

USO EFICIENTE DE ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA

**Bases para elaboração de
estratégias e programas**

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

*Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
Ministério do Desenvolvimento Regional*

Ministério do Meio Ambiente

USO EFICIENTE DE ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA

**Bases para elaboração
de estratégias e programas**

*Lineu Neiva Rodrigues
Maria Emília Borges Alves
José Luiz Gomes Zoby
Frederico Cintra Belém
Claudio Ritti Itaborahy
Vagney Aparecido Augusto*

Embrapa
Brasília, DF
2022

Exemplar desta publicação disponível gratuitamente em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br>

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília / Fortaleza
Caixa Postal 08223
CEP 73310-970, Planaltina, DF
Fone: (61) 3388-9898
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Setor Policial, Área 5, Quadra 3,
Blocos B, L, M e T, s/n
CEP 70610-200, Brasília, DF
Fone: (61) 2109-5400

Ministério do Meio Ambiente

Esplanada dos Ministérios,
Bloco B, 5º andar, sala 507
CEP 70068-900, Brasília, DF
Fone: (61) 2028-1166

Responsáveis pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Cerrados
Agência Nacional de Águas
e Saneamento Básico

Comitê Local de Publicações

Presidente
Lineu Neiva Rodrigues

Secretário-executivo
Gustavo José Braga

Secretária
Alessandra S. Gelape Faleiro

Membros
Alessandra Silva Gelape Faleiro
Alexandre Specht
Edson Eyji Sano
Fábio Gelape Faleiro
Gustavo José Braga
Jussara Flores de Oliveira Arbues
Kleberson Worsley Souza
Maria Madalena Rinaldi
Shirley da Luz Soares Araújo

Supervisão editorial e revisão de texto
Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica
Shirley da Luz Soares Araújo
(CRB-1/1948)

Projeto gráfico e diagramação
Leila Sandra Gomes Alencar

Capa e tratamento das ilustrações
Wellington Cavalcanti

Foto da capa
Marcus Vinicius Viana Schmidt

1ª edição
Publicação digital (2022): PDF

Todos os direitos reservados

A reprodução desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

U86 Uso eficiente da água na agricultura irrigada : bases para elaboração de estratégias e programas / Lineu Neiva Rodrigues... [et al.]. – Brasília, DF : Embrapa, 2022.

PDF (105 p.) : color.

ISBN 978-65-89957-29-4

1. Recurso hídrico. 2. Irrigação. 3. Eficiência. I. Rodrigues, Lineu Neiva. II. Embrapa Cerrados

CDD (21 ed.) 333.91

Shirley da Luz Soares Araújo (CRB-1/1948)

© Embrapa 2022

Autores

Lineu Neiva Rodrigues

Engenheiro Agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

Maria Emília Borges Alves

Engenheira Agrícola, doutora em Meteorologia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF

José Luiz Gomes Zoby

Geólogo, doutor em Ciências, especialista em Recursos Hídricos e Saneamento Básico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília, DF

Frederico Cintra Belém

Engenheiro-agrônomo, especialista em Irrigação e Gestão de Recursos Hídricos, coordenador-geral de Irrigação e Drenagem do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF

Claudio Ritti Itaborahy

Engenheiro Agrícola, doutor em Engenharia Agrícola, especialista em Regulação de Recursos Hídricos e Saneamento Básico da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, Brasília, DF

Vagney Aparecido Augusto

Geólogo, mestre em Geologia e Recursos Minerais, consultor

Agradecimentos

Esta publicação foi possível em função do Acordo de Cooperação Técnica Interministerial (ACT 002/2014), firmado entre a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) e ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), que foi desenvolvido com foco na gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no meio rural.

Às instituições integrantes do ACT e à contribuição de todos os envolvidos nas discussões técnicas no âmbito do workshop realizado entre os dias 3 e 4 de outubro de 2018 na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico: Adriano Lenin Carvalho, Afrânio Migliari, Alba Evangelista Ramos, Alécio Maróstica, Alexandre Louis de Almeida D'Avignon, Almiro Bridi, Ana Maria Soares Valentini, Antônio Alfredo Teixeira Mendes, Antonio Dantas Costa Junior, Bruno Vicente Marques, Carla Veiga Fernandes Lima, Claudio Tomazela, Delvio Sandri, Cláudio Santos, Devanir Garcia dos Santos, Elmar Wagner, Élvis da Silva Alves, Flávio Damasceno Aragão, Glauciana Pereira de Araújo, Guilherme Oliveira, Gustavo dos Santos Goretti, Harisson Belico, Helinton Rocha, Henoque Ribeiro da Silva, Hermínio Suguino, Icléa Almeida de Queirós Silva, Ivo Mello, João Viegas, Jordana Gabriel Sara, Jorge Antoni, Jorge Luis de Souza, José Cisino Lopes, Jose Silvério da Silva, Kleber da Silva Bandeira, Marcus Vinícius Schmidt, Nair Emi Iwakiri, Nilson Massami Taira, Rafael

José da Silva, Raquel Rubstem Sado, Regina Célia de Matos Pires, Renata C. R. Domingues, Renato Caetano, Renato Simões Barroso Jr., Ricardo Barros Vieira, Roberto Salzano Júnior, Rodrigo Ribeiro Vieira, Sílvio Carlos Ribeiro Vieira Lima, Vinicius Melo, Wagner Martins Villela.

Aos envolvidos nas atividades do grupo de trabalho interministerial, pelo empenho e dedicação, sem os quais não seria possível a conclusão deste livro: Antônio Calazans Reis Miranda, Antônio Carvalho Feitosa, Demetrios Christofidis, Humberto Cardoso Gonçalves, José Carlos de Queiroz, Marcos Brandão Braga e Valdir Jusviak.

Apresentação

O Brasil se destaca como produtor e exportador de várias commodities agrícolas. Com cerca de 7,3% das exportações agrícolas mundiais, o País é um dos maiores produtores mundiais de alimento e terá papel cada vez mais preponderante na ajuda à superação do desafio mundial de atender à crescente demanda por alimentos.

O incremento de produção de alimentos, necessário para suprir o aumento de demanda dadas às questões ambientais e de limitações de área e de recursos naturais, terá de vir, na maioria, da intensificação da agricultura e do aprimoramento das tecnologias, principalmente da irrigação, principal usuária de recursos hídricos.

Em várias regiões do Brasil, em especial nas bacias consideradas críticas em disponibilidade hídrica, há um crescente aumento da competição pelo uso de recursos hídricos, o que pode acarretar conflitos pelo uso de água. Uma das formas mais factíveis de se minimizar esses conflitos é reduzindo a quantidade de água retirada dos mananciais, estabelecendo estratégia para aumentar a eficiência dos diversos usos, principalmente da irrigação, o que pode ser conseguido por meio de um planejamento integrado da bacia hidrográfica.

Em eficiência de uso de água na agricultura, embora a situação no Brasil seja um pouco melhor que a de muitos países, ainda há muito a melhorar. O Estado,

suas instituições e seus agentes têm papel fundamental como indutores na promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada e na viabilização de uma produção sustentável.

Foi com este entendimento que a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), o Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Ministério da Integração Nacional (MI) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) realizaram discussões visando constituir um grupo de trabalho com as finalidades de estimular a constituição e o fortalecimento de fóruns e de redes vinculados ao tema com a sociedade civil; propor mecanismos para viabilizar e estimular a formação dos quadros dos órgãos envolvidos; e, propor estratégias de articulação de programas, projetos e atividades desenvolvidos no âmbito desses órgãos.

Com base nessas discussões, foi estabelecido o Acordo de Cooperação Técnica de Promoção da Gestão Integrada e no Uso Sustentável dos Recursos Hídricos no Meio Rural – ACT nº 002/2014. O ACT foi firmado entre a ANA, o Mapa, o MMA e o MI, conforme Portaria Interministerial nº 116, de 20 de junho de 2014, e foi vigente até 31 de dezembro de 2020, tendo como objetivo a colaboração na gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no meio rural.

Para consecução desse objetivo, foram constituídos seis grupos de trabalho cujos resultados do Grupo de Trabalho 2 (GT2): Programas Conjuntos de Incentivo ao Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada são apresentados neste livro.

Sebastião Pedro da Silva Neto
Chefe-Geral da Embrapa Cerrados

Sumário

Introdução	11
Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada	15
Contextualização	15
Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada: temas estratégicos.....	24
Pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico.....	25
Equipamentos de irrigação.....	28
Capacitação	32
Certificação	38
Instrumentos da política nacional de recursos hídricos.....	53
Incentivos financeiros governamentais	58
Casos de Sucesso em Melhorias de Uso da Água na Agricultura Irrigada.....	68
Projeto de Modernização do Distrito de Irrigação Pabellón, México.....	69
Projeto Perímetro de Irrigação Arroio Duro, Rio Grande do Sul.....	71
Projeto de Conversão do Sistema de Irrigação do Perímetro Mandacaru, Bahia.....	72

Bases para Elaboração de Estratégias e Programas de Uso Eficiente de Água na Agricultura Irrigada.....	75
Definição de objetivos.....	76
Definição de metas.....	77
Condicionantes estratégicas e estruturais dos programas.....	79
Proposta de estruturação geral dos programas.....	80
Definição e priorização das ações e medidas	94
Ações e medidas a serem consideradas.....	95
Aspectos gerais.....	96
Ações e medidas.....	96
Recomendações e Conclusões	99
Referências	103

Introdução

A agricultura irrigada é modalidade especial da produção de culturas agrícolas, espécies florestais e pastagens, tendo como diferencial que a água é aplicada artificialmente (irrigação) para atender, total ou parcialmente, à demanda hídrica das plantas. Em 2017, no mundo, aproximadamente 272,2 milhões de hectares (Mha) foram cultivados efetivamente com uso da irrigação, representando aproximadamente 20% do total das terras cultivadas e contribuindo com aproximadamente 40% do total de alimentos produzidos (Aquast..., 2017).

No Brasil, em 2017, a área equipada para irrigação era diversificada e tinha aproximadamente 6,95 Mha (Atlas irrigação..., 2017), deixando o País entre os dez maiores do mundo, nesse aspecto. Os países líderes que irrigaram efetivamente, em 2017, foram a Índia (66 Mha) e a China (58,5 Mha), seguidos dos Estados Unidos (22,4 Mha); do Paquistão (18,2 Mha); e do México (6,8 Mha) (Aquast..., 2017). Em 2019, as estimativas atualizadas para o Brasil indicavam que o País tinha aproximadamente 8,2 Mha de áreas equipadas para irrigação, representado em torno de 7%–9% da produção física da agricultura nacional (Atlas irrigação..., 2021).

A importância e os benefícios econômicos da agricultura irrigada para a produção agrícola, em especial a de alimentos, são inegáveis no Brasil e no mundo. Vários benefícios podem ser citados, com destaque o aumento da produtividade, a redução de custos, o

abrandamento de riscos climáticos/meteorológicos e a otimização no uso de insumos.

Estudos do MI revelam que a área irrigada no Brasil tem potencial para chegar a 75 Mha (Brasil, 2014). Visando identificar as áreas prioritárias para essa expansão, em 2017, a Organização para a Alimentação e Agricultura (FAO) publicou estudo complementar (Agricultura irrigada..., 2018) que estima que o Brasil tinha disponíveis 12,3 Mha em áreas com aptidão e sem restrições técnicas, ambientais, legais ou de infraestrutura para implantação de projetos de irrigação. Entre 2019 e 2020, trabalho realizado pela ANA identificou 13,7 Mha de área potencial efetiva irrigável em território nacional. Essas áreas adicionais se concentram nas regiões Centro-Oeste (45%), Sul (31%) e Sudeste (19%) (Atlas irrigação..., 2021).

Não obstante, os muitos benefícios que o crescimento da agricultura irrigada pode trazer para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, não pode ser desprezado, pelos gestores públicos, que isso resultará no aumento da demanda por água em breve, podendo gerar conflitos em bacias hidrográficas, que hoje apresentam situação confortável, na relação entre a demanda e a oferta de recursos hídricos.

Assim, em face ao cenário de crescimento da agricultura irrigada, em ambientes com tendências à competição pelo uso da água, com maiores possibilidades de conflitos entre irrigantes e destes com outros setores usuários, fica evidente que, para manter-se sustentável em termos econômicos e ambientais, o uso do recurso hídrico precisa ser eficiente.

Em outras palavras, se a agricultura de uma forma geral está cada vez mais pressionada a aumentar a eficiência de uso de seus insumos, a agricultura irrigada terá ainda o desafio de melhorar a eficiência de uso de dois insumos estratégicos para a sociedade: água e energia (Rodrigues et al., 2017).

A forma mais usual de mensurar a eficiência de uso da água na agricultura irrigada consiste em observar a razão entre a quantidade de água

efetivamente utilizada pela cultura e a quantidade retirada da fonte hídrica. Apesar de sua aparente simplicidade, a eficiência de irrigação, como cálculo empírico, prática de gestão, medida de sustentabilidade e objetivo de política está longe de ser simples (Lankford et al., 2020). No âmbito mundial, a eficiência de uso de água calculada dessa forma ainda é baixa (37%) estando, no Brasil, próxima a 60% (Coelho et al., 2005).

Em termos da eficiência de uso de água na agricultura irrigada, embora a situação no Brasil seja um pouco melhor que a de muitos países, há muito ainda para melhorar, pois nossa considerável área irrigada demanda grandes volumes de água e cada ponto percentual de incremento nessa eficiência traz economia significativa em volumes economizados.

Nesse cenário, o Estado, suas instituições e seus agentes têm papel fundamental como indutores na promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada e na viabilização de uma produção sustentável. Ou seja, a adoção de novas métricas, novos conceitos e soluções de gestão que fomentem a adoção de boas práticas para o setor de agricultura irrigada podem e devem ser guiadas por ações governamentais. Para isso, é primordial o estabelecimento de diretrizes para orientar o planejamento para tomadas de decisões adequadas.

Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada

Contextualização

Visando harmonizar o entendimento sobre o que é “uso eficiente da água” na agricultura irrigada e apresentar diferentes enfoques dados à questão pela área acadêmica e de pesquisa, segue neste capítulo uma explanação sucinta de alguns conceitos encontrados na literatura e suas implicações.

No Brasil, o amparo legal no âmbito federal sobre a utilização racional dos recursos hídricos e sua aplicação para irrigação está tratado na Lei das Águas (Brasil, 1997) e na Lei da Irrigação (Brasil, 2013). Em ambos os casos, observa-se o uso exclusivo do termo “uso racional dos recursos hídricos” em vez do termo “uso eficiente dos recursos hídricos”. Em diversos fóruns de discussões o termo “uso racional” se confunde como sinônimo de “uso eficiente”, mas são conceitualmente distintos.

O termo “racional” é um termo genérico aplicado em diversas situações e que indica que “é relativo à razão, que usa a razão; que raciocina; que revela lógica e bom senso, relativo à racionalidade”. Na interpretação da legislação citada, o termo “uso racional dos recursos hídricos” se aplica com ampla abrangência, seguindo o princípio do uso apropriado e proporcional às necessidades. Assim, em um contexto mais amplo, pode-se

considerar que o uso do termo “racional” possa levar ao entendimento equivocado de que a água está sendo utilizada com racionalidade, ou seja, que se está fazendo um uso técnico adequado e eficiente da água.

Porém, racionalidade é a qualidade ou estado de ser sensato, com base em fatos ou razões. Isso implicaria a necessidade de estar conforme as crenças de cada pessoa e com suas próprias razões para agir. Portanto, cada indivíduo pode considerar uso racional da água de forma diferente, baseado em fatos e em suas crenças, seus conhecimentos e suas experiências. Assim, diante do fato de que o termo racional é subjetivo, neste trabalho, optou-se pela não utilização do termo “uso racional”, empregando exclusivamente o termo “uso eficiente” da água, que, além de ser objetivo, relaciona a quantidade água derivada de um curso d’água com a quantidade efetivamente utilizada.

O termo “eficiência”, por vezes, também pode ser confundido com o termo “eficácia”. Nesse caso, a distinção é mais simples, em que a eficiência representa o ato de “fazer certo as coisas” com foco no modo de fazer, enquanto eficácia consiste em “fazer as coisas certas” com foco no que fazer. Portanto, ao longo do texto, será usado o termo uso eficiente dando foco especial no modo que se faz o uso da água, considerando as práticas e técnicas usadas na agricultura irrigada.

Todavia, é importante registrar que existem na literatura muitas formas de definição do que é uso eficiente da água e conseqüentemente várias métricas para quantificá-la. Nesse sentido, deve-se adiantar que, nesta obra, priorizou-se mostrar que qualquer estratégia voltada para uso eficiente da água na agricultura irrigada deve ter seus objetivos definidos e em que nível de atuação se busca melhorar o uso eficiente da água. Isso seguramente será um fator norteador na definição de quais métricas serão necessárias para o alcance dos resultados.

Na prática, não existe um indicador universal que represente a eficiência em todos os seus pontos e escalas de análises. Segundo Heermann e Solomon (2007), a eficiência pode ser medida de várias formas e

um critério utilizado em uma situação específica pode não ser adequado para outra. Esses autores comentam ainda que o sistema de mais alta eficiência pode não atender de forma adequada aos critérios ambientais e econômicos. Por exemplo, uma irrigação deficiente pode ser altamente eficiente no curto prazo, mas pode levar a problemas de salinização dos solos no longo prazo.

Giordano et al. (2017) argumentam sobre a importância de considerar a “produtividade de uso da água”, que remete à capacidade de produção agrícola por volume de água utilizada. Sendo a agricultura um dos principais usuários de recursos hídricos em todo o mundo, há necessidade de identificar formas de obter ganhos de eficiência e economizar água e, uma dessas formas, é aumentar a produtividade de uso da água. Esta concepção é mundialmente conhecida na forma da expressão em inglês *more crop per drop* (mais produção por gota) sendo adotada pela maioria das agências governamentais, dos organismos internacionais, por exemplo, na Food Agriculture and Organization of the United Nations (FAO), e das instituições de pesquisa que visam gerir eficientemente a água no setor agrícola.

Vários pesquisadores em diferentes áreas do conhecimento (agronomia, fisiologia vegetal e engenharia de irrigação) vêm trabalhando há muitas décadas no desenvolvendo de abordagens para avaliar o uso da água na agricultura. Giordano et al. (2017) consolidaram e apresentaram quatro abordagens para tratar o uso eficiente da água na agricultura irrigada:

Eficiência clássica de irrigação: o termo refere-se à proporção de água utilizada pelas culturas em relação à água aplicada ou, em alguns casos, em relação à água retirada de uma fonte. O numerador, às vezes, considera a precipitação efetiva, deduzindo-a da água utilizada. Para avaliar as perdas no transporte e na aplicação da água de irrigação, são usados os termos *eficiência na condução* (relação da água recebida na propriedade,

no "portão da fazenda", em relação à água retirada do reservatório de água para irrigar) e a *eficiência de aplicação* (relação da água armazenada na zona radicular das culturas e efetivamente utilizada pelas culturas em relação à água entregue no "portão da fazenda") respectivamente.

Eficiência no uso da água: o termo refere-se à proporção de biomassa¹ vegetal (produção de biomassa) em relação à água utilizada (ou, em alguns casos, transpirada). No campo da agronomia e fisiologia vegetal, é tipicamente expresso em quilogramas de biomassa por metro cúbico de água (kg/m^3).

Eficiência efetiva de irrigação: o termo é definido com a relação entre a água utilizada pelo sistema de irrigação, menos a precipitação efetiva, em relação ao uso efetivo. O uso efetivo da água, nesse caso, é a diferença entre a entrada de água em um sistema de irrigação e a vazão de saída da água (com ambos os fluxos descontados os requisitos de lixiviação para manter a salinidade do solo em um nível aceitável). O termo foi desenvolvido para resolver algumas das limitações da fórmula clássica de eficiência da irrigação citada anteriormente, tendo em conta a quantidade de água fornecida, que em parte é devolvida ao sistema fonte.

Produtividade de uso da água: o termo refere-se à proporção de produção física da cultura (biomassa, grãos, etc.), expressa em peso ou, em alguns casos, em valor econômico da produção (em valor monetário bruto ou líquido do produto) sempre em relação à quantidade de água utilizada. É, portanto, expresso em quilogramas por metro cúbico (kg/m^3) ou, no caso do Brasil, reais por metro cúbico ($\text{R}\$/\text{m}^3$). A seleção do numerador e do denominador depende da escala e do foco da análise.

Observa-se que diferentes áreas do conhecimento e disciplinas geralmente entendem os termos "eficiência" e "produtividade" de maneiras diferentes, bem como tendem a se concentrar em diferentes medidas de

¹ Biomassa: a matéria viva da planta como um todo, raiz, caule, folhas e flores e frutos.

água. Por exemplo, a clássica noção de eficiência de irrigação, desenvolvida pela engenharia de irrigação, é dada pela relação entre o volume de água aplicado na parcela pelo sistema de irrigação e o volume retirado da fonte de água. Fisiologistas de vegetais e agrônomos costumam usar o termo "eficiência do uso de água" e aplicam definições diferentes, como a razão entre a biomassa e a água consumida, ou a razão entre a produção e a água consumida. O fato é que o abastecimento de água e o uso para a produção agrícola abrangem uma série de disciplinas. Com a tendência de cada disciplina de se concentrar em sua própria especialidade, a abordagem é frequentemente fragmentada e carente de abrangência.

Outro aspecto a se considerar é a falta de um meio definitivo para relacionar a eficiência das várias partes do sistema produtivo com a eficiência global, do todo. Visando tratar esse ponto, Hsiao et al. (2007) comentam que a eficiência global do processo pode ser quantificada considerando cada componente ou passos intermediários do processo produtivo. Eles aplicaram a abordagem da cadeia de eficiência para quantificar e integrar sistematicamente as etapas complexas envolvidas, no uso e na conversão da água, em uma produção agrícola.

