

Agricultura Irrigada

desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável



Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada

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

Agricultura Irrigada

desafios e oportunidades para
o desenvolvimento sustentável

*Lineu Neiva Rodrigues
Antônio Félix Domingues*

Editores Técnicos

INOVAGRI
Brasília, DF
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada (INOVAGRI)

Avenida Santos Dumont, 3131, Sala 802

CEP: 60150-162 - Fortaleza, CE

Fone: (85) 32681597

<http://www.inovagri.org.br>

inovagri@inovagri.org.br

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223, CEP 73310-970 - Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898, Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição

Embrapa Cerrados

Comitê de Publicações da Embrapa Cerrados

Presidente: *Claudio Takao Karia*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretárias: *Maria Edilva Nogueira e*

Alessandra Gelape Faleiro

Membros

Cícero Donizete Pereira

Gustavo José Braga

João de Deus Gomes dos S. Júnior

Jussara Flores de Oliveira Arbues

Sebastião Pedro da Silva Neto

Shirley da Luz Soares Araújo

Sonia Maria Costa Celestino

Supervisão editorial

Jussara Flores de Oliveira Arbues

Revisão de texto

Jussara Flores de Oliveira Arbues

Normalização bibliográfica

Fábio Lima Cordeiro

Projeto gráfico e diagramação

Leila Sandra Gomes Alencar

Ilustração

Fabiano Bastos

Concepção da capa

Lineu Neiva Rodrigues

Capa

Isabele Maria Geraldo Barbosa

Fotos da capa

Songbird839 (iStock - 151514942.jpg)

AndreiGorulko (iStock - 178384298.jpg)

1ª edição

1ª impressão (2017): 300 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada 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

R696a Rodrigues, Lineu Neiva

Agricultura irrigada : desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável / editores técnicos, Lineu Neiva Rodrigues, Antonio Félix Domingues - Brasília, DF : INOVAGRI, 2017.

327 p.: il.

ISBN 978-85-67668-10-9

1. Agricultura irrigada. 2. Estado da Arte. 3. Boas práticas. 4. Brasil. 5. Estados Unidos. 6. Espanha. 7. Austrália. I. Domingues, Antonio Félix. II. Título. III. INOVAGRI. IV. Embrapa Cerrados.

333.913 - CDD 21

© Embrapa 2017

Autores

Aderson Soares de Andrade Junior

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio Norte, Teresina, PI

Ángel Martínez Romero

Engenheiro Agrícola, doutor em Agricultura e Ciências Ambientais, professor associado da Universidade de Castilla-La Mancha, Albacete, Espanha

Antonio Felix Domingues

Engenheiro-agrônomo, gerente geral da Agência Nacional de Águas, Brasília, DF

Demetrios Christofidis

Engenheiro Civil, doutor em Desenvolvimento Sustentável, coordenador geral da Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo do Ministério da Integração Nacional, Brasília, DF

José Maria Tarjuelo

Engenheiro-agrônomo, doutor em Dimensionamento e Avaliação de Sistemas de Irrigação Pressurizados, professor da Universidade de Castilla-La Mancha, Albacete, Espanha

Lineu Neiva Rodrigues

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

Luís Henrique Bassoi

Engenheiro-agrônomo, doutorado em Energia Nuclear na Agricultura, pesquisador da Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP

Peter Smith

Profissional da Agricultura, consultor, Austrália

Ronaldo Souza Resende

Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem,
pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE

Rubens Sonsol Gondim

Engenheiro-agronômo, doutor em Recursos Hídricos, pesquisador da
Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

Agradecimentos

Às instituições que, representadas por seus profissionais, foram importantes parceiras na elaboração deste livro. Entre elas, merecem destaque: Embrapa Cerrados, Agência Nacional de Águas, Ministério da Integração Nacional, Embrapa Instrumentação, Embrapa Agroindústria Tropical, Embrapa Meio Norte, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Semiárido, Universidad de Castilla-La Mancha e NSW Department of Primary Industries.

Às técnicas da CEMIG, Ana Carolina Pessoa Neves e Magna Eduarda da Silva, pela revisão no tópico sobre energia do Capítulo 1, e ao pesquisador da Embrapa, Dr. Paulo Cruvínel, pela cordialidade e competência na revisão desse mesmo capítulo.

Ao Dr. Donivaldo Pedro Martins e Sr. Fernando Rodriguez pelas valiosas contribuições na Parte IV do livro.

À Agência Nacional de Águas, a Embrapa, à Fundação HIDROEX, ao Ministério da Integração Nacional e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais pelo apoio/patrocínio ao seminário o *Estado da Arte da Agricultura Irrigada no Brasil: desafios e oportunidades*.

À Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA pelas parcerias e trabalho em prol do desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada e em especial pelo apoio na publicação deste livro.

Ao SENAR Goiás pelo apoio na publicação deste livro.

Aos participantes e palestrantes do seminário.

Apresentação

Dados recentes da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação apontam que o mundo terá de produzir 70% mais alimentos até 2050 para alimentar uma população que deve crescer em 2,3 bilhões de pessoas e cuja renda tende a aumentar. A demanda global por cereais para a alimentação humana e animal deve aumentar para 3 bilhões de toneladas até 2050, e o setor de biocombustíveis pode provocar um crescimento ainda maior, segundo nota divulgada pela FAO.

O Brasil, por dispor de enorme capacidade de produção agrícola, apresentar grande potencial de uso dos solos, de água e de radiação solar, poderá contribuir para o atendimento dessa demanda mundial, sendo esse um dos motivos que levarão o País a experimentar uma forte pressão por aumento de produtividade agrícola, com destaque para a agricultura irrigada.

O aumento da produção de alimentos está diretamente associado ao aumento da demanda hídrica. Relatório da FAO projeta que a retirada de água para fins de irrigação crescerá cerca de 10% até 2050. Este fato, associado ao crescimento da escassez hídrica e à competição entre usuários de água, representa um sério desafio para os gestores de recursos hídricos. Neste contexto, a agricultura irrigada tem o desafio de melhorar a eficiência de uso de dois insumos estratégicos para a sociedade: água e energia.

Este livro traz uma contribuição ao enfrentamento do desafio de produzir alimento em áreas irrigadas com sustentabilidade.

Lineu Neiva Rodrigues
Pesquisador da Embrapa Cerrados

Prefácio

Um dos maiores desafios da humanidade nesse século é o de garantir segurança alimentar para todas as pessoas, em um planeta com grandes diferenças sociais, econômicas e ambientais. O objetivo de produzir mais alimentos, entretanto, deve ser visto dentro de uma abordagem mais ampla, considerando os aspectos de sustentabilidade ambiental, ou seja, produzir mais alimentos, com melhor qualidade e com menores danos aos recursos naturais.

No contexto de garantir segurança alimentar e ambiental, produzindo alimentos de qualidade e com os padrões nutricionais desejáveis, a agricultura irrigada desempenha um papel preponderante. A agricultura irrigada no Brasil, no entanto, sempre foi extremamente fragilizada e com desenvolvimento muito abaixo do seu potencial.

Essa obra é fruto do Seminário o Estado da Arte da Agricultura Irrigada no Brasil: Desafios e Oportunidades, que foi organizado conjuntamente pela Agência Nacional de Água e a EMBRAPA, nos dias 9 e 10 de dezembro de 2010, na sede da HidroEX, localizada no município de Frutal, MG. O evento teve a participação de cento e sessenta e seis pessoas, representando setenta e quatro instituições/organizações de diferentes regiões brasileiras.

O seminário foi estruturado de modo que se pudesse ter uma visão do estado da arte da agricultura irrigada nas quatro principais regiões do Brasil (sul, sudeste, centro-oeste e nordeste), bem como a indicação das expectativas de sua expansão, com sustentabilidade hidroambiental. O Seminário foi realizado em um momento em que a agricultura irrigada passava por questionamentos diversos e precisava de definições de estratégias urgentes e importantes.

Não havia respostas plausíveis para várias questões técnicas, tais como: Quanto mais seria viável irrigar? Como produzir mais e com mais sustentabilidade? As respostas a essas perguntas não são simples, uma vez que a agricultura irrigada não é só garantia de aumento de produção. Isto é, não se trata apenas de um problema de engenharia. A irrigação desempenha uma importante função social e deve ser avaliada dentro de critérios técnicos, econômicos, ambientais e sociais.

Havia a necessidade de definir com maior precisão a área efetivamente irrigada, a área potencialmente irrigável e os gargalos para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada nas diferentes regiões do país. Havia poucos estudos indicando os problemas ambientais e potenciais impactos advindos do crescimento da agricultura irrigada em cada região.

O livro está organizado em cinco partes. A parte I trás cinco capítulos técnicos, sendo os três primeiros sobre a agricultura irrigada no Brasil e os dois últimos sobre a agricultura irrigada na Espanha e na Austrália, respectivamente. O capítulo I apresenta uma abordagem geral e ampla sobre agricultura irrigada e aponta caminhos para a produção sustentável de alimento. O capítulo II destaca a evolução da irrigação no Brasil e no mundo. O capítulo III apresenta os desafios e oportunidades da agricultura irrigada no Nordeste do Brasil. O capítulo IV destaca as boas práticas e lições aprendidas da irrigação na Espanha e, por fim, no último capítulo técnico, apresenta-se uma visão da agricultura irrigada na Austrália.

A parte II do livro apresenta o resumo das palestras que compuseram as mesas do seminário. Na primeira mesa abordou-se o estado da arte da agricultura irrigada no Brasil. A segunda mesa tratou dos desafios e das oportunidades para o desenvolvimento da agricultura irrigada e a mesa três apresentou experiências nos Estados Unidos, na Espanha e na Austrália.

A parte III do livro apresenta os resultados das oficinas de pesquisa/ inovação e de capacitação. As oficinas foram um momento importante

do Seminário e constituíram-se em um tempo para se aprofundar nos debates, esclarecer dúvidas e de contribuir para os temas. Nelas, com a participação de representantes de várias instituições de diferentes partes do país, foram debatidas e priorizadas ações para pesquisa/inação e capacitação para esses dois temas, que são estratégicos para o setor.

A parte IV do livro apresenta a Carta de Frutal, por uma Política de Agricultura Irrigada Fortalecida e Sustentável, que foi elaborada durante o Seminário. A carta apresenta várias diretrizes para o desenvolvimento da agricultura irrigada e as bases para o fortalecimento legal e institucional do setor. Ela trouxe também contribuições para o processo de criação da Secretaria Nacional de Irrigação, no âmbito do Ministério da Integração Nacional.

A parte V do livro apresenta as bases para o fortalecimento da agricultura irrigada. Apresenta algumas ações estratégicas, um breve resumo da 3ª Reunião Ordinária do Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada e um breve relato sobre a Secretaria Nacional de Irrigação.

Chama-se a atenção para o fato de que os capítulos técnicos foram atualizados, visando representar de forma mais coerente às transformações ocorridas na agricultura irrigada desde a realização do seminário até a publicação do livro.

As demais partes do livro representam os fatos discutidos durante o Seminário. Embora se tenha passado um longo período desde a realização do seminário até a publicação do livro, os editores têm plena confiança de que o material contido nessa obra é atual e contribuirá de forma importante para o desenvolvimento da agricultura irrigada no país.

Os Editores

Não é a quantidade de água aplicada a cultura, mas sim a quantidade de inteligência aplicada que determina o resultado da produção.

Alfred Deaking

Organizar os usos da água é tarefa de poucos, usá-la com responsabilidade, entretanto, é missão de todos nós.

