

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS

SOBRE A VIABILIDADE ECONÔMICA DA IRRIGAÇÃO NO RIO GRANDE DO SUL

Bruno Collischonn¹; Walter Collischonn²

Abstract: A ocorrência de eventos de seca nos últimos verões no Rio Grande do Sul deflagrou um debate sobre a difusão supostamente baixa da irrigação na agricultura gaúcha, e na implementação de políticas públicas para sua maior adoção. No presente artigo, investigamos inicialmente o quão difundida é efetivamente a prática da irrigação no estado, para em seguida analisarmos os motivos que impedem uma adoção mais ampla, a partir de uma perspectiva econômica. Os resultados sugerem que a irrigação é menos viável no Rio Grande do Sul do que em outros estados brasileiros, se for levado em conta o incremento de renda que é capaz de proporcionar em relação à agricultura de sequeiro. Por ter uma distribuição de chuva normalmente regular ao longo do ano, o investimento em irrigação nem sempre se justifica. Estes resultados olham para os últimos 15 anos, havendo a possibilidade de que mudem a depender de como serão os próximos anos hidrológicos em função das mudanças climáticas.

Resumo: The occurrence of dry periods during recent summer periods in Rio Grande do Sul lead to a public debate about the low adoption of irrigation in the state's agriculture, as well as public policies intended to increase its use. In this paper, we initially investigate if irrigation is indeed so low, compared to other Brazilian states. Furthermore, we analyze why irrigation is not more widespread throughout the state, from an economic perspective. Our results suggest that irrigation is less viable in Rio Grande do Sul than in other similar states of Brazil, if the net increase of income is taken into account, compared to dryland agriculture. Given the non-seasonal rainfall regime in the region, investments in irrigation equipments can take a long time to payoff. These results consider the last 15 hydrological years, and therefore can differ if future climate change is taken into account.

Palavras-Chave – Irrigação, Rio Grande do sul, viabilidade econômica

CONTEXTO

A irrigação tem sido crescentemente vista como uma resposta necessária aos impactos da variabilidade climática sobre a agricultura gaúcha. Possivelmente, a intensificação deste movimento nos anos recentes se deva às estiagens de 2021/2022 e 2022/2023, entre as mais severas dos últimos anos, e que acarretou prejuízos expressivos à agricultura de sequeiro. No entanto, a ocorrência de verões com baixa precipitação é recorrente no estado, sendo que estudos apontam a sua correlação com o fenômeno La Niña (Berlato e Fontana, 2024).

Uma consulta não exaustiva a veículos de mídia nos últimos anos demonstra algumas das afirmações que são feitas a respeito do tema:

1) Especialista e Coordenador da ANA, bruno.collischonn@ana.gov.br

2) Professor titular do IPH-UFRGS, collischonn@iph.ufrgs.br

Tabela 1 – Manchetes de mídia relacionadas à irrigação no estado do Rio Grande do Sul

Manchete	Mídia	Data
“Irrigação deve ser tema permanente no RS”	Correio do Povo	09/03/2023
“Mesmo com o histórico de falta de chuva, irrigação não decola no Rio Grande do Sul”	Zero Hora	07/03/2025
“RS quer aumentar área irrigada em 100 mil hectares nos próximos 4 anos”	Canal Rural	29/02/2024
“Irrigação ainda está longe do ideal no RS”	Correio do Povo	04/03/2020
“Por conta da estiagem, irrigação será obrigatória para o agricultor”	Notícias Agrícolas	05/07/2010

De fato, a irrigação aumenta a produtividade de duas a três vezes, dependendo da cultura (ANA, 2021), e atua como um seguro, por prevenir perdas de investimento em sementes, defensivos e mão de obra. Além disso, vem sendo crescentemente apresentada como uma ferramenta para mitigação de mudanças climáticas, uma vez que permite o aumento de produtividade sem aumento de área, e portanto sem pressionar a abertura de novas áreas e o desmatamento. Esta última argumentação consta no Plano ABC+ do Ministério da Agricultura.

Este conjunto de notícias dá a entender que o estado irriga muito abaixo do seu potencial, e mais do que isso, que a irrigação é uma “fruta ao alcance da mão”, uma solução acessível, mas que vem sendo sistematicamente ignorada.