Se considerar cada etapa, tendo uma entrada e uma saída (volumes de água), a saída, em qualquer etapa da cadeia, é a entrada na etapa seguinte. Por exemplo, se a água for retirada de um reservatório para irrigação, a eficiência dessa primeira etapa seria a eficiência na condução de água do reservatório até a entrada da área de interesse (propriedade, parcela, sistema de irrigação, etc.), calculada como a relação entre a quantidade de água recebida na área de interesse e a quantidade retirada do reservatório; o segundo passo seria a eficiência da propriedade, calculada como a relação entre a quantidade de água utilizada na área irrigada e a água recebida na entrada da propriedade, e assim sucessivamente.

O trabalho de Hsiao et al. (2007) ainda apresenta análises sobre quais indicadores e fórmulas deveriam ser consideradas em cada etapa dos processos de produção agrícola para uso eficiente da água. Incluíram

tabelas com valores de referência para baixas e altas eficiências nas diferentes etapas intermediárias, explicando as causas das diferenças de eficiências entre elas. Interessante observar que, após várias análises, concluíram que, geralmente, é mais eficaz fazer melhorias modestas em vários ou mais passos (etapas do processo produtivo) do que concentrar esforços para melhorar um ou dois passos. Assim, a recomendação foi de que os esforços de melhoria de eficiência, em programas sobre uso da água na agricultura irrigada, sejam sistemáticos e não excessivamente concentrados em um ou dois componentes da cadeia produtiva.

Um fator de confusão adicional é a faixa de escalas (espacial e temporal) em que os termos de eficiência podem ser definidos e aplicados por diferentes áreas do conhecimento. O aspecto de escala pode distinguir o foco de atuação, e quais objetivos poderão ser alcançados. Kolberg e Berbel (2011) sugeriram uma simplificação dessa abordagem de escala em três níveis de análises (micro, meso e macro) (Tabela 1). Ao nível micro, o objetivo principal é o aumento da produtividade com uso eficiente da água; ao nível meso, visa-se alcançar uma distribuição territorial social equitativa da água e reduzir o nível de conflito entre os diferentes usos; ao nível macro, a sustentabilidade e a segurança alimentar são objetivos centrais.

Mais recentemente, tem-se adicionado aspectos sociais ao conceito *more crop per drop*, resultando na visão de *more job per drop* (mais empregos por gota d'água). Deve ser destacado que essas métricas de produtividade da água são intuitivas e, geralmente, utilizadas de maneira livre, devendo ser usadas com as devidas precauções e ponderações em programas de incentivos ao uso eficientes da água.

Tabela 1. Definição de níveis de escalas (micro, meso e macro) para análises de usos eficientes da água na agricultura irrigada.

Escola	Foco	Objetivo
Micro	Safra/Colheita	Eficiência e produtividade no uso da água, tolerância a seca
	Parcela	Eficiência dos sistemas de irrigação e manejo de culturas (minimizar perdas, maximizar produtividade)
	Propriedade	Estratégias de subsistência, maximização dos lucros e redução dos riscos
	Perímetro de irrigação	Eficiência da irrigação e minimização dos custos
Meso	Bacia hidrográfica	A locação eficiente e equitativa, modelagem hidrológica (bacia e aquíferos), aspectos ambientais e socioeconômicos conflitantes
	Institucional	Maximizar o valor dos benefícios aos envolvidos e afetados, resolução de conflitos e modelagem de decisão para políticas públicas
Macro	País	Resolução de conflitos transfronteiriços, segurança alimentar, maximização econômica e social
	Internacional	Equidade e ética
	Planeta	Sustentabilidade global

Fonte: Adaptado de Kolberg; Berbel (2011).

Para avaliar a eficiência no uso da água, a utilização de métricas econômicas pode acarretar decisões de mudanças de cultivos tradicionais (menos eficientes, sob esse ponto de vista) para outros mais eficientes sem considerar outras questões importantes de maneira adequada. Por exemplo, pode-se optar por cultura cujo produto tenha especificidades de difícil controle quanto ao mercado de consumo; ou, ainda, forçar produtores inaptos ao cultivo de novas culturas, gerando outros riscos/problemas aos produtores. Isso revisita que, no geral, os indicadores de produtividades da água (econômicos) podem envolver internamente outras variáveis (preço de mão de obra, custos de transporte, diferentes meios produtivos e tecnificação, etc.) que não são equiparáveis em todos os níveis de escala ou entre diferentes regiões do País.

Em outros casos, análises econômicas feitas em diferentes escalas (meso e macro) podem incluir prioridades de uso da água para atender objetivos de desenvolvimento rural ou equidade territorial, possibilitando conflitos diretos com a maximização da eficiência econômica e desprivilegiando investimentos em locais mais produtivos. Análises ao nível macro de eficiência podem ainda considerar também objetivos sociais (“geração de empregos por gota”) que não são necessariamente compatíveis com as definições econômicas puras (“mais valor agregado por gota”).

É fato que, no desenho de qualquer estratégia de melhoria da eficiência de uso da água, na seleção de qualquer indicador ou métrica de eficiência, são demandadas análises de aplicabilidade, efetividade e identificação das consequências geradas (diretas e indiretas).

Em outra questão a ser considerada, constata-se que os conceitos clássicos de eficiência dos processos de irrigação, geralmente, não consideram a possibilidade de reuso da água. Desse modo, podem subestimar a eficiência real em escala de bacia. Destaca-se que, quando a eficiência de uso da água é medida, a escala é uma decisão relevante e deve ser considerada na elaboração de estratégias de uso eficiente da água em geral.

A eficiência de irrigação é estratégica em várias questões relacionadas à sustentabilidade. Tal preocupação está destacada no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6, Meta 6.4: "Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência de uso de água em todos os setores e garantir retiradas e fornecimento de água doce sustentáveis para lidar com a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água" (Lankford et al., 2020).

Em um sentido mais amplo, espera-se que tenha ficado claro que, como destacado por Rodrigues et al. (2017), a falta de um consenso na definição e na aplicação de um critério para avaliar a qualidade de irrigação nas diferentes situações, a não consideração da escala do problema e a falta de uma análise mais abrangente dificultam a comparação do desempenho dos sistemas de irrigação e o estabelecimento de metas mais adequadas e realistas para a melhoria da eficiência.

Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada: temas estratégicos

Seis temas considerados essenciais ao desenvolvimento de estratégias de uso eficiente da água na agricultura irrigada foram trabalhados durante o *Workshop Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada, Subsídios para Formulação de Programas de Incentivo Técnico*² (Figura 1). Uma síntese dos resultados e das conclusões do referido workshop são apresentados na sequência.



Figura 1. Temas considerados essenciais ao desenvolvimento de estratégias de uso eficiente da água na agricultura irrigada.

² Realizado na Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, nos dias 3 e 4 de outubro de 2018, com a participação de mais de 70 especialistas de empresas privadas, de associações representativas, de instituições públicas e de produtores rurais.

Pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico

Existe uma grande variedade de temas que podem ser considerados essenciais, no âmbito da temática pesquisa, inovação e desenvolvimento tecnológico, quando o assunto é o uso eficiente de água na agricultura irrigada. Restringir o rol de temas a serem estudados pode impedir novas descobertas; porém, estabelecer prioridades, considerando o contexto de problemas atuais, é fundamental dada a exiguidade de recursos financeiros e de pessoal observada em determinadas áreas da pesquisa.

Dessa forma, busca-se, nesta obra, identificar as lacunas e as ações de melhorias que sejam mais assertivas e, assim, as soluções e as propostas que apresentem mais possibilidades de superação dos desafios atuais, no contexto agricultura irrigada, com potencial de servirem de subsídios ao desenvolvimento de programas.

A utilização eficiente da água pelo irrigante passa pelo conhecimento técnico e controle de informações que lhe permita mensurar e tomar decisões para gerir adequadamente os processos de irrigação, principalmente com a ótica da sustentabilidade econômica. Nesse contexto, inserem-se os desafios atuais de pesquisa, de inovação e de desenvolvimento tecnológico, pois é necessário respeitar essa ótica, mas complementá-la em consideração a outros aspectos de interesse, trabalhando nos fatores e nas variáveis que realmente importam no processo de utilização da água nos cultivos irrigados.

Os principais temas que podem viabilizar a melhoria da eficiência, na agricultura irrigada, identificados pelo grupo, em recentes pesquisas, são: mecanização; automação de processos; modelos de simulação para ajudar no dimensionamento e no manejo de diferentes sistemas; equipamentos com baixo consumo de energia e de água; melhoramento

genético; tecnologia de comunicação remota; softwares e sistemas de informação para controle e gestão de irrigação otimizada; acesso e manipulação de dados em tempo real; ferramentas de previsão climática; e funcionalidades com drones.

Nesse contexto temático, constata-se que grande parte dos recursos financeiros aplicados em pesquisa nas últimas décadas estão relacionadas ao manejo de irrigação e, apesar da grande variedade de opções de manejo desenvolvidas e dos avanços identificados, os irrigantes ainda tem dificuldade de adoção desses novos recursos.

Em termos estratégicos e de ações macros, os principais pontos considerados para melhoria da eficiência do uso da água na agricultura irrigada indicam que as ações conduzidas por instituições oficiais de pesquisa devem ser mais regionalizadas, considerando as heterogeneidades das condições edafoclimáticas, econômicas e ambientais do País. Também é necessário um maior alinhamento entre as ações dos órgãos de pesquisa e as demandas do setor produtivo, a fim de desenvolverem pesquisas que resolvam problemas relevantes para o setor. Em outro ponto, o foco das pesquisas deve pautar questões ligadas à gestão de recursos hídricos, com amplitude de escala da bacia, e não apenas considerando a eficiência da produção, ou da irrigação, ou outra menor parte do sistema envolvido. A visão na escala de bacia é necessária porque as ações individuais na propriedade rural têm reflexos maiores e podem trazer impactos (positivos ou negativos) para outros usuários do mesmo sistema hídrico.

Sobre quais tecnologias e inovações que devem ser incentivadas, são elencadas as seguintes linhas: utilização de estações meteorológicas para estimativa da evapotranspiração; utilização de sensores de monitoramento dos parâmetros físico-químicos da água, do solo, e do clima; emprego do reuso de água na agricultura; uso de plataformas de

prototipagem³ eletrônicas acopladas com sensores de monitoramento; utilização de imagens de satélite para estimar a demanda hídrica na irrigação; utilização de veículo aéreo não tripulado para auxílio na tomada de decisão relacionada à cobertura do solo e inferência sobre o estado hídrico de plantas; e, por fim, tecnologias computacionais integradas aos equipamentos de irrigação para coleta, armazenamento, transmissão e gestão de dados em tempo real.

Apesar dos caminhos e das alternativas citadas, observa-se que ainda existem alguns entraves que precisam ser superados, tais como: a baixa interação entre as ações de pesquisa e de extensão rural, afetando diretamente o processo de transferência de tecnologia aos produtores rurais; a baixa adoção de técnicas de manejo da irrigação pelos produtores rurais; e a falta de acesso às informações técnicas voltadas à agricultura irrigada considerando as condições da cultura, edafoclimáticas e a disponibilidade de recursos hídricos.

Associado a isso, no Brasil, prevalece a percepção cultural de abundância de recursos hídricos por parte dos usuários (incluindo alguns órgãos gestores e seus agentes), que conseqüentemente dá pouco incentivo à adoção de práticas eficientes de manejo da irrigação. Esse entrave deve ser considerado como ponto de atenção no desenvolvimento de programas para o uso eficiente da água, prevendo ações de capacitação para técnicos extensionistas e produtores, com uso de casos práticos. Assim, o programa pode buscar um maior alinhamento dos resultados de pesquisa com a assistência técnica e extensão rural.

Quanto ao entrave relacionado à baixa adoção de técnicas de manejo da irrigação, entende-se que, para mudar as percepções de importância desse tema, deve-se desenvolver coeficientes técnicos para comprova-

³ Plataforma de Prototipagem: são protótipos de plataformas eletrônicas compostas por hardwares e softwares desenvolvidos para suportar processos de automação, como: coleta, armazenamento, transferência e gestão de dados. Podem ser acopladas a diversos tipos de equipamentos incluindo sensores de medição remota, entre outros.

ção da eficiência da agricultura irrigada, de forma que demonstrem sua importância e seus efeitos positivos (economia de água, de energia e custos gerais). Para corroborar essa linha, deve-se considerar os fatores relacionados à eficiência energética, que estão estritamente relacionados ao uso eficiente de água na agricultura irrigada.

De forma transversal aos demais temas considerados essenciais ao desenvolvimento de programas, a pesquisa, a inovação e o desenvolvimento tecnológico estão estritamente relacionados e podem fomentar diversas ações gerais. Pode-se estabelecer métricas de usos eficientes da água, favorecendo a definição de parâmetros referenciais em processos de certificação e auxilia em tomada de decisão junto aos processos de outorgas. Além disso, a pesquisa é essencial na produção de dados e de informações, básicas e inovadoras, subsídio para ações de capacitação de usuários, assim como, para implementação de programas de incentivos financeiros governamentais e definição das boas práticas no uso de equipamentos de irrigação.

Equipamentos de irrigação

O foco temático em equipamentos de irrigação visa, principalmente, identificar em quais contextos a indústria de equipamentos pode atuar para favorecer o uso mais eficiente da água na agricultura irrigada.

Segundo representantes do setor, o parque industrial brasileiro, representado tanto por empresas líderes globais como por empresas locais, é desenvolvido e diversificado, produzindo equipamentos com qualidade comparável aos disponíveis no mercado internacional. Nos últimos 20 anos, o desenvolvimento nacional das indústrias foi muito expressivo, com a incorporação contínua de novos equipamentos e tecnologias cada vez mais econômicos do ponto de vista de uso de água, de energia elétrica e de demais insumos.

Os desafios para o desenvolvimento de equipamentos mais eficientes e com maior durabilidade ainda são grandes e diferem entre si no tocante aos métodos de irrigação. Enquanto, na irrigação localizada, o desafio é desenvolver emissores menos suscetíveis a entupimento, na irrigação por aspersão, é desenvolver emissores que tenham bom desempenho em condições de vento. Grande desafio, provavelmente o maior é a incorporação de soluções para automação dos processos de irrigação e fertirrigação, com a utilização de hardware, de software e de equipamentos de comunicação, que permitam o uso desses recursos de “irrigação digital” a custos compatíveis.

Apesar dos aspectos positivos em desenvolvimento tecnológico que o setor industrial do Brasil apresenta em termos comparativos com outros países, não há dúvida de que o setor pode contribuir ainda mais para a melhoria do uso eficiente de água no campo. De modo geral, os principais problemas no quesito equipamentos de irrigação, que resultam no uso ineficiente da água na agricultura, são: falta de preparação técnica para vendedores (revendedores), profissionais de assistências técnicas e os usuários finais; falta de interação e de comunicação mais efetiva entre as partes, desde a indústria, passando pelas vendas, revendas, assistências técnicas, até os usuários finais, favorecendo os usos e as manutenções inadequadas dos equipamentos; falta de definição globalmente aceita do que seja eficiência e, conseqüentemente, de um conjunto de normas (ABNT/ISO)⁴ para o setor; e falta de regulamentação e dispositivos legais que promovam o aumento da eficiência no uso da água na agricultura. Por fim, mas não menos importante, constata-se que parte dos problemas identificados são inter-relacionados com a falta de organização e de participação dos setores públicos e privados envolvidos na política de irrigação.

⁴ Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) / International Organization for Standardization (ISO).

Especificamente com relação à melhoria da eficiência da irrigação, o setor industrial poderia melhor assegurar: (a) a equipe de projetistas de irrigação qualificados; (b) o fornecimento de bons manuais (vídeos e outros meios instrutivos) aos clientes; (c) a boa qualidade do material dos equipamentos; (d) a oferta de equipamentos com baixa necessidade de ajustes e manutenção; (e) a venda e revenda com serviços também de assistência técnica; e (f) a realização periódica de avaliações de desempenho dos equipamentos no campo, por exemplo.

O obstáculo na falha de integração entre as tecnologias (setor industrial) e a área produtiva (usuários finais) poderia ser sanado, no curto prazo, por meio de investimento do setor industrial, tanto na capacitação do corpo técnico como nas vendas, gerando uma integração entre os atores. O monitoramento de uso de água em todos os projetos de irrigação, caso a caso, passaria pela apresentação de soluções técnicas e de equipamentos adequados às necessidades de cada cliente (irrigante). Essas soluções devem ser baseadas objetivamente nos requisitos técnicos, considerando quais os equipamentos disponíveis no mercado são mais apropriados e aplicáveis e de que maneira deve ocorrer essas aplicações, sempre buscando soluções que sejam eficientes quanto ao uso da água.

Foi também identificado que os problemas citados entre os atores envolvidos na cadeia, da fábrica até o consumidor, se destacam mais no âmbito das vendas. Ali é que se deveria fazer adequada articulação e harmonização dos sistemas de irrigação utilizáveis com os sistemas de produções implantados (plantio direto, convencional, entre outros). A solução desse problema requer, portanto, mais investimentos na área de assistência técnica, tanto do setor público como do privado, buscando sempre a qualificação da equipe, de modo a promover a integração entre as necessidades do agricultor e o que as vendas de equipamentos têm a oferecer.

Ainda nas possibilidades de contribuição da indústria, parte da solução para melhoria da eficiência no manejo de irrigação poderia ser resolvida com investimentos em ferramentas digitais integradas aos sistemas de irrigação. Associado a esse aspecto, poderiam ser previstos dispositivos adequados e eficientes de quimigação⁵ e de reuso de águas residuárias, onde couber.

Em outro ponto, há a necessidade de normatização e padronização. A definição ou conceito de eficiência deve considerar as perspectivas dos setores envolvidos, indústria, poder público, usuários irrigantes e a academia. O objetivo central deve ser a geração de uma padronização da eficiência (normas técnicas) com base prática e teórica e aplicabilidade aceitáveis, normatizando não apenas aspectos da engenharia de equipamentos, como de projetos, manutenção e monitoramento. Cita-se, como exemplo, a importância da normatização do uso da hidrometria como item essencial para o manejo adequado e a promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada. Muitos equipamentos antigos, por diferentes razões ainda em uso, têm aspectos construtivos e de projetos não recomendáveis no tocante à eficiência, remetendo à necessidade de redimensionamento ou, em alguns casos, à substituição dos sistemas ultrapassados. As normas que devem ser elaboradas também necessitam considerar os aspectos de manutenção e a necessidade de troca prematura de componentes, pois a maioria da ineficiência dos equipamentos tem relação direta com este quesito. Por fim, constata-se que a atual falta de normas e padrões compromete, inclusive, a eficiência de alguns equipamentos recém-lançados no mercado.

Uma proposta interessante é a de criação de um sistema nacional de preços para irrigação nos moldes do Sistema Nacional de Pesquisa de

⁵ Quimigação é o processo de aplicação de substâncias químicas agrícolas para o solo ou para a superfície das plantas via sistema de irrigação, injetando a substância química na água usada para irrigar.

Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi)⁶. A proposta visa essencialmente facilitar a substituição de equipamentos antigos, menos eficientes, por equipamentos mais eficientes, ao proporcionar um referencial de preços e a consequente obtenção de orçamentos padronizados e com custos possivelmente menores. Considera-se que a iniciativa de viabilização dessa proposta poderia ocorrer com o apoio da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas Equipamentos (Abimaq), já que poderia impactar diretamente o setor de forma positiva.

Por fim, considera-se que a indústria necessita suprir o mercado com mais máquinas e equipamentos adequados às condições brasileiras que facilitem a adoção de boas práticas no uso da água pelo irrigante.

Capacitação

A capacitação é uma ferramenta que abrange diversos outros temas que perpassam os conceitos e as práticas considerados como pilares para o uso eficiente da água na agricultura. É por meio da capacitação que os agentes da ponta (irrigantes, técnicos agrícolas, extensionistas rurais e vendedores de equipamentos) tomam conhecimento das inovações e resultados de pesquisa e, assim, introduzem tecnologias e práticas voltadas para eficiência no uso do recurso hídrico no dia-a-dia das propriedades rurais. Para tanto, a capacitação precisa estar ligada a um sistema de assistência técnica e gerencial contínua (Ateg).

Por se tratar de assunto tão amplo, eleger um público-alvo prioritário pode ser uma tarefa árdua. O consenso é que agentes multiplicadores, como extensionistas e técnicos agrícolas, devem ser capacitados, pois estão em contato direto com os produtores irrigantes. Essa relação

⁶ O Decreto 7983/2013 estabelece as atribuições da Caixa e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na gestão do Sinapi, sendo a Caixa responsável por toda base técnica de engenharia, pelo processamento de dados e publicação dos relatórios de preços e custos, enquanto o IBGE atua na realização da pesquisa de preço, tratamento dos dados, formação e divulgação dos índices.

contínua e de confiança é necessária para que os conhecimentos sejam efetivamente aplicados. Apesar das dificuldades na definição, o foco da capacitação pode ser mais amplo como público-alvo, devendo atingir a todos os atores que trabalham com a agricultura irrigada, sendo: pequenos, médios e grandes produtores/irrigantes; profissionais de nível médio e superior que atuam na assistência técnica e extensão rural (Ater); operadores de equipamentos de irrigação; gestores de recursos hídricos; e analistas de órgãos governamentais e não governamentais. Caso seja necessária a priorização do público-alvo, recomenda-se que sejam capacitados primeiro os agentes multiplicadores (extensionistas e técnicos agrícolas), pois podem favorecer resultados mais rápidos.