Lineu N. Rodrigues

Sumário

Parte I

Capítulos Técnicos 19

Capítulo 1

Agricultura Irrigada e Produção Sustentável de Alimento 21

Capítulo 2

Evolução da Irrigação no Brasil e no Mundo 109

Capítulo 3

A Agricultura Irrigada no Nordeste do Brasil: estado da arte, desafios e oportunidades 131

Capítulo 4

El Regadío en España: buenas prácticas y lecciones aprendidas 167

Capítulo 5

Overview of Irrigated Agriculture in Australia 199

Parte II

Resumo das Palestras 215

Mesa 1

O Estado da Arte na Agricultura Irrigada no Brasil 219

Mesa 2

Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada 255

Mesa 3

Experiência Internacional na Agricultura Irrigada.....277

Parte III

Oficinas Temáticas 297

Pesquisa / Inovação e Capacitação na Agricultura Irrigada

Parte IV

Carta de Frutal, MG 311

Parte V

Bases para o Fortalecimento da Agricultura

Irrigada..... 321

Parte I

Capítulos Técnicos

Capítulo 1 Página 21	Agricultura Irrigada e Produção Sustentável de Alimento
Capítulo 2 Página 109	Evolução da Irrigação no Brasil e no Mundo
Capítulo 3 Página 131	A Agricultura Irrigada no Nordeste do Brasil: estado da arte, desafios e oportunidades
Capítulo 4 Página 167	El Regadío en España: buenas prácticas y lecciones aprendidas
Capítulo 5 Página 199	Overview of Irrigated Agriculture in Australia

Capítulo

1

Agricultura Irrigada e Produção Sustentável de Alimento

Lineu Neiva Rodrigues
Antônio Félix Domingues
Demetrios Christofidis

Introdução

Um dos maiores desafios da humanidade, neste século, é o de garantir segurança alimentar para todas as pessoas, em um planeta com grandes diferenças sociais, econômicas e ambientais. Embora nas últimas décadas tenha ocorrido um aumento significativo na produção mundial de alimentos, existem ainda, nos dias de hoje, segundo estimativas da FAO, cerca de 795 milhões de pessoas que não tem acesso a quantidades suficientes de alimento para manter níveis básicos de saúde.

Para atender a demanda mundial de alimentos, que, estima-se, recairá sobre a agricultura no ano de 2050, há necessidade de um aumento real na produção de alimentos de cerca de 70% (HIGH LEVEL..., 2015). Alguns fatores inerentes à agricultura moderna, no entanto, contribuem para intensificar e ampliar as dificuldades associadas aos desafios de aumentar a produção para o patamar necessário. Dentre os fatores, destacam-se os seguintes: (a) a redução da disponibilidade de terras aráveis; (b) as assimetrias no crescimento populacional, na produção de alimentos e na oferta hídrica; (c) a multifuncionalidade da agricultura; e (d) as mudanças climáticas.

Também, nesse contexto, é importante considerar outras pressões que estão ocorrendo ou ocorrerão sobre o sistema agrícola. Dentre elas, as seguintes se destacam: (a) o aumento da população, que, considerando a uma taxa anual de crescimento de 1,18%, está agregando acima de 80

milhões de habitantes por ano (UNITED NATIONS, 2015); (b) a elevação da demanda por alimentos variados e de melhor qualidade, impulsionada pelo aumento da classe média; (c) a expansão da demanda por fibras e agroenergia; (d) e as exigências ambientais.

Outro aspecto que é merecedor de atenção é quanto ao ambiente agrícola, o qual está cada vez mais dinâmico, entretanto mais restritivo quanto às decisões sobre como utilizar os recursos naturais, como solo e água, como melhor utilizar os insumos e as áreas agrícolas, como aportar a melhor tecnologia e o melhor manejo do processo, o que vem demandando do agricultor uma visão mais abrangente, inclusive em relação ao agronegócio.

Além disso, cada vez mais um número maior de fatores que interferem na produção está fora do controle do produtor, os quais envolvem a formação do preço dos produtos, a logística, a demanda pelos produtos, entre outros. Esses aspectos têm demandado que o produtor rural esteja atento ao mercado, ao arcabouço legal que envolve tanto as questões ambientais como as questões sobre trabalho de forma a estar em sintonia com os preceitos que regem uma sociedade, a qual, entretanto, apesar de apresentar uma visão crítica, muitas vezes o faz de forma equivocada em relação à agricultura.

Assim, nesse ambiente, em que a informação e a desinformação caminham juntas, é necessário repensar os processos associados à produção agrícola. Frente a este cenário de realidades, visando estratégias que auxiliem na construção de segurança alimentar, os governos deveriam considerar para a agricultura ações que viessem a ser baseadas em planejamento, coordenação plurissetorial e multiinstitucional. A abordagem, por sua vez, deveria ser multidisciplinar e trabalhada de forma integrada entre os setores. Aos agricultores, por sua vez, seria cada vez mais importante se organizarem em associações, se aproximarem dos tomadores de decisão, auxiliarem na priorização de demandas para o desenvolvimento de pesquisas e estarem atentos às inovações.

O objetivo de produzir mais alimentos deve ser visto dentro de uma abordagem mais ampla, considerando os aspectos de sustentabilidade ambiental, ou seja, buscando produzir mais alimentos com melhor qualidade e com menores danos aos recursos naturais. O desafio técnico será produzir tecnologias para garantir segurança alimentar e nutricional para a população sem aumentar os impactos negativos da agricultura ao meio ambiente.

Para isso é necessário intensificar a agricultura de maneira sustentável e melhorar a eficiência dos sistemas agrícolas, tornando-os mais produtivos. Os altos índices de intensificação da produção agrícola devem ser buscados sem perder de vista a resiliência dos sistemas naturais, assim como o aperfeiçoamento da produção, considerando ganhos de produtividade, ou seja, mantendo claramente a presença dos fatores componentes do desenvolvimento sustentável. As pessoas estão, em sociedade, cada dia mais conscientes sobre as questões ambientais e têm optado, de forma crescente, por alimentos produzidos nessas bases sustentáveis.

Logo, há necessidade de um olhar abrangente que considere a variedade de fatores que, direta e indiretamente, constituem o conjunto das atividades associadas à fase prévia à produção, à fase produtiva, à fase do agronegócio e às expectativas do mercado.

Inserida nesse contexto, principalmente nos atendimentos às fases consideradas como prévia à produção e à produtiva, encontra-se a agricultura irrigada, a qual desempenha um papel cada vez mais importante para garantir segurança alimentar, viabilizando escala de produção de alimentos, qualidade e os padrões nutricionais que são mundialmente requeridos.

Agricultura Irrigada e de Sequeiro

Dos 75,9 milhões de hectares plantados no País (excluindo pastagem), apenas 6 milhões são irrigados – cerca de 8% da área total plantada (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013c). Segundo Postel (2000), no mundo, a agricultura irrigada é responsável por cerca de 40% de toda

produção, viabilizando produzir fisicamente, em uma mesma área, até quatro vezes mais que a agricultura de sequeiro. Para evidenciar a importância da agricultura irrigada na produção global de alimentos, Sojka et al. (2006) comentam que seria necessário expandir a área de sequeiro em cerca de 250 milhões de hectares para se obter uma produção equivalente a produção média adicional que é proveniente de áreas irrigadas.

Aumentar as produtividades das culturas agrícolas contribui para o crescimento do produto interno bruto e redução da pobreza. As estimativas indicam que 1% de aumento no rendimento contribui para uma redução de 0,6% a 1,2% de pessoas vivendo com menos de US\$ 1,00 por dia (THIRTLE et al., 2001).

De maneira geral, nos países em desenvolvimento, os sistemas agrícolas baseados no cultivo de sequeiro são caracterizados por baixas produtividades (FAO, 2011), comprometendo a capacidade de atender aos mercados e de garantir retornos econômicos e sociais. Na produção de sequeiro, há maior incerteza quanto ao resultado, a qual fica limitada aos períodos das chuvas, sendo totalmente dependente das variações climáticas. No Brasil, na região do Planalto Central, do Cerrado, por exemplo, devido ao período de chuvas, a produção se situa entre os meses de novembro a abril, podendo ser significativamente ampliada se praticada com irrigação.

Nesse contexto, fica evidente que não se pode pensar em escala de produção, em segurança alimentar e nutricional unicamente com base na agricultura de sequeiro, que apresenta como principal desafio a melhoria das técnicas de manejo e da redução dos riscos associados ao clima.

Na agricultura irrigada, por sua vez, as demandas hídricas das culturas são supridas pela água da chuva e/ou de irrigação. A produção não é influenciada pela incerteza temporal e locacional das chuvas, podendo-se produzir em qualquer época do ano. No entanto, a agricultura irrigada é uma prática agrícola muito mais intensiva e fortemente dependente de energia e de água, assim como demandante de cuidados quanto à manutenção da qualidade dos solos cultivados.

Agricultura irrigada

A cerca de 6 mil anos, na Mesopotâmia, região que hoje compreende o Iraque e parte do que é chamado Crescente Fértil, colonos construíram canais e desviaram a água do Rio Eufrates para suas plantações, iniciando a prática da irrigação (ROUX, 1993). A irrigação transformou a terra e a sociedade como nenhuma outra atividade tinha proporcionado até então. Aquela ação viabilizou uma produção confiável de alimentos e possibilitou que parte das pessoas pudesse trabalhar em atividades diferentes da agricultura. Similarmente, têm-se registros de outras sociedades em regiões diferentes do planeta que foram dependentes da irrigação, tais como: Vales do rio Indo, no Paquistão, do rio Amarelo, na China e rio Nilo, no Egito. Posteriormente, há evidências de culturas que cresceram com base na irrigação no México e na costa do Peru (HOFFMAN; EVANS, 2007).

Ao longo do tempo, a irrigação passou por vários processos de desenvolvimento e foi se adaptando aos diferentes ambientes. Atualmente, ela faz parte de um conjunto de tecnologias que podem contribuir efetivamente para suprir as demandas por alimento no planeta. Relatório da FAO (2011) indica que a irrigação tem contribuído de maneira significativa para aumentar a produção e a produtividade agrícola em escala global. Na Índia e na China, por exemplo, de 1964 a 1997, a produção triplicou principalmente em razão de investimentos em irrigação e pelo fortalecimento de medidas para aumentar a produtividade de uso da água e da terra.

A irrigação avaliada de maneira isolada talvez seja a mais importante alteração benéfica feita intencionalmente pelo homem no ambiente. Isso fica evidente na fala da colona Virginia Heismann: *“A terra é transformada (pela irrigação)... O clima maravilhoso é perfeito para o cultivo de uma diversidade de culturas. A irrigação complementa o que a mãe natureza não pode fornecer. Em contrapartida, um espírito de comunidade cresceu entre nós que eu não esperava ver nas selvas do oeste”* (Figura 1).

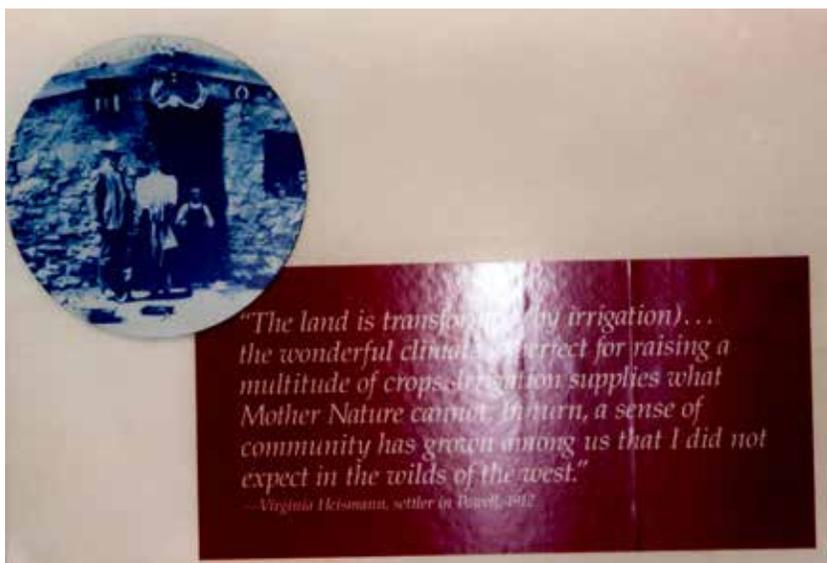


Foto: Lineu Neiva Rodrigues

Figura 1. Texto escrito pela colona Virginia Heismann em 1912.