No presente trabalho, investiga-se as seguintes perguntas: o Rio Grande do Sul realmente irriga pouco? Por qual motivo essa tecnologia não é mais difundida no estado, uma vez que é tão benéfica? Estas análises são fundamentadas em dados, e são feitas comparativamente a outras unidades da federação, para que se tenha uma referência.

Com relação à segunda pergunta, a hipótese principal, que será testada mais à frente, é que a irrigação é pouco viável economicamente no estado, dada a sazonalidade do seu clima, em comparação a outros estados brasileiros. Esta explicação pode parecer paradoxal, dados os prejuízos econômicos evidentes das estiagens recentes. No entanto, o regime pluviométrico no RS é marcado pela distribuição relativamente homogênea de chuva ao longo do ano. Em anos médios, ocorrem chuvas relativamente satisfatórias durante o verão, garantindo safras de sequeiro com razoável produtividade. Do ponto de vista do produtor individual, isto significa que ele pode estar fazendo um investimento expressivo no momento presente, o qual ficará relativamente ocioso pelas próximas safras, se a precipitação for próxima a média, implicando em depreciação do equipamento. Em outras palavras, o incremento de renda proporcionado pela irrigação, em boa parte dos anos, pode não justificar o investimento realizado.

Esta realidade é distinta de outras regiões agrícolas brasileiras, como o cerrado, por exemplo, em que há uma estação seca bem definida, usualmente de maio até outubro, em que há a quase certeza da ausência de chuva, de forma que a agricultura só se viabiliza com irrigação neste período.

O RIO GRANDE DO SUL IRRIGA POUCO?

Note-se inicialmente que o estado Rio Grande do Sul tem uma tradição na agricultura irrigada, especificamente na cultura do arroz, da qual o estado é historicamente o maior produtor do país. Associado a isso, é o estado que tem o maior número de reservatórios artificiais no país, segundo a base de massas d’água da ANA. Este dado inicial contradiz uma afirmativa associada feita frequentemente no mesmo contexto, de que se reserva pouca água no RS.

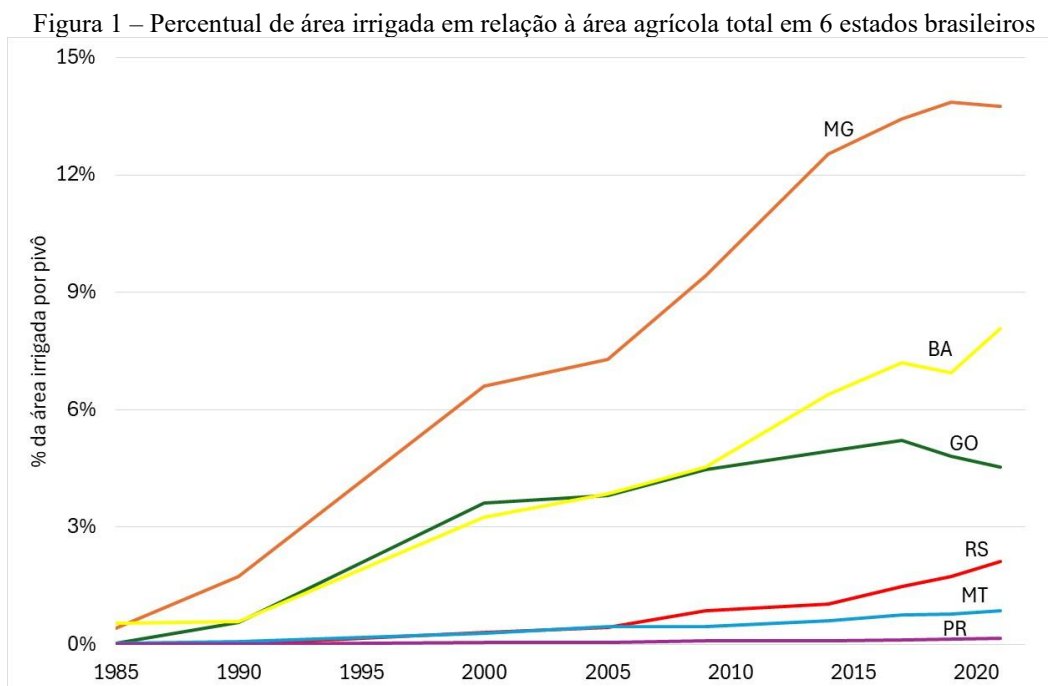
No entanto, a área irrigada de arroz encontra-se consolidada há várias décadas no estado, e a rizicultura não parece estar no foco dos programas governamentais de incentivo à irrigação. Para fins do presente trabalho, será dada ênfase à irrigação por outros métodos, sobretudo aspersão por pivô central, para cultivo de outros grãos relevantes para a agricultura gaúcha, como soja e milho.