Apesar da importância do tema água e seu uso eficiente na agricultura irrigada, estudo contratado pelo então Ministério da Integração Nacional de 2016/2017 (Inovagri; IICA, 2016) constatou que existe um déficit de capacitação no Brasil no tema “água no meio rural?”. Foi verificado que, no período de agosto de 2010 a junho de 2016, esse tema foi tratado em 7.120 eventos de capacitações (419.636 participantes)⁸, em todos os estados brasileiros, representando, aproximadamente, a média de 45 capacitações anuais por estado. O principal déficit de capacitação ocorre justamente na região Centro-Oeste, onde está uma das maiores concentrações de atividades agrícolas no Brasil.

Esse estudo revela que grande parte das capacitações ofertadas no mercado ocorreram na modalidade presencial, compostos por cursos de graduação e pós-graduação em instituições públicas/privadas, atingindo, principalmente, o público jovem de egressos do ensino médio. Os cursos de curta duração (48–160 horas) de qualificação profissional têm

⁷ Esse termo é usado no estudo de forma genérica, não significa que foi tratado uso eficiente da água na agricultura irrigada.

⁸ Eventos: foram considerados todos os tipos de cursos presenciais e a distância, incluindo cursos regulares (técnico, graduação, pós-graduação etc.) e não regulares (workshops, curta duração, oficinas, treinamentos etc.).

público diversificado (agricultores, técnicos profissionais de nível médio/superior e profissionais que atuam diretamente no campo) e ocorrem tanto via empresas privadas quanto via extensão rural. Os cursos ofertados de Ensino a Distância (EaD) representaram minoria das ofertas no mercado e, na maioria, não tiveram o tema *Agricultura Irrigada* como foco, abordando, na sua maioria, temas relacionados à reservação hídrica e aspectos legais sobre água no meio rural. Os cursos EAD ocorreram principalmente via ANA, Senar, institutos federais, universidades, organizações não governamentais, associações e sindicatos, empresas de extensão rural, entre outros. Isso revela que o mercado já tem uma base implementada de oferta de capacitação sobre o assunto. Apesar disso, o estudo estima que a demanda de mercado é maior que as ofertas disponíveis de capacitação. Apesar de que, nos períodos recentes de crise hídrica, a partir de 2014, foi observado um aumento significativo de ambos (oferta e demanda).

Quanto ao processo de assimilação e de uso de novos conhecimentos e técnicas modernas, observa-se que existe uma resistência cultural de uma parcela do homem do campo a inovações. Isso se deve, em parte, à baixa escolaridade de alguns produtores e a falta de acompanhamento técnico, que, conseqüentemente, geram outras dificuldades (desconhecimento sobre novas tecnologias, técnicas, práticas, equipamentos, etc.). Uma forma de estimular o uso de inovações junto aos agricultores é pela demonstração de resultados *in loco*. Por isso, deve-se investir em fazendas-modelo que efetivamente produzam e gerem lucros com a adoção de práticas inovadoras. Essas fazendas têm o potencial de chamar a atenção de outros produtores e, por meio de eventos, como dias de campo, pode ser uma forma de promover a capacitação e difundir novos conhecimentos.

O desinteresse dos agricultores em procurar capacitação deve ser superada. Deve-se buscar meios de incentivar e de provocar os produtores, principalmente os pequenos, que normalmente têm menos condições de acesso às capacitações. Deve ocorrer uma mobilização para

qualificar as ofertas atuais de capacitação, pois nem sempre os cursos oferecidos refletem a necessidade dos produtores. Assim, deve-se conciliar as ofertas existentes em relação às demandas e melhorar os canais de comunicação. A Assistência Técnica e Gerencial (ATEG) continuada é um canal de comunicação, eficiente e eficaz, que deve existir entre a unidade capacitadora e o produtor.

Em conteúdo para as capacitações, os temas mais relevantes que devem ser considerados são: o manejo de irrigação; o dimensionamento e a avaliação do sistema de irrigação (gestão de custos, sistemas mais eficientes, com olhar ambiental); a fertirrigação (gestão de custos, relação irrigação/adubação/custo/produção); a conservação de solo e água; e os aspectos legais do sistema de recursos hídricos (outorga, licenças ambientais, comitês de bacia).

Também é desejável que todos os conteúdos e metodologias sejam planejados por profissionais especializados, com conhecimento da realidade de cada região e identificando a necessidade do público-alvo. Deve-se atentar que os processos de capacitação precisam de ferramentas que permitam orientar, avaliar e monitorar os resultados.

Para viabilização das ações de capacitação, considera-se que estas devem ser regionalizadas e utilizar metodologias de ensino com base prática e ações participativas, envolvendo principalmente as instituições existentes nas regiões (órgãos públicos, universidades, instituições de pesquisas, associações, sindicatos etc.). Para garantir a execução e a continuidade dos processos de capacitação no longo prazo, destaca-se a importância da sua inclusão nos orçamentos públicos, ou seja, no Plano Plurianual (PPA), com a proposição de metas e iniciativas e, se possível, contemplar o tema na Lei Orçamentária Anual (LOA), visando garantir também os recursos orçamentários. A importância do assunto deve estar refletida na garantia de recursos financeiros não apenas para sua implantação, mas, também, para assegurar sua continuidade.

Em políticas públicas, há necessidade de uma maior integração entre os órgãos federais que gerenciam as políticas nacionais, tanto de irrigação quanto de recursos hídricos, com as entidades com contato direto com os agricultores, como Emater, Senar, associações e sindicatos. O esperado são diretrizes gerais estabelecidas pelos órgãos centrais, enquanto os agentes locais incorporam e aplicam as especificidades locais, garantindo sinergias e alinhamentos estratégicos ao nível nacional, mas respeitando as particularidades regionais.

De forma transversal aos demais temas prioritários tratados, reforça-se a relevância da capacitação para o processo de certificação. A capacitação é um meio e uma exigência para se obter uma determinada certificação, pois há necessidade de treinamentos para o produtor adequar seu manejo de produção aos requisitos exigidos pelas certificações. Outro tipo de certificação que poderia ser considerada seria a certificação de profissionais que atuam em contato direto com os irrigantes, como técnicos agrícolas, projetistas, extensionistas rurais e revendedores de equipamentos. Na Austrália, a organização nacional representativa do setor de irrigação (Australian Irrigation Ltd) certifica empresas empreiteiras, revendedores e profissionais especialistas (agrônomos, gerentes de projeto, instaladores e operadores de equipamentos) (Irrigation Australia, 2019). Essa certificação é condicionada a uma certa quantidade de horas de capacitação nos temas agricultura irrigada, irrigação e uso eficiente de água, entre outros assuntos correlatos e necessários.

No tocante aos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a relação com o tema capacitação, foram feitas algumas propostas: uma delas se refere à possibilidade de haver destinação parcial de recursos oriundos do instrumento da cobrança pelo uso da água para subsidiar as capacitações e as assistências técnicas e gerenciais continuadas. Essa proposição se justifica com base nos benefícios diretos do processo de capacitação, que poderiam trazer um melhor uso da água na agricultura irrigada, atendendo diretamente aos planos de re-

cursos hídricos. O comitê da bacia hidrográfica do rio Doce, por exemplo, aplicou recursos da cobrança para capacitar irrigantes no manejo adequado dos equipamentos e da água de irrigação. Ainda alinhado com os instrumentos de gestão da PNRH, agora no contexto de outorgas, outra proposta a ser analisada seria condicionar a obtenção de outorga de uso da água, a um determinado número de horas de capacitação sobre o uso eficiente da água, direcionada ao demandante da outorga. Essas capacitações poderiam ocorrer via EaD, como já ocorrem nas plataformas da ANA com outros temas.

Os Centros de Referências Técnicas (CRTs) são intrinsecamente relacionados ao contexto de capacitação. Os CRTs podem ser uma ferramenta fundamental para transferência de conhecimento e tecnologia para o campo. Alguns consideram que os resultados de desenvolvimentos tecnológicos, assim como os resultados de pesquisa, têm dificuldades de chegar ao produtor rural de forma geral e ainda mais especificamente em relação ao tema agricultura irrigada. Em agricultura irrigada, os CRTs são vistos como importante parte da solução desse problema de desconexão entre os novos conhecimentos e seus usos pelos principais beneficiários (o produtor rural).

Com os CRTs, espera-se formular ações de capacitação continuada, treinar profissionais de assistência técnica e extensão rural, produtores rurais, técnicos de secretarias de governos (federal, estadual e municipal) e outros atores envolvidos com a temática. Além de capacitar, os CRTs podem testar e validar as soluções tecnológicas propostas, tendo como base áreas pilotos e demonstrativas que viabilizariam a efetividade de novas tecnologias e facilitariam a transferência de conhecimento.

Certificação

A certificação é o processo em que, por meio de uma entidade externa e independente à organização, o organismo de certificação ou entidade certificadora emite um certificado atestando que determinado produto, processo, serviço ou práticas produtivas estão conforme normas predefinidas e aceitas. No Brasil, existem muitos processos de certificação, mas nenhum deles trata exclusivamente do uso eficiente da água para agricultura irrigada como objetivo. A Lei da Irrigação, nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013 (Brasil, 2013), dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação no Brasil e coloca a certificação dos projetos de irrigação como um de seus instrumentos, conforme Art. 5, inciso VII.

A Lei da Irrigação ainda dispõe sobre esse instrumento, certificação dos Projetos de Irrigação, com o seguinte artigo:

Art. 19. Os projetos públicos e privados de irrigação e as unidades parcelares de Projetos Públicos de Irrigação poderão obter certificação quanto ao uso racional dos recursos hídricos disponíveis, incluindo os aspectos quantitativos e qualitativos associados à água e à tecnologia de irrigação. § 1º O Poder Executivo federal definirá o órgão público responsável pela certificação e disporá sobre normas, procedimentos e requisitos a serem observados na certificação e no credenciamento de entidades e profissionais certificadores, além da forma e periodicidade mínima de monitoramento e fiscalização dos projetos de irrigação. § 2º As unidades parcelares e projetos de irrigação certificados poderão obter benefícios, nos termos da lei.

Embora a Lei da Irrigação exista desde 2013, o processo de certificação para projetos de irrigação e seus procedimentos ainda não foram regulamentados, não havendo também a definição do órgão público responsável pelo processo. Até 2017, o então Ministério da Integração Nacional (MI) era o órgão responsável pelos projetos públicos de irrigação e pela implementação da Lei da Irrigação. Contudo, desde o ano de 2015, o MI sofreu seguidas reestruturações organizacionais e técnicas

que levaram à extinção da então Secretaria Nacional de Irrigação (Senir) em janeiro de 2018. Consequentemente, por falta de equipe técnica e de apoio político, os temas sobre certificação para agricultura irrigada ficaram pendentes de tratativas e encaminhamentos. Esse contexto vem mudando e a equipe do MI, agora incorporada ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), vem se reestruturando. Há uma nova estrutura operacional e novas atribuições legais no que tange a agricultura irrigada tanto no MDR como no Mapa, trazendo uma perspectiva de que tais temas possam ser retomados.

De toda forma, buscou-se conhecer outros tipos de certificação que pudessem contribuir para a avaliação das potencialidades desse instrumento. Foram analisados os modelos do selo do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel), da produção integrada e dos produtos orgânicos.

O selo Procel de Economia de Energia, instituído por Decreto Presidencial, de 8 de dezembro de 1993, foi desenvolvido e concedido pelo Procel, sendo a Centrais Elétricas Brasileiras SA (Eletrobras) responsável pela secretaria executiva (Eletrobras, 2019). O selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada categoria. Também objetiva estimular a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a redução de impactos ambientais. Atualmente, o conceito do Procel foi ampliado e tem aplicabilidade também para grandes corporações, em que se objetiva o uso eficiente de energia da corporação/empresa na totalidade. Assim, com base nesse selo, as corporações são qualificadas a partir do uso eficiente de energia (Eletrobras, 2019).

O Procel teve tanto sucesso que, em 2015, o Ministério de Minas e Energia e a Petrobras, desenvolveram também o selo Programa Nacional de Racional do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural

(Conpet), cujo objetivo é incentivar fabricantes e importadores de equipamentos domésticos de consumo de gás a comercializar produtos cada vez mais eficientes. O Selo Conpet já foi ampliado para classificação de veículos leves movidos a gasolina, etanol ou gás natural veicular (GNV) (de fábrica).

O selo Procel é certificado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) e funciona da seguinte forma: inicialmente, os produtos são ensaiados em laboratórios e recebem etiquetas com faixas coloridas que os diferenciam. No caso da eficiência energética, a classificação vai da mais eficiente (etiqueta A) à menos eficiente (de C até G), e os mais eficientes são aqueles que utilizam melhor a energia, têm menor impacto ambiental e custam menos para funcionar, pesando menos no bolso. Com essa informação no momento da compra, os consumidores podem escolher os produtos mais econômicos e, conseqüentemente, favorecer a fabricação dos mais eficientes. As etiquetas ajudam a equilibrar a relação de consumo, diminuindo a assimetria de informação existente entre quem compra e quem vende. Afinal, os consumidores geralmente não têm conhecimento técnico especializado sobre os produtos que adquirem e, muitas vezes, têm dificuldade de identificar aqueles que são os mais eficientes, mais econômicos, mais silenciosos ou que, por exemplo, gastam menos água.

O modelo do Procel tem potencial para ser estendido aos equipamentos de irrigação, nacionais ou importados. O uso eficiente da energia já é previsto na Lei nº 10.295, publicada em 17 de outubro de 2001 (Brasil, 2001), conhecida como a Lei de Eficiência Energética, cujo artigo 3º define que:

Art. 3º Os fabricantes e os importadores de máquinas e aparelhos consumidores de energia são obrigados a adotar as medidas necessárias para que sejam obedecidos os níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética (...)

A Lei define que o Inmetro é o órgão responsável pela fiscalização e pelo acompanhamento dos programas de avaliação da conformidade

das máquinas e dos aparelhos consumidores de energia a serem regulamentados (Brasil, 2001).

A aplicação de selos de uso eficiente da água em equipamentos de irrigação ainda não tem previsão legal nem voluntária, nem compulsória, mas pode ser conduzida de forma proativa pelos fornecedores de equipamentos. Por outro lado, o setor regulador dos recursos hídricos (federal e estadual) também pode buscar sinergias com Inmetro para viabilizar um selo de eficiência hídrica para equipamentos de irrigação distribuídos no Brasil. O selo pode ser específico (foco no uso d'água) ou misto, considerando um fator ponderador de uso eficiente de água e de energia.

É importante ressaltar que a implantação de um processo de certificação por meio de um selo de eficiência não resolve todos os problemas de uso da água no campo, mas pode contribuir para solucionar parte dos problemas de desperdícios na cadeia produtiva da agricultura irrigada, trazendo também ganhos econômicos para os produtores.

Outro modelo a ser considerado é o Sistema de Produção Integrada – programa coordenado pelo Mapa em parceria com o Inmetro e congrega esforços de várias instituições de pesquisa, ensino e extensão, atuando com os produtores rurais, objetivando garantir a produção de alimentos de alta qualidade, para reduzir os riscos ao ambiente, aos trabalhadores rurais e aos consumidores (Brasil, 2021). O Sistema de Produção Integrada é focado na adequação dos processos produtivos para a obtenção de produtos vegetais e de origem vegetal de qualidade e com níveis de resíduos de agrotóxicos e contaminantes em conformidade ao que estabelece a legislação sanitária. Isso é feito mediante a aplicação de boas práticas agrícolas, favorecendo o uso de recursos naturais e a substituição de insumos poluentes, garantindo a sustentabilidade e a rastreabilidade da produção agrícola na etapa primária da cadeia produtiva, passível de certificação pelo selo oficial “Brasil Certificado”.

O selo Brasil Certificado: Agricultura de Qualidade é fornecido pelo Inmetro apenas para os produtores que passarem por uma auditoria ou avaliação da conformidade, realizada por certificadoras reconhecidas. O profissional que avalia determinada produção não pode estar envolvido com ela. Os auditores verificam vários detalhes, tais como: comprovantes de treinamentos das pessoas que trabalham nas lavouras; listas de presença das capacitações realizadas; notas fiscais e receiptuários agrônômicos dos produtos utilizados; recibos de embalagens vazias de agrotóxicos; e cadernos de campo em que são registrados os procedimentos dos cultivos, a análise de solo e água, entre outros. Além desses documentos, os colaboradores são entrevistados e os locais, como casa de embalagem, estruturas de armazenamento de agrotóxicos, banheiros e lavouras, são inspecionados. Se tudo estiver conforme as normas, são realizadas análises de resíduos de agrotóxicos e análises microbiológicas em amostras do produto. Caso os resultados das análises sejam adequados, o Inmetro finalmente autoriza o produtor a utilizar o selo Brasil Certificado: Agricultura de Qualidade.

O Sistema de Produção Integrada tem como estrutura básica as boas práticas agrícolas previstas em normas técnicas específicas e documentos auxiliares, como manuais, grades de agrotóxicos, cadernos de campo e de beneficiamento, que promovem o atendimento e o respaldo aos marcos regulatórios oficiais.

No Brasil, a produção integrada agropecuária teve início com o Marco Legal da Produção Integrada de Frutas (Brasil, 2001a). Atualmente, é válida para todas as cadeias do agronegócio, ficando a cargo dos colegiados específicos a apresentação de propostas de normas para cada cultura (Brasil, 2010).

O modelo de certificação da Produção Integrada, selo Brasil Certificado, pode ser uma importante referência para o desenho de certificação de boas práticas de manejo na agricultura irrigada, de forma que incen-

tive o uso eficiente da água na produção agrícola. Para que esse modelo funcione na agricultura irrigada, é necessário criar uma comissão técnica para definição de normas e demais instruções aplicáveis conforme a realidade territorial do Brasil, considerando as variabilidades ambientais (semiárido, clima chuvoso, solos, etc.). Além disso, o processo de normatização legal é essencial, mas pode ser complexo para sua definição já que as boas práticas na agricultura irrigada podem ser extremamente variadas em função de fatores técnicos combinados como o uso de equipamentos, os métodos de irrigação, o tipo de cultura, o relevo, o clima, os solos, etc. Essa combinação adequada de fatores que favorecem o uso eficiente da água na agricultura pode levar à concepção de normas muito genéricas, que não logrem resultados desejados, ou de normas muito específicas com critérios não aplicáveis em diferentes regiões, ou cultivos. Esse problema antagônico foi, em parte, resolvido pela Produção Integrada, visto que foram previstas normas e práticas específicas por tipos de cultura, o que deve ser considerado. No caso da agricultura irrigada, essa questão pode ser vista como um complicador técnico, que pode ser superável.

A certificação de produtos orgânicos foi outro modelo de certificação considerado em análise. O selo de Produtos Orgânicos também foi desenvolvido sendo gerido pelo Mapa, com a coordenação geral do processo de acreditação de responsabilidade do Inmetro. O Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg) foi regulamentado pela Lei nº 10.831 (Brasil, 2003) e regulamentado pelo Decreto nº 6.323 (Brasil, 2007) e pelas instruções normativas correspondentes no âmbito do Mapa. Sua forma de funcionamento é muito similar ao sistema de produção integrada, em que, o processo de certificação considera como base o uso de boas práticas. As inspeções realizadas pelas certificadoras devem seguir procedimentos objetivos, com acesso a todas as instalações, aos registros e aos documentos das unidades de produção. As unidades de produção devem ser inspecionadas, no mínimo, uma vez ao ano e, no intervalo entre as vistorias, são utilizados outros mecanismos

de controle. Para as atividades de avaliações mais complexas, como cultivos ou criações de vários ciclos anuais e processamento em estabelecimentos com produção paralela, a certificadora tem que estabelecer um trabalho de fiscalização mais frequente.

O sistema de produção orgânica tem as seguintes finalidades: a adoção de práticas de produção que contemplem o uso saudável do solo, da água e do ar, com o intuito de reduzir, ao mínimo, todas as formas de contaminação e desperdícios desses elementos; a preservação da diversidade biológica; a reciclagem de resíduos de origem orgânica, reduzindo, ao mínimo possível, o emprego de recursos naturais não renováveis; e o uso de boas práticas de manuseio e de processamento com o propósito de manter a integridade orgânica e as qualidades vitais do produto em todas as etapas que vão da produção até o consumidor. O produtor orgânico, para receber os selos em seus produtos, precisa fazer parte do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos, o que é possível somente se estiver certificado por um dos três mecanismos descritos a seguir: Certificação por Auditoria; Sistema Participativo de Garantia e Controle Social na Venda Direta.

Observou-se que, de maneira geral, os processos de certificação existentes envolvem custos elevados aos produtores, tanto no processo de adequação quanto na certificação. Isso dificulta ou impede o pequeno produtor de participar e receber certificação de forma individual, restringindo as certificações ao grande produtor e/ou aos grupos e às associações representativas de produtores. No desenho de qualquer proposta de um novo processo de certificação, seja de uso eficiente da água com base em boas práticas, seja de equipamentos de irrigação, é necessário considerar esses aspectos de custos e viabilidade econômica com a respectiva aplicabilidade prática para todos os envolvidos.

Outro ponto importante é que as marcas oficiais de selos, com base em processo de certificação oficial, necessitam de legislações e regulamentações próprias cuja construção pode ser demorada e que seus arranjos para verificação de conformidade são complexos. O Brasil já

apresenta uma grande gama de certificações privadas para diversos tipos produtos e pode-se pensar no uso de selos/marcas já reconhecidas para novos fins. Deve-se, contudo, estar atento ao fato de que todas as marcas, inclusive as de certificação, são disciplinadas pelos aspectos de direitos da propriedade intelectual relacionadas ao comércio, conhecida como Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights (TRIPS) (World Trade Organization, 2019), devendo, no Brasil, serem registradas pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e terem direitos privados. Os selos de garantia são disciplinados pelos acordos de barreiras comerciais Technical Barriers to Trade Agreement (TBT) (World Trade Organization, 2019) e suas avaliações de conformidade são exercidas pelo Inmetro, podendo ser de caráter voluntário ou compulsório, com órgão regulamentador oficial ou privado, como a ABNT.