A relevância da irrigação na economia agrícola global e na oferta de alimentos nem sempre foi tão importante como ela é atualmente, entretanto, historicamente, ela sempre teve importância significativa para o desenvolvimento local e regional, com importantes contribuições sociais (SOJKA et al., 2006).

A irrigação constitui-se em complementar, por meio da aplicação racional de água, as necessidades hídricas da cultura, minimizando os impactos do clima sobre o seu rendimento, de maneira a atingir produções que sejam economicamente viáveis. A irrigação consiste basicamente em definir como, quanto e quando irrigar. Essas decisões são tomadas diariamente e, geralmente, consideram a área irrigada como uma unidade homogênea.

A agricultura irrigada induz, direta ou indiretamente, maior aporte de técnicas, tecnologias, inovações, informações, conhecimento com desenvolvimento de capacidades, o que contribui para a intensificação das práticas agrícolas com gradativas inserções de práticas e manejos asso-

ciados aos conceitos do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o uso de irrigação traz aumento de produtividade das culturas e retorno social, assim como retorno financeiro para o homem do campo, incluindo melhoria no respeito aos ecossistemas. Além disso, pode estabelecer novas oportunidades de empregos de melhor qualificação, tanto na unidade produtiva como fora dela, assim como e especialmente no âmbito do agronegócio, melhorando a renda das comunidades rurais e sua qualidade de vida.

Sob uma ótica restrita, a irrigação é vista simplesmente pela aplicação de água para planta, mas, com um olhar mais realista, constata-se que ela é a base de uma economia e de um modo de vida. A irrigação viabilizou o povoamento intensivo do Oeste dos Estados Unidos que, de outra forma, não suportaria grandes populações (COMMITTEE ON THE FUTURE OF IRRIGATION IN THE FACE OF COMPETING DEMANDS, 1996).

Diversos instrumentos legais regulamentam a utilização dos recursos de água e solo e tais instrumentos condicionam tanto a prática da agricultura irrigada quanto à implantação de sistemas públicos de irrigação (BRASIL, 2008). Nesse contexto, é importante para o irrigante conhecer o conjunto de instrumentos legais que regulam essa atividade e como o marco legal para o desenvolvimento da agricultura irrigada foi sendo alterado no decorrer do tempo.

Marco legal

No Brasil, o marco legal para o desenvolvimento da irrigação se deu em 1979, com a Lei 6.662, conhecida como Lei de Irrigação, que institui a Política Nacional de Irrigação. A lei possuía cinco pressupostos fundamentais: (i) a utilização da irrigação com a observância de sua função social, de desenvolvimento; (ii) servir como um instrumento que dá maior segurança às atividades agropecuárias, reduzindo o risco de intempéries climáticas; (iii) dar condições para elevar a produção e produtividade agrícola; (iv) atuar como meio de elaboração, financia-

mento, execução, operação, fiscalização e acompanhamento de projetos de irrigação. Entre os princípios da lei, destacam-se alguns aspectos: a priorização de projetos em áreas em que os recursos hídricos são escassos e a definição dos deveres dos concessionários e dos usuários de água, objetivando a utilização racional dos sistemas de irrigação, segundo o interesse público e social (PROPOSTAS..., 2012).

A Lei 6.662 só veio a ser regulamentada pelo Decreto nº 89.496 de 29 de março de 1984. Posteriormente, foi modificada pelos decretos 90.309 de 16/10/1984; 90.991 de 26/2/1985; e 93.484 de 29/10/1984, porém foram revogados pelo Decreto nº 2.178, de 17/3/1997. Em 21 de maio de 1993, foi editada a Lei nº 8.657, que acrescentou parágrafos ao Artigo 27 da Lei de Irrigação. A Lei de Irrigação foi superada em alguns de seus dispositivos pela Constituição de 1988.

Em janeiro de 1997, houve o estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos e houve a criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, modificações que foram introduzidas pela Lei nº 9.433 (BRASIL, 2008). Tais ajustes ocorreram porque a lei vigente, até então, retratava as características econômicas e políticas da época e precisava de ajustes frente aos novos desafios do País.

Maier (2013) destaca o parecer do relator da matéria na Comissão de Agricultura, Pecuária, Abastecimento e Desenvolvimento Rural da Câmara dos Deputados, Deputado Afonso Hamm:

O objetivo da lei corresponde à atualização dos fundamentos e instrumentos que norteiam a política para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil, tendo em vista que a Lei nº 6.662/79 se desconectou da realidade do País, não somente em virtude da evolução tecnológica e da modificação do papel do Estado ocorridas desde a sua promulgação, mas, sobretudo, pelas mudanças no ordenamento jurídico ocorridas nas três últimas décadas, sendo premente a necessidade de adequação do marco legal da Política Nacional de Irrigação tanto à Constituição Federal, quanto às leis referentes às Políticas Nacionais de Meio Ambiente, Agrícola e de Recursos Hídricos (Leis nº 6.938/81, nº 8.171/91 e nº 9.433/97, respectivamente).

Em 11 de janeiro de 2013, foi editada a Lei nº 12.787, que disciplina o novo marco legal da Política Nacional de Irrigação. Maier (2013) destaca os seguintes princípios da nova Política Nacional de Irrigação (Artigo 3º da Lei nº 12.787/2013):

- I – Uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação.
- II – Integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, de meio ambiente, de energia, de saneamento ambiental, de crédito e de seguro rural e seus respectivos planos, com prioridade para projetos cujas obras possibilitem o uso múltiplo dos recursos hídricos.
- III – Articulação entre as ações em irrigação das diferentes instâncias e esferas de governo e entre estas e as ações do setor privado, entre outros.

Dentre os objetivos, merecem destaque os seguintes incisos do Artigo 4º:

- I – Incentivar a ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis.
- II – Reduzir os riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária, principalmente nas regiões sujeitas à baixa ou irregular distribuição de chuvas.
- III – Promover o desenvolvimento local e regional, com prioridade para as regiões com baixos indicadores sociais e econômicos.
- IV – Concorrer para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro e para a geração de emprego e renda.
- VII – Incentivar projetos privados de irrigação, conforme definição em regulamento.

Essa Lei trouxe avanços importantes para o marco legal, os quais possibilitariam desenvolver a agricultura irrigada em bases sustentáveis. Infelizmente, até o presente momento, a Lei ainda não foi regulamentada.

No seu Artigo 8, a Lei nº 6.662/79 definiu a existência de dois tipos de projetos de irrigação: públicos e privados.

Irrigação pública e privada

Os projetos públicos são aqueles cuja infraestrutura de irrigação é projetada, implantada e operada, direta ou indiretamente, sob a responsabilidade do poder público, enquanto os projetos privados são aqueles cuja infraestrutura de irrigação é projetada, implantada e operada por particulares, com ou sem incentivos do poder público (DAMIANI; NYZ, 2015). Sob a égide da Lei nº 6.662/79, a atuação do governo federal no setor de irrigação privilegiou a implantação de projetos públicos, com objetivo de promoção do desenvolvimento socioeconômico por meio da agricultura irrigada, sobretudo na região do semiárido brasileiro (MAIER, 2013).

A Lei 12.787 trouxe mudanças estruturantes significativas em relação aos perímetros públicos de irrigação quando comparado à Lei 6.662. Segundo Damiani e Nyz (2015), as mudanças mais importantes foram as seguintes: (a) a implantação de projetos de irrigação e a expansão de projetos já existentes poderão ser financiadas por sociedades especificamente criadas para esse fim, nos termos da Lei nº 11.478, de 29 de maio de 2007, que instituiu o Fundo de Investimento em Participações em Infraestrutura (Artigo 20); (b) Os projetos públicos de irrigação poderão ser implantados não somente em forma direta pelo setor público, mas também mediante concessão de serviço público, precedida ou não de execução de obra pública, inclusive na forma de parceria público-privada, e mediante permissão de serviço público (Artigo 25); (c) os projetos públicos de irrigação poderão prever a transferência da propriedade ou a cessão das unidades parcelares e das infraestruturas de uso comum e de apoio à produção aos agricultores irrigantes (Artigo 27); (d) os editais de licitação das unidades parcelares de projetos públicos de irrigação deverão estipular prazos e condições para a emancipação dos empreendimentos (Artigo 29); e (e) é autorizada a transferência para os

agricultores irrigantes da propriedade das infraestruturas de irrigação de uso comum e de apoio à produção dos projetos públicos de irrigação implantados até a data de publicação da Lei (Artigo 43).

A área total onde se utiliza irrigação em Projetos Públicos de Irrigação (PPI) corresponde a 4% da área irrigada no País. Existem 101 perímetros – 86 em operação – atingindo cerca de 90 municípios. Dos 454 mil hectares, aproximadamente 202 mil hectares estão em produção efetiva. A área restante, ou seja, de cerca de 2,8 milhões de hectares é de responsabilidade do setor privado, que necessita de políticas específicas para seu desenvolvimento com apoio, incluindo motivação, segurança e sustentabilidade (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013c).

Embora a área irrigada por projetos públicos não seja expressiva em termos de magnitude, quando comparada à área total irrigada no Brasil, existe um aspecto demonstrativo pioneiro e localizado em Polos de Irrigação, que foi a base da expansão da irrigação privada em diversas regiões com potencialidade e que hoje se constituem em aspecto socioeconômico muito forte, que permeia a vida dos médios e pequenos produtores que utilizam a irrigação e irrigantes que ocupam os lotes familiares e que constituem uma elevada percentagem das unidades agrícolas sob irrigação dos PPI.

A administração dos perímetros é feita tanto pelo Ministério da Integração (23 projetos em 2013) quanto pelo DNOCS (37 projetos em 2013) e pela Codevasf (41 projetos em 2013). As regiões hidrográficas São Francisco e Atlântico Nordeste Oriental são as que apresentam maior concentração de projetos, em especial, na região do semiárido. Apesar da menor expressão frente ao setor privado, estas áreas são essenciais ao desenvolvimento regional e seguem em franca expansão – passando de 173 mil hectares irrigados em 2010 para 206 mil hectares em 2011 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013c). Vários desses projetos públicos já apresentam problemas críticos de falta de água e de baixo desempenho em produtividade e produção, quando cotejados com as expectativas inicialmente concebidas, sendo essencial a melhoria da eficiência.

De acordo com o Banco Mundial (2009 citado por MAIER 2013), os primeiros projetos públicos implantados em meados da década de 1960 tinham uma conotação eminentemente social, beneficiando produtores tradicionais que não detinham capacidade técnica, gerencial, tecnológica e financeira para explorar adequadamente o potencial das técnicas de irrigação. No entanto, os altos custos necessários à construção e manutenção das infraestruturas dos projetos públicos, oriundos do planejamento inadequado e de elevados índices de inadimplência no pagamento das tarifas de água nos perímetros irrigados, ocasionaram a paralisação de investimentos na década de 1990.

Outrossim, a Política Nacional de Irrigação (Lei 12.787/13) institui, entre seus objetivos, o incentivo à ampliação da área irrigada e o aumento da produtividade em bases ambientalmente sustentáveis, a redução dos riscos climáticos inerentes à atividade agropecuária e concorrência para o aumento da competitividade do agronegócio brasileiro. Dessa forma, tal política estabelece que projetos públicos e privados de irrigação poderão receber incentivos fiscais, crédito e seguro rural para sua implementação, desde que cumpram as exigências de licenciamento ambiental e tenham prévia outorga do direito de uso de recursos hídricos.