Para avaliar o quão difundida é a tecnologia de irrigação no estado, foi calculado um indicador simples, correspondente à razão de área irrigada pela área cultivada (desconsiderando-se a área de arroz, tanto no numerador quanto no indicador). Para a área irrigada, foi utilizado o levantamento de pivôs centrais da ANA, que é feito desde 1985 a cada 5 anos com base em imagens de satélite. Ou seja, considerou-se que o pivô central representa a maior parte da irrigação no estado. Já a área total cultivada foi obtida dos levantamentos de safra anuais da CONAB.

Para o ano agrícola de 2021/2022, este indicador resultou em 2,1%, de forma que, se olhado isoladamente, pode-se concluir que o percentual de irrigação na área usada para agricultura no estado é baixo. No entanto, essa relação é pouco informativa, visto que existem diversos fatores que fazem um produtor rural optar pela agricultura de sequeiro: relevo, solos, disponibilidade hídrica, disponibilidade de energia elétrica, custos, existência de mão de obra, e assim por diante. Ou seja, a área agrícola total não é uma medida realista do potencial de irrigação regional. De fato, ANA (2021) sugerem que o percentual que pode ser atingido nacionalmente, considerando essas demais restrições, é da ordem de 20%.

Assim, entende-se que este indicador deva ser encarado não de maneira individual para o RS, e sim comparando-se seu valor com o obtido para outros estados com vocação agrícola no país, bem como olhando-se sua trajetória ao longo do tempo.

Assim, a relação foi calculada para vários anos desde 1985, e para alguns outros estados com PIB agrícola relevante e porte similar (PR, MT, GO, MG e BA). A série histórica deste indicador para estes estados é mostrada na figura abaixo:



Se for tomada a referência dos estados de Minas Gerais e Bahia, de fato o RS tem um percentual de irrigação bastante inferior. No entanto, essa comparação não é muito isonômica, visto que são estados que têm parte de seu território no semi-árido, em que a agricultura não é possível sem irrigação. Mesmo as regiões desses estados não contidas no semi-árido têm um regime pluviométrico marcado por uma estação seca bem definida, limitando a produção em sequeiro em boa parte do ano.

Talvez a comparação mais correta seja feita com o estado do Paraná, que também tem um setor agrícola forte e possui clima similar ao RS, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com eventos de estiagem em alguns anos. Nesta comparação, o RS está bem à frente, irrigando cerca de 10 vezes mais.

Mesmo o Mato Grosso, que é o maior produtor agrícola do Brasil e que possui um período seco relativamente bem definido, tem um percentual de irrigação bastante inferior ao do RS.

Nota-se também uma tendência de crescimento do percentual de irrigação no estado do Rio Grande do Sul, a uma taxa mais alta do que a maior parte dos demais estados analisados.

Em síntese, o percentual de irrigação no RS pode parecer baixo à primeira vista, mas vem apresentando crescimento consistente ao longo do tempo e tem um valor mais alto do que estados agrícolas similares como Mato Grosso e Paraná.

METODOLOGIA – PERGUNTA 2

Com relação à 2ª pergunta, será testada a hipótese explicativa mencionada acima, de que a irrigação é pouco difundida no RS por ser menos viável economicamente, novamente em comparação com outras regiões agrícolas.

Para isto, propõe-se um cálculo econômico do tempo de retorno do investimento (TRI) da irrigação em duas regiões produtoras: o Planalto Gaúcho (representado pelos pluviômetros de Passo Fundo, Cruz Alta, São Luiz Gonzaga e Santo Augusto do INMET) e do Planalto central (representado pelos pluviômetros de Unaí/MG, Cristalina/GO e Brasília/DF). Foram geradas séries de precipitação média diária de 2007 a 2025 para cada região, a partir da média aritmética dos pluviômetros que a compõem.