No contexto da certificação da irrigação, é importante citar duas iniciativas institucionais tomadas no passado, mas que, por motivos diversos, não foram levadas adiante: o Selo Azul (proposto pelo MI em 2013) e o Certificado de Sustentabilidade para Agricultura Irrigada (proposto pela ANA em 2001).

Em 2013, o MI, via Senir, elaborou uma proposta de certificação (por meio de minuta de Decreto), visando a regulamentação do Artigo 19 da Lei nº 12.787/2013 (Brasil, 2013), que trata da certificação de projetos de irrigação. Nessa proposta, estava prevista a definição do órgão público responsável pela certificação de projetos de irrigação, delegado ao MI, que também seria responsável pelas disposições de normas, procedimentos e requisitos a serem observados na certificação e no credenciamento de entidades e profissionais certificadores, além da forma e da periodicidade mínima de monitoramento e fiscalização dos projetos de irrigação. Essa proposta de certificação foi então denominada de Selo Azul e tinha como base um processo de avaliação de conformidades, seguindo análises de requisitos técnicos conformes e não conformes, auto declaratório e gratuito. Seu funcionamento seria via sistema de in-

formações on-line gerido pelo MI cujos projetos seriam cadastrados para certificação e, após cumpridos os requisitos, receberiam o Selo Azul. Os produtores certificados receberiam vários incentivos atrelados ao Selo Azul, incluindo prioridade para acesso ao crédito bancário, seguro rural mais barato, validade dos prazos de outorgas prolongados e ampliação das faixas de uso da energia sob taxas reduzidas. Essa proposta de regulamentação foi encaminhada à Casa Civil e recebeu parecer jurídico favorável. Após algumas tratativas, em 22 de setembro de 2014, o processo foi arquivado pela própria Senir, alegando a necessidade de consolidar em uma única minuta de decreto vários dispositivos da Lei nº 12.787, que também requeriam regulamentação.

Anterior à proposta do Selo Azul, ainda em 2001, a ANA, por meio de convênio com o então Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade (IBQP), formulou projeto cujo objeto era um Programa de Certificação da Sustentabilidade do Uso da Água na Agricultura Irrigada. O programa buscava desenvolver um modelo de certificação para incentivar o uso racional da água e atestar os agricultores que já utilizavam boas práticas de irrigação, desde a captação até a aplicação da água nas culturas. O processo de certificação priorizaria a gestão compartilhada entre o setor público e os agricultores e envolveria a definição dos melhores métodos de irrigação, a capacitação dos usuários de recursos hídricos, a autoavaliação do usuário e a avaliação dos usuários para o cumprimento dos métodos mais eficientes. O programa teve uma experiência piloto na bacia do Rio Preto, que compõe a bacia do Rio São Francisco e está localizada no Distrito Federal. Após um processo de mobilização com a comunidade, foram realizadas sete oficinas para envolver os agricultores na construção de um modelo de certificação. Esses agricultores receberam instruções sobre os melhores métodos de irrigação e conheceram a realidade brasileira na agricultura. Ao final dos encontros, 99% dos agricultores chegaram à conclusão de que existia desperdício de água na irrigação e 97% afirmaram acreditar que a gestão da água poderia au-

mentar sua disponibilidade. Apesar desses resultados iniciais, o projeto não teve prosseguimento.

Além dessas iniciativas de certificação, deve-se ressaltar a criação, na ABNT, em 2007, da Comissão de Estudo Especial (CEE) de recursos hídricos para subsidiar a ANA com normas brasileiras para as atividades de fiscalização e outorga para o uso da água. Essa CEE tem âmbito de atuação na normalização dos sistemas de medição de vazão e volume nas captações de água bruta, para os diversos fins, nos lançamentos de efluentes e para os processos de uso racional da água na agricultura irrigada no que concerne aos requisitos e métodos de ensaio (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2019). Porém, com as dificuldades de continuidade dos trabalhos dessa comissão por falta de representatividade dos setores envolvidos, ocorreu a mudança de foco do grupo técnico que redirecionou seus trabalhos, basicamente, para processos de tradução de normas (ex. ISO). Essa CEE de recursos hídricos na ABNT, em qualquer momento, pode ser reativada para fins de normatização e definição de critérios utilizáveis em processos de certificação ou algo similar.

No âmbito estadual, em 2016, o Governo do Espírito Santo também criou um processo de Certificação de Sustentabilidade para agricultura irrigada. O instrumento de certificação, nesse caso, foi criado para conscientizar e estimular os produtores a substituírem seus sistemas de irrigação que consomem muita água por outros mais eficientes, além de dar agilidade ao processo de concessão do uso da água.

Em função da seca que atingiu o estado do Espírito Santo por 2 anos, somado à constatação de que mais de 90% dos irrigantes no Estado não possuíam outorgas de uso da água, o governo estadual proibiu a irrigação na maior parte dos municípios no período das 5h às 18h. Com isso, pelo período de 1 ano, o Certificado de Sustentabilidade tinha como propósito a substituição provisória da outorga para utilização de sistemas de irrigação e, assim, promover a regularização dos produtores irrigantes,

conscientizá-los da necessidade de troca dos sistemas convencionais por outros mais eficientes quanto ao uso da água, e, também, de dar condições para eles conseguirem financiamento nas instituições de crédito para a substituição a ser incentivada. A obtenção do Certificado de Sustentabilidade era realizada pelo preenchimento de formulário único simplificado disponibilizado pela Agência Estadual de Recursos Hídricos (AGERH) para análise e aprovação. Além do formulário, exigia-se um parecer técnico do Instituto Capixaba de Assistência Técnica, Pesquisa e Extensão Rural (Incaper) quanto à eficiência do sistema escolhido ou já utilizado na propriedade rural. Ao solicitar o certificado, o produtor também se comprometia a dar entrada no pedido de outorga que, diferente do certificado, concede o uso da água de forma definitiva. O certificado também visava ser utilizado para fins de comprovação de sustentabilidade e regularização do uso eficiente da água em processos de certificação que visassem à exportação de produtos agrícolas e em casos de fiscalização de órgãos públicos. Após o processo de regularização dos irrigantes, o governo estadual teria regularizado os usuários e obtido dados necessários para o planejamento e realização de ações voltadas para sustentabilidade dos recursos hídricos do Estado. Quando da elaboração desta obra, os autores não obtiveram acesso às análises de efetividade e aos resultados dessa iniciativa estadual.

No caso de elaboração de novos selos ou de novo modelo de certificação, foram identificados os seguintes aspectos a serem considerados:

- a) Ter definido os riscos que se deseja conter com a certificação. No caso da agricultura irrigada, as certificações voluntárias podem promover e fomentar boas práticas de uso da água, porém, requererão de reconhecimento e valoração pelo mercado.
- b) Nos casos de certificações compulsórias, estas necessitam acompanhar o estado da arte e, conseqüentemente, demandam atuações frequentes de órgãos na definição e revisão de normas, o que pode retardar o processo de inovação de equipamentos e/ou sistemas.

- c) Nas certificações voluntárias e compulsórias, há necessidade de desenvolver normas técnicas específicas em harmonia com os produtores, com a pesquisa, com a assistência técnica e com a academia de ciências agrárias.
- d) Deve haver ganhos, margens ou bônus para cobrir os custos de certificação, avaliação ou verificação de conformidade.
- e) As certificações de produtos existentes são reflexos de demandas do próprio mercado de cada produto, como consequências e necessidades de diferenciação dos seus produtos em qualidade ou outra característica valorizada pelo mercado.

Com base nos exemplos elencados, várias questões são levantadas para encontrar um caminho para viabilização da certificação. As questões que se destacam são:

- a) A certificação seria um processo capaz de estimular o uso eficiente da água na agricultura irrigada? Se sim, dever-se-ia adotar o modelo de certificação voluntária ou compulsória?
- b) Quais aspectos deveriam ser avaliados: o sistema de irrigação, o produto, o produtor, o equipamento de irrigação, o uso eficiente da água ou todo o processo produtivo?
- c) Qual instituição deveria ser responsável pelo processo de certificação?
- d) Os produtores aceitariam mudar atitudes e assumir responsabilidades, entre elas, a participação nos custos dos processos de certificação?

Esses questionamentos e dúvidas, associados a uma existente resistência natural por parte do empresário rural ao tema, traz complicações. No entanto, o ponto primordial a destacar é que, independentemente da pertinência ou da aceitação, a certificação está prevista no Art. 5, inciso VII, da Lei da Política Nacional de Irrigação (Brasil, 2013). A partir do en-

tendimento geral sobre as diversas abordagens que envolve o tema da certificação, conclui-se que há diversos impedimentos para sua concretização conforme a legislação vigente. Entretanto, o entendimento é de que a certificação pode ser o instrumento usado para garantir uma disciplina operacional, ou seja, nesse caso específico, garantir que o agricultor irrigante adote boas práticas no que tange o uso da água, buscando a eficiência e o uso consciente deste recurso.

Em linhas gerais, a certificação isoladamente não é apontada como solução para garantir uso eficiente da água na agricultura irrigada. É necessário considerar que existe uma complexidade que envolve a diversidade das cadeias produtivas, tais como: o perfil dos produtores; a falta de difusão de boas práticas, de harmonização e de validação de protocolos para esse fim; a falta de formação acadêmica e especializada dos profissionais; a dificuldade de desenvolvimento de normas adequadas para a realidade brasileira (grupos de trabalho da ABNT funcionam com voluntários, dificultando a continuidade das ações de normatização para o uso eficiente da água); a falta de coordenação dos diferentes agentes e atores em potencial; o esvaziamento das entidades que poderiam protagonizar iniciativas desta natureza; a falta de mecanismos de monitoramento; e por fim, a dificuldade de se obter remuneração pelo mercado e pela sociedade para com o produtor ou seus produtos certificados. Corroborando e ampliando essa complexidade, cumpre destacar, a dificuldade para definição do que seria objeto de certificação: seriam os equipamentos, os projetos, os sistemas de irrigação, as propriedades rurais ou os técnicos/projetistas?

Além desses aspectos e, provavelmente, um dos entraves mais significantes apontados, é a resistência dos produtores em adotar a certificação, considerando as inúmeras certificações que alguns setores já adotam. O setor da fruticultura para exportação, por exemplo, já é certificado, o que poderia tornar complicado criar mais uma certificação.

Apesar de a certificação não ser considerada uma alavanca para o uso eficiente da água, foram levantados alguns elementos facilitadores para a sua viabilização, que precederiam um eventual programa de certificação ou algo similar. Entre eles, citam-se: desenvolvimento e difusão continuada de um programa de boas práticas; definição de um rol de boas práticas (protocolos) com a sugestão que se considere práticas de conservação de água e solo; implantação, em empreendimentos parceiros, de projetos demonstrativos dessas boas práticas que considerem as diferenças regionais do País, os diferentes cultivos e sistemas de irrigação; assistências técnicas continuadas; integração das políticas públicas (irrigação e de recursos hídricos); fortalecimento do Inmetro e entidades de controle da qualidade de componentes dos sistemas de irrigação; e normatização e teste dos equipamentos de irrigação por entidade acreditada para tal.

Entre os possíveis modelos de certificação a ser considerados, apresentando maior consenso para implementação seria o que mais se assemelhe à certificação por reconhecimento mútuo, partindo da avaliação das certificações já existentes, se elas já contemplam ou permitem a inclusão dessas boas práticas entre os seus quesitos. Essa iniciativa evitaria a criação de mais uma certificação, evitando as possíveis rejeições por parte do setor produtivo e, principalmente, teria maior chance de alcançar os objetivos que promovem o uso eficiente da água.

A certificação por reconhecimento mútuo advém dos Acordos de Reconhecimento Mútuos (Mutual Recognition Agreement), reflexo da globalização dos mercados, tornando imprescindível uma estrutura de avaliação de conformidades de produtos entre os países de forma que alcancem reconhecimento internacional de suas práticas produtivas. Essa certificação é simplificada, visa redução de custos e segue a linha de identificação de pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos (recomendações) que, à medida que sejam atendidos, garantem pontos de aderência às boas práticas mutuamente aceitas entre as partes de in-

teresse. A título de exemplo, foi identificada a certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), que é uma certificação para construções sustentáveis, concebida e concedida pela ONG americana Green Building Council conforme os critérios de racionalização de recursos (energia, água etc.) atendidos por uma construção. Na LEED, o nível da certificação é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos a 110 pontos. Considerando quatro níveis: Certified (40 pontos), Silver (50 pontos), Gold (60 pontos) e Platinum (80 ou mais pontos) (Green Building Council, 2019).

Essa proposição, certificação por reconhecimento mútuo, partiria da revisão dos protocolos de boas práticas com relação ao uso eficiente da água e se fundamentaria nas seguintes prerrogativas: planejamento integral do programa de certificação e implementação por etapas. Ou seja, quando da criação do programa, é necessário ter o planejamento completo, definindo bem o que se deseja alcançar, porém a implementação deve ser gradual, iniciando do mais simples para atingir o mais complexo. Na concepção da proposta, também é fundamental a integração dos agentes: Mapa, ANA, Inmetro, MI, Embrapa, CNA, Ater, Anater, Ministério Público e da Justiça, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia/Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia (Confea/Crea), Sistema "S"⁹. O reconhecimento inicial da importância da certificação deve ser do poder público.

Uma mensagem importante é a de que qualquer fator positivo, mesmo que seja inicialmente pequeno, pode estimular o produtor. Ainda que este não obtenha retorno financeiro, pode ser de interesse se, por exemplo, ter sua outorga ou financiamento facilitado se comprovado que adota as boas práticas quanto ao uso eficiente da água.

⁹ Sistema S: nome convencionado dado ao conjunto de nove instituições de interesse das categorias profissionais – Sesi, Senai, Sesc, Senac, Sebrae, Senar, SESCOOP, Sest e o Senat – para prestação de serviços de capacitação, lazer e cultura, estabelecidas conforme Art. 49 da Constituição Brasileira de 1988.

Instrumentos da política nacional de recursos hídricos

Sobre o tema instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), o foco está nas relações e impactos, reais e potenciais sobre o uso eficiente da água na agricultura irrigada.

A PNRH, instituída pela Lei nº 9.433/97 (Brasil, 1997), estabelece: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos; e incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais. O segundo objetivo implica a missão de promover o uso eficiente e contemplar o uso múltiplo dos recursos hídricos.

De forma complementar, a lei estabelece cinco instrumentos para alcançar seus objetivos: planos de recursos hídricos; enquadramento dos corpos de água; outorga dos direitos de uso da água; cobrança pelo uso da água; e sistema de informações. Por sua relação mais direta com o uso eficiente da água na irrigação, adquirem especial interesse os planos de recursos hídricos, a outorga e a cobrança. O diagnóstico apresentado a seguir se baseia essencialmente na experiência que a ANA tem acumulado nesses temas.

Os planos de recursos hídricos elaborados pela ANA têm incorporado diversas ações relacionadas ao uso eficiente da água na irrigação: caracterizar padrão de uso de água nas áreas de uso mais intensivo; estabelecer índices mínimos de eficiência; estabelecer condicionantes para renovação de outorga em áreas críticas; capacitar operadores de equipamento, produtores rurais, extensionistas e técnicos; implantar unidades demonstrativas; apoiar a modernização e otimização da distribuição da água nos perímetros irrigados; apoiar a certificação de equipamentos e

de técnicas de manejo; criar mecanismos de indução, incluindo linhas de crédito; e criar sistema de avaliação e acompanhamento da irrigação na bacia (áreas irrigadas, equipamentos utilizados, culturas irrigadas, níveis de uso racional).

Esse conjunto amplo incorpora iniciativas relacionadas ao diagnóstico do uso da água, a capacitação e assistência técnica, a certificação e a criação de incentivos financeiros. Na prática, com raras exceções, as ações previstas nos planos de recursos hídricos não têm sido implementadas. Como exceção, deve ser destacada a iniciativa do Comitê da Bacia Hidrográfica do rio Doce, que – por meio da entidade delegatória do papel de agência de água, o Instituto BioAtlântica (IBIO) –, destinou recursos da cobrança pelo uso dos recursos hídricos para contratar a Universidade Federal de Viçosa e a Fundação Arthur Bernardes (Funarbe) que procedeu à instalação de irrigômetros¹⁰ e o monitoramento sistemático do manejo da irrigação em 240 propriedades rurais localizadas nos estados de Minas Gerais e do Espírito Santo.

Os processos de outorga para irrigação realizados pela ANA vêm se modificando de forma temporal. Até 2012, as resoluções de outorga previam que todos os irrigantes medissem vazão e era estabelecida uma eficiência mínima do sistema de irrigação. Em 2013, com a elaboração do manual de outorga, foi revisada a tabela de eficiência mínimas dos sistemas de irrigação e definido o conceito de eficiência, que corresponde ao percentual que representa a razão entre o volume estimado de necessidade de irrigação líquida pelo volume outorgado. Após 2013, com a implantação do Sistema de Regulação (Regla), os valores de eficiência mínima de irrigação passaram a ser utilizados apenas como referência para análise de pedidos de outorga, a medição de vazões passou a ser

¹⁰ Irrigômetro: é um aparelho utilizado no manejo da irrigação visando otimizar o uso da água na agricultura irrigada. Mede a lâmina de chuva e de evaporação dentro da cultura, permitindo estimar por meios de parâmetros pré-estabelecidos quanto e quando irrigar, o tempo de duração da irrigação e o que fazer no caso de chuvas.

prevista somente em bacias críticas sob estresse hídrico e as áreas irrigadas acima de 100 ha ou aquelas situadas em bacias críticas passam por análise de sazonalidade. A ANA, em 2015, estabeleceu a declaração anual de uso de recursos hídricos (DAURH), com exigência de monitoramento dos volumes de captação e/ou lançamento nos seguintes corpos hídricos: nível de comprometimento qualitativo e quantitativo do corpo hídrico ou bacia hidrográfica; trechos de especial interesse para a gestão de recursos hídricos estabelecidos na Portaria nº 62/2013 (Agência Nacional de Águas, 2013); bacias hidrográficas com marco regulatório, alocação negociada e/ou cobrança pelo uso da água; e usuários específicos ou bacias hidrográficas identificadas nas atividades de fiscalização. A DAURH tem periodicidade anual sendo previstas para grandes usuários de irrigação (vazões máximas instantâneas acima de 360 m³/h ou 100 L/s). Observa-se que a outorga buscou incorporar valores mínimos de eficiências dos sistemas de irrigação, introduzir critérios mais rigorosos para sua concessão em áreas com problemas de qualidade e/ou quantidade de água, bem como acompanhar a utilização dos recursos hídricos por grandes usuários.

Conforme prevê a lei federal, a cobrança tem como princípios reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor, incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos planos de recursos hídricos. Na prática, o instrumento tem alcance bastante limitado no Brasil, encontrando-se aplicado em poucos rios sob domínio da União e os valores cobrados são relativamente baixos, de modo que não tem funcionado como instrumento econômico capaz de induzir os usuários ao uso eficiente da água. As fórmulas de cobrança aplicadas baseiam-se na soma dos volumes captados e consumidos por cada usuário multiplicado por um fator de redução. No caso da irrigação, esse fator considera a eficiência do sistema de irrigação, que diminui significativamente o valor pago pelo usuário do setor comparado a outros setores como saneamento e indústria.

Cabe comentar que a realidade dos valores cobrados pela água no Brasil não difere daquela observada na Europa. Em alguns países, a irrigação é isenta de cobrança e, em outros, os valores são significativamente baixos. É interessante destacar que países como Itália, Portugal e Espanha, apesar de praticarem baixos valores, aplicam fatores que aumentam a importância cobrada em regiões com escassez hídrica. Na Espanha, na Itália, em Portugal e na França, os valores cobrados pela água são significativamente maiores quando estão envolvidos serviços de infraestrutura pública e de recuperação dos custos de capital e de operação e manutenção (Berbel et al., 2019). Situação similar é observada no estado do Ceará, que, por cobrar pelos serviços de adução de água bruta, utiliza valores maiores que aqueles usados no restante do País.

A análise dos instrumentos da PNRH e do seu alcance permite estabelecer três diretrizes gerais para torná-los mais efetivos na promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada. De forma complementar, é importante reconhecer que esses instrumentos apresentam limitações no alcance do uso eficiente e devem ser apoiados por ações complementares, que podem envolver desde a capacitação até a criação de incentivos financeiros.

É altamente recomendável a adoção de uma abordagem de criticidade para a implementação dos instrumentos de gestão e demais ações de gerenciamento, de forma que as bacias com relação demanda/disponibilidade próximas a níveis críticos deverão ser priorizadas. Nesses casos, espera-se que haja maior receptividade dos usuários à mensagem do uso eficiente da água.

Os planos de recursos hídricos devem avançar nas diretrizes para implementação dos instrumentos de gestão, como outorga, fiscalização e alocação. O estabelecimento de critérios e de prioridades de outorga efetivamente voltados à resolução dos problemas concretos enfrentados pelos usuários irrigantes, à implementação de processos de alocação de água, seja entre usuários de trecho de rio, seja entre bacias afluentes e rio

principal, e aos procedimentos de fiscalização que assegurem o respeito às regras acordadas são diretrizes que devem constar nos planos.

É importante qualificar as outorgas de forma que sejam realistas, embasadas em valores de eficiência de uso da água compatíveis com a realidade regional, considerando as condicionantes da atividade no uso da água, das culturas e do clima. Considera-se que a outorga de volumes de água acima daqueles efetivamente usados não estimula ganhos de eficiência pelos irrigantes.

