros benefícios.

O trabalho de pesquisa, durante seu transcurso, teve vários questionamentos, vindos dos produtores arroteiros, em relação ao seu propósito. No entanto, destacamos que, em momento algum transigimos com nenhum outro objetivo que não fosse o melhor aproveitamento das águas da BC, para a produção de alimentos, inserção social, pesquisa acadêmica-científica, pesca artesanal e ecoturismo.

Propor a quebra de paradigmas também é uma função da Academia, baseado nisso, observar o atual *status quo* da Barragem do Capané, e sugerir novas proposições e usos para suas águas, foi o objetivo principal desta

pesquisa.

Concluimos, da mesma forma como contemplamos a BC pela primeira vez quando a visitamos, visualizando somente água e arroz, agora com o trabalho finalizado e sob o olhar geográfico, nos deparamos com uma nova realidade, diante dos conhecimentos adquiridos. A Barragem do Capané tem potencial de se tornar a maior barragem de irrigação múltipla do RS, bastando, para isso, vontade política e organização da Agricultura Familiar.

## REFERÊNCIAS

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Normas de Referência para o Saneamento**. Agenda com previsão de edição das normas regulatórias, 2021.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). **Manual de fiscalização de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2021. 72 p. il. ISBN: 978-65-88101-21-6
- AGÊNCIA SENADO. **Em busca de um novo modelo de gestão para o uso da água**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/especiais/especial-cidadania/em-busca-de-um-novo-modelo-de-gestao-para-o-uso-da-agua/em-busca-de-um-novo-modelo-de-gestao-para-o-uso-da-agua>. Acesso em: 1 abr. 2023.
- ALMOND, R.E.A.; GROOTEN, M.; JUFFE BIGNOLI, D; PETERSEN, T. (Eds). **Relatório Planeta Vivo 2022 – Construindo uma sociedade positiva para a natureza**. Gland, Suíça: WWF, 2022.
- ALONSO, R.S. Análise de áreas preferenciais de passagem de duas espécies de peixes em uma escala do tipo ranhura vertical. **Revista Brasileira de Engenharia de Barragens**, ano VII, v.11, outubro de 2021. Disponível em: [www.cbdb.org.br](http://www.cbdb.org.br). Acesso em: 20 mar. 2023.
- ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- AWIKA, J. M. Major cereal grains production and use around the world. In: AWIKA, J.M.; PIIRONEN V.; BEAN, S. (Eds.) *Advance in Cereal Science: implications to Food and Health Promotion*. **American Chemical Society**, p. 1-13, 2010.
- BANCO MUNDIAL. **A água na agricultura**. Disponível em: <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>. Acesso em: 15 mar. 2023.
- BARROS, M.; FELL, R. The statistics of embankment dam failures and accidents. **Canadian Geotechnical Journal**, v.25, p. 1000-102, 2000.
- BARROS, M.L. (2020). *Machine Learning aplicado à Previsão de Piping em Barragens de Terra Homogêneas*. Trabalho de Projeto Final. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 97p.
- BIANCHINI, V. B. **Vinte anos do PRONAF**, 1995 - 2015: avanços e desafios. Brasília: SAF/MDA, 2015. 113 p.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 1998. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 28 de maio de 1998.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 25 de maio de 1998. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 28 de maio de 1997.

BERNARDO, S.; MANTOVANI, E.C.; SILVA, D.D.; SOARES, A.A. **Manual de Irrigação.** 9 ed, Viçosa: Editora UFV, 2019. 545 p.

CADORE, J. S.; TOCHETTO, M. Recursos Hídricos: Panorama geral do setor e perspectivas ao atendimento da Agenda 2030. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 9, n. 3, 2021.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS (CBDB). Apresentação das barragens, 2021. Disponível em:<http://cbdb.org.br/apresentacao-das-barragens>. Acesso em: 1 maio 2023.

CLEMENTE, F.J. *et al.* **A legendária história da soja.** Embrapa, 2015. 86 p.

COSTA, CAG *et al.* Comparação do uso do SRTM para delimitação e caracterização fisiográfica de uma micro-bacia hidrográfica. **XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Anais...**, Florianópolis–SC, p. 4833-4840, 2007.

COLERIGDE, S.T. O ciclo hidrológico e as águas subterrâneas. In: PRESS *et al.* **Para entender a terra.** 2006.

COSTA, Walter Duarte. **Geologia de barragens.** Oficina de Textos, 2016.