Esses instrumentos legais podem ser reforçados por práticas e tecnologias que venham a fomentar o aumento da eficiência e a consequente redução do desperdício de água. Um exemplo disso viria do emprego de métodos de irrigação eficazes para cada situação, conciliando o dimensionamento correto, a avaliação integrada de componentes socioeconômicos e ambientais e o manejo adequado da cultura em questão (BANCO DO BRASIL, 2015).

Espera-se que, com o novo marco legal, a agricultura irrigada privada no País, que, em geral, é mais dinâmica, seja fortalecida, sem perder, entretanto, o incentivo e o apoio aos projetos públicos, que tem uma função social de grande importância.

Para ambos os casos, os planos e a execução da ampliação e adequação da agricultura irrigada no País deve ter em conta especial atenção às

boas práticas agrícolas, aos limites naturais dos ecossistemas, à integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, ao saneamento e às mudanças climáticas e, sobretudo, às necessidades da produção de alimentos para o consumo humano.

Atualmente, dentre os principais entraves para o desenvolvimento da agricultura irrigada nas diversas regiões do Brasil, destaca-se a falta de mínima infraestrutura básica (energia, estradas, armazéns, entre outras).

Infraestrutura

Existe uma forte conexão entre água, energia e alimento. As principais fontes de energia da atualidade necessitam de água para sua produção. Ferroukhi et al (2015) estimam que a demanda por energia será cerca de 80% maior em 2050 e a de água 55%. Os autores destacam a importância de reconhecer a relação intrínseca que existe entre os elementos água, alimento e energia, assim como ressaltam que 15% da água retirada dos mananciais têm sido utilizados em produção de energia e que o agro-negócio utiliza, em média, cerca de 30% da energia produzida e de 80% da água.

Há que se destacar também a relação de causa e efeito existente entre os elementos água, alimento e energia. Qualquer intervenção feita a um deles afetará diretamente os outros dois. A importância dessa conexão aumenta, torna-se mais intensa e responsiva com o crescimento da demanda, ou seja, esses componentes não podem ser dissociados e qualquer planejamento visando o desenvolvimento da irrigação deve considerar esses componentes de forma conjunta.

Adicionalmente, é importante observar que a agricultura irrigada requer a combinação de vários componentes, tais como, solos aptos, disponibilidade quantitativa e qualitativa de água, de fertilizantes, de equipamentos, de máquinas, de infraestruturas hídricas, de suporte de energia, de transporte, de armazenamento e de comercialização, além de medidas não estruturais, como capacitação, oferta de crédito, assistência técnica,

extensão rural, inovação e pesquisa. Entretanto, entre todas as infraestruturas necessárias para o adequado desenvolvimento da agricultura irrigada em uma região, as destinadas a prover energia com qualidade e as barragens são vistas como as mais importantes.

Energia

A energia é elemento vital para o desenvolvimento da agricultura irrigada. A disponibilidade e a qualidade de energia é tão importante quanto a disponibilidade e a qualidade de água. No Brasil, são poucas as situações em que a irrigação não dependa, em nenhuma de suas fases, de energia, seja para elevar a água de um ponto mais baixo para outro mais elevado e/ou para suprir com energia/pressão para o funcionamento do sistema de aplicação de água aos cultivos irrigados.

A modernização da agricultura irrigada, via de regra, implica aumentar a demanda por energia. A substituição de sistemas de irrigação buscando simplesmente aumentar a eficiência no uso da água pode desequilibrar a relação oferta-demanda de energia na região, criando insegurança energética. A modernização da agricultura irrigada deve sempre ser feita com base em uma análise técnica ampla do problema agrícola que deve ser resolvido, considerando os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

A irrigação depende da disponibilidade, da qualidade e do custo da energia. Entre os setores da economia, embora a irrigação não seja a principal demandante, a energia é componente importante do seu custo de produção e fator decisivo no sucesso da produção. O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo industrializado com 45,3% de sua produção proveniente de fontes como recursos hídricos, biomassa e etanol, além das energias eólica e solar. As usinas hidrelétricas são responsáveis pela geração de mais de 75% da eletricidade do País (BRASIL, 2010). Entretanto, a energia proveniente de hidrelétricas é fortemente influenciada pela variabilidade das chuvas, o que traz insegurança em

relação a capacidade do sistema de atender as demandas, que, geralmente, são maiores nos períodos de baixa disponibilidade hídrica. Um fator que ameniza esse problema é que, com exceção de poucas regiões do País, o sistema de geração está interligado pelo sistema de transmissão. Isso reduz o efeito da variabilidade climática, uma vez que a produção de energia em uma região pode ser compartilhada com outra.

Mesmo com os problemas econômicos, ambientais e com incentivos para o crescimento do uso de fontes geradoras de energia, estima-se que nos próximos anos, pelo menos, 50% da energia consumida continuará sendo de origem hídrica (MORAIS, 2015). O Brasil vai precisar investir muito em seu parque gerador elétrico até 2050 para suportar o aumento da demanda que poderá vir. A Empresa de Pesquisa Energética apresentou um estudo do panorama do consumo energético no Brasil para 2050. Os resultados desse estudo indicam que a demanda nacional de energia irá subir dos atuais 513 Tera Watt-hora (TWh) para 1.624 TWh (AGÊNCIA GESTÃO CT&I, 2014).

No Brasil, as classes industrial, residencial e comercial se destacam no consumo da energia. O setor rural e o público são agregados à classe denominada de “outros”. Embora a irrigação não demande tanta energia como os setores industriais e urbanos, a disponibilidade de energia é crucial para o seu desenvolvimento. Além disso, em geral, o seu desenvolvimento demanda energia em áreas mais remotas, afastadas dos grandes centros. Os cenários indicativos das tendências de crescimento da irrigação devem fazer parte dos planos de segurança energética do País. Nesse sentido, visando uma ação de planejamento, é essencial que o setor elétrico conheça a quantidade de energia que a irrigação demandará em cada região do País.

De acordo com Assad (2016), o consumo de energia elétrica na irrigação é crescente desde 2003. Entre 2013 e 2014, este crescimento foi de 5%. A participação da irrigação no consumo total de energia no Brasil variou de 0,9% em 2003 a 1,6% em 2015. O mesmo autor comenta que a Asso-

ciação Brasileira de Máquinas e Equipamentos projetou um cenário de expansão anual de área irrigada e calculou a potência necessária para garantir o funcionamento desses sistemas em cada estado da Federação. O cenário projetado indica que a expansão da área irrigada demandaria um investimento total anual de 786 milhões de reais, contando, inclusive, com o investimento em rede de distribuição de energia elétrica.

Assad (2016) estimou que, no Brasil, a área irrigada iria crescer 500 mil hectares por ano, o que demandaria um adicional de 700 MW de potência para geração de energia elétrica para suportar o funcionamento dos equipamentos. A expansão de área seria distribuída em todo território nacional, porém Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás e Minas Gerais foram destacados por apresentarem maior potencial de expansão.

Um planejamento estratégico bem estruturado, com metas claras e que projete o crescimento das demandas nos diferentes setores da economia, é de fundamental importância para evitar problemas de energia no futuro. Em 2001, o Brasil apresentou déficit entre geração e consumo de energia elétrica, culminando no maior racionamento de energia elétrica da história do País, em termos de abrangência e redução de consumo, influenciando direta ou indiretamente em todos os setores da economia brasileira (BARDELIM, 2004). Esse racionamento não foi o primeiro e provavelmente não será o último, pois, com exceção dos períodos de crise no setor, como em 2001, o consumo de energia elétrica no País possui crescimento e não havendo um acompanhamento adequado desse crescimento na geração, transmissão e distribuição de energia elétrica poderá ocorrer novo racionamento.

Visitando a história é possível verificar que, até o final da década de 1980, a tarifa energética era relativamente baixa e a água era tratada como um recurso inesgotável. Nos sistemas de irrigação pressurizados, predominavam os de alta pressão, com elevada demanda energética, como os pivôs-centrais com canhão na extremidade final da lateral. Com o aumento da tarifa energética, o custo de bombeamento da água se tor-

nou uma importante parcela do custo de produção, forçando o produtor a procurar alternativas para reduzir esses custos (RODRIGUES et al., 2005). Uma estratégia que foi adotada para esse fim, buscando reduzir o consumo de energia por hectare irrigado, foi à redução da pressão de operação dos sistemas. Os autores von Bernuth e Gilley (1985) comentam que 90% dos pivôs-centrais instalados nos Estados Unidos da América (EUA) na década de 80 possuíam pressão de operação inferior a 240 kPa, ao contrário do que ocorria em 1975, quando 80% dos equipamentos instalados possuíam pressão acima de 450 kPa. No Brasil, em Minas Gerais, segundo relatório da Companhia Energética de Minas Gerais (COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS, 1993), os usuários de pivô-central utilizavam em média 130 GWh anuais. A adoção de uma irrigação racional poderia promover uma economia da ordem de 17,8% na energia utilizada.

Para fins de manejo de energia utilizada em irrigação e da adoção de estratégias para minimizar os custos, é importante que o irrigante tenha conhecimento mínimo sobre a organização do sistema tarifário brasileiro, a forma que a cobrança de energia é feita e as possibilidades para redução dos custos. Nesse contexto, é importante observar que o Sistema Elétrico é constituído por uma malha de distribuição, que são as redes e subestações da concessionária, que alimentam uma diversidade de cargas dos diversos usuários de energia elétrica, tais como, motores, inversores, transformadores, iluminação, entre outros. Assim, para o correto planejamento de sua expansão e conservação da sua capacidade de atendimento a todos os seus usuários, as concessionárias precisam conhecer o limite máximo de utilização que lhe será solicitado, limite este obtido a partir do somatório das cargas instaladas em cada unidade consumidora operando simultaneamente (EDP, 2017). A demanda¹

¹Demanda é o somatório das cargas instaladas operando no mesmo intervalo de tempo, expresso em quilowatts, ou seja, é a capacidade máxima que é exigida do Sistema Elétrico em determinado momento (EDP, 2017)

contratada é a de potência ativa² a ser disponibilizada pela concessionária, no ponto de entrega, obrigatória e continuamente, conforme valor e período de vigência fixados no contrato de fornecimento e que deverá ser integralmente paga, seja ou não utilizada durante o período de faturamento, expressa em kW (MANUAL..., 2004).

No Brasil, o faturamento da energia elétrica apresenta peculiaridades de acordo com o horário e grupo consumidor. As unidades consumidoras de energia são classificadas em dois grupos tarifários: grupo A (alta tensão), que tem tarifação dupla (binômica), em que o consumidor paga tanto pelo consumo quanto pela demanda e grupo B (baixa tensão), que tem tarifa simples (monômica), em que é cobrada apenas a energia consumida.

Segundo Kammler et al. (2011), a estrutura tarifária apresenta custos diferenciados e a divisão é feita da seguinte forma:

1. Divisão no Dia: (i) horário de ponta – período definido pela concessionária e composto por três horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais, considerando as características do seu sistema elétrico; (ii) horário fora de ponta – período composto pelo conjunto das horas diárias consecutivas e complementares àquelas definidas no horário de ponta.
2. Divisão no ano: (i) período seco – período de sete meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de maio a novembro; (ii) período úmido – período de cinco meses consecutivos, compreendendo os fornecimentos abrangidos pelas leituras de dezembro de um ano a abril do ano seguinte.

Além disso, cada grupo consumidor tem uma estrutura tarifária distinta, de acordo com as peculiaridades de consumo de energia e de demanda

²Potência ativa: No caso de operação em corrente alternada, a média de potência elétrica desenvolvida por um dispositivo de dois terminais pode ser determinada em função da diferença de potencial entre os terminais e da corrente que passa através do dispositivo com o cosseno do seu ângulo de defasamento. O ângulo de fase ou defasagem entre a tensão e a corrente é denominado Fator de Potência. Esse valor resultante é chamado de potência ativa, a qual é dada em Watt (W).

de potência. A estrutura tarifária convencional, que tem previsão de ser extinta em 2018, é a estrutura caracterizada pela aplicação de tarifas de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência independentemente das horas de utilização do dia e dos períodos do ano. A estrutura tarifária horossazonal, que é a sazonalidade definida em função das horas do dia, é caracterizada pela aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica e de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia e dos períodos do ano (KAMMLER et al., 2011).