A sazonalidade na análise dos pedidos de outorga, entendida como a avaliação mês a mês da demanda de água para irrigação em comparação às vazões disponíveis, deve ser adotada, a fim de propiciar o uso mais eficiente dos recursos hídricos, disponibilizando mais água para os irrigantes no período da estação das chuvas e menos água na estação seca. Da forma como é usualmente praticada, a outorga assegura ao outorgado uma vazão constante para uso durante todo o ano, desprezando as variações de demanda e de disponibilidade de água observada ao longo do ano. A essa outorga está associada uma garantia ou um nível de segurança que é naturalmente ancorada pelas vazões verificadas no período seco, dando origem a uma “vazão ociosa” na época das águas, que pode ser disponibilizada para os usuários com elevada garantia.

A fiscalização dos usuários de recursos hídricos deve ter como foco o cumprimento das outorgas de direito de uso da água e dos condicionantes estabelecidos na alocação negociada, bem como a identificação de novos usuários. Em uma primeira abordagem, a ação deve ser educativa, evoluindo, se necessário, para uma atuação no sentido de penalizar os usuários irregulares, aplicando multas.

O estabelecimento de valores e mecanismos de cobrança pelo uso da água deve ser realizado localmente nos trechos de rios sob estresse hídrico, considerando a variável da escassez de água e a participação dos usuários envolvidos. O plano de aplicação dos valores arrecadados pela cobrança deve contemplar ações que tragam retorno ao irrigante

e propiciem o melhor aproveitamento dos recursos hídricos, apoiando práticas de conservação do solo e da água, manejo da irrigação e monitoramento hidrológico, entre outros.

Uma das principais fronteiras para avançar na gestão dos recursos hídricos em áreas sob estresse hídrico consiste em investir no engajamento dos usuários, especialmente dos irrigantes, para que eles se tornem atores ativos no processo de gestão. Nesse sentido, são destacadas a seguir as ações recomendadas:

- a) O estabelecimento de interlocução entre órgãos gestores de recursos hídricos e irrigantes deve, na medida do possível, incorporar as representações organizadas ao nível local, tais como associações e sindicatos rurais existentes. Em complemento, deve ser estimulada a formalização de organizações de usuários.
- b) Processos de alocação negociada de água entre usuários devem ser incentivados pelos órgãos gestores de recursos hídricos e acontecerem em paralelo ao fortalecimento das organizações de usuários. Em situações de restrição hídrica, seria importante que a alocação de água não resultasse apenas em cortes lineares dos volumes de água captado, mas que fossem privilegiados os usuários que são mais eficientes no uso do recurso hídrico.
- c) A concessão de outorgas coletivas aos usuários poderia suceder aos processos de alocação negociada conduzidos pelos órgãos gestores de recursos hídricos, desde que as demandas e disponibilidades sejam bem conhecidas e haja uma maturidade na organização dos usuários. Nesse arranjo, o órgão gestor de recursos hídricos delegaria à organização de usuários o poder de conduzir a alocação e cuidar para que as regras acertadas fossem cumpridas.

Incentivos financeiros governamentais

Os incentivos financeiros, considerados no contexto, correspondem a todas as ações de governo que favorecem ou promovem estímulos

aos produtores rurais para o alcance de acréscimos produtivos e ganhos financeiros, tais como descontos, taxas menores de juros, prazos longos de financiamentos, isenção de impostos, benefícios indiretos com prioridades ou exclusividade de vendas, entre outros. Por meio de uma sucinta análise sobre os tipos de incentivos disponíveis no âmbito federal ao setor rural, constata-se que não existem incentivos que apresentem como condicionantes o uso eficiente da água na agricultura irrigada. Em sua maioria, os incentivos existentes são destinados para o setor de agricultura, tais como financiamentos com taxas e juros menores, e, quando são específicos, objetivam outros fins na agricultura, como o Programa ABC (Brasil, 2018) e os Fundos de Desenvolvimento Regional da Amazônia (FDA), do Nordeste (FDNE) e do Centro-Oeste (FDCO) (Brasil, 2020).

A lei de irrigação (Brasil, 2013) traz como incentivo entre seus instrumentos “as tarifas especiais de energia elétrica para irrigação”. Entretanto, o dispositivo teve sua redação vetada em razão dos descontos de energia elétrica estarem contemplados no Artigo 25 da Lei (Brasil, 2002):

(...) Os descontos especiais nas tarifas de energia elétrica aplicáveis às unidades consumidoras classificadas na Classe Rural, inclusive Cooperativas de Eletrificação Rural, serão concedidos ao consumo que se verifique na atividade de irrigação e aquicultura desenvolvida em um período diário contínuo de 8h30m (oito horas e trinta minutos) de duração, facultado ao concessionário ou permissionário de serviço público de distribuição de energia elétrica o estabelecimento de escalas de horário para início, mediante acordo com os consumidores, garantido o horário compreendido entre 21h30m (vinte e uma horas e trinta minutos) e 6h (seis horas) do dia seguinte.

O subsídio na tarifa de energia elétrica tem grande importância no desenvolvimento da agricultura irrigada, visto que, para a maioria das culturas, a energia é um insumo que representa uma grande parte dos custos da lavoura.

Em um levantamento dos custos de energia elétrica, identificou-se que o valor no custo de produção pode chegar até 20% em determinadas culturas (Tabela 2) a partir dos dados de custo de produção publicados pela Emater-DF (Emater-DF, 2021).

Em documento elaborado pela empresa Irriger, são apresentados os custos com energia elétrica na produção de algumas culturas (Irriger, 2017). Nos dados apresentados referentes ao custo total da irrigação na cultura do milho irrigado, 40% correspondem ao custo total de produção, e, desse percentual, a energia elétrica representa 71,5%. Logo, a energia elétrica representou cerca de 29% do custo de produção total.

- Custo médio de produção do milho irrigado por hectare: R\$ 3.550,00.
- Custo total com irrigação (energia e outros) por hectare: R\$ 1.420,90.
- Custo somente com a energia elétrica por hectare: R\$ 1.016,05.

O subsídio no período noturno, no geral, é benéfico ao produtor irrigante na redução nos custos de produção. Mas, em uma análise técnica e relacionada à eficiência na irrigação, em algumas situações, a prática da irrigação somente no período noturno não é suficiente para atender às condições físicas de determinados solos.

Em solos arenosos, por exemplo, como os presentes na região Nordeste, com baixa capacidade de retenção de água, serão exigidas irrigações frequentes. Analisando a cultura do meloeiro, Sousa et al. (1999) concluíram que a frequência de irrigação de duas vezes por dia é a mais recomendada em solo arenoso sob fertirrigação por gotejamento e que a eficiência do uso da água na cultura é maior quando as frequências de irrigação são maiores.

Tabela 2. Custos de energia elétrica*.

Cultura	Valor energia ⁽¹⁾		Custos de insumos		Custos de produção total		Energia em Ano 2019 ⁽²⁾		Energia em 2020 ⁽³⁾		Energia em Ano 2021 ⁽⁴⁾		Energia em Ano 2022 ⁽⁵⁾		Energia em Ano 2023 ⁽⁶⁾	
	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%	Valor (R\$)	%
Feijão	594,00	15	3.911,24	15	4.403,24	13	644,91	15	695,83	16	746,74	17	797,66	18	848,57	19
Alface-aspersão	642,00	9	7381,58	9	20.821,56	3	69703	3	752,06	4	80709	4	862,11	4	917,4	4
Banana	540,00	7	8138,05	7	17448,05	3	586,29	3	632,57	4	678,86	4	725,14	4	771,43	4
Uva	560,70	2	34.031,23	2	62.251,23	1	608,76	1	656,82	1	704,88	1	752,94	1	801,00	1
Tangerina	675,00	23	2.977,81	23	7.667,81	9	732,86	10	790,71	10	848,57	11	906,43	12	964,29	13
Quiabo	1.048,05	19	5.641,49	19	17.501,49	6	1137,88	7	1.227,72	7	1.317,55	8	1.407,38	8	1.497,21	9
Feijão-verde	407,25	13	3.035,55	13	10.315,55	4	442,16	4	477,06	5	511,97	5	546,88	5	581,79	6
Batata-doce	992,70	40	2.490,92	40	7.110,92	14	1.077,79	15	1.162,88	16	1.247,97	18	1.333,05	19	1.418,14	20
Berinjela	1.052,10	12	8.646,95	12	23.796,95	4	1.142,28	5	1.232,46	5	1.322,64	6	1.412,82	6	1.503,00	6
Beterraba	450,00	7	6.360,00	7	13.850,00	3	488,57	4	527,14	4	565,71	4	604,29	4	642,86	5
Chuchu	1.027,80	15	7.024,62	15	19.819,62	5	1.115,90	6	1.203,99	6	1.292,09	7	1.380,19	7	1.468,29	7
Goiaba	810,00	22	3.602,73	22	9.412,73	9	879,43	9	948,86	10	1.018,29	11	1.087,71	12	1.157,4	12
Limão	810,00	18	4.541,63	18	10.351,63	8	879,43	8	948,86	9	1.018,29	10	1.087,71	11	1.157,4	11

*Valores já com a redução do valor imposto pelo Decreto Presidencial n° 9.642/18

⁽¹⁾ Desconto de 30%

⁽²⁾ Desconto de 24%

⁽³⁾ Desconto de 18%

⁽⁴⁾ Desconto de 12%

⁽⁵⁾ Desconto de 6%

⁽⁶⁾ Sem desconto

Fonte: adaptada de Emater-DF (2021).

Dessa forma, dependendo do manejo de irrigação adotado, percebe-se que o horário reservado para o desconto noturno não é suficiente para realizar as irrigações planejadas. É comum que parte da irrigação seja feita durante o dia, aproveitando o período de atividade de fotossíntese da planta, e durante a noite, para que a complementação de lâmina de água reponha sua disponibilidade no solo.

A implantação de um programa de manejo de irrigação requer conscientização, com visão integrada, tecnologia apropriada e operacionalidade. Tem potencial para possibilitar a otimização do uso de insumos, o aumento da produtividade e da rentabilidade e a ampliação da área irrigada. De forma complementar, pode contribuir para a implantação de uma exploração sustentável, preservando o meio ambiente, por meio da utilização adequada da água e energia, evitando percolação profunda, minimizando a lixiviação de produtos químicos e, conseqüentemente, a contaminação do lençol freático.

No contexto dos incentivos do governo federal à irrigação, foram identificadas duas principais linhas de financiamentos destinadas para a agricultura irrigada: Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento da Infraestrutura (Reidi) e Plano Safra.

O Reidi promove um regime que suspende a exigência da contribuição para o Programa de Integração Social e o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PIS/Pasep), de 1,65%, e da Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (Cofins), de 7,6%, totalizando uma redução de 9,25% no custo dos materiais, serviços e equipamentos em projetos privados do setor de irrigação (Brasil, 2020). Esse incentivo não está restrito a promover o uso eficiente da água, mas a irrigação como um todo, entretanto, pode incentivar a reconversão de sistemas de irrigação de baixa eficiência para novos equipamentos de alta eficiência no uso da água aos cultivos. No MI, entre 2012 e 2018, os responsáveis pelas análises de enquadramento dos projetos (ao Reidi) aprovaram 29

novos projetos (correspondendo a 42.078 ha), o que é considerado pouco diante das dimensões de projetos e áreas irrigadas no Brasil (6,95 Mha). O Reidi tem limitações e beneficiou principalmente os grandes produtores.

O Plano Agrícola e Pecuário/Mapa, conhecido por Plano Safra, é outra linha de financiamento, que disponibiliza créditos de financiamentos via Programa Moderinfra, que financia todos os itens inerentes aos sistemas de irrigação, inclusive infraestrutura elétrica e reserva de água. As taxas de juros praticadas pelo Moderinfra são definidas anualmente, quando do lançamento do Plano Agrícola e Pecuário da safra que iniciará no respectivo ano. Assim, para safra 2020/2021, a taxa de juros do Moderinfra foi de 6,0% a.a., enquanto, na safra 2018/2019, foi de 7,5% a.a. Essa variação se dá conforme a situação econômica e política do País. O Moderinfra, assim como o Reidi, não se destina especificamente à promoção do uso eficiente da água, mas também permite a modernização e a reconversão de equipamentos, que pode resultar no incremento da referida eficiência.

Aspectos gerais sobre esse tema passam por dúvidas essenciais, quanto à busca pelo uso eficiente da água usando incentivos financeiros. Questiona-se desde quão necessários são esses incentivos financeiros para tornar a agricultura irrigada nacional mais eficiente sob o aspecto do uso da água, até sobre sua real efetividade diante dos custos elevados dessas iniciativas. Quanto à funcionalidade, o consenso diz que sim, os incentivos financeiros são estímulos capazes de favorecer o produtor a mudar suas práticas produtivas. Porém, o foco desse tipo de estímulo não deve considerar somente parte da cadeia produtiva, como existe no Reidi (que se aplica exclusivamente sobre projetos de irrigação). É preciso ser mais abrangente quanto aos condicionantes dos incentivos. Deve-se considerar as premissas técnicas de boas práticas da agricultura irrigada como um todo, numa perspectiva completa do processo produtivo, incorporando aspectos como: manejo adequado de solo e cobertura, reservação hídrica, monitoramento e aproveitamento das potencialida-

des climáticas, entre outras práticas que favorecem a conservação dos recursos hídricos em termos de qualidade e quantidade. Isso favorece ao produtor rural alcançar o uso eficiente da água em todas as etapas do processo produtivo, que resultará num controle completo e mais eficiente do sistema produtivo.

Apesar do consenso da funcionalidade e a necessidade de que existam incentivos financeiros para a promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada, também é consonância que não se deve buscar a criação de novos programas de incentivos, mas sim, o aperfeiçoamento dos incentivos existentes. Existem muitos recursos financeiros disponibilizados pelo governo federal via programas federais que não são utilizados. Parte do problema, que leva ao não uso desses recursos, está relacionado ao desconhecimento sobre as opções de programas existentes por parte dos produtores, principalmente os pequenos e médios. No geral, quem tem acesso aos incentivos são os grandes produtores, reflexo das melhores condições de acesso às informações e aos conhecimentos sobre investimentos e do recebimento de assessoramento técnico.

Algumas sugestões de melhorias dos atuais incentivos merecem atenção. Em relação ao Reidi, o regime de benefícios é destinado exclusivamente para empresas privadas ou consórcio de empresas privadas, ou seja, necessariamente deve-se ter um Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ) que possa incorporar as infraestruturas de irrigação realizadas ao seu ativo imobilizado. Isso é uma limitação que inviabiliza a obtenção desse benefício por grande parte dos pequenos e médios produtores, pois nem sempre é economicamente viável instituir uma empresa para atuar com agricultura irrigada de pequeno porte. A solução para esse aspecto seria estender essa destinação também para pessoa física e/ou Microempreendedores Individuais (MEIs). Isso asseguraria a possibilidade de novos participantes ao Reidi. Além disso, o Reidi pode ser reformulado, em termos de suas condicionantes, quanto às práticas de uso eficiente da água, ajustar o foco para atender premissas de boas

práticas da agricultura irrigada, indo além de projetos de irrigação. Essas melhorias no Reidi deveriam se estender ao corpo técnico do MDR (responsável pela análise e aprovação do incentivo).

Em relação aos outros incentivos existentes, como Moderinfra e Fundos de Desenvolvimento Regionais (FCO, FNE e FNO), os recursos estão sendo administrados de forma centralizada, em único banco (Banco do Brasil). Isso acarreta falta de interesse do banco administrador em oferecer uma adequada carteira de financiamentos com várias opções aos clientes, diferente do que se observa, em que são ofertadas geralmente as opções mais lucrativas para o banco. A solução para esse problema passa pela distribuição dos recursos dos fundos entre outros agentes financeiros, gerando maior competitividade entre esses agentes. Além dessas melhorias, de uma maneira geral, observa-se que falta divulgação dos incentivos financeiros existentes e deve-se buscar a promoção e a divulgação das opções existentes no mercado. Muitos incentivos vigentes já incluem assistência técnica como opção de financiamento e muitos desconhecem.

Outro ponto relevante a ser considerado tem relação com os formatos dos incentivos existentes no Brasil. Os maiores volumes financeiros disponibilizados ocorrem via financiamentos e não via créditos. Na prática, não se tem oferta de créditos reais no Brasil para o setor de agricultura irrigada. Créditos e financiamentos são linhas de crédito, porém, com finalidades e processos diferentes. No financiamento, o dinheiro deve ser utilizado na compra de um determinado bem (carro, imóvel ou equipamentos eletrônicos, por exemplo). Já o crédito pode ser utilizado em qualquer situação, assistência técnica, aplicação em capital de giro e, inclusive, para cobrir despesas inesperadas. Falta crédito para atender aos negócios do setor, principalmente para aqueles que considerem a visão sistêmica dos negócios do produtor (cadeia produtiva e sua interdependência), no qual a segurança e a garantia de pagamento do crédito podem estar na cadeia de valor (da produção até logística, entre outros).

Considerando a transversalidade entre os temas base, seguramente a existência de certificação de projetos de irrigação ou a qualificação de boas práticas reconhecidas para agricultura irrigada poderia favorecer o funcionamento de incentivos financeiros e acesso aos seus recursos. A existência de certificação ou de qualificação de projetos poderia funcionar como instrumento para facilitar a obtenção dos financiamentos e outros tipos de incentivos, pois tem potencial de trazer mais segurança aos agentes financeiros.

Em outra linha, mas visando trazer segurança aos agentes que oferecem incentivos e aos seus beneficiários, é necessário buscar no Crea o aperfeiçoamento da ferramenta da Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). Para encontrar uma solução que garanta que os projetos em agricultura irrigada sejam elaborados com qualidade, talvez seja necessário mudar o padrão de exigência técnica para formulação de projetos. Outro caminho para esse aperfeiçoamento pode ser via outro incentivo financeiro, agora beneficiando o projetista. Como sugestão, para os projetos que fossem implementados adequadamente, poderia haver a previsão de o projetista receber um percentual pela elaboração do projeto (2%, por exemplo), e outro, de valor similar, pelo acompanhamento da implantação, de forma que os recebimentos pelos serviços dessas etapas sejam vinculados. Esses tipos de previsões poderiam fazer parte das linhas de financiamento.

A capacitação é outro tema que pode favorecer o uso de incentivos financeiros. É necessário capacitar o produtor visando conhecer todas as linhas de incentivos existentes, seja via assistência técnicas ou cursos de curta duração. Isso é importante para garantir que os recursos disponíveis sejam melhor utilizados e garantam o alcance dos objetivos pretendidos com esses incentivos financeiros. Como já foi tratado em vários outros temas, é considerado essencial capacitar os técnicos e o produtor rural no uso adequado de práticas de agricultura irrigada, visando garantir o uso eficiente da água e o cumprimento das condicionantes

previstas nos incentivos financeiros. Esse tipo de capacitação também pode ser previsto dentro das condicionantes de obtenção de créditos e outros incentivos financeiros como o Reidi.

No geral, a orientação dada para programas de incentivos é a definição de ações estratégicas com foco nos benefícios do uso eficiente da água na agricultura irrigada das atuais áreas produtivas, em detrimento das necessidades da abertura de novas áreas para produção, buscando sempre a otimização das áreas irrigadas já implantadas. Deve-se buscar a divulgação dos resultados da produção e das produtividades em áreas irrigadas, sempre ressaltando a importância da segurança e a competitividade para os produtores com uso eficiente da água. A adoção do plano safra plurianual é uma das estratégias sugeridas para um melhor planejamento da agricultura irrigada e da busca do manejo eficiente da irrigação, focando também na garantia dos financiamentos para o produtor rural.

Casos de Sucesso em Melhorias de Uso da Água na Agricultura Irrigada

Tem-se conhecimento de vários casos de sucesso de melhoria de eficiência de irrigação na agricultura irrigada, mas poucos foram documentados de forma a servirem de exemplo fidedigno e replicável. Por sua vez, os casos de sucesso melhor documentados podem ser utilizados como base para a estruturação de estratégias para o uso eficiente da água na atividade. Divulgar os casos de sucesso do passado e passar a documentá-los melhor, bem como divulgar os novos casos, deve fazer parte da estratégia daqueles que busquem melhorar a eficiência da irrigação.

Na sequência, descrevem-se três casos reconhecidos de sucesso, quando avaliados do ponto de vista da eficiência de irrigação, que foram relatados no âmbito do Grupo de Trabalho Interministerial: Projeto no Distrito de Irrigação Pabellón, no México; Projeto de Melhoria da Eficiência Operacional do Distrito de Irrigação Arroio Duro, no Rio Grande do Sul; e Projeto de Conversão do Sistema de Irrigação do Perímetro Mandacaru, na Bahia. Os casos demonstram como os temas estratégicos para o uso eficiente da água na irrigação, já abordados anteriormente neste livro, se combinam de diferentes formas para produzir resultados muito positivos em termos da melhoria da agricultura irrigada.

Projeto de Modernização do Distrito de Irrigação Pabellón, México

Esse projeto foi concebido pelo governo do estado de Aguascalientes, cujo objetivo foi, essencialmente, modernizar o distrito de irrigação (fundado em 1936) em vários aspectos: infraestrutura, técnicas de irrigação, tipo de produção, entre outros, de forma a aumentar o uso eficiente da água de 35% para 75% (Pimentel, 2006). Trata-se de uma região semiárida, com regime pluviométrico médio anual em torno de 400 mm–550 mm, escassez hídrica, problemas de sobreexploração de aquíferos e que sofre com conflitos recorrentes pelo uso da água. Para efetivação e implementação do projeto, que envolveu 1.987 irrigantes em uma área de 11.820 ha, foi realizado, em princípio, um estudo de diagnóstico detalhado considerando todas as variáveis técnicas e sociais envolvidas (variáveis ambientais; disponibilidades hídricas superficiais, subterrâneas, reservatórios e canais; técnicas de irrigação utilizadas; padrões de cultivos; perfil do irrigantes, entre outros).