DIAS, G. F. **Atividades interdisciplinares de educação ambiental.** Global Editora e Distribuidora Ltda, 2015.

DE METEOROLOGIA-CEMETRS, Centro Estadual. Atlas climático do Rio Grande do Sul. **Porto Alegre: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Clima Temperado e Embrapa Trigo**, 2011.

DEMETRIUS, D. S.; MOREIRA, M. C. Gestão de recursos hídricos no Brasil no contexto da agricultura irrigada, cap. 22. In: **Diferentes Abordagens da agricultura irrigada no Brasil: Histórias, Políticas Públicas, Economia, Recursos Hídricos.** Piracicaba: ESALQ-USP, 574 p. 2021.

DONADON, G.B.S. *et al.* O Pronaf B e o financiamento agropecuário nos Territórios da Cidadania do semiárido. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, n. 37, p. 177-214, jun. 2021.

DRUMMOND, G.M. *et al.* **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação.** 2 ed. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2006. p.222.

FAO, J. M.; CH. Automated acoustic classification of sides can images. In: **OCEANS'04. MTS/IEEE TECHNO-OCEAN'04**, Kobe, Japan, 9-12 November, v.1, p. 2060-2065, 2014.

FRANCISCO, A. Especial. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia Análise e Dados**, Salvador, v.13, p. 341-345, 2007.

GASPAROTTO, L. *et al.* **Embrapa Informação Tecnológica**. Brasília, 2010, p. 431.

GOMES, A. da S.; PAULETO, E. A. **Manejo de Solo e da água em áreas de várzea**. Pelotas: EMBRAPA, 1999. 201 p.

GOIDENBERG, B. S. M. R. *et al.* **Ecofisiologia do milho visando altas produtividades**. Santa Maria, 230 p., 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Censo Demográfico 2006**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. – (Manuais técnicos em geociências, ISSN 0103-9598; n. 5).

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. IRGA. **Base Oriza**. Disponível em: <http://biblioteca.irga.rs.gov/irga/>. Acesso em: 2 jun. 2023.

INSTITUTO RIOGRANDENSE DO ARROZ. IRGA. Apresentação Capané Defesa Civil, disponível em PDF, 2021

JOHNSON, R. B.; ONWUEGBUZIE, A. J.; TURNER, L. A. Toward a Deinition of Mixed Methods Research. **Journal of Mixed Methods Research**, vol.1, pp.112-133, 2007.

KHAN, A.; KIN, B. **Vinte anos do PRONAF, 1995 - 2015: avanços e desafios**. Brasília: SAF/MDA, 2015. 113 p.

KUNTSCHIK, D. P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T. H. K.. **Matas ciliares**. SMA, 2011.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

LEÃO, M. F. **Barragens de terra e enrocamento**. São Paulo: Saraiva, 2021. E-book. ISBN 9786589965756. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786589965756/>. Acesso em: 19 abr. 2023.

LUZ, A. da. O Mito da Produção. **Revista de Política Agrícola**, Ano XXIII, n. 2, abr/maio/jun 2014. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/lavoura-de-arroz-perde-2-46-mil->

empregos-nos-ultimos-dez-anos-no-rio-grande-do-sul. Acesso em: 20 abr. 2023

MARTÍNEZ-AUSTRIA. Los retos de la seguridad hídrica. **Tecnología y Ciencias del Agua**, v. IV, n. 5, p. 165-180, nov-dez 2013.

MELLO, Ivo; FREITAS, Nelson Neto de; MARQUES, Guilherme Fernandes. Operação de reservatório com problemas de estabilidade do maciço: Barragem do Capané, RS. In: Congresso Latinoamericano de Hidraulica (30: 2022: [Foz do Iguaçu]). **Anais...** volúmen 6: agua, ambiente y sociedad del conocimiento [recurso eletrônico]. Madrid: IAHR, 2023.

OLIVEIRA NETO, A. A. (org.). **A cultura do arroz**. Brasília: Conab, 2015. 180 p. Disponível também em: <http://www.conab.gov.br> ISBN: 978-85-62223-06-8 1. Acesso em: 19 fev. 2023.

ONU. **Banco Mundial**: América Latina tem água em abundância, mas falta saneamento. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/74509-banco-mundial-am%C3%A9rica-latina-tem-%C3%A1gua-em-abund%C3%A2ncia-mas-falta-saneamento>. Acesso em: 17 abr. 2023.