A estrutura da tarifa horossazonal poderá ser: (i) tarifa azul – modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como de tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia; (ii) tarifa verde – modalidade estruturada para aplicação de tarifas diferenciadas de consumo de energia elétrica de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano, bem como, uma única tarifa de demanda de potência (KAMMLER et al., 2011).

Os valores da tarifa energética são definidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e podem ser diferentes entre as concessionárias. A partir de 2015, as contas de energia passaram a trazer como novidade o sistema de bandeiras tarifárias. O sistema possui três bandeiras: verde, amarela e a vermelha. Cada cor indica se a energia custa mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade.

A bandeira verde indica condições favoráveis de geração de energia e sua tarifa não sofre nenhum acréscimo; a bandeira amarela indica condições de geração menos favoráveis e a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,020 para cada conjunto de kWh consumidos; a bandeira vermelha subdivide em: patamar 1, que indica condições de maior custo de geração com acréscimo na tarifa de R\$ 0,030 para cada conjunto de kWh consumidos e o patamar 2, que indica condições ainda de maior custo de geração com acréscimo de R\$ 0,035 para cada conjunto de kWh consumidos (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016).

Para o meio rural, a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), por exemplo, cobra os seguintes valores para baixa tensão no horário normal (tarifa B2 rural): bandeira verde – R\$ 0,37185/kWh; bandeira amarela – R\$ 0,38685/kWh; bandeira vermelha patamar 1 – R\$ 0,40185/kWh; bandeira vermelha patamar 2 – R\$ 0,41685/kWh. Na baixa tensão, cobra apenas o consumo de energia, não tem horário de ponta e o preço da tarifa no horário reservado, horário noturno, que vai de 21h30 às 6h, recebe um desconto de 67% sobre o valor normal e de 73% para os municípios da Superintendência do desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

Na média tensão, a tarifa pode ser convencional, azul ou verde. O mais comum para o irrigante é aderir à tarifa verde, na qual é necessário contratar apenas uma demanda, enquanto, na azul, tem-se que contratar uma demanda para a ponta e outra para fora da ponta. Por exemplo, o valor que a CEMIG apresenta na sua página se refere ao preço normal do kWh, sem desconto. No horário normal, aplica-se 10% de desconto sobre o valor apresentado. Além desse desconto, os irrigantes podem ser atendidos por um desconto adicional, se irrigarem no período do dia definido e reservado, que varia de 70% a 90%, dependendo da região do Estado de Minas Gerais.

A demanda é outra diferença importante relativa à classe rural. Ao se contratar uma determinada demanda, as demais classes de usuários pagam o valor contratado, mesmo se a demanda contratada não for usada. Para a irrigação, a CEMIG cobra apenas a demanda registrada e não a contratada e tenta corrigir essa diferença na cobrança da demanda estabelecendo que o irrigante deva utilizar a demanda contratada pelo menos três vezes ao ano. Caso isso não ocorra, será cobrada uma taxa em função do número de vezes em que ela não foi utilizada, considerando sempre o menor valor de demanda registrada no período. Em relação à demanda contratada, o irrigante poderá ultrapassá-la em até 5%, sem que ocorra penalidade. Acima de 5%, será cobrado uma taxa de ultrapassagem, cujo valor é o dobro do preço da tarifa normal.

Um planejamento estratégico que vise segurança energética não pode ser feito com base em uma única forma de energia, ou seja, é importante considerar o uso de uma matriz energética³. Em um mundo cada vez mais complexo, dinâmico e dependente de energia, para se ter resiliência e segurança energética, é necessário contar com uma matriz energética balanceada e diversificada. É importante definir quais fontes serão prioritárias em cada região, considerando as diversas opções, como gás natural, nucleares, carvão, além de ter uma atenção especial nas fontes renováveis, como solar, eólica e biomassa.

É importante considerar que o Brasil possui um grande potencial em fontes renováveis. Segundo o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica, o Brasil possui um potencial de 143 GW de energia eólica que pode ser utilizado, além de possuir regiões no território nacional comparado às melhores regiões do mundo de irradiação dos raios solares para geração de energia fotovoltaica (MORAIS, 2015). Para este autor, o grande desafio diante desse cenário é a necessidade de investir em energias renováveis, além da hidrelétrica, tendo em vista que a utilização do potencial hídrico é limitada pelos impactos sociais e ambientais e, ainda, que os combustíveis fósseis estejam cada vez mais caros e caminham para o esgotamento, além de serem emissores de gases do efeito estufa.

O Brasil tem plenas condições de oferecer segurança energética para os irrigantes, para isso, basta um bom planejamento estratégico.

Barragens

Na maior parte do Brasil, a água para irrigação é proveniente de fontes superficiais, principalmente de rios, cuja vazão está diretamente associada à pluviometria da região. Durante a estação seca, a vazão dos rios

³Matriz energética: é a composição de energias que podem ser disponibilizadas para serem transformadas, distribuídas e consumidas nos processos produtivos. É uma representação quantitativa da oferta de energia, ou seja, da quantidade de recursos energéticos oferecidos por um país ou por uma região considerando o conjunto de fontes e modalidades de produção de energias que se encontram disponíveis.

é reduzida, o que compromete a prática da irrigação e pode favorecer o surgimento de conflitos entre os usuários de recursos hídricos.

A retenção e o armazenamento da água constituem na maneira mais realista de garantir um fornecimento seguro e continuado de água de forma a atender às diversas demandas hídricas ao longo do tempo. Entre as formas existentes para armazenamento de água, a barragem é a mais utilizada. Uma barragem, também denominada de represa ou reservatório de água, é uma barreira construída transversalmente à direção do escoamento de um curso de água, com a finalidade de acumular ou elevar seu nível (RODRIGUES et al., 2008).

As barragens destinam-se a regularizar a oferta hídrica para atender a uma ou várias atividades. Armazenam o excesso de água durante a estação chuvosa para suprir o déficit hídrico durante a seca, quando a demanda é geralmente maior que a oferta. Em regiões onde a disponibilidade hídrica é muito variável durante o ano, as barragens são estruturas essenciais para viabilizar a prática da irrigação e, conseqüentemente, manter a qualidade de vida das pessoas no meio rural (RODRIGUES et al., 2008).

As barragens possibilitam o desenvolvimento de regiões consideradas inapropriadas ao desenvolvimento de qualquer atividade econômica. Ela reduz o impacto da variabilidade climática sobre a disponibilidade hídrica. A sua importância fica evidenciada nos dizeres apresentados no museu da barragem Hoover, localizado no Estado de Nevada, nos Estados Unidos: *“O rio Colorado é ao mesmo tempo amigo e inimigo. Ele tem a força para sustentar ou destruir a vida, para criar oportunidades ou destruir prosperidade”* (Figura 2).

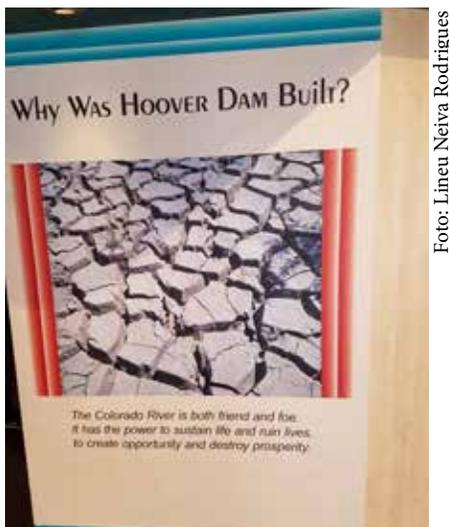


Foto: Lineu Neiva Rodrigues

Figura 2. Foto tirada de documento no museu da barragem Hoover, localizada no estado de Nevada nos Estados Unidos.

Calcula-se que existam cerca de 800 mil barragens, de todos os tamanhos e tipos, nos mais diversos lugares do planeta (WORLD COMMISSION ON DAMS, 2000). Dessas, estima-se que 300 mil estejam no Brasil (MENESCAL et al., 2004).

A legislação ambiental do Brasil é bastante restritiva e desde a sua implantação tem dificultado sobremaneira a construção de barragens, as quais, por via de regra, envolvem obras de infraestrutura realizadas ao longo dos cursos d'água, ou seja, são geralmente construídas em locais em que há áreas de preservação permanente (APP). As APPs são áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade; facilitar o fluxo gênico de fauna e de flora; proteger o solo; e assegurar o bem-estar das populações humanas (EMBRAPA, 2017b).

Historicamente, as primeiras restrições se iniciaram em 1965, com a Lei nº 4.771, que criou o Código Florestal Brasileiro, o qual, naquela época,

havia impossibilitado o uso das áreas de preservação permanente. Entretanto, segundo Luquez (2017), a atualização do Código Florestal abriu um novo rumo para a agricultura irrigada no Brasil, pois ele prevê alteração na limitação de intervenção nas áreas protegidas, as APP para a hipótese de ser considerado de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. Quando se tratar de projetos que envolvam baixo impacto ambiental, estes deverão ser passíveis de serem mitigados e/ou compensados os danos ambientais que possam vir a existir. No entanto, é necessário que os procedimentos técnicos e administrativos para a elaboração de projetos e obtenção das licenças pertinentes sejam bem observados. Nesse contexto, a construção de barramentos em APPs deve considerar:

- i. As faixas marginais de qualquer curso d'água naturais perenes e intermitentes excluídos os cursos d'água efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima variando de 30 m a 500 m, dependendo da largura do curso d'água.
- ii. As áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima variando de 30 m a 100 m.
- iii. As áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais. A extensão da área protegida, nesse caso, depende da finalidade, que pode ser para abastecimento público ou geração de energia elétrica.
- iv. As áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 m.

Em seu Artigo 3º, a Lei Federal 12.651/2012 é explícita ao considerar como de interesse social a implantação de instalações necessárias à captação e condução de água e de efluentes tratados para projetos cujos recursos hídricos são partes integrantes e essenciais da atividade. Nota-se que, apesar de alguns termos próprios e específicos adotados em cada

um dos instrumentos normativos citados, o novo Código Florestal Brasileiro e o novo Código Florestal Mineiro consideram os barramentos para reservação de água para a agricultura irrigada como de interesse social e cumulativamente como atividades eventuais e de baixo impacto ambiental, portanto, sendo passíveis de autorização e de licenciamento ambiental (VALVERDE et al., 2014).

Mais recentemente, a Lei 12.787/13, que estabelece a Política Nacional de Irrigação, em seu Artigo 22, Parágrafo 2º, determina que as obras de infraestrutura de irrigação, inclusive os barramentos de cursos d'água que provoquem intervenção ou supressão de vegetação em área de preservação permanente, poderão ser consideradas de utilidade pública, para efeito de licenciamento ambiental, quando declaradas pelo Poder Público Federal como essenciais para o desenvolvimento social e econômico. Em outras palavras, pode-se afirmar que, além de consideradas como de interesse social e atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, essas obras poderão ser também declaradas como de utilidade pública (VALVERDE et al., 2014).

Adicionalmente às ações de caráter nacional, os estados também reivindicaram a priorização da utilização de seu poder concorrente em legislar sobre a referida matéria constitucional, baseando-se no texto da Carta Magna que reza no Artigo 24 sobre a competência concorrente da União, Estados e o Distrito Federal. Como, por exemplo, de acordo com Valverde et al. (2014), o Artigo 12 da Lei do Estado de Minas Gerais 20.922/2013 estabelece que a intervenção em APP poderá ser autorizada pelo órgão ambiental competente em casos de utilidade pública, interesse social ou atividades eventuais ou de baixo impacto ambiental, desde que devidamente caracterizados e motivados em procedimento administrativo próprio.