O roteiro metodológico é o seguinte:

- Arbitra-se um calendário agrícola para cada região, a ser seguido por um produtor hipotético, baseado nas culturas e calendários predominantes;
- Arbitra-se uma produtividade potencial para cada cultura (a produtividade que poderia ser atingida em condições ideais de umidade);
- a partir do balanço de evapotranspiração e precipitação, calcula-se o déficit hídrico acumulado em cada safra;
- A partir do déficit, calcula-se a produtividade real, a partir de Dorenbos e Kassam (1979);
- pela diferença entre a produtividade potencial e real em cada safra, calcula-se o benefício econômico que a irrigação teria proporcionado ao produtor, multiplicando-se a diferença pelo preço médio de venda da cultura;
- Simulando-se uma sequência de safras, acumula-se o benefício e verifica-se o número de safras necessário para cobrir o custo estimado de implantação do sistema de irrigação, em cada região.

A seguir, cada estas etapas são detalhada.

Calendários agrícolas e cálculo dos déficits

Ambas as regiões têm predomínio de cultivo de grãos. Partiu-se do pressuposto que o produtor hipotético pretende adotar um calendário relativamente intensivo para recuperar o investimento, arbitrando-se um manejo com 2,5 safras por ano (5 safras a cada dois anos). Foram levadas em conta também questões de manejo (vazios sanitários e rotação de culturas). Considerando o ano agrícola iniciando em outubro, tem-se os seguintes calendários:

Tabela 2. Calendários arbitrados para as culturas nas duas regiões avaliadas

Ano	Safr	Planalto Gaúcho		Planalto Central	
		Período	Cultura	Período	Cultura
1	1	1/nov a 8/fev	Soja	1/out a 8/jan	Soja
	2	1/mai a 27/8	Trigo	15/fev a 24/mai	Feijão
	3	10/set a 30/dez	Milho	1/jul a 20/out	Milho
2	4	15/jan a 23/abr	soja	15/nov a 22/fev	Soja
	5	1/jun a 27/set	Trigo	15/mar a 4/jul	Milho

A cada cultivo, foi arbitrada uma variação de coeficientes de cultivo (K_c) baseada em Allen et al. (1998). Procurou-se criar produtores hipotéticos com o perfil mais parecido possível entre as duas regiões, de forma a avaliar o efeito da irrigação isoladamente, mantidos todas as demais aspectos iguais. Naturalmente, pequenos ajustes foram necessários para que a estimativa seja realista, dado o predomínio e aptidão das culturas de inverno no RS (representadas pelo trigo) e a vocação do cerrado para o cultivo esporádico de feijão carioca (cultura pouco difundida no RS).

Para a evapotranspiração de referência foram adotados os vetores climáticos utilizados em ANA (2024) para Passo Fundo e Cristalina, mostrados abaixo:

Tabela 3 – Evapotranspiração de referência (mm/mês) adotada para o Planalto Gaúcho (PG) e Planalto Central (PC)

	PG	PC		PG	PC		PG	PC
Jan	112	132	Mai	46	88	Set	80	112
Fev	121	113	Jun	33	74	Out	110	121
Mar	116	115	Jul	39	89	Nov	145	116
Abr	115	100	Ago	60	110	Dez	177	115

Para ambas as regiões, o cálculo dos déficits considerou que o solo tem uma capacidade de armazenamento de 80mm, e que o produtor decide irrigar quando o solo atinge 50% da capacidade de campo. Em cada região, foi feita a simulação do balanço hídrico em intervalo diário, no período de outubro de 2007 a fevereiro de 2025, em um total de 44 safras, acumulando-se o déficit hídrico em cada safra. De maneira mais formal, tem-se:

$$S_{t+1} = S_t + P_t - ETc_t + I_t - L_t \quad (1)$$

Onde S_t são os armazenamentos de água no solo em cada intervalo de tempo, P é a precipitação diária, ETc é a evapotranspiração da cultura, L são as perdas por escoamento superficial e percolação profunda, e I é o aporte artificial por irrigação.