Após estudos e simulações (considerando os tipos de cultivos, eficiência dos métodos de irrigação usados, entre outros) e diante da disponibilidade hídrica limitada, foi concluído que só havia água para uso sustentável em uma área com a metade do tamanho, beneficiando somente 1.077 usuários (54%). As soluções desse impasse passaram por:

- Modernização da infraestrutura e tecnificação da irrigação para uso prioritário com águas superficiais, deixando as águas subterrâneas como estratégia para uso nos anos sem recursos superficiais.
- Redução das concessões de outorgas e diminuição das extrações de águas subterrâneas, visando a estabilização inicial e futura recuperação dos níveis dos aquíferos.
- Integração das infraestruturas hídricas superficiais e subterrâneas em único sistema de distribuição para uso equilibrado.

- Implantação de sistema de monitoramento e controle de uso para todos os usuários.
- Desapropriação de áreas menos aptas, menos produtivas, ociosas e passíveis de aproveitamentos para outros fins econômicos.
- Desincorporação das áreas que poderiam ser abastecidas por águas residuais tratadas.
- Substituição, em determinadas áreas, dos tipos de cultivos que tinham baixas produtividades e usavam muita água por novos cultivos (antes inexistentes na região) mais eficientes quanto ao uso da água e com melhores retornos econômicos por hectare;
- Investimento na substituição de práticas de irrigação de baixa pressão, aplicação de micro aspersão e gotejamento.
- Regularização de todos os usuários de água, por meio de um plano anual de uso e consumo, garantindo que os usuários informassem mensalmente seus gastos e dando previsibilidade para gestão.
- Revisão do estatuto do distrito de irrigação, visando garantir que todos os anos teriam o volume mínimo para sustentabilidade de produção e dos recursos hídricos disponíveis.

Por fim, como resultado, foram viabilizados os financiamentos para todos os processos de modernização e os investimentos no distrito com apoio do governo federal (agência nacional), governo do estado e sua secretaria de agricultura.

Os pontos centrais que favoreceram o projeto foram: o estudo de diagnóstico prévio; o apoio e o interesse governamental na implementação e na regularização das áreas, assim como nas negociações de reduções de outorgas e desapropriações de áreas menos aptas; e a integração dos sistemas hídricos superficial e subterrâneo como única fonte das águas, tornando o uso coletivo equilibrado com plano de uso e com garantia de monitoramento.

Projeto Perímetro de Irrigação Arroio Duro, Rio Grande do Sul

O Projeto Perímetro de Irrigação Arroio Duro está localizado no município de Camaquã, no Rio Grande do Sul. Foi inaugurado em 1967 pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). Desde então, sua gestão e manutenção foram realizadas pelo governo federal que, em 1991, por meio de um convênio, delegou sua gestão para a Associação de Usuários de Arroio Duro (AUD). A infraestrutura de uso comum é composta por um reservatório a montante com capacidade máxima de armazenamento de 170 milhões de metros cúbicos, um conjunto de canais de irrigação e drenagem, equipados com estruturas de controles de níveis e vazões, estrutura viária composta de estradas e pontilhões e duas estações de bombeamento instaladas no rio Camaquã. Atualmente, conta com 627 propriedades, com dimensões de 0,5 ha a 3.000 ha, produzindo predominantemente arroz (informação verbal¹¹).

Num determinado momento, o perímetro esteve diante de um impasse, pois possui uma área com potencial de irrigação de 61 mil hectares, mas tinha capacidade efetiva para irrigar somente 21 mil hectares. A solução do impasse passou por revisão do estatuto, acordada entre os usuários, que definiu cotas de água em função da área irrigável, seguindo os seguintes critérios: (a) 100% da cota para áreas com até 40 ha; (b) 50% da cota para usuários com área entre 40 e 100 ha; e (c) 25% da cota para usuários com área acima de 100 ha. Quanto aos critérios apresentados nas letras b e c, os irrigantes têm a garantia de receber água para atender o limite mínimo de 40 ha. Assim, todos os irrigantes terão garantias mínimas igualitárias, definidas pela limitação das disponibilidades hídricas.

¹¹ Fala de João Viegas da AUD em palestra para o grupo de trabalho interministerial GT2 (ACT 02/2014), no Ministério da Agricultura, Pecuária, e Abastecimento em 17 julho de 2017.

O sucesso dos empreendimentos no perímetro de irrigação é reflexo do acordo firmado, mas também de ações de gestão e regramentos que permitem o controle e a gestão do uso de água, associadas com iniciativas de boas práticas e com um programa de incentivo ao uso racional de água. O perímetro conta com uma central administrativa, com profissionais qualificados e treinados para operar toda infraestrutura e monitoramento dos sistemas de distribuições. Os usuários irrigantes foram treinados e organizados, receberam incentivos de créditos, assistências técnicas e apoio de instituições públicas com pesquisas e extensão rural. Além disso, o regulamento geral, previsto no estatuto, foi previamente aprovado em Assembleia Geral dos Usuários e estabelece sanções para eventuais infrações. O programa interno de incentivo ao uso racional é um conjunto de ações com objetivo de usar racionalmente a água sem prejuízo da produtividade. São incentivadas práticas agrícolas que permitem racionalizar o uso da água, como sistematização de áreas, nivelamento de solos em cota única que viabiliza irrigação intermitente das áreas, entre outros. Os usuários que aderirem ao programa recebem benefícios, como um desconto de 10% no valor da tarifa por hectare sistematizado no ano da sistematização. Os resultados dessas ações têm favorecido o perímetro de Arroio Duro a reduzir o consumo médio de água por hectare/safra de 12 mil metros cúbicos para 10 mil metros cúbicos, sendo factível reduzir para 8 mil metros cúbicos no futuro.

Projeto de Conversão do Sistema de Irrigação do Perímetro Mandacaru, Bahia

O perímetro de irrigação Mandacaru fica no município de Juazeiro, na Bahia. Atualmente ocupa uma área de quase 800 ha, divididos em 419 ha em lotes de pequenos irrigantes e 350 ha em lotes empresariais. O projeto de irrigação foi implantado, em 1971, pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), que geriu

o projeto até o ano 2000, quando optou por compartilhar a gestão do perímetro com a associação de irrigantes local, visando principalmente à redução de custos operacionais.

A irrigação no perímetro Mandacaru, desde seu início em 1971, era feita por sulcos, sendo a água bombeada da fonte (rio São Francisco) e levada para um reservatório central. Desse reservatório, por gravidade, ela é conduzida até os lotes de produção por meio de canais abertos.

Devido a problemas recorrentes no perímetro, tais como baixa disponibilidade hídrica, irrigação viável somente em dias alternados, inadimplências e custos de manutenção muito elevados, técnicos da Codevasf, em 2006, procederam a conversão dos sistemas de irrigação em sulcos para irrigação por aspersão e localizada (informação verbal¹²). Esse processo de conversão resultou numa economia de aproximadamente 50% do total de água utilizada na irrigação em todo o perímetro. Entre outros benefícios quantificados estão: fim do desperdício de água; maior eficácia na aplicação dos produtos químicos; melhor desenvolvimento da planta; economia de energia elétrica; redução dos custos de produção; aumento significativo dos índices de produtividade; e melhoria da renda do produtor.

Os principais pontos citados que levaram ao sucesso desse projeto, foram: aplicação da proposta em lote piloto para testes e uso de referência para demonstração aos potenciais usuários; assistência técnica e extensão rural por um período mínimo de 3 anos; boas condições prévias de infraestrutura que diminuíram os custos; formalização de interesse de mudança e aceite das condições de implantação por parte dos produtores; e incentivos financeiros por meios de empréstimos a juros baixos e prazos longos (20 anos). Os maiores desafios superados foram a mudança de cultura do produtor e a dificuldade para obtenção de incentivos financeiros.

¹² Fala de Rodrigo Ribeiro Franco Vieira, engenheiro da Codevasf, na palestra apresentada ao grupo de trabalho interministerial GT2 (ACT 02/2014), no Mapa, em 9 novembro de 2017.

Apesar do sucesso da modernização do Projeto Mandacaru, deve-se ressaltar que toda conversão de sistema de irrigação precisa considerar os aspectos locais, culturais, condições do solo, clima e demais variáveis impactantes. Só a mudança de sistemas de irrigação não é suficiente para tornar o uso eficiente da água, alguns tipos de solos exigem formas diferentes de aplicação para cada sistema (considerando mesma cultura), os irrigantes devem estar aptos a fazer o novo manejo adequadamente e é fundamental uma assistência técnica especializada de início (2–3 anos).

Bases para Elaboração de Estratégias e Programas de Uso Eficiente de Água na Agricultura Irrigada

O uso eficiente de água é um aspecto fundamental a ser observado na construção de estratégias de desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada. As disponibilidades de recursos naturais do Brasil beneficiam a economia e, comparativamente a outras regiões do globo, apresentam-se muito favoráveis. Mas os setores econômicos precisam internalizar em suas práticas produtivas os princípios de uso sustentável desses recursos, do contrário, podem colocar em risco seus negócios, sobretudo aqueles que tem dependência direta com água, como é o caso da agricultura irrigada. Em várias regiões do planeta, como nos EUA, Índia e até no Nordeste brasileiro, há casos de sobreexploração dos recursos hídricos, forçando produtores rurais a migrarem para outras regiões, ou desistirem de suas atividades econômicas.

Diante do cenário atual de aumento da demanda hídrica, seja pelo crescimento da população e/ou pela expansão das atividades econômicas, no futuro próximo, a disponibilidade hídrica poderá estar ainda mais comprometida em várias regiões do Brasil. Nesse contexto, a agricultura irrigada tem uma enorme responsabilidade diante dos grandes volumes de água utilizados e do potencial de benefícios que pode trazer para a sociedade.

Com base em contribuições técnicas de vários especialistas do setor (incluindo produtores rurais, pesquisadores, entes privados, setor industrial e governo) e em exemplos de programas em funcionamento do Programa Nacional para Uso Eficiente da Água (PNEUA) (Agência Portuguesa do Ambiente, 2012), apresenta-se, a seguir, um arcabouço conceitual com estratégias e subsídios para a construção de programas que visem ao uso eficiente da água na agricultura irrigada.

Definição de objetivos

Um dos aspectos que merece atenção da sociedade é a necessidade de se proceder a um uso cada vez mais eficiente da água disponível, ou seja, otimizar a utilização desse recurso (eficiência de utilização) sem pôr em risco os objetivos pretendidos (eficácia de utilização) ao nível das necessidades vitais, da qualidade de vida e do desenvolvimento socioeconômico. Deve-se utilizar menos água para conseguir os mesmos objetivos ou, pode-se dizer, produzir mais com menos água. Adicionalmente, como benefícios indiretos, é possível alcançar a redução de custos na produção e da poluição dos corpos hídricos, assim como a diminuição do risco de escassez de água e do consumo de energia elétrica.

Esse processo de conscientização e de mudanças de valores deve ser materializado por meio de medidas concretas que conduzam à alteração das práticas produtivas no campo. Um meio para que isso aconteça pode ser pela implementação de programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada. Programas com visão estratégica e que forneçam orientação e suporte aos produtores, seguindo premissas técnicas, têm grandes chances de êxitos.

O objetivo central dos programas deve ser a promoção do uso eficiente da água. Programas dessa natureza podem ser estabelecidos em diferentes escalas: nacional, estadual, municipal, regional, bacia hidrográfica, propriedade rural ou mesmo em unidades de áreas produtivas (parcelas).

É importante que contribuam para aumentar a segurança hídrica e para minimizar os riscos de estresse hídrico, quer em situação hídrica normal, quer durante períodos de seca. Em todos os casos, desde programas com atuação local até regional, como bacias hidrográficas, deve-se buscar a visão integrada dos usos e das disponibilidades hídricas a fim de evitar ou minimizar conflitos entre os usuários.

Entre os objetivos dos programas, recomenda-se buscar mudanças de práticas produtivas, incluindo manejo do solo e da água para alternativas mais sustentáveis. Os usuários beneficiários dos programas devem ser sensibilizados pela responsabilidade coletiva do uso dos recursos naturais e do potencial benéfico que pode trazer para todos.

É importante ressaltar que a melhoria da eficiência da utilização da água na agricultura irrigada não significa necessariamente uma redução da demanda por água ou aumento das disponibilidades hídricas numa escala de bacia. Pode haver um aumento das captações para expansões de áreas produtivas, intensificação de produção, inserção de cultivos que necessitam mais água, ou mesmo, inserção de novos usos na bacia. Isso reforça a necessidade de se buscar eficiência no uso com uma visão sistêmica e ampla dos fatores que interferem na disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica.

Os programas devem contribuir para a consolidação de uma nova cultura de uso da água, por meio do qual esse recurso seja crescentemente valorizado não só pela sua importância para o desenvolvimento humano e econômico, mas também para a preservação do meio natural e para o desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável.

Definição de metas

A definição de metas para programas passa pela definição de indicadores que traduzam a eficiência de utilização da água em qualquer um dos aspectos a ser considerados, tornando direta e transparente a comparação entre metas e resultados obtidos, permitindo o acompanhamento e a gestão dos recursos hídricos no tempo e na escala de análises definida.

O indicador mais simples e mais utilizado é o conceito genérico de eficiência de utilização da água (em que $\text{Eficiência (\%)} = \text{Volume retirado da fonte} / \text{Volume utilizado pela atividade} \times 100$), geralmente aplicada de forma muito abrangente para vários setores econômicos (por exemplo, industrial, agricultura). A vantagem desse tipo de abordagem está na facilidade de comparação entre vários tipos de uso, o que traz simplificações aos órgãos gestores. Na literatura, conforme apresentado no item Uso Eficiente da Água na Agricultura Irrigada, desta obra muitos outros indicadores foram propostos e devem ser considerados, seguindo as devidas ponderações e limitações técnicas de cada aplicação e uso.

Importante salientar que, independentemente da métrica que se usa para referenciar as definições das metas dos programas, deve-se ter atenção com as falhas e limitações que elas podem acarretar, pois suas aplicações têm foco distintos e seus resultados recebem influências em diferentes condições de aplicação, como os aspectos de escalas (bacia, propriedade, cultivo, parcelas), tipos de manejo, tipos de cultivos, métodos de irrigação e condições de ambiente (clima, solo, etc).

Outros indicadores que ainda podem ser almejados como premissas na definição de metas são indicadores qualitativos, os quais geralmente remetem ao cumprimento de boas práticas de uso e controle de uso dos recursos hídricos (por exemplo, instalações de hidrômetros, existência de assistência técnica especializada, manutenção preventiva de equipamentos de irrigação e reservatórios, equipe técnica devidamente treinada, manejo adequado dos solos, uso do potencial climático local).

Para a agricultura irrigada, pode-se elencar, nos diferentes contextos, quais são as práticas adequadas e os controles necessários que viabilizariam um uso eficiente. Com indicadores qualitativos, dificilmente será possível fazer comparações de eficiência entre produtores ou entre bacias hidrográficas com diferentes usos (diferentes cultivos, solos, climas, entre outros), entretanto, podem ser usados em fases iniciais da implantação de um programa, em áreas ou regiões com baixa infraestrutura (tecnificação)

e com ausência de controle hidrométricos dos usos. Mesmo em situações assim, em projetos incipientes, sempre devem ser buscados um plano de aperfeiçoamento das métricas de controle e das medidas efetivas do uso da água. De forma complementar, é importante prever medidas de melhorias graduais no processo de gestão e controle do uso da água.

Nesse contexto, é fundamental que os programas tenham metas claras, realistas e factíveis de cumprimento. Todas as metas a serem definidas dentro dos programas devem ter prazos para realização. O mais recomendado é que se busque usar métricas quantitativas, independentemente das escalas de atuação (bacias, propriedades, parcelas etc.). Recomenda-se ainda definir metas coletivas que favoreçam a corresponsabilidade entre usuários e a noção de interdependência dos usos de recursos hídricos dentro das bacias.

Condicionantes estratégicas e estruturais dos programas

Entre muitos temas tratados e já descritos nos itens anteriores desta obra, alguns pontos são colocados como essenciais e transversais entre as ações que podem levar ao uso eficiente da água. Esses temas também podem ser vistos como condicionantes das estratégias de implementação, de ações e de medidas dentro dos programas de uso eficiente da água para agricultura irrigada.

Muitos fatores podem interferir na construção e na elaboração de programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada. Os sistemas e projetos de agricultura irrigada podem ser complexos de serem adaptados ou remodelados, porque mudam os sistemas de produção existentes e impõem novos desafios aos produtores, tais como: visão sistêmica do ambiente com a produção; novas práticas de manejo; muitas vezes exigem necessidades de mão de obra qualificada; novo equipamento; novo monitoramento; novo custo. Esses desafios podem gerar resistências às

mudanças e favorecer a não implementação das práticas pretendidas dentro dos programas.

Os programas a serem propostos precisam buscar soluções prevendo análises de viabilidade e respeitando as particularidades locais para aplicação, devendo ainda conceber flexibilidade para adaptações técnicas e incluir a definição de prazos razoáveis para suas implementações, com ações de curto, médio e longo prazo. Essas soluções e condições propostas devem necessariamente adaptar os investimentos às limitações e aptidões dos territórios ou das bacias. Devem considerar as limitações de recursos disponíveis (públicos e/ou privados) e, principalmente, motivar os produtores rurais a terem uma abordagem participativa e construtiva dos programas de forma conjunta, com apropriação de interesses pelas soluções a serem aplicadas. Em que os produtores rurais sejam parte das soluções apresentadas, sentindo-se autores e responsáveis pela implementação das melhorias.

Muitas soluções técnicas podem ser definidas com base nas práticas que já funcionam nas áreas de aplicação dos programas, "boas práticas" (muitas vezes processos informais que precisam ser identificados, reforçados e reconhecidos), deixando espaço para a inovação, valorização e reconhecimento dos envolvidos. Por vezes, processos integrados e colaborativos de construção permitem encontrar soluções mais adequadas e levar ao maior envolvimento dos interessados (irrigantes), facilitando parcerias com agentes de pesquisas, entidades de assistências técnica e capacitação. Necessita-se buscar o engajamento dos diferentes agentes do setor.

Proposta de estruturação geral dos programas

Com base em discussões, nas propostas e nas soluções técnicas, envolvendo vários temas, apresenta-se na sequência a proposição de um guia, que inclui as etapas mínimas a serem consideradas para elaboração de estratégias e programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada. As etapas estão organizadas de forma descritiva e são apre-

sentadas na Figura 2, em que se destacam as fases essenciais a serem consideradas: diagnóstico, definição de objetivos, metas, ações, medidas e prioridades para implementação. Ressalta-se os quatro macrotemas estratégicos inter-relacionados, que representam as diretrizes temáticas a serem consideradas como base para definição de ações e medidas dentro dos programas. As ações e medidas propostas dentro de cada tema estratégico necessariamente devem passar por um processo de enquadramento contextual, uma contextualização social, ambiental, comercial e produtiva. Essa contextualização visa essencialmente avaliar a viabilidade e as necessidades para aplicação das ações e medidas diante dos contextos das bacias e projetos e entender quais etapas são realmente necessárias para o alcance dos objetivos, as dificuldades a serem enfrentadas e os possíveis incentivos para implementação dos programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada.

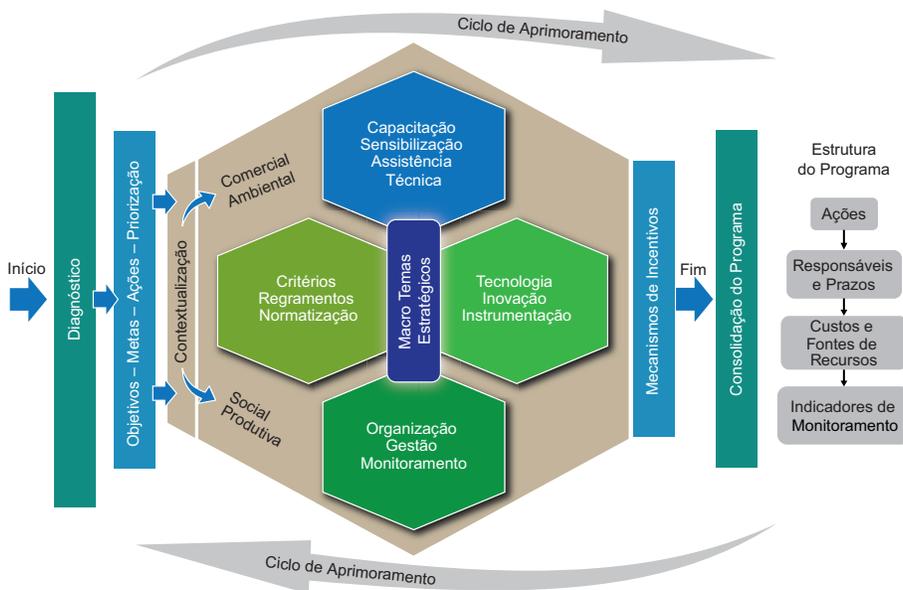


Figura 2. Estrutura lógica e funcional dos macrotemas estratégicos a serem considerados para elaboração e implementação de programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada.