As barragens para fins de irrigação, por via de regra, são pequenas barragens. A definição de pequena barragem, com base na altura e no volume de água armazenado, é variável. Por exemplo, para a Comissão

Mundial de Represas, as barragens com altura, contada a partir da sua base, igual ou maior a 15 m, assim como aquelas com altura entre 5 m e 15 m e um volume de reservatório superior a três milhões de metros cúbicos, são consideradas grandes. Já no Estado de Nevada, Estados Unidos, uma barragem é considerada pequena quando sua altura é menor que 6 m e a capacidade do reservatório menor ou igual a 1.233,5 m³ (RODRIGUES et al., 2012).

Essas infraestruturas, mesmos as de pequeno porte, necessitam de manutenção e cuidados. Menescal et al. (2004) comentam que, em 2004, mais de 300 barragens de diversos tamanhos tenham se rompido. Ressaltam que as barragens envelhecem e, como todas as outras obras, têm prazo de vida útil que somente pode ser prolongado com esforços especiais de manutenção e de recuperação de seus mecanismos e estruturas. Essas estruturas, quando construídas dentro de critérios técnicos, causam pouco impacto ao ambiente.

Rodrigues et al., (2012) avaliaram a distribuição espacial de pequenas barragens na Bacia do Rio Preto, afluente do Rio Paracatu. As barragens foram identificadas utilizando-se imagens digitais do satélite Landsat ETM+. Nesse caso, considerou-se como pequena barragem toda barragem com área do espelho d'água variando entre 1 ha e 40 ha. Esses mesmos autores comentam que nos últimos anos centenas de pequenas barragens foram construídas na Bacia do Rio Preto e ressaltam que: (a) tanto as de domínio público quanto as particulares foram construídas de forma independente e em épocas diferentes, com nenhuma ou pouca integração entre as agências responsáveis pela sua construção; (b) a maioria delas foi construída avaliando-se apenas as condições locais, isso é, não considerando que as águas do reservatório de uma barragem estão hidrológicamente interligadas com as de outra por meio do curso de água que foi represado; (c) vários desses pequenos reservatórios estão operando em condições inadequadas, estando sub ou superdimensionados; (d) a manutenção dessas barragens é precária, com risco de ruptura e prejuízos aos usuários; (e) na maioria dos casos

observados, não há vegetação às margens das barragens, o que favorece a ocorrência de erosão e o assoreamento, com redução da capacidade de armazenamento de água.

As barragens são infraestruturas essenciais para o desenvolvimento da agricultura irrigada em diversas regiões do Brasil. Todavia, antes da sua construção, o irrigante deve estar atento aos aspectos legais, buscando minimizar os impactos ambientais. Após a sua construção, deve-se estabelecer procedimento de manutenção continuada. Adicionalmente, deve ser considerado que, nas definições dos planos de irrigação e para balizar políticas de governo, é importante ter informações precisas sobre a área irrigada e a área potencial para irrigação.

Área irrigada e área com potencial para crescimento da irrigação

Nas últimas décadas, a taxa de crescimento da irrigação no mundo reduziu significativamente. No período de 1960 a 1970, o crescimento era maior que 2% ao ano. As razões para esse decréscimo são várias, tais como: (a) longo período de estabilidade na produção de alimento e redução dos preços; (b) declínio da taxa de crescimento populacional; (c) demanda de investimento em outros setores estratégicos (FAURÈS et al., 2007).

Para 2050, a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura projeta que a área irrigada será em torno de 318 milhões de hectares, comparando oferta e demanda (FAO, 2011). Comparando com a área irrigada em 2006 (301 milhões de hectares), nota-se a projeção de um aumento de cerca de 6% (0,12 por ano). No Brasil, a área irrigada cresceu de cerca de 2,7 milhões de hectares, em 1996, para 6,2 milhões de hectares irrigados em 2016. Um crescimento da ordem de 120% em 20 anos.

Em 2014, relatório do Ministério da Integração Nacional, feito em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e o Instituto

Interamericano de Cooperação para a Agricultura, destacou a possibilidade de irrigar, além dos 6,2 milhões de hectares, uma área adicional de 75,2 milhões de hectares (BRASIL, 2014). Esse estudo destacou três categorias de áreas potenciais definidas por classes de aptidão solo-relevo: (1) com alta aptidão em cerca de 21,95 milhões de hectares; (2) média aptidão em 25,45 milhões de hectares; e (3) baixa aptidão em 27,8 milhões de hectares (BRASIL, 2014).

Em 2015, relatório do grupo de trabalho para o *Estudo de Identificação de Áreas Prioritárias para Desenvolvimento da Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil*, constituído por representantes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) e da Agência Nacional de Águas (ANA), identificou 27,5 milhões de hectares de áreas potencialmente aptas, consideradas prioritárias para fomento da agricultura irrigada sustentável (BORGHETTI et al., 2016). Em uma segunda seleção de áreas potenciais para ações em médio prazo, o estudo considerou subtrair da área total potencial as áreas de reserva legal, as APP, as áreas urbanizadas e as áreas recém-irrigadas. Com esse critério, obteve-se uma área total da ordem de 12,4 milhões de hectares, que são de fato áreas disponíveis para o fomento da agricultura irrigada sustentável em médio prazo com menor risco de haver insucesso no desenvolvimento dos trabalhos de fomento à irrigação.

Ainda, nesse estudo, realizou-se a análise do objetivo do Plano de Expansão, Aprimoramento e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Irrigada do Mapa, que tem como meta a incorporação de 5 milhões de hectares à área atualmente irrigada, no prazo de 10 anos (2016-2025). Numa aprofundada e criteriosa visão de ação imediata e de capacidade de resposta decenal, realizou-se a revisão da classificação dos municípios, concluiu-se que existem cerca de 4,5 milhões de hectares, em municípios em que os instrumentos de políticas públicas deverão ser oferecidos por preferência, pois as ações nessas regiões propiciarão, em menor prazo, melhores resultados ambientais, sociais, econômicos e

de segurança alimentar, pois ocorre adequada disponibilidade hídrica, existem condições técnicas e de aptidão de solos, há suporte com energia e logística para expansão e condições ótimas para aprimoramento e desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada.

Avaliando os dois estudos apresentados, que foram desenvolvidos com objetivos diferentes, nota-se que a quantidade de área disponível para crescimento da irrigação foi fortemente influenciada pelos critérios adotados, sendo o segundo mais rigoroso que o primeiro. Independente da variação entre os valores apresentados nos dois estudos, constata-se que existe uma grande oportunidade para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil, mas existem desafios técnicos e institucionais importantes a serem vencidos.

Sabendo-se da importância da agricultura para o Brasil e da grande disponibilidade de terras aptas para a prática da agricultura irrigada, quais seriam as razões para a baixa área irrigada no País?

Razões para a baixa utilização do potencial das áreas irrigáveis

Dada a importância da agricultura irrigada para a segurança alimentar e seus benefícios sociais e econômicos para o País, é oportuno identificar fatores que dificultam a expansão da agricultura irrigada no Brasil. Barros et al. (2009) fizeram um amplo levantamento de informações, entrevistaram atores dos diferentes segmentos da agricultura irrigada e identificaram um conjunto de temas relacionados às causas da baixa utilização do potencial das áreas irrigáveis do País, dentre os quais se destacam:

- i. Energia elétrica: disponibilidade, qualidade e custo de energia elétrica.
- ii. Pesquisa, tecnologia e assistência técnica: o acesso limitado ao conhecimento aplicado à irrigação foi apontado como elemento relevante para os elevados custos de produção da agricultura irrigada.

A baixa oferta de cursos direcionados às técnicas de irrigação, a inexistência de assistência técnica em alguns estados ou sua oferta deficiente em outros acabam contribuindo para uma utilização ineficiente das técnicas e sistemas de irrigação existentes.

- iii. Gestão de recursos hídricos: a agricultura irrigada é atividade altamente intensiva no uso de recursos hídricos. A abordagem de usos múltiplos da água, preconizada na visão estratégica do estudo de planejamento territorial, requer uma atuação integrada dos diversos setores que concorrem pelo seu uso – consumo humano, produção e energia. O adequado tratamento das questões relacionadas ao uso da água em projetos de irrigação, como a obtenção de outorgas e a concorrência com outros usos, exige atenção para atuação convergente dos atores para sua melhor utilização.
- iv. Crédito e incentivos financeiros: a inexistência de linhas de crédito adequadas aos prazos de maturação dos projetos da agricultura irrigada. O seguro rural não é adaptado à agricultura irrigada, fazendo-se necessário o desenvolvimento de instrumentos específicos de seguro e crédito.
- v. Papel das instituições públicas e privadas: a falta de coordenação entre as instituições, a baixa efetividade de coordenação e a defasagem da legislação relativa ao tema. É necessário coordenar as ações interministeriais e promover uma política mais atrativa aos investimentos privados.
- vi. Infraestrutura complementar: a agricultura irrigada precisa de infraestrutura mínima para se desenvolver. É imprescindível uma logística que permita a produção, o armazenamento e o escoamento da safra das áreas cultivadas, irrigadas ou não. Para tanto, o planejamento territorial em consonância com as ações interministeriais são de extrema importância.

O relatório identificou ainda fatores de contexto favoráveis e desfavoráveis que refletem os elementos fora da governabilidade ou abrangência

do tema que podem influenciar positiva ou negativamente o desenvolvimento da agricultura irrigada.

Os fatores de contexto favoráveis foram: (a) demanda por alimentos de maior qualidade; (b) aumento da demanda mundial de alimentos; (c) maior nível de exigência pela preservação ambiental; (d) agravamento de eventos climáticos extremos em função das mudanças climáticas.

Os fatores de contexto desfavoráveis identificados foram: (a) possibilidade de crise energética; (b) conflitos pelo uso da água; (c) limitação da expansão da capacidade de reservação de água; (d) legislação ambiental restritiva; (e) custos crescentes de água, energia e outros insumos.

A água é o fator de produção mais importante para o adequado desenvolvimento da agricultura irrigada. Portanto, é essencial conhecer a disponibilidade de recursos hídricos, seu uso e o marco legal.

Recursos hídricos

Em várias regiões do mundo, a produção de alimentos tem sido prejudicada pela escassez hídrica e pelo aumento da demanda. Segundo Yang et al. (2016), na maior parte do cinturão do milho nos Estados Unidos, a umidade disponível no solo é o fator que mais limita o crescimento das plantas. A água é um recurso vital para o desenvolvimento da agricultura irrigada, mas a sua disponibilidade é limitada e variável de ano para ano.

A importância desse recurso pode ser evidenciada em documento encontrado no museu da barragem Hoover, com os dizeres (Figura 3): “*A água do rio Colorado é o sangue da região sudoeste dos Estados Unidos. Ela irriga as culturas que alimentam uma nação, serve a indústria e satisfaz as necessidades de milhões de pessoas*”.

Aparentemente, a quantidade de água doce renovável anualmente no mundo é muito maior do que a quantidade de água necessária para sustentar as demandas dos três usos consuntivos de água (abastecimento doméstico da população; produção industrial; e produção agrícola sob

irrigação). Segundo o trabalho de Oki e Kanae (2006), atualizado posteriormente por Rocha e Christofidis (2013), as derivações de água dos diversos mananciais totalizaram, no ano de 2010, o volume de 4.420 km³, que representa 9,7% dos 45.500 km³ de água azul renovável que ocorrem anualmente no planeta. A água azul é água existente nos rios ou aquíferos e que normalmente é captada para atender aos diversos usos.