A perda L_t é nula sempre que o armazenamento S_t for inferior à capacidade de campo (120mm), do contrário, tem um valor tal que o solo volte a ter capacidade de campo no intervalo seguinte. O aporte I_t é nulo sempre que o armazenamento for superior a 50% da capacidade de campo, e caso

contrário, tem um valor tal que o solo volte a ter pelo menos esse armazenamento mínimo no intervalo seguinte. O déficit por safra é o somatório de I_t ao longo de todos intervalos de tempo de uma safra.

Benefício econômico

A partir do déficit hídrico em cada safra, estimou-se a produtividade real da safra de sequeiro, a partir da formulação de Dorenboos e Kassam (1979):

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = k_y \cdot \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right) \quad (2)$$

Ou, reescrevendo:

$$Y_a = Y_m \left(1 - k_y \cdot \left(1 - \frac{ET_a}{ET_m}\right)\right) \quad (3)$$

onde Y_a é a produtividade real da cultura, dado o déficit verificado, Y_m é a produtividade potencial, ET_a e ET_m são a evapotranspiração real e potencial, respectivamente, e k_y é um coeficiente de sensibilidade da cultura ao déficit.

A evapotranspiração real ET_a foi calculada subtraindo-se o déficit calculado na etapa anterior da evapotranspiração potencial, no acumulado para cada safra.

Foram arbitrados os seguintes valores de Y_m e K_y , bem como de preço das culturas:

Tabela 4 – Coeficiente de sensibilidade, produtividade máxima e preço de venda considerado para as culturas

Cultura	K_y	Y_m (kg/ha)	Preço (R\$/saca)
Soja	0,85	4.800	R\$ 123,66
Trigo	1,05	3.500	R\$ 68,88
Milho	1,25	8.400	R\$ 63,14
Feijão	1,15	3.000	R\$ 350,00

O coeficiente de sensibilidade foi obtido de Dorenbos e Kassam (1979), as produtividades máximas foram baseadas nos levantamentos da CONAB, com adaptações a partir de consultas a produtores rurais do estado de Goiás. Já o preço das culturas corresponde à média de julho de 2024 a junho de 2024². Pela diferença da produtividade máxima (irrigada) e produtividade real de cada safra, e a partir do preço da cultura, tem-se o benefício bruto que a irrigação proporciona.

O benefício líquido foi calculado descontando-se dois custos adicionais atribuídos à irrigação. O primeiro é o custo de depreciação do equipamento, para o que se considerou uma depreciação de 4% ao ano em relação ao custo de implantação, estimado em R\$ 30 mil reais por hectare, o que representa uma vida útil de 25 anos para o equipamento. O segundo é o custo de bombeamento, para o que se considerou uma altura manométrica bruta (incluindo perssão de serviço e perdas no conjunto motobomba) de 90 metros de coluna de água (mca), uma eficiência de aplicação de 85%, bem como um custo de R\$ 0,40/kWh (média entre tarifa reduzida e normal para irrigação).

No caso do feijão e do milho de 3ª safra no Planalto Central, foram feitas algumas adaptações, por considerar-se inverossímil que um produtor faria uma safra de sequeiro nos calendários propostos, concentrados no período mais seco do ano. Nestes casos, a renda líquida foi calculada descontando-se o custo de produção de R\$ 11 mil reais por hectare (feijão) e R\$ 4.100 por hectare (milho). Estes custos não foram considerados no cálculo das demais safras por considerar-se que seriam incorridos

² Conforme o site Agrolink (<https://www.agrolink.com.br/>) - consulta em 12/06/2025

pelo produtor, independentemente de ter ou não equipamento de irrigação. Tampouco foi considerado que teria havido alguma renda no sequeiro.

Por outro lado, foi considerado para o feijão um preço de R\$ 350/saca, correspondente à faixa de valores mais altos pagos nos anos recentes, ao invés do preço médio. Isto porque o feijão é uma cultura com maior variação de preço (por não ter mercado externo) e em muitos momentos pode ser deficitária, devido ao alto custo de produção. Neste caso, considerou-se, portanto, que o produtor só faria esse cultivo se o preço fosse atraente.

O benefício líquido foi acumulado sequencialmente ao longo das safras, verificando-se o número de safras necessárias para pagar o investimento necessário, estimado em R\$ 30 mil reais por hectare, e comparando-se este Tempo de Retorno do Investimento (TRI) para as duas regiões produtoras. Cabe salientar que não foi considerado nenhuma taxa de desconto (juros) para descontar os benefícios ao longo do tempo.