Diagnóstico: fase inicial e essencial para implementação de programas. É nessa fase que se define a base zero de referência para identificação dos problemas, das soluções, das ações e das melhorias. Busca-se conhecer o máximo de dados e informações possíveis sobre vários aspectos do território (região, bacia, áreas) de interesse, como: disponibilidade hídrica superficial e subterrânea (volumétrica e temporal, natural e suas interferências); áreas irrigadas e potenciais de crescimento; práticas agrícolas e seus manejos; tipos de cultivos; aptidões e limitações naturais do ambiente (solo, clima, relevo, dentre outros); equipamentos e instrumentação usadas (condições de uso, manutenção, etc.); perfil dos irrigantes (porte, qualificação técnica, características relevantes das propriedades, dentre outros); nível de organização dos irrigantes; questões ambientais (requisitos legais), culturais (crenças, tipo e práticas agrícolas) e sociais (infraestrutura e condições econômicas). O objetivo é usar o máximo de dados e informações que possam subsidiar a elaboração e implementação de programa de uso eficiente da água.

Objetivos – Metas – Ações – Priorização: a partir do diagnóstico e das análises de dados e informações levantadas, deve-se identificar quais são os principais objetivos, ações, metas, que devem ser alcançados pelos programas, de forma a almejar o uso eficiente da água na agricultura irrigada. Levando-se em conta a necessidade de alcançar objetivos e atingir metas, a estruturação dos programas deve seguir os quatro macrotemas estratégicos, como se apresenta na Figura 2, que devem ser entendidos como temas referenciais para elaboração do conjunto de ações e medidas que favorecerão ao alcance dos objetivos. Essas áreas temáticas devem refletir de forma agregada todas as ações, as medidas e os mecanismos sinérgicos (inter-relacionados) para elaboração e implementação dos programas.

Contextualização: as soluções técnicas, ações e medidas previstas nos programas devem ser implementadas nos territórios ou bacias, tendo em conta as especificidades locais do cenário ambiental e social, bem como

o contexto produtivo, comercial e de serviços. As ações previstas dentro de todos os macrotemas estratégicos devem ser pensadas e viabilizadas de forma que sejam aplicáveis ao contexto ambiental (disponibilidades hídrica, aptidões naturais no ambiente, etc.); social (nível de instrução e renda dos irrigantes); produtivo (tipos de cultivos, equipamentos e insumos utilizados); comercial (comercialização dos produtos e mercado); e, por vezes, às condições locais de serviços de assistências técnicas, fornecimentos de peças e manutenção de equipamentos.

O objetivo da contextualização é integrar o desenvolvimento da agricultura irrigada com o uso eficiente da água ao planejamento local, tendo em conta o potencial natural da região e dos setores envolvidos, mas também compreendendo as limitações e os condicionantes associados. As questões de escala devem ser levadas em consideração no processo de planejamento para garantir a sustentabilidade das soluções implementadas, respeitar as proporcionalidades entre elas e as condições de manutenção. Essa viabilidade depende principalmente da disponibilidade de serviços de apoio, desde as oficinas de reparo de equipamentos até os serviços de assistências técnicas, cuja sustentabilidade só pode ser assegurada se um nível suficiente de demanda é mantido ao longo dos anos. Nenhum tipo de inovação se sustentará sem assistência.

Macrotemas estratégicos: (1) capacitação – sensibilização – assistência técnica; (2) critérios – regramentos – normatização; (3) tecnologia – inovação – instrumentação; (4) organização – gestão – monitoramento. Como já citado, para todas as áreas temáticas, deve-se definir quais ações e medidas específicas são aplicáveis e um conjunto correspondente de tarefas selecionadas para execução. Essas podem ter diferentes entidades responsáveis e participantes na implementação e podem ser dirigidas a diferentes setores ou grupos de interesses. Para cada ação é necessário definir os responsáveis e prazos pela sua implementação, os destinatários (público-alvo) e o conjunto de medidas que devem ser promovidas no seu âmbito (Figura 3).

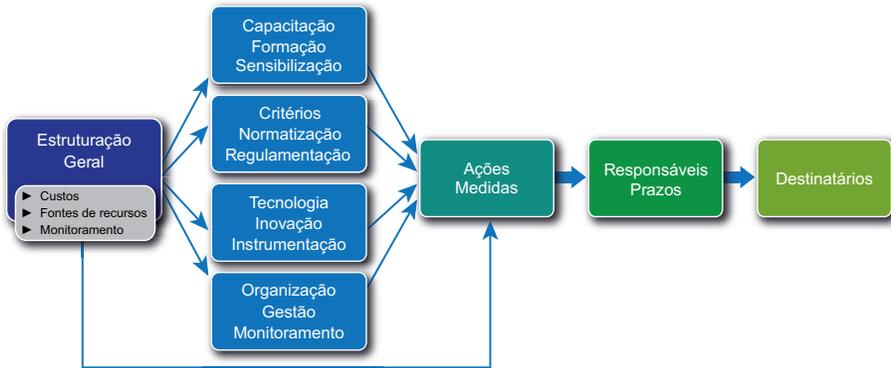


Figura 3. Estrutura geral e seus desdobramentos, mostrando aspectos fundamentais de gestão e organização dentro dos programas. Essa estrutura representa a consolidação do programa, na qual as ações dentro de cada macrotema devem ter responsáveis e prazos, com custos e fontes de recursos definidos, incluindo os indicadores de monitoramento e gestão.

Dentro de cada tema estratégico, as ações e medidas podem ser planejadas com implementação por etapas, sequenciais e inter-relacionadas entre os demais temas e com suas respectivas ações. Algumas ações e medidas de um determinado tema podem ser sinérgicas e potencializadas por ações de outros temas.

Nesta fase, também é necessário elencar prioridades. A priorização pode ser aplicada desde as metas até as ações e as medidas especificadas dentro de cada tema abordado no programa. Sugere-se que a priorização seja guiada pelo potencial de retorno das ações considerando a sua economicidade de água, a facilidade de implementação ou aplicação, suas relações de custo/benefício, perspectivas de generalização¹³ e sinergia entre os temas, assim como segue:

- Prioridade 1: aplicação elevada, aplicável às ações/medidas que conduzam a economicidades muito significativas, que sejam fáceis

¹³ Generalização: da facilidade de aplicação de uma medida e sua adequação em diferentes das demais instituições

de implementar, que tenham uma relação custo/benefício favorável e em que as perspectivas de generalização e sinergia temáticas sejam elevadas.

- Prioridade 2: aplicação média, aplicável às ações/medidas que conduzam a economicidades significativas, com implementação exequível, com uma relação custo/benefício razoável ou em que as perspectivas de generalização e sinergia temáticas sejam médias ou elevadas.
- Prioridade 3: aplicação baixa, aplicável às medidas que conduzam a economicidades baixas, de difícil implementação, com uma relação custo/benefício discutível ou com baixas perspectivas de generalização e de sinergia temáticas.

O estabelecimento dessas prioridades pode ser reavaliado em função da escala de atuação do programa (regional, local etc.); da razão entre necessidades e disponibilidades de água, o que pode conduzir, nas regiões de maior carência, a um aumento da prioridade relativamente à situação média nacional ou estadual, ou mesmo diferindo entre bacias com criticidades diferentes. Ações e medidas que visem a restrição ou proibição de uso da água geralmente não são incluídas no processo de priorização, mas sua aplicação deve ser considerada nos casos de sobreexploração dos recursos hídricos e na execução de planos de recuperação hídrica.

Capacitação – Sensibilização – Assistência Técnica: esses temas são, sem dúvida, o componente mais importante para o sucesso dos programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada no contexto nacional. A garantia de sucesso do programa é baseada na disponibilidade de atores treinados e qualificados para implementação das ações e soluções técnicas previstas. O objetivo principal é melhorar a disponibilidade e a qualidade da prestação de serviços necessários para a implementação de soluções que abrangem temas fundamentais: elaboração, implemen-

tação e adequações de projetos irrigação; gestão dos sistemas de irrigação, manejo apropriado dos cultivos e condições do ambiente; acesso e uso de novas tecnologias e tecnologias adaptadas; serviços financeiros (incentivos); e assistência técnica. A abordagem da capacitação deve incluir princípios da gestão integrada da PNRH, da Política Nacional de Irrigação e da Política Nacional do Meio Ambiente.

Ações de sensibilização e informação devem ser promovidas para todos os agentes envolvidos, principalmente os executores das ações dos programas: agentes públicos, de assistências técnicas e usuários finais (irrigantes). O processo de capacitação e sensibilização também pode ser ampliado para alcançar todos da cadeia produtiva da agricultura irrigada, considerando desde o setor industrial de equipamentos e instrumentação, equipe de vendas (revendedores), assistência técnicas, técnicos de campo, irrigantes e agentes de instituições públicas. Se necessária, a capacitação deve ser priorizada para os agentes multiplicadores (profissionais de assistência técnica, equipe de venda, técnicos de campo e irrigantes). Os programas podem também provisionar conteúdos relativo ao uso eficiente da água na formação técnica profissional (escolas técnicas e universidades) complementar.

A realização de capacitação pode ser estruturada e sustentada nos níveis regional, nacional e local para cada ator/chave dentro dos setores envolvidos por meio do estabelecimento ou do fortalecimento de centros de treinamento, particularmente os centros regionais (institutos federais, universidades, Anater) ou nacionais (Senar, Embrapa, MMA e MEC); de acordos de cooperação com o setor privado para transferências da experiência na implementação de projetos de irrigação e treinamentos customizados.

Como já foi dito, é por meio da educação, da sensibilização e da capacitação que se faz mudanças efetivas de cultura e práticas de desenvolvimento no campo. As resistências naturais do agricultor aos processos de capacitação podem ser superadas pela implementação de exemplos

práticos de sucesso, áreas modelos funcionais ou por meio de centros de referências técnicas reconhecidos. Os programas devem adequar as abordagens, as linguagens e todos os conteúdos conforme as necessidades dos públicos. Se for o caso, os programas devem levar a capacitação até os produtores (no campo).

Esse tema, assim como os demais, deve ser sempre concebido transversalmente e inter-relacionado aos demais, de forma que as ações propostas não ocorram de forma independentes. Todos os demais temas tratados dependem da capacitação para se efetivar como ações concretas. É necessário promover a sinergia entre os propósitos, de modo que os resultados das ações favoreçam a realização de outras.

Critérios – Regramento – Normatização: esses temas têm relação direta com as práticas, os equipamentos e os instrumentos usados na agricultura irrigada. No Brasil, de maneira geral, faltam regulamentação, normas e diretrizes que contemplem as boas práticas de agricultura irrigada visando ao uso eficiente da água. Portanto, é necessário estabelecer normas e padrões para orientar a qualidade e a confiabilidade das ações e das medidas necessárias ao estabelecimento de programas de uso eficiente da água.

No âmbito nacional, a regulamentação da lei da irrigação (Brasil, 2013) está pendente. Os instrumentos da PNRH não têm produzido efeitos que resultem no uso eficiente da água e não se relacionam diretamente com a políticas de irrigação ou com as boas práticas de conservação de solo e água. Neste contexto de ausência de diretrizes legais específicas quanto ao uso eficiente da água no campo, os programas com maior abrangência de atuação devem prever iniciativas que visem a definição de diretrizes, normatização, padrões de usos eficiente da água. Esses regramentos e normatizações podem ser estabelecidos com a ABNT e/ou via comitês técnicos, envolvendo usuários, órgãos governamentais e setor industrial. As normas podem ser concebidas para aplicabilidade

interna de um programa regional ou podem ter abrangência maior em programas nacionais.

Os regramentos técnicos de referência devem considerar pontos como: normas técnicas para elaboração e execução de projetos de irrigação (incluindo a obrigatoriedade de serem assinados por profissional credenciado); normas técnicas de equipamentos e instrumentação de irrigação; normas relativas às práticas de manejo; normas para construção de infraestrutura hídricas (transporte e armazenamentos); e métricas de controle de eficiência do uso de água e seus indicadores de monitoramento. Além disso, os programas demandam um corpo técnico para análises, testes e verificação de eficiência de soluções inovadoras ou novas tecnologias que venham a ser implementadas nos projetos.

Os programas ainda podem buscar referências internacionais de normatizações, certificações ou critérios como base para novos regramentos. Para essas iniciativas, merece atenção especial a análise dos riscos de importar soluções inapropriadas para o contexto de atuação dos programas pretendidos.

Tecnologia – Inovação – Instrumentação: corresponde às análises sobre tecnológicas aplicáveis, busca por soluções inovadoras, considerando os sistemas de irrigação, incluindo a infraestrutura e equipamentos necessários. Esses aspectos devem sempre ser buscados no âmbito dos programas de uso eficiente da água, pois muitas áreas irrigadas usam equipamentos ultrapassados, com baixa eficiência e necessitam adequações técnicas. Soluções inovadoras, por muitas vezes locais, devem ser consideradas, valorizadas e disseminadas. As instrumentações devem extrapolar os requisitos típicos de equipamentos de irrigação e buscar a implementação de soluções para monitoramento da dinâmica dos recursos hídricos, seja na propriedade, seja na bacia.

A abordagem técnica e tecnológica dos projetos de irrigação não deve ser separada da estrutura organizacional dos programas, bem como dos

mecanismos de incentivos e sua operação e manutenção. Todos esses elementos estão ligados pelos processos de irrigação dentro da agricultura irrigada. A abordagem técnica é a resposta a uma necessidade de levar água para a planta em tempo e a um custo mínimo (acessível). Tecnologias e infraestrutura devem estar sistematicamente vinculadas aos aspectos de projeção (projetos de irrigação), operação e manutenção de equipamentos. Existem várias ações que podem ser desenvolvidas com o setor industrial para melhorar a qualidade técnica na implementação dos projetos, que incluem: serviços de garantia da qualidade; capacitação; equipamentos e soluções adaptáveis às necessidades dos sistemas de irrigação e/ou serviços de operação e manutenção; e especificações de equipamentos ou mesmo normas com orientações técnicas para obras e equipamentos.

Além disso, ações por parte do setor industrial de equipamentos devem favorecer melhores serviços de assessoramento, envolvendo fornecedores e distribuidores, por meio de um diálogo construtivo. O objetivo é oferecer um serviço mais abrangente aos produtores irrigantes, incluindo o aconselhamento sobre a escolha do equipamento e seus usos adequados, e o suporte pós-venda. Vários equipamentos podem ser adaptados para usos mais eficientes da água em diversos tipos de culturas e condições sem ferir restrições ou recomendações técnicas. Essas ações podem estabelecer novos patamares de qualidade de serviços, que devem ser objeto de disseminação e de promoção pelos programas de uso eficiente da água.

Organização – Gestão – Monitoramento: a diversidade e a complexidade de medidas que podem ser necessárias implicam diferentes níveis de esforço para a gestão de um programa. Esse fator requer a constituição de uma unidade de gestão com essa responsabilidade específica e com um horizonte temporal de atividade igual ao do programa.

O modelo organizacional e institucional dessa unidade de gestão deve ser definido pela tutela dos envolvidos e deve incluir as definições de ar-

ranjo organizacional e suas implicações; responsabilidades, funções e competências de gestão; dependências e relações funcionais; grau de externalização de funções; funções e tipologia de atividades; atribuições e perfil de recursos necessários; e relacionamento com outros setores (sociedade civil, órgãos públicos, empresas privadas, dentre outros). Julga-se que o perfil deve ser de uma unidade de gestão com competência executiva, presidida por uma administração (e/ou conselho administrativo) e com representação dos setores envolvidos.

O objetivo é colocar os atores em uma posição de responsabilidade por meio de uma clara divisão de papéis. Primeiro, o modelo de organização deve abordar a questão de gerenciamento do programa e seus projetos. Os organismos públicos envolvidos podem executar atividades mais complexas e qualitativas, planejamento, coordenação, apoio e funções de regulação. Em alguns casos (perímetro público de irrigação, associações de irrigantes), o agente público poderia delegar gradualmente funções de implementação e gestão para os grupos de irrigantes. Os atuais modelos organizacionais de gestão poderiam se mover em direção a um equilíbrio entre interesses públicos/privados e assim construir compromissos sociais em torno de partilha de água e dos riscos envolvidos. Conforme já é previsto na legislação atual de recursos hídricos no Brasil, em que um dos seus fundamentos (Brasil, 1997) diz "a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades".

Em termos estratégicos organizacionais, em áreas proporcionalmente pequenas, o objetivo deve ser descentralizar os processos de gestão e de implementação para o nível local, a fim de colocar os produtores em uma posição de responsabilidade, ou seja, para confiar-lhes a supervisão das ações e melhorias a serem implementadas. Para o adequado funcionamento, podem ser usados recursos de suporte profissional periódicos por meio de assistência técnica e gerencial continuada, via Assistência

Técnica Contínua (ATEG)¹⁴. Essa recomendação se deve aos custos envolvidos na organização e na administração, pois podem inviabilizar programas em áreas de pequena escala.

Outro ponto relevante para implementação dos programas, reflexo da interdependência entre a relação dos temas, é a necessidade de envolver todos os agentes interessados e afetados. Eventualmente, o caminho para o envolvimento dos diferentes agentes pode ser sob a forma de acordos setoriais, de modo a viabilizar e potencializar o sucesso dos programas. Assim, a unidade de gestão dos programas tem que, naturalmente, se articular com os demais agentes envolvidos, quer ao nível de responsáveis pelas ações, quer ao nível de destinatários. Os responsáveis pela implementação das diversas ações são os entes da administração central dos programas e, por vezes, da administração local tuteladas, enquanto as entidades a serem envolvidas no processo são as associações de irrigantes (usuários finais), secretarias estaduais, as organizações não governamentais (ONG), Emater, as instituições de ensino e/ou pesquisas, entre outros. Ou seja, deve-se buscar engajar todas as instituições, que, na fase de diagnóstico, foram identificadas e consideradas relevantes para o sucesso do programa.

Ainda dentro dos aspectos de gestão dos programas, deve ser definido um plano de comunicação que confira visibilidade ao programa e possa funcionar quer como um elemento de divulgação da concretização das ações do programa, quer como um elemento de controle externo por parte da sociedade. Esse plano de comunicação pode estabelecer

¹⁴ Assistência Técnica Gerencial (ATEG): refere-se a uma assistência técnica profissional e periódica aos produtores rurais, onde são repassados conhecimentos de gestão da empresa rural e técnicas de manejo voltadas as atividades de cada propriedade. A metodologia envolve uma operação cíclica de atividades de gestão e planejamento, organizada em cinco fases: diagnóstico produtivo inicial, depois segue com planejamento estratégico, adequação tecnológica, capacitação profissional complementar e avaliação sistemática de resultados. Assim as informações são coletadas, analisadas e retroalimentam as fases seguintes com ações de melhoria contínua dos aspectos técnicos produtivos.

três públicos-alvo: (1) os próprios agentes do programa, incluindo os colaboradores; (2) o público institucional, os demais agentes da administração pública, entidades gestoras, entidades de pesquisas, empresas, associações, autarquias e organizações não governamentais; (3) público em geral, canal aberto aos cidadãos com diferentes formações e diversos graus de interesse e conhecimento. As formas e os conteúdos do plano de comunicação devem naturalmente ser adaptados aos diferentes públicos.

Por fim, dentro desse tema, deve-se considerar, ao nível de gestão, as condições de monitoramento e controle da execução do programa. Ações dessa natureza visam avaliar o cumprimento das medidas aplicadas durante a implementação dos programas, como também suas efetividades.

As partes interessadas devem reconhecer que os dados de monitoramento sobre os recursos hídricos e áreas irrigadas são uma parte crucial do processo de planejamento de investimentos e do uso sustentável dos recursos hídricos. A produção de informações regularmente atualizadas e de dados agregados ao nível local e/ou regional é uma ferramenta essencial de apoio à decisão. Um sistema de monitoramento é crucial para identificar falhas, erros e pontos antes não previstos na concepção dos programas. Os resultados do monitoramento devem ser devidamente relatados e analisados, de forma que sejam base de conhecimento para retroalimentar os programas e, assim, gerar um ciclo de aprimoramento contínuo. Dada a reduzida experiência de implementação desse tipo de programa no Brasil, preconiza-se a revisão e a adaptação anual dos programas, de modo a incorporar informação atualizada e ajustar as ações às reais necessidades.

Verifica-se que os temas *Organização, Gestão e Monitoramento* perpassam os demais, como *Sensibilização, Capacitação e Assistência Técnica*, sendo essenciais para que ocorra uma gestão eficiente em todos os níveis da cadeia. Tecnologia, Inovação e Instrumentação são ações e investimentos necessários para viabilizar uma gestão eficaz e coerente

com os propósitos dos programas, garantir o uso da tecnologia correta, fomentar inovações e instrumentalizar para melhor controle. Critérios, Regramentos e Normatização se referem a atuação do grupo gestor no sentido de buscar, com os agentes técnicos, as definições de métricas, critérios de análises e seus indicadores, regramentos e estatutos (se for o caso), sempre envolvendo as respectivas entidades responsáveis de cada tema. Deve-se sempre respeitar os aspectos regulatórios e legais existentes, aplicáveis aos programas.

Mecanismo de incentivos: os incentivos devem funcionar como fator motivador e acelerador para o alcance dos objetivos dos programas. Podem ser utilizados incentivos com base em: créditos, financiamentos, empréstimos, isenção de taxas, descontos, exoneração fiscal e outros incentivos não monetários, tais como: facilidades em processo de outorgas (por exemplo, maiores prazos); treinamentos; e reconhecimento público (premiações), entre outros. Para aplicação dos incentivos, sugere-se considerar toda a amplitude de execução dos projetos, com provisões e condições de facilitar todas as etapas necessárias, desde as fases iniciais (investimentos iniciais) até os custos de operação e manutenção continuada pós-implantação.

Os incentivos, assim como todas as ações propostas, devem ser coerentes com aspectos socioeconômicos e culturais das regiões e dos locais de aplicação. Isso visa evitar desequilíbrios de mercado ou favorecimento de uns em detrimento de outros.