PAONELI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil**: história, política pública, economia e recurso hídrico. Piracicaba: ESALQ/USP, 2021. Disponível em: <https://www.esalq.usp.br/biblioteca/pdf/livro-1-agricultura-irrigada.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2022.

PINET, P. R. **Invitation to Oceanography**. Jones And Bartlett Pub., 508 p. Salcedo, G.C. Elementos de Oceanografía. Campania Editorial Continental S.A., México, 255p, 2017.

PRONAF. **CIRCULAR SUP/ADIG Nº 23/2022-BNDES**. Rio de Janeiro, 11 de julho de 1996. Ref.: Produto BNDES Automático.Lei 1946. Artigo 2º.

REBOUÇAS, D; HAMANN, J. J. **Técnicas para o Cultivo da Nogueira Pecã**. Santa Maria: UFSM, 424. p. 2003.

RIO GRANDE DO SUL. **Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul/Rio Grande do Sul**. Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental. – 6. Ed. – Porto Alegre: Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão. Departamento de Planejamento Governamental, 2021, 203 p. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/inicia>. Acesso em: 4 jun. 2023.

RIO GRANDE DO SUL. **LEI Nº 15.329, DE 2 DE OUTUBRO DE 2019**, declara o Município de Cachoeira do Sul Capital Estadual do Arroz, disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/LEI%2015.329.pdf>, acesso em 13.06.23

SANDRINI, S. S.; GUIDICINI, G. **Barragens de terra e enrocamento**. Oficina de Texto, p. 168, 2022.

SANTOS SILVA, T. A governança das águas no Brasil e os desafios para a sua democratização. **Revista da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 20, n. 2, p. 236-253, 2020.

SANTOS, MARIANE C. DOS et al.; Agricultura irrigada: estratégias para o desenvolvimento sustentável do cap. 15. In: **Diferentes Abordagens da agricultura irrigada no Brasil**: Histórias, Políticas Públicas, Economia, Recursos Hídricos. Piracicaba: ESALQ-USP, p. 273, (574), 2021.

SARTORI, E. F. *et al.* **Oliveira**: aspectos técnicos e cultivo no Sul do Brasil, Embrapa, 2016. 181 p.

SCHMITD, K.S.; SKIDMORE, A.K. Spectral determination of vegetation types in a coastal wetland. **Remote sensing of environment**, n.85, p.92-108, 2009.

SCHMITZ, Cláudio Marcus; KOTZIAN, Henrique Bender; BRUSCHI JR, Willi. Avaliação ambiental de alternativas de recuperação do sistema de irrigação do Capané, Cachoeira do Sul-RS. **Boletim Gaúcho de Geografia**, v. 35, n. 1, 2009.

SCHWINGEL, C.; DREWS NETO, E. G. **Barragem do Capané**: Fonte de Vida e Desenvolvimento. Porto Alegre, IRGA, 2010. 164p.

SEMARS. **Site oficial da secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável** - Disponível em: [www.semads.rs.gov.br](http://www.semads.rs.gov.br). Acesso em: 10 jul. 2004.

SEMARS. Disponível em: <http://www.intranet.sema.rs.gov.br/lista/550/drh---departamento-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 10 jul. 2023.

SHARMA, S. D. **Rice: origin, antiquity and history**. 1st ed., 2011, 558 p. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/231246/000381157.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 maio 2023.

SILVA, D. L. M. **Climatologia**. Canoas: Editora Ulbra, 2014, p 1-180.

SILVEIRA, A. L.L. da. Ciclo Hidrológico e bacia hidrográfica. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia**: ciência e aplicação. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

SIQUEIRA, Vinícius Alencar et al. IPH-Hydro Tools: uma ferramenta open source para determinação de informações topológicas em bacias hidrográficas integrada a um ambiente SIG. **RBRH**, v. 21, p. 274-287, 2016.

SOSBAI. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 31., 2016, Bento Gonçalves. **Arroz Irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI, 2016.

SOSBAI. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 32, 2018. Farroupilha. **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, p. 209, 2018.

SOITO, J. **Usos múltiplos da água**. FGV Energia: Boletim Energético, maio 2019.

STRAHLER, Alan H.; STRAHLER, Arthur. El agua del suelo y el balance hídrico. In: **Geografía Física**. 3 ed. Omega, 1997.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes *et al.* **Terra**: feições ilustradas. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

TRENTINI, S. A água que gastamos sem notar e o que não sabemos sobre pegada hídrica. **TheCityFixBrasil**. 31 março de 2016. Disponível em: <https://www.thecityfixbrasil.org/2016/03/31/a-agua-que-gastamos-sem-notar-e-o-que-nao-sabemos-sobre-pegada-hidrica/>. Acesso em: 16 abr. 2023.