Porém, para uma avaliação mais precisa do montante real de água que está comprometida com os diversos usos e finalidades, faz-se necessário adicionar a essa parcela de 4.420 km³ por ano, que está sendo derivada/captada (de mananciais superficiais/subsuperficiais e subterrâneos), as águas que atendem às oportunidades de usos não consuntivos e, ainda, as águas que atendem aos fins ecológicos/manutenção dos ecossistemas. Também, considerar que existem águas que perdem qualidade pela poluição difusa e degradação. Estima-se que essas considerações acarretam um comprometimento total anual de cerca de 10.500 km³ da água azul.

De acordo com diversos autores, não é possível considerar que todo o volume de 45.500 km³, que corresponde à água azul, está na condição de ser facilmente utilizado ou controlado. Estima-se que o razoável para ser considerado como utilizável, com as tecnologias, infraestruturas existentes e formas de gestão atualmente praticadas, seja cerca de um terço do valor anual de água renovável de escoamento superficial e subsuperficial (uma média anual renovável de cerca de 15.200 km³). Atualmente, 10.500 km³ por ano estão sendo de alguma forma mobilizados. Portanto, faz-se necessário atuar com precaução e evoluir para uma forma consciente, solidária e muito mais ética no cuidar das águas.

Trabalhar, por um lado, em formas de gestão avançadas, valorizando as águas, atuando em mobilização, educação, conscientização, para que haja internalização e exercício em torno das bases de conceitos importantes, como, por exemplo, 'hidrosolidariedade' e 'hidroética' (CHRISTOFIDIS, 2017) e, por outro lado, em desenvolvimento de uma agenda proativa e responsável.

Relatório da FAO (2011) projeta que a retirada de água para fins de irrigação crescerá cerca de 10% até 2050. Segundo Ringler et al. (2000), o crescimento da escassez hídrica e da competição entre usuários de água representa um sério desafio para os gestores de recursos hídricos na América Latina e Caribe. Uma disponibilidade hídrica per capita relativamente elevada nessa região acoberta sérios problemas de disponibilidade hídrica regional e sazonal tanto quanto problemas de qualidade que comprometem os diversos usos.

O Brasil detém cerca de 12% da água doce superficial disponível no Planeta e 28% da disponibilidade nas Américas. Possui, ainda, em seu território, a maior parte do Aquífero Guarani, a principal reserva de água doce subterrânea da América do Sul, com 1,2 milhões de quilômetros quadrados (SILVA, 2012). Segundo relatório da OCDE (2015), a água se tornou um fator limitante para o desenvolvimento econômico do país e fonte de conflitos em várias regiões. Essa constatação é mais relevante quando se considera que os recursos hídricos são desigualmente distribuídos no território: enquanto os estados nordestinos são predominantemente semiáridos, a região amazônica tem abundância de água.

Garantir água para os diferentes usos, incluindo a irrigação, com um adequado nível de confiabilidade, é sempre uma questão importante para o planejamento de bacias hidrográficas. Nesse contexto, as políticas públicas são fundamentais e tem como uma de suas funções primordiais orientarem diretrizes para o compartilhamento de recursos hídricos entre diferentes usuários de água.

Legislação

Após a Constituição Federal de 1988, que definiu como competência da União a instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Art.21, XIX) e definiu que as águas são bens públicos de domínio da União ou dos Estados (Arts. 20 e 26, respectivamente), ocorreu a edição da Lei n.º 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional

de Recursos Hídricos e, atendendo à determinação constitucional, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 2006).

A Política Nacional de Recursos Hídricos se baseia nos seguintes fundamentos: (a) a água é um bem de domínio público; (b) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; (c) em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; (d) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; (e) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; (f) a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Constituem diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos: (a) a gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade; (b) a adequação da gestão de recursos hídricos às diversidades físicas, bióticas, demográficas, econômicas, sociais e culturais das diversas regiões do País; (c) a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental; (d) a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; (e) a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo; (f) a integração da gestão das bacias hidrográficas com a dos sistemas estuarinos e zonas costeiras.

São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: (a) os planos de recursos hídricos; (b) o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; (c) a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; (d) a cobrança pelo uso de recursos hídricos; (e) a compensação a municípios; (f) o sistema de informações sobre recursos hídricos.

Planos de recursos hídricos

Os planos de recursos hídricos são instrumentos de planejamento que servem para orientar a sociedade e, mais particularmente, a atuação dos gestores, no que diz respeito ao uso, recuperação, proteção, conservação e desenvolvimento dos recursos hídricos. Eles são elaborados tendo em vista a construção de cenários que levam em conta as perspectivas de desenvolvimento da região. Para se obter planos que reflitam os diferentes interesses, muitas vezes conflitantes, é fundamental que o processo de elaboração envolva usuários da água, os poderes públicos, responsáveis por diferentes políticas públicas, e a sociedade civil organizada (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013d).

O planos de recursos hídricos representam de forma geral a agenda que deve ser desenvolvida quanto aos recursos hídricos em nível da bacia hidrográfica (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013d) e devem ser elaborados em três níveis:

- i. Plano Nacional de Recursos Hídricos – esse plano abrange todo o território nacional e deve ter cunho eminentemente estratégico, contendo metas, diretrizes e programas gerais.
- ii. Plano Estadual (Distrital) de Recursos Hídricos – é um plano estratégico, de abrangência estadual ou do Distrito Federal, com ênfase nos sistemas estaduais de gerenciamento de recursos hídricos.
- iii. Plano de Bacia Hidrográfica – também denominado de plano diretor de recursos hídricos – é o documento programático para a bacia, contendo as diretrizes de usos dos recursos hídricos e as medidas correlatas.

O Artigo 3º da Resolução nº 58, de 30 de janeiro de 2006, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, estabelece que o Plano Nacional de Recursos Hídrico (PNRH) deva ser revisto a cada quatro anos, para orientar a elaboração dos Programas Plurianuais federal, estaduais e distrital, bem como seus respectivos orçamentos anuais. As prioridades do PNRH para 2016-2020 são:

1. Desenvolver planejamento de longo prazo para a conservação e o uso racional das águas do país, considerando as mudanças climáticas.
2. Promover a melhoria da disponibilidade das águas em quantidade e qualidade, visando a sua conservação e a adequação aos diversos usos.
3. Ampliar o conhecimento a respeito dos usos das águas, das demandas atuais e futuras, além dos possíveis impactos na sua disponibilidade, em quantidade e qualidade.
4. Integrar a política de recursos hídricos com a política ambiental e demais políticas setoriais (saneamento, irrigação, energia, turismo, transporte, etc.).
5. Apoiar o desenvolvimento institucional e a difusão de tecnologias sociais para a melhoria da gestão das águas e desenvolver ações educativas para a sociedade.
6. Estabelecer critérios de autorização para o uso da água e fiscalização dos usuários, considerando as particularidades das bacias hidrográficas.
7. Identificar, avaliar e propor ações para áreas com risco de ocorrência de inundações, secas, entre outros eventos extremos relacionados à água, que gerem situações adversas à população.
8. Ampliar e fortalecer a participação da sociedade na gestão das águas.
9. Compartilhar informações, em linguagem clara e acessível, a respeito da situação da qualidade e quantidade das águas e da sua gestão.
10. Ampliar o conhecimento sobre a ocorrência de chuvas e sobre a quantidade e a qualidade das águas superficiais e subterrâneas.
11. Destinar recursos financeiros para a implantação de projetos de instituições públicas ou privadas e pessoas físicas que promovam a recuperação e conservação de bacias hidrográficas.

12. Desenvolver ações para a resolução dos conflitos pelo uso da água nas bacias hidrográficas.
13. Implantar a cobrança para usos significantes da água, visando incentivar a sua racionalização e obter recursos financeiros para a conservação das bacias hidrográficas.
14. Desenvolver ações para a gestão da água em rios compartilhados com outros países.
15. Desenvolver ações para a promoção do uso sustentável e reúso da água.
16. Integrar as zonas costeiras ao sistema de gerenciamento de recursos hídricos (BRASIL, 2011).

Os planos de recursos hídricos estabelecem recomendações para ações concretas sobre territórios que necessitam de determinada política sobre águas, mas os órgãos setoriais de planejamento não os reconhecem, de modo que o plano de recursos hídricos não é levado em conta no momento de se desenvolver os planos setoriais. Com base nessa constatação, a mesa redonda de saneamento, abastecimento e irrigação, realizada durante o I Fórum Nacional de Infraestrutura, indicou a necessidade de alterar a Lei de Recursos Hídricos para determinar que os planos de recursos hídricos: (a) sejam indutores do planejamento dos diferentes órgãos setoriais e vinculantes para os estados em que se localizam os territórios planejados; e (b) devam considerar as potencialidades econômicas das bacias (BRASIL, 2014).

Relatório da OCDE (2015) recomenda elaborar planos de recursos hídricos para orientar as decisões de alocação da água e fazer melhor uso de uma variedade de instrumentos econômicos para apoiar a sua implementação. Uma participação efetiva dos irrigantes na elaboração dos planos de bacia hidrográfica é de fundamental importância para o desenvolvimento da agricultura irrigada, pois os planos de recursos hídricos definem as prioridades e os critérios para orientar as decisões de alocação. Além disso, segundo esse mesmo relatório, os planos de

recursos hídricos devem ser uma ferramenta essencial para identificar as lacunas, implementar estratégias, construir consenso entre as partes interessadas, orientar a ação concreta e medir o progresso na realização das metas.

Enquadramento dos corpos de água

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, estabelece o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo. Mais do que uma simples classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, pois deve tomar como base os níveis de qualidade que deveriam possuir ou ser mantidos para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água em questão.

A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água. A discussão e o estabelecimento desse pacto ocorrem no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH). O enquadramento é referência para os outros instrumentos de gestão de recursos hídricos (outorga e cobrança) e instrumentos de gestão ambiental (licenciamento e monitoramento), sendo, portanto, um importante elo entre o SINGREH e o Sistema Nacional de Meio Ambiente (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017c).

Os vários usos da água possuem diferentes requisitos de qualidade. Por exemplo, para se preservar as comunidades aquáticas é necessária uma água com certo nível de oxigênio dissolvido, temperatura, pH, nutrientes, entre outros. Em contraste, para a navegação, os requisitos de qualidade da água são bem menores, devendo estar ausentes os materiais flutuantes e os materiais sedimentáveis que causem assoreamento do corpo d'água. Portanto, os usos da água são condicionados pela sua qualidade. As águas com melhor qualidade possibilitam a existência de usos mais exigentes, enquanto águas com pior qualidade permitem apenas os usos menos exigentes. (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017b).

A Resolução Conama nº 357, de 17 de março de 2005, no Artigo 3º, estabelece que as águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificadas, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, em 13 classes de qualidade. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água, atendidos outros requisitos pertinentes.

As seguintes classes de água são destinadas à irrigação:

- Água doce classe 1: irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e ingeridas cruas sem remoção de película.
- Água doce classe 2: irrigação de hortaliças, de plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e de lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
- Água doce classe 3: irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras.
- Água salobra classe 1: irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e ingeridas cruas sem remoção de película; e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e de lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.

Os padrões de qualidade das águas estão determinados na resolução Conama nº 357 e estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe. A resolução estabelece ainda que o conjunto de parâmetros de qualidade de água selecionado para subsidiar a proposta de enquadramento deverá ser monitorado periodicamente pelo poder público.

Outros dois pontos importantes da resolução são: (1) o poder público poderá, a qualquer momento, acrescentar outras condições e padrões de qualidade para um determinado corpo de água ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições locais, mediante fundamentação técnica; (2) o poder público poderá estabelecer restrições e medidas adi-

cionais de caráter excepcional e temporário, quando a vazão do corpo de água estiver abaixo da vazão de referência.