No contexto da política nacional, os incentivos governamentais federais não são direcionados para a promoção do uso eficiente da água na agricultura irrigada. Nesses casos, a orientação é que se busquem aperfeiçoamentos das regras de funcionamento, criando as condicionantes para obtenção dos incentivos para esse fim e realizando outras adequações necessárias para alcance dos objetivos dos programas. Além do âmbito federal, outros incentivos podem ser previstos no âmbito esta-

dual ou regional (bacia), visando a promoção do uso eficiente da água e considerando as particularidades regionais (ambiental, social, produtiva, comercial e cultural).

Incentivos podem ser ainda mais importantes em áreas de bacias críticas, onde já se instalou um desequilíbrio entre uso e disponibilidade de água. Incentivos podem ser viabilizados para reforçar boas práticas, promover monitoramento e modernização dos equipamentos e de infraestruturas dos projetos.

Naturalmente, os incentivos devem ser previstos com atenção e cuidado, pois há casos de incentivos econômicos que favorecem indefinidamente a expansão de áreas irrigadas, que, mesmo a luz de usos eficientes dos recursos hídricos individualmente em projetos, podem levar ao esgotamento hídrico disponível na bacia e consequentes conflitos. Isso reforça a necessidade de se definir estratégias e ações dentro dos programas com olhar sistêmico, respeitando as limitações naturais do ambiente e os demais contextos (social, produtivo e comercial).

Definição e priorização das ações e medidas

A definição e priorização de ações e de medidas dentro dos programas devem seguir uma metodologia com o objetivo de garantir condições de implementação. Para isso, é apresentada uma análise de vários aspectos que permitem prever possíveis resultados e favorecem a priorização de implantação. Será necessário considerar as seguintes informações para cada ação e suas medidas:

- Caracterização: descrição da medida, beneficiários, principais vantagens e desvantagens.
- Avaliação do potencial de redução: estimativa da redução no volume de água consumida e correspondente eficiência ou eficiência potencial de redução.

- Identificação de mecanismos de implementação: identificação de quais mecanismos são apropriados para a implementação das medidas, seus responsáveis pela implementação, destinatários e perspectivas de generalização. Alguns mecanismos ou instrumentos considerados importantes para a implementação das medidas seguem agregados nos seguintes grupos: sensibilização, informação e capacitação; formação, apoio e documentação técnica; elaboração de estratégias específicas de uso eficiente; fiscalização/ auditorias ao uso da água/medição de consumos; incentivos econômicos (financeiros, fiscais); regulamentação técnica; certificação, homologação e verificação de conformidade com normas; e projetos de demonstração.
- Análise de viabilidade: a análise de viabilidade de cada medida destina-se a caracterizar o seu potencial impacto em aspectos relevantes e constituir assim uma base para a proposta de implementação. Os critérios sugeridos a serem aplicados são: viabilidade econômica (relação custo-benefício); viabilidade tecnológica (disponibilidade no mercado); viabilidade operacional (dificuldades de implementação, uso, operação e manutenção); viabilidade ambiental (benefícios e impactos ambientais); viabilidade social (aceitação de uso); e outros se forem necessários (por exemplo, riscos à saúde).

Ações e medidas a serem consideradas

Seguindo alguns exemplos de diretrizes gerais do PNEUA (Agência Portuguesa do Ambiente, 2019) e com base nas proposições e discussões apresentadas ao longo do texto, foi consolidado algumas ações e medidas que podem ser incorporadas em programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada. São propostas com aspectos gerais e com focos específicos para implementação e adequação de projetos de irrigação.

Essas propostas podem não ter aplicabilidade ou aderência em alguns casos específicos. Entretanto, recomenda-se uma avaliação técnica

detalhada sobre cada item sugerido e sua afinidade ou similaridade com as reais necessidades dos programas pretendidos. Essas ações e medidas são exemplos guias simplificados que não exaure as possibilidades necessárias aos programas.

Aspectos gerais

As ações e medidas propostas a seguir são genéricas, de modo que possam ser adotadas independentemente do tipo de irrigação. Visam atuar ao nível da concepção e implantação dos projetos de irrigação. Algumas medidas têm caráter estruturante e têm efeitos mais abrangentes sobre o setor, além do simples nível da utilização dos recursos hídricos. Incluem-se ainda medidas de caráter excepcional a implementar apenas em situações de escassez ou grave conflito entre usuários.

Ações e medidas

- 1) Melhoria da qualidade dos projetos de irrigação.
- 2) Reconversão de sistemas de irrigação menos eficientes para mais eficientes.
- 3) Substituição de equipamentos de irrigação ultrapassados.
- 4) Melhoria na assistência técnica e gerencial.
- 5) Aperfeiçoamento dos incentivos governamentais existentes.
- 6) Adequação dos volumes de irrigação às necessidades hídricas das culturas – manejo de irrigação e criação de sistemas de alertas¹⁵ para irrigação.
- 7) Utilização da cobrança pelo uso água de forma que incentive ao uso eficiente da água.

¹⁵ Sistemas de alerta: se refere a instalação de equipamentos automatizados para mensuração de características do sistema solo-planta-atmosfera, que com base em parâmetros pré-estabelecidos permitem emitir alertas de aviso ao técnico/produtor, indicando o que fazer em relação a irrigação.

- 8) Melhorias nos processos de outorgas (estaduais e/ou federais).
- 9) Organização de comitês para definição de regramentos, normas e padrões.
- 10) Integração de ações das políticas de recursos hídricos e irrigação.
- 11) Integração da gestão da água e de energia em nível de propriedade.
- 12) Regulamentação da Lei da Irrigação e seus instrumentos.
- 13) Fomento à capacitação com visão sistêmica do ambiente sobre recursos hídricos.
- 14) Fomento à capacitação com base nos aspectos de uso eficiente da água.
- 15) Redução das perdas de uso de água na etapa de aplicação ao solo.
- 16) Redução dos volumes d'água para irrigação¹⁶.
- 17) Redução da área irrigada.

Ações e medidas focadas nas características dos projetos de irrigação

A seguir são apresentadas algumas ações e medidas com aplicação geral, contudo, as ações são focadas nas especificidades dos projetos de irrigação. Assim como as anteriores, podem ser utilizadas como guias ou referências para construção de um programa sem se limitar as propostas apresentadas.

Foco em sistemas de condução e na distribuição de água nos projetos

- 1) Redução das perdas de água no armazenamento, condução e distribuição (reabilitação de barragens, impermeabilização de canais, construção de reservatórios de compensação em pontos estraté-

¹⁶ Itens 16 e 17 são medidas aplicáveis em situação de escassez hídrica.

gicos e no final dos canais, automatização das estruturas de regulação, dentre outros.)

- 2) Adequação dos procedimentos de operação de reservatórios.
- 3) Adequação de procedimentos da captação, adução e distribuição.
- 4) Adaptação da infraestrutura de transporte e distribuição de água.

Foco em sistemas de irrigação por gravidade

- 1) Reversão dos processos de fornecimento de água por sulcos, canais, drenos.
- 2) Adequação do dimensionamento de sistemas de irrigação por gravidade. e
- 3) Adequação de procedimentos na irrigação por gravidade.

Foco em sistemas de irrigação por aspersão

- 1) Adequação dos procedimentos na irrigação por aspersão: utilização de mecanismos para reduzir o efeito do vento, controle do escoamento superficial e da erosão, irrigação noturna.
- 2) Substituição do equipamento de aspersão fixa em regiões com ventos.
- 3) Adequação de utilização de aspersão com canhões semifixos.
- 4) Adaptação ou substituição de equipamentos de aspersão móvel.

Foco em sistemas de irrigação localizada

- 1) Adequação dos procedimentos na irrigação localizada.
- 2) Substituição dos equipamentos de acordo as características dos solos.

Recomendações e Conclusões

No âmbito nacional, em termos de recomendação e estratégia para implementação de programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada, pode-se guiar pelos aspectos, dados e características da agricultura irrigada nacional atual. Dados da Agricultura irrigada... (2018) indicam que as principais culturas irrigadas no Brasil se resumem em sete: a cana de açúcar (1,7 Mha); o arroz (1,1 Mha); a soja; o milho; o café; o trigo; e o algodão (com 805, 541, 251, 64,6 e 58,5 mil hectares, respectivamente). Ou seja, em termos de tipos de cultivos, os programas que tiverem como foco o uso eficiente da água nessas culturas já atenderão mais de 65% da área irrigada nacional. As implicações dessa recomendação estão diretamente relacionadas aos níveis de investimentos necessários, como quais boas práticas devem ser tratadas nos conteúdos programáticos de capacitação.

Uma outra linha estratégica que pode favorecer o direcionamento dos programas de uso eficiente da água está no aspecto geográfico. Dados indicam que a produção de arroz irrigado está concentrada basicamente em três estados brasileiros, Tocantins (5% da área total); Santa Catarina (10%); e Rio Grande do Sul (78%) (Atlas irrigação..., 2017). Esses números implicam que, em termos de contexto regional, cultural, social, entre outros parâmetros de origem geográfica, um programa de uso eficiente focado na cultura do arroz será direcionado basicamente para esses centros. Essa orientação diminui investimentos, facilita acessi-

bilidade e direciona as ações de capacitação, entre outros benefícios. Um programa de uso eficiente da água para cultura do arroz nestes três estados atenderia 93% das áreas irrigadas de arroz do Brasil. Teria alta representatividade de atuação, já que o arroz em 2015 respondia por 45% do volume d'água retirado do ambiente para uso na agricultura irrigada, representando 22% da área irrigada nacional (Atlas irrigação..., 2017).

Outra cultura concentrada em termos geográficos é a cana-de-açúcar irrigada, especialmente no Centro-Sul e no tradicional polo de produção do Nordeste (Atlas irrigação..., 2017). A área ocupada por cana-de-açúcar irrigada poderá chegar a 25% da área total irrigada nacional (Agricultura irrigada..., 2018) e boa parte das regiões com cana no Brasil apresentam condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura sem irrigação (Atlas irrigação..., 2017). Todas essas informações já antecipam grande parte dos caminhos e rumos que devem ser conduzidos em termos de programas de uso eficiente da água.

Por outro lado, pode-se propor estratégias com foco em sistemas de irrigação. Um estudo da Atlas irrigação... (2017) indica que, apesar de as áreas irrigadas por pivôs centrais serem usadas em uma grande variedade de culturas, estas estão notadamente concentradas em Minas Gerais (31%), Goiás (18%), Bahia (16%), São Paulo (14%), Mato Grosso (6%) e Rio Grande do Sul (6%), somando 91% das áreas totais. Vale ressaltar, ainda, que essas áreas podem representar 20% da área total irrigada no Brasil. Em programas com esse foco de sistema de pivôs, suas linhas de ações podem considerar basicamente essas áreas geográficas e seus respectivos contextos.

Outras linhas estratégicas que podem direcionar os programas são aspectos de cultivos (cultivos que demandam mais água), bacias com elevado grau de comprometimento da disponibilidade hídrica (bacias críticas), áreas de conflitos pelo uso da água, áreas com condições ambientais favoráveis e não favoráveis a irrigação. A Nota Técnica nº 002/2012 (Agência Nacional de Águas, 2012), de outubro de 2012, que definiu vá-

rias bacias críticas quanto à relação entre uso e disponibilidade de água, sendo várias dessas bacias indicadas coincidentes com áreas produtivas na Bahia com pivôs centrais, com áreas de produção de cana em São Paulo ou de arroz no Tocantins, entre outras. De fato, vários fatores citados podem ser combinados para tornar a efetividade e a assertividade de programas ainda maiores, com menos custos e mais rapidamente implementados. A combinação de fatores deve favorecer ainda a estruturação de programas regionais específicos com foco na cultura, nos estados, nas bacias, sem a necessidade de alcançar abrangência nacional.

No contexto brasileiro, dados iniciais sugerem que programas de uso eficiente da água na agricultura irrigada que tenham abrangência nacional podem ser menos apropriados, já que o País apresenta grandes variabilidades ambientais, sociais, produtivas e comerciais. Além disso, as áreas irrigadas no Brasil são bem regionalizadas, com centros e tipos produtivos bem definidos.

Reforça-se a necessidade de iniciar experiências mais amplas de implementação desse tipo de programa no Brasil. Apesar dos grandes volumes de águas disponíveis, a crescente escassez de água já registrada em diversas bacias hidrográficas, associada aos desperdícios, pode acarretar grandes perdas econômicas para o País. Cabe lembrar que a agricultura irrigada está em pleno crescimento e já representa boa parte da produção agrícola do País e com alta significância produtiva/econômica.

O lançamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Nações Unidas, 2016) também reforçam um importante momento para revisar os conceitos de eficiência e produtividade da água, particularmente em relação à poupança de água, com foco em vários setores e na agricultura. Deve-se considerar a produtividade da água na agricultura como parte de um conjunto maior de métricas e abordagens para ajudar a lidar com a escassez de água e alcançar um desenvolvimento sustentável.

Por fim, ressalta-se que o alcance dos objetivos dos programas de uso eficientes da água na agricultura irrigada pode não ser simples. Vários as-

pectos interdisciplinares exigem colaboração, considerando vários agentes e abordagens abrangentes. O foco na agricultura irrigada pelo uso eficiente da água envolve maiores responsabilidades sociais e ambientais. Contudo, no Brasil, têm-se ótimas oportunidades de combinar as lições aprendidas em outros países com pesquisas de enfrentamento desses desafios nacionais e, ainda, de melhoria das técnicas existentes e suas aplicações em uma grande diversidade ambiental, contribuindo para a segurança alimentar e hídrica, bem como o crescimento econômico.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Nota Técnica Conjunta nº 002/2012/SPR/SRE-ANA, de outubro de 2012**. Brasília, DF. Disponível em: https://www.ana.gov.br/editaisolicitacoes/docs/NTC_002_2012-SPR-SRE.pdf. Acesso em: 2 abr. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portaria nº 62, de 26 de março de 2013. Brasília, DF. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/impressao/noticias/20131031_Portaria%20062.2013.pdf. Acesso em: 5 abr. 2019.

AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE (Portugal). **Programa Nacional para Uso Eficiente da Água (PNEUA)**. Disponível em: <https://apambiente.pt/agua>. Acesso em: 4 dez. 2019.

AGRICULTURA irrigada sustentável no Brasil: identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF: FAO, 2018. 255 p.

AQUASTAT: Global Information System on Water and Agriculture. FAO. 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html?lang=en>. Acesso em: 05 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Comitês Técnicos**. Disponível em: <https://www.abnt.org.br/normalizacao/comites-tecnicos>. Acesso em: 01 out. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sobre a Certificação**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/certificacao/sobre>. Acesso em: 02 abr. 2018.

ATLAS irrigação: uso da água na agricultura irrigada. 2. ed. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2021. 66 p.

ATLAS irrigação: uso da água na agricultura irrigada. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2017. 86 p.

BERBEL, J.; BORREGO-MARIN, M. M.; EXPOSITO, A.; GIANNOCCARO, G.; MONTILLA-LOPEZ, N. M.; ROSETA-PALMA, C. Analysis of irrigation water tariffs and taxes in Europe. **Water Policy**, n. 21, n. 4, p. 806-825, 2019. Disponível em: <https://shre.ink/1qIU>. Acesso em: 1 out. 2019.

BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Regulamenta a Lei no 10.831, de 23 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6323.htm. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Decreto-lei nº 4.059 de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 17 dez. 2001. Seção 1, p. 5. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2001/decreto-4059-19-dezembro-2001-429009-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Lei n. 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 out. 2001. p. 1. Disponível em: <https://shre.ink/1qQl>. Acesso em: 5 abr. 2019. Acesso em: abr. 2019.

BRASIL. Lei 10.438, de 26 de abril de 2012. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 29 abr. 2002. Seção 1, p. 2. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2002/lei-10438-26-abril-2002-456860-publicacaooriginal-1-pl.html>. Acesso em: 19 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.831.htm. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação; altera o art. 25 da Lei no 10.438, de 26 de abril de 2002; revoga as Leis nos 6.662, de 25 de junho de 1979, 8.657, de 21 de maio de 1993, e os Decretos-Lei nos 2.032, de 9 de junho de 1983, e 2.369, de 11 de novembro de 1987; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 14 out. 2013. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 jan. 1997. p. 470. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 20 de setembro de 2001**. Brasília, DF, 2001a. Disponível em: <http://www.cpatas.embrapa.br:8080/pif/uva/instrucaonormativa2027.pdf>. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 27 de 30 de agosto de 2010**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <https://www.diariodasleis.com.br/busca/exibelinck.php?numlink=215102#:~:text=Estabelecer%20as%20diretrizes%20gerais%20com,preju%C3%ADzo%20das%20demais%20disposi%C3%A7%C3%B5es%20regulamentadoras>. Acesso em: 5 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano ABC: Agricultura de Baixo Carbono**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/plano-abc/plano-abc-agricultura-de-baixa-emissao-de-carbono>. Acesso em: 1 out. 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Sistema de Produção Integrada**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada>. Acesso em: 1 mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Brasília, DF, 2014. 217 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Fundos de Desenvolvimento Regional**. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/fundos-regionais-e-incentivos-fiscais/fundos-de-desenvolvimento-regional>. Acesso em: 3 nov. 2020.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **REIDI irrigação**. Brasília, DF. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/irrigacao/reidi-irrigacao>. Acesso em: 1 mar. 2020.

CAIXA ECÔNOMICA FEDERAL. **SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil**. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 5 abr. 2019.

COELHO, E. F.; COELHO FILHO M. A.; OLIVEIRA S. L. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. **Revista Bahia Agrícola**, v. 7, set. 2005, p. 57-60.

ELETROBRAS. **PROCELINFO - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética**. 2019. Brasília, DF. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br>. Acesso em: abr. 2019.

EMATER-DF. **Custos de produção**. 2021. Disponível em: <https://emater.df.gov.br/custos-de-producao/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GIORDANO, M.; TURRAL, H.; SCHEIERLING, S. M.; TRÉGUER, D. O.; MCCORNICK, P. G. **Beyond “more crop per drop”: Evolving thinking on agricultural water productivity**. Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute, 2017. 53 p. (IWMI Research Report 169). DOI: 10.5337/2017.202.

GREEN BUILDING COUNCIL. **Green Business Certification Inc**. Disponível em: <https://new.usgbc.org/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

HEERMANN, D. F.; SOLOMON, K. H. Efficiency and Uniformity. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. (org.). **Design and operation of farm irrigation systems**. 2. ed. St. Joseph, MI: ASABE, 2007. p. 108-118.

HSIAO, T. C.; STEDUTO, P.; FERERES, E. A systematic and quantitative approach to improve water use efficiency in agriculture. **Irrigation Science**, v. 25, p. 209-231, 2007. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm. Acesso em: 5 abr. 2019.

INOVAGRI-IICA. **Relatório do Levantamento das Capacitações Ofertadas no Tema Água no Meio Rural**: Produto 2: consultoria técnica realizada entre Inovagri / IICA no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/13/001 - Projeto de Desenvolvimento do Setor de Água – Interáguas. Fortaleza: Ministério da Integração Nacional, 2016. 288 p.

INOVAGRI-IICA. **Relatório do Levantamento das Demandas de Capacitações no Tema Água no Meio Rural**: Produto 3: Consultoria técnica realizada entre Inovagri / IICA no âmbito do Projeto de Cooperação Técnica BRA/IICA/13/001 - Projeto de Desenvolvimento do Setor de Água – Interáguas. Fortaleza: Ministério da Integração Nacional, 2017. 98 p.

Irrigation Australia. **Certification Board**. Disponível em: <https://shre.ink/1kG7>. Acesso em: 19 fev. 2019.

IRRIGER. **Consumo de energia elétrica na irrigação**. 2017. Disponível em: <https://shre.ink/1qIS>. Acesso em: 22 mar. 2022.

KOLBERG, S.; BERBEL, J. Defining rational use of water in Mediterranean irrigation. Dialogues on Mediterranean water challenges: Rational water use, water price versus value and lessons learned from the European Water Framework Directive. **Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens**, n. 98, p. 11-27, 2011.

LANKFORD, B.; CLOSAS, A.; DALTON, J.; GUNN, E. L.; HESSE, T.; KNOXE, J.; DER KOOIJF, S.; LAUTZEET, J.; MOLDENH, D.; ORR, S.; PITTOCK, J.; RICHTER, B.; RIDDELL, P.; SCOTT, C. A.; VENOT, J. -P; VOS, J.; ZWARTEVEEN, M. A scale-based framework to understand the promises, pitfalls and paradoxes of irrigation efficiency to meet major water challenges. **Global Environmental Change**, n. 65, p. 1-24, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102182>. Acesso em: 28 jun. 2022.

LEVANTAMENTO da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014: relatório síntese. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2016. 33 p.

NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2. ed. Rio de Janeiro: UNIC Rio, 2016. 42 p. Disponível em: <https://www.undp.org/kyrgyzstan/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development>. Acesso em: 2 abr. 2020.

PIMENTEL, L. R. Redimensioning and Productive Reconversion of Irrigation District 001, Pavilion, Aguascalientes, Mexico. CODAGEA (LA0196). **Final Report of the 4th World Water Forum**, Oral presentation, Mexico City: CONAGUA, 2006. p. 76.

RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, F. D.; CHRISTOFIDIS, D. Agricultura irrigada e produção sustentável de alimento. In: RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. (ed.). **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: INOVAGRI, 2017. p. 21-108.

SOUSA, V. F. de; COELHO, E. F.; SOUZA, V. A. B. de. Frequência de irrigação em meloeiro cultivado em solo arenoso. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 659-664, 1999.

WORLD TRADE ORGANIZATION. **Technical barriers to trade**. Disponível em: https://www.wto.org/english/tratop_e/tbt_e/tbt_e.htm. Acesso em: 2 set. 2019.

Embrapa

Cerrados

Parceria



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



ISBN 978-05-89937-29-4



9 786389 957294
CGPE 017834