RESULTADOS

A implementação da sequência de cálculo permite a estimativa da quebra de produtividade e do benefício da irrigação em cada uma das 44 safras. Como síntese, a tabela abaixo mostra a quebra média de produtividade das safras no Planalto Gaúcho, e o correspondente benefício econômico médio.

Tabela 5 – síntese dos resultados para o Planalto Gaúcho ao longo de 44 safras (2007 a 2025)

Cultura	Quebra média	Benefício médio (R\$/ha)
soja	23%	R\$ 1.661,82
milho	47%	R\$ 3.423,48
trigo	0%	-R\$ 471,34

Como pode ser visto, a irrigação teria evitado quebras médias de 23% na soja e 47% no milho. O impacto é maior no milho sobretudo devido à maior sensibilidade deste aos déficits, expresso no coeficiente K_y , e em seu coeficiente de cultivo mais alto. Possivelmente tenha a ver também com a ocorrência mais frequente de déficits no período arbitrado de cultivo (de setembro a dezembro, com enchimento do grão – maior k_c - em dezembro).

Já para o trigo, observa-se que houve um benefício negativo, pois a irrigação nesta cultura quase nunca teria sido necessária ao longo do período de simulação. Como a cada safra é considerada uma depreciação do equipamento, os benefícios das poucas safras em que houve necessidade de irrigação não superam esse custo.

Acumulando-se os benefícios, teriam sido necessárias mais de 32 safras para pagar o investimento no planalto gaúcho, cerca de 13 anos.

Já para o planalto central, a tabela abaixo mostra a síntese das 44 safras.

Tabela 6 - síntese dos resultados para o Planalto Central ao longo de 44 safras (2007 a 2025)

Cultura	Quebra média	Benefício médio (R\$/ha)
Soja	14%	R\$ 1.041,16
Milho 2ª safra	35%	R\$ 2.656,00
Milho 3ª safra		R\$ 4.422,45
Feijão		R\$ 4.962,64

Observa-se que a soja é pouco beneficiada pela irrigação no planalto central, pois é cultivada no período chuvoso. As perdas médias no sequeiro são inferiores às verificadas no RS. Entretanto, no caso das duas outras culturas, há um benefício bastante evidente. O milho de segunda safra, embora em muitos casos tenha bom rendimento mesmo no sequeiro, tem incrementos expressivos com a irrigação no fim da safra, que coincide com o início da estação seca no cerrado. Para o milho de 3ª safra e feijão, não há estimativa de quebra, pois não se considerou a possibilidade de cultivo em sequeiro. Note-se que neste caso o benefício é líquido, ou seja, desconta o custo de produção.

Nestas condições, o investimento no sistema de irrigação se pagaria após 12-13 safras, ou cerca de 5 anos. Ou seja, o investimento paga-se em um tempo mais curto do que no RS, o que explica a menor adesão à tecnologia naquele estado, confirmando a hipótese inicialmente postulada.

Foi feita uma simulação adicional, para verificar a sensibilidade do período analisado. Nesta, iniciou-se a simulação do Planalto Gaúcho na safra 2019/2020, que foi a primeira de um período de quebras mais frequentes nos últimos anos. Nesta situação, o TRI reduz para cerca de 20-21 safras, ou cerca de 8-9 anos. Embora seja um retorno mais rápido do investimento, ainda assim é inferior ao da região usada para comparação.

CONCLUSÕES

O presente trabalho procurou explorar, de um ponto de vista econômico e comparativo, a suposta baixa difusão da irrigação na agricultura do Rio Grande do Sul, situação que vem sendo endereçada por políticas públicas e também por meios de comunicação

Uma análise comparativa dos percentuais de área irrigada em relação à área agrícola colocam esta constatação em perspectiva. Embora baixo à primeira vista, o percentual de cerca de 2% é expressivamente maior do que em outros estados de mesmo perfil, como o Paraná. Além disso, esse percentual tem crescido a uma taxa maior do que em outros estados nos anos recentes.

Num segundo momento, foi feita uma estimativa do Tempo de Retorno do Investimento (TRI) em um sistema de irrigação no Planalto Gaúcho, comparativamente ao investimento em um sistema similar em outra região produtora do país, o Planalto Central. O investimento em irrigação no Planalto Gaúcho leva um tempo duas vezes e meia maior para se pagar do que no Planalto Central, o que é uma possível explicação para a menor adesão à irrigação no RS.