Outorga de direito de uso de recursos hídricos

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo mediante o qual o poder público outorgante (união, estado ou distrito federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de uso de recursos hídricos, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato. O ato administrativo é publicado no Diário Oficial da União (no caso da ANA) ou nos diários oficiais dos estados ou do Distrito Federal (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2011).

A Lei 9.433/97, na Seção III, que trata da outorga de direito de uso de recursos hídricos, em seu Artigo 11, estabelece que o regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

A legislação de recursos hídricos apresenta critérios importantes que devem ser considerados em todas as análises de outorgas realizadas, tais como: as prioridades de uso estabelecidas nos planos de recursos hídricos; o respeito à classe em que o corpo d'água estiver enquadrado; a manutenção de condições adequadas ao transporte aquaviário, quando for o caso; e a relevância da preservação do uso múltiplo dos recursos hídricos. Isso significa que não deve ser comprometida a disponibilidade hídrica de uma bacia com apenas um usuário ou um setor usuário em situações em que haja diversos setores com interesses de uso.

A Agência Nacional de Águas, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, possui, entre as suas competências, aquela relativa à emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em corpos de água de domínio da União, como rios e lagos que banham mais de um estado ou país e, ainda, as águas armazenadas em reservatórios de propriedade de entidades federais.

Em rios que tenham nascentes e foz nos limites geográficos de estado ou do Distrito Federal, ainda que deságuem no oceano, e as águas subterrâneas se incluem entre os bens de domínio do estado ou do Distrito Federal, a outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos é emitida pelas Agências de Águas Estaduais ou distritais, tais como Departamento de Águas e Energia Elétrica, em São Paulo, e Instituto Mineiro de Gestão das Águas, em Minas Gerais.

De acordo com o Artigo 12 da Lei nº 9.433/97, estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os seguintes usos de recursos hídricos:

- I. Derivação ou captação de parcela de água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo.
- II. Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.
- III. Lançamento em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final.
- IV. Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos.
- V. Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

A Lei 9.433/97 estabelece que independem de outorga pelo Poder Público os seguintes usos dos recursos hídricos:

- I. O uso de recursos hídricos para a satisfação das necessidades de pequenos núcleos populacionais, distribuídos no meio rural.
- II. As derivações, captações e lançamentos considerados insignificantes.
- III. As acumulações de volumes de água considerados insignificantes.

Os critérios de outorga são estabelecidos pelas Agências de Água. Na esfera federal, a Resolução ANA nº 1175, de 16 de setembro de 2013,

dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como, serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos à outorga.

Existem na legislação federal três categorias de outorga: a outorga preventiva, a outorga de direito de uso e a declaração de reserva de disponibilidade hídrica.

A emissão das outorgas preventivas está prevista no Artigo 6º da Lei Federal nº 9.984/2000 e visa reservar a vazão passível de outorga, possibilitando aos investidores o planejamento de empreendimentos que necessitem desses recursos. Conforme expressa o texto legal, a outorga preventiva não confere o direito de uso de recursos hídricos e seu prazo de validade é fixado levando-se em conta a complexidade do planejamento do empreendimento, limitando-se ao prazo máximo de três anos. Sua transformação em outorga de direito de uso se dá a pedido do requerente (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013b).

A outorga de direito de uso de recursos hídricos confere ao seu titular o direito de uso de recursos hídricos; não tem validade indeterminada, sendo concedida por um prazo limitado, tendo a Lei estipulado sua validade máxima em 35 anos, ainda que possa haver renovação, suspensão, revogação e até sua transferência para terceiros; não autoriza a instalação do empreendimento, apenas confere o direito de uso dos recursos hídricos. Para a instalação do empreendimento são necessárias outras autorizações, como a licença ambiental emitida pelo órgão de meio ambiente. Essa outorga também não implica a alienação parcial das águas, que são inalienáveis, mas o simples direito de seu uso, conforme definido pelo Artigo 18 da Lei 9.433, de 1997.

Conforme Resolução ANA nº 1041/2013, o prazo de validade das outorgas de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União é de 10 anos para Irrigação de lavouras de até 2 mil hectares e de 20 anos para Irrigação de lavouras superiores a 2 mil hectares. A outorga poderá ser suspensão parcial ou totalmente, em definitivo ou por prazo determina-

do, nas circunstâncias previstas no artigo 3º da Resolução ANA nº 833, de 5 de dezembro de 2011.

Para obtenção da outorga na esfera federal, é necessário que o usuário encaminhe um requerimento para a ANA. Além do requerimento de outorga, o usuário pode solicitar a renovação, a transferência, a alteração ou comunicar a desistência da sua outorga. É possível ainda solicitar a conversão da outorga preventiva em outorga de direito de uso.

A outorga é um instrumento fundamental para a gestão de recursos hídricos na bacia hidrográfica. A segurança no processo de alocar água de forma a atender aos diversos usos, vem de um processo de outorga confiável. A base técnica do processo de outorga se fundamenta no adequado conhecimento das ofertas e das demandas atuais e futuras.

A dupla dominialidade das águas é um complicador adicional para a gestão de recursos hídricos. A adoção de critérios distintos entre os órgãos gestores para a avaliação das vazões máximas outorgáveis é um complicador que pode comprometer a gestão. Durante o *I Fórum Nacional de Infraestrutura* houve a realização de uma mesa redonda que tratou sobre saneamento, abastecimento e irrigação, a qual indicou a alteração da Constituição para sanar os problemas da dominialidade das águas (BRASIL, 2014).

Cobrança

Diferentemente de instrumentos tradicionais utilizados pelas políticas públicas, a cobrança não é considerada um imposto, mas um preço público. Os mecanismos e os valores são negociados a partir de debate público no âmbito dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH) e não por meio de decisões isoladas de instâncias governamentais, sejam elas do executivo ou do legislativo (BRASIL, 2011). No entanto, a Lei prevê que sejam criados comitês somente em bacias de rios até a terceira ordem, o que traz como consequência, em muitas situações, espaços territoriais de grande extensão, dificultando a criação de identidade para uma efetiva participação social (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013a).

A cobrança tem como objetivos:

1. Dar ao usuário uma indicação do real valor da água.
2. Incentivar o uso racional da água.
3. Obter recursos financeiros para recuperação das bacias hidrográficas do país.

A cobrança em águas de domínio da União somente se inicia após a aprovação pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) dos mecanismos e valores propostos pelo CBH. Compete à Agência Nacional de Águas arrecadar e repassar os valores arrecadados à agência de água da bacia, ou à entidade delegatária de funções de Agência de Água, conforme determina a Lei nº 10.881/04 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017a).

As agências de água da bacia ou entidade delegatária de suas funções é instituída mediante solicitação do CBH e autorização do CNRH, cabendo a ela desembolsar os recursos arrecadados com a cobrança nas ações previstas no plano de recursos hídricos da bacia e conforme as diretrizes estabelecidas no plano de aplicação, ambos aprovados pelo CBH. Em geral, as políticas estaduais replicam os mesmos objetivos estabelecidos pela Lei nº 9.433 para a cobrança pelo uso.

Em 2000, após a criação da ANA, o primeiro processo para implantação da cobrança pelo uso seguindo os preceitos da Lei nº 9.433 foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, que abrange territórios dos estados de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e de São Paulo. Até o momento, em rios de domínio da União, a cobrança foi implementada na bacia do Rio Paraíba do Sul, nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí, na bacia do Rio São Francisco, na bacia do Rio Doce, na bacia do Rio Paranaíba e na bacia do Rio Verde Grande (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017a).

É importante notar que a experiência internacional demonstra ser o setor agropecuário isento de cobrança ou pagador de valores mais baixos

que os outros usuários, nesse caso, a sua adesão ao sistema ocorre alguns anos após a entrada de outros usuários (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FUNDAÇÃO COPPETEC, 2002). Esse mesmo trabalho reconhece a importância da adesão do setor agrícola à fase inicial da cobrança na bacia do Paraíba do Sul e que o impacto do valor da cobrança poderia inviabilizar a agricultura na região e sugere adotar um fator redutor no valor unitário da cobrança de referência de forma que o impacto sobre o setor agrícola fosse reduzido a um valor máximo de 1% sobre os custos de produção de arroz e cana-de-açúcar.

Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH

De acordo com o Artigo 33 (alterado pelo Artigo 30 da lei nº 9984/2000) da Lei de Recursos Hídricos de 1997, que estabelece o arcabouço jurídico e institucional para a gestão dos recursos hídricos no Brasil, O SINGREH é composto pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas, conselhos estaduais de recursos hídricos e do Distrito Federal, comitês de bacias hidrográficas, autoridades públicas federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal e as agências de água com jurisdição sobre a gestão dos recursos hídricos (OCDE, 2015).

São objetivos do SINGREH (ENCONTRO NACIONAL DE COLEGIADOS AMBIENTAIS, 2007):

1. Coordenar a gestão integrada das águas.
2. Arbitrar administrativamente os conflitos relacionados com os recursos hídricos.
3. Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos.
4. Planejar, regular e controlar o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos.
5. Promover a cobrança pelo uso de recursos hídricos.

Gestão de recursos hídricos

A Constituição Federal dividiu o domínio das águas entre a União, Estados e o Distrito Federal (DF). Cabe aos Estados e ao DF o domínio das águas subterrâneas, dos rios estaduais e dos distritais. Por sua vez, a Lei das Águas determina que a unidade territorial de gestão dos recursos hídricos é a bacia hidrográfica, que, em geral, não coincide com a divisão político-administrativa das unidades federadas e nem com os limites dos aquíferos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013c).

Para a WMO (1992), citado por Porto; Porto (2008), a gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990, quando os Princípios de Dublin foram acordados na reunião preparatória à Rio-92. O Princípio de Dublin número 1 contextualiza que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. Para que essa integração tenha o foco adequado, sugere-se que a gestão esteja baseada nas bacias hidrográficas.

A adoção da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão é ainda pouco conhecida pelo conjunto da população brasileira que tem seus interesses mais localizados. Questões mais específicas que atingem apenas um grupo de usuários e que podem ser solucionadas por meio de articulações mais localizadas demandam organizações locais para a tomada de decisão sobre o que será feito, no período seco, com a água acumulada no período chuvoso (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013d).

As questões relacionadas à água geralmente são complexas, de importância para todos os setores, permeando todos os agentes econômicos, combinando valores sociais e interesses privados, com a formulação de políticas e a tomada de decisão, intrinsecamente ligadas a debates acalorados (OCDE, 2015).

O gerenciamento desse recurso é uma tarefa difícil, que envolve planejar e alocar os recursos entre os diversos usuários, reduzindo os conflitos

em um ambiente em que a oferta e a demanda são variáveis. A irrigação, principal usuária de recursos hídricos, apresenta uma característica bastante diferente das demais categorias de usuários. A demanda de irrigação é bastante variável de ano para ano. Isso dificulta a gestão dos recursos hídricos e deixa o irrigante com a impressão de que a alocação de água não está sendo feita de forma adequada. Essa falsa impressão ocorre pelo fato de as outorgas serem fixas e a demanda ser variável, fazendo com que, nos anos de baixa demanda, haja água sobrando nos rios, trazendo ao irrigante a percepção de que ele poderia ter mais água para sua irrigação.

O Brasil é um país de dimensões continentais com grandes diferenças sociais, ambientais e econômicas, o que deixa a atividade de gestão muito mais complexa. Fazer a gestão de forma igualitária em todo país, pode levar a conflitos em bacias hidrográficas que já se encontram em estado crítico em termos de disponibilidade hídrica. Essas bacias precisam receber uma atenção especial, com monitoramentos e análises detalhadas e precisas.

Na Figura 3, apresenta-se o mapa de bacias críticas do Brasil, em relação ao balanço quali-quantitativo. O relatório de conjuntura da Agência Nacional de Águas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013b) indicou que, dos 104.791 km de rios federais no Brasil, 16.427 km (16%) encontram-se em estado considerado crítico em relação ao balanço quali-quantitativo.