THOMAS, Andre Luis; COSTA, Jose Antonio. Soja: manejo para alta produtividade de grãos. 2010.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; CLARKE, Robin Thomas. Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão. **Rbrh: Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. Porto Alegre, RS. v. 2, n. 1 (jun. 1997), p. 135-152, 1997.

TUCCI, Carlos E.M. *et al.* **Hidrologia**: Ciência e Aplicação. 3 ed. Porto Alegre, Editora da UFRGS/ABRH, 2004.

VICENTE, L. C. *et al.* **Hidráulica, Irrigação e Drenagem**. Grupo A, 2021. E-book. ISBN 9786556902548. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786556902548/>. Acesso em: 26 nov. 2022.

VERNETTI, F. J. *et al.* **A legendária história da soja**. Embrapa, 2014. 86p.

VIEIRA JUNIOR, A. *et al.* **Ecofisiologia da soja**: visando altas produtividades. Santa Maria, 1987. 136p.

VILAR, P. C.; GRANZIERA, M. L. M. **Direito de águas à luz da governança**. Brasília: ANA, 2020. 168 p.

WREGGE, Marcos Silveira *et al.* **Atlas climático da região sul do Brasil**: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

ZANON, Alencar Júnior *et al.* **Ecofisiologia da soja**: visando altas produtividades. Santa Maria: Palloti, 136 p., 2018.

## **APÊNDICE 1 - ENTREVISTA A CAMPO – SR. PEDRO TREVISAN HAMANN<sup>3</sup>.**

### **1) Nome, cargo, função**

Pedro Trevisan Hamann

Engenheiro Agrônomo – Coord. Regional IRGA – Atuo na área técnica de extensão rural, na Região Central do RS. Na Barragem do Capané presto apoio técnico, principalmente quanto à segurança da barragem.

### **2) Na sua visão, qual a importância do BC para região do Capané?**

A Barragem possui grande importância para a região do Capané e para o município de Cachoeira do Sul. Foi responsável pelo desenvolvimento da cultura do arroz irrigado na região, pois possibilitou o cultivo de 5.500ha de várzeas no seu perímetro de irrigação, gerando renda e empregos. Vemos em anos de estiagem como o atual, assim como os dois últimos, ainda mais a importância da barragem, visto que dá garantia de água para a irrigação das lavouras e, conseqüentemente, bons níveis de produtividade. Enquanto isso, em outras localidades do município, irrigadas por arroios de menor capacidade, vemos lavouras já impossibilitadas de irrigar, com prejuízos significativos para a produção.

### **3) Como é avaliada a questão da segurança na BC?**

A avaliação de segurança é feita por meio de estudos técnicos e vistorias. Nos anos de 2020 e 2021 foi realizado um amplo estudo por meio da contratação de empresa de engenharia especializada, que resultou na implementação de diversas ações de melhoria na segurança da Barragem. Além disso, são realizadas vistorias periódicas de segurança, a cada 2 meses, e a emissão de relatórios referentes a essas vistorias.

Dentre as ações de segurança, podemos citar, o Plano de Ação de Emergencial (PAE) e o Plano de Segurança (PSB). Das 9.880 barragens de irrigação do Rio Grande do Sul, cadastradas no Sistema Nacional de

---

<sup>3</sup> Engenheiro agrônomo, coordenador do Instituto Riograndense do Arroz (IRGA) escritório de Cachoeira do Sul- RS. Data: 12.01.2023 (ferramenta digital utilizada para entrevista: e-mail)

Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB), pelo menos 995 necessitam da elaboração do PAE por estarem classificadas como dano potencial associado médio ou alto. Destas barragens de irrigação, a Barragem do Capané é pioneira, sendo a primeira e a única até o momento no Estado a possuir o PSB/PAE, servindo de exemplo para barragens maiores.

Foram instaladas 32 placas reflexivas indicativas das rotas de fuga e pontos de encontro, conforme especificado no Plano, realizando também treinamento junto aos moradores no pavilhão da Barragem, com foco nas pessoas da Zona de Autosalvamento (ZAS), na cidade de Cachoeira do Sul, Defesa Civil Municipal, IRGA, Secretarias da Prefeitura Municipal, Corpo de Bombeiros, Exército, Comitê de Bacias e Departamento de Recursos Hídricos (DRH), que é o órgão fiscalizador da barragem e que teve como prioridade apresentar e orientar quanto ao funcionamento do plano, o papel e a importância de cada um, para que seja implantado com êxito.