Embora nas duas regiões chova um acumulado anual semelhante (em torno de 1500 mm por ano), a ausência de uma sazonalidade climática bem definida no RS faz com que o investimento em irrigação não seja tão autoevidente como pode parecer à primeira vista.

Esta conclusão remete a questões adicionais: o TRI 13 anos é razoável? Caso não seja, como é possível que haja irrigação no RS como um todo? Naturalmente, a avaliação sobre a viabilidade e a tomada de decisão sobre o investimento cabe ao produtor individual, mas via de regra, um TRI de 13 anos é considerado pouco atraente, em especial levando em conta que não foram consideradas taxas de desconto nos benefícios futuros. Por outro lado, é importante ressaltar que todas as análises levaram em conta parâmetros médios (de produtividades, custos, solos etc). Certamente há produtores mais tecnificados, que estão acima dessa média, para os quais o retorno do investimento em irrigação tende a ser mais rápido. Estes provavelmente são os produtores que já adotam a irrigação atualmente.

E da mesma forma que existem produtores acima da média, existem produtores abaixo da média no RS, com menos acesso a tecnificação, situados em solos mais marginais, mais inclinados, com maior distância a cursos d'água, e assim por diante. Para estes, o TRI provavelmente será ainda mais alto, e provavelmente a irrigação seja efetivamente inviável. Neste sentido, o presente trabalho sugere

que a adoção de políticas públicas de fomento à irrigação seja dimensionada de forma cautelosa, para evitar a utilização de recursos públicos em projetos pouco viáveis, e mais do que isso, evitando sujeitar o produtor rural a dívidas com baixa perspectiva de quitação. Idealmente, a concessão de crédito para irrigação deveria estar condicionada a algum cálculo de benefício econômico comparativo entre irrigação e sequeiro, e à estimativa de tempos de retorno do investimento, similarmente ao que foi feito aqui.

Nesse âmbito, é de se notar ainda que a disponibilidade de equipamento de irrigação tende a encorajar o produtor a investimentos maiores em sementes, preparo do solo, etc, o que faz com que as produtividades de sequeiro e irrigadas não se diferenciem somente pela presença de irrigação, como feito aqui por simplificação. Por outro lado, este fator também implica em diferenças nos custos de produção, o que também foi desconsiderado nas safras do RS.

Uma limitação adicional do presente trabalho é que ele olhou para os 17 anos passados, com vistas à estimativa de TRIs futuras. No entanto, o estado do RS parece estar particularmente vulnerável às mudanças climáticas, com prognósticos de intensificação dos eventos extremos (cheias e secas mais intensas) (Paiva et al, 2025). Naturalmente, se esse cenário se confirmar, as conclusões aqui tiradas sobre o benefício da irrigação se alteram, possivelmente com a diminuição das TRIs de irrigação no estado. Um primeiro indicativo disso foi obtido por meio da simulação iniciando-se pelo período mais recente, em que houve quebras de safra mais frequentes no RS. Em todo caso, esta é uma sugestão para uma eventual extensão do presente trabalho

REFERÊNCIAS

- ALLEN, R.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. (1998) *Crop evapotranspiration – Guidelines for computing water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, FAO, Roma,
- ANA (2021). *Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. Brasília, 2ª edição, 126p.
- ANA (2024). *Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil*. Brasília, 2ª edição, 109p.
- BERLATO, M; FONTANA, D; CUNHA, G. (2024). *El Niño Oscilação Sul – Clima, Vegetação e Agricultura*. EMBRAPA Trigo, XXX P.
- DORENBOS, J. & KASSAM, A. (1979). *Yield response to water*. FAO Irrigation and Drainage Paper 33. FAO, Roma, 193p.
- PAIVA, R.; COLLISCHONN, W.; MIRANDA, P.; FAN, F.; RUHOFF, A. (2025). *Adaptação e resiliência a cheias no Rio Grande do Sul no contexto da variabilidade e mudança climática*. Em: RS: Resiliência & Sustentabilidade – Reflexões para a reconstrução do Rio Grande do Sul. Editora Libretos, Porto Alegre.