Outra questão é o nível máximo de operação, que, conforme outorga de uso d'água concedida, é de 7,0m, sendo que a altura do barramento é de 14,0m, reduzindo significativamente o risco de surgimento de anomalias. Esse fator, associado a outras recentes ações de segurança que foram implantadas, tais como, a construção de dreno de pé com monitoramento de vazões, realização de inspeções regulares de segurança e a instalação de 30 novos instrumentos de segurança (piezômetros, medidores de vazão e de nível d'água) com monitoramento semanal, proporcionam significativo aumento do nível de segurança da barragem.

#### **4) Qual o nível da régua, atualmente?**

A barragem opera no nível máximo de 7,0m, nível de início da irrigação, que ocorre a partir do mês de outubro. Hoje, dia 11/01/2023, o nível está em 4,90m, visto que as lavouras estão em plena irrigação.

#### **5) Quantos hectares estão sendo irrigados atualmente?**

São irrigados atualmente, na safra 2022/23, em torno de 2150ha de arroz e 90ha de soja.

**6) Quantos produtores estão sendo beneficiados pela irrigação da BC nesta safra?**

Nesta safra, 33 produtores estão utilizando água da Barragem do Capané para irrigação de arroz e 01 produtor para lavoura de soja.

## **APÊNDICE 2 - ENTREVISTA - SR. AUGUSTO HOERBE<sup>4</sup>**

### **1) Qual a relação da AUC com a Barragem do Capané?**

A AUC nasceu a partir de uma demanda judicial, sua relação com a BC sempre foi no intuito de cooperação, com o objetivo de melhorar a relação entre os usuários e o IRGA e permitir uma boa irrigação, sendo o desejo de todos, pois queremos uma água de qualidade, bons serviços, preços justos (paga-se pela água). Do outro lado, o IRGA também busca bons pagadores, fornecer bons serviços, sendo o interesse geral a irrigação das lavouras de arroz. A relação tem altos e baixos, mas nos últimos anos sempre houve uma relação amigável entre o IRGA e a AUC, sendo que a AUC tem a função de reunir as demandas dos produtores, coordenar ações que visem defender os interesses da associação frente ao IRGA.

### **2) Como se dá essa troca de serviços entre o agricultor-usuário e a BC?**

Durante muitos anos e com muitos gerentes que passaram pela BC, essa troca de serviços sempre ocorreu, principalmente, por parte dos usuários, devido ao trâmite moroso (burocracia) por parte do Estado (fiscalização, legislação). Por exemplo, uma simples compra de um cano de cimento ou um defensivo químico para limpeza era muito demorado, mesmo com as licitações feitas meses antes, nunca se tinha uma previsão quando iriam chegar, com a chegada do inverno, é a época que necessitam as limpezas de canais, troca de bueiros. O IRGA solicitava tais materiais, mas existiam trâmites legais a serem seguidos (orçamentos, licitações, empenhos... até a liberação dos recursos) como qualquer outro órgão público. Dessa forma, muitas vezes o IRGA recorria aos produtores para conseguir esses materiais (canos, defensivos, etc.), sendo que quando viessem tais mercadorias da sede de Porto Alegre - RS, estes eram devolvidos. Uma forma informal de se ajudar IRGA/AUC porque a agricultura não pode esperar, um exemplo é o caso dos canais de irrigação, muitas vezes faltam 15, 20, 30 dias antes de se iniciar a irrigação e os canais estavam sujos, então tem de colocar o produto naquela hora, não tínhamos como esperar vir de Porto Alegre, quando chegava, os canais já estavam funcionando, cheios de água,

---

<sup>4</sup>Presidente da Associação dos Usuários do Capané (AUC), entrevista realizada em 09.02.23.

irrigação acontecendo. Ocorria então, essa é a palavra, uma antecipação de materiais a fim de nos autoajudarmos, isso beneficiava a todos (AUC e IRGA), havia outras necessidades também como sacos de cimento, areia. A gerência da BC não tem autonomia, por exemplo de ir numa loja da cidade comprar um saco de cimento, pegar uma Nota Fiscal e apresentar ao IRGA, isso tudo passa por licitação.

### **3) De quem é a responsabilidade das Outorgas das águas BC?**

Alguns anos não tínhamos, depois após uma negociação com os órgãos responsáveis conseguiu-se. Na prática, é o IRGA o detentor dessas Outorgas dos usos da água da BC, não são os usuários, estes conseguem a Outorga através do IRGA, caso tivéssemos um vertedouro teríamos uma Outorga definitiva, mas com a falta dessa obra, as outorgas são todas provisórias. A AUC sempre cobra o IRGA pela finalização dessa obra do vertedouro para que se consiga uma Outorga definitiva.

### **4) Quando e por que foi criada a Associação dos Usuários do Capané (AUC)?**

Em 1989, os produtores que utilizam as águas da BC entraram na justiça contra o preço do arrendamento das águas, pois o IRGA justificava ter de aumentar o valor do arrendamento para fazer frente a obras necessárias para a BC, entretanto, as incertezas quanto à realização de fato dessas obras, provocaram a entrada de vários usuários na justiça, pois as tais obras não saíam do papel, somente em 1991 essa demanda judicial foi encerrada com um acordo entre as partes, onde então os usuários concordaram em pagar 2,5 sc a mais por ha, e o IRGA se comprometeu em, até 5 anos, realizar a obra da construção do vertedouro, até hoje não se sabe porque não foi feita junto às demais obras quando da construção da BC, na década de 50, de lá pra cá sempre foi cobrada essa obra, passaram-se décadas e décadas, até esse acordo em 1991, onde a autarquia IRGA se comprometeu a construir essa obra. Após 4 anos do acordo, em 1995, a obra foi iniciada com um terraplanagem, naquele mesmo ano o IRGA deu por pronta a obra do vertedouro. Os usuários verificando que não se tratava de um obra definitiva, entraram novamente na justiça para que o acordo fosse cumprido, ou seja, fazer realmente o vertedouro dentro das especificações

técnicas. A Justiça deu ganho de causa aos usuários da BC, reconhecendo que o IRGA não havia construído até então o vertedouro. A partir dessa demanda judicial foi fundada a Associação dos Usuários do Capané (AUC). Atualmente existem acenos do Governo do Estado em relação à possibilidade de transferência da administração da BC para a AUC. Um exemplo que devemos seguir é o caso da Barragem do Duro do município de Camaquã - RS, anteriormente de posse do Governo Federal, o qual a transferiu à Associação dos Usuários do Arroio Duro (AUD) sendo um exemplo de gestão e organização dos usuários. Desde a fundação da AUC sempre se tentou assumir a gestão da BC, são quase 30 anos de conversas, mas até hoje não conseguimos essa transferência de gestão, sendo que até a data atual não conseguiram fazer as obras do vertedouro, e outras obras necessárias como uma reforma geral na BC. Esse ano 2023 estamos com a régua no limite dos 7m, pois a BC está com nível muito baixo.

#### **5) Na sua visão, a água da BC é bem aproveitada? Quais suas sugestões?**

Na minha opinião, como produtor, nos últimos 30 anos houve uma diminuição no consumo de água por parte da classe dos arroteiros, decorrentes de inovações e tecnologias introduzidas nas lavouras de arroz, uma delas, por exemplo, seria o implemento agrícola taipadeira de base larga, uma grande revolução para lavoura, proporcionando uma águação mais uniforme, taipas mais baixas, plantio sobre taipas gerando mais produtividade do cereal, também a difusão do nivelamento à laser na área de plantio veio a proporcionar uma uniformidade da lâmina d'água. O uso desses equipamentos fez com que as lavouras ganhassem um novo desempenho no que diz respeito ao manejo e consumo da água, racionalizando seu uso. Em relação à genética do arroz, também com o avanço da pesquisa, hoje temos variedades bem mais precoces e produtivas, cultivares do IRGA, Embrapa, entre outras. Em relação ao uso das águas da BC, na minha opinião, as águas são bem aproveitadas. Embora a BC tenha mais de 70 anos, e as sucessivas gestões do IRGA na BC, sempre foram feitas apenas manutenções pontuais. Hoje em dia, com imagens por satélites, drones, etc, poderiam fazer uso dessa tecnologia para melhorar em muito a parte dos canais de irrigação que necessitam melhorias urgentes, são mais de 90 km de canais, podendo ser melhor drenados, limpos, remodelados a fim de permitir

melhor irrigação e, conseqüentemente, economia de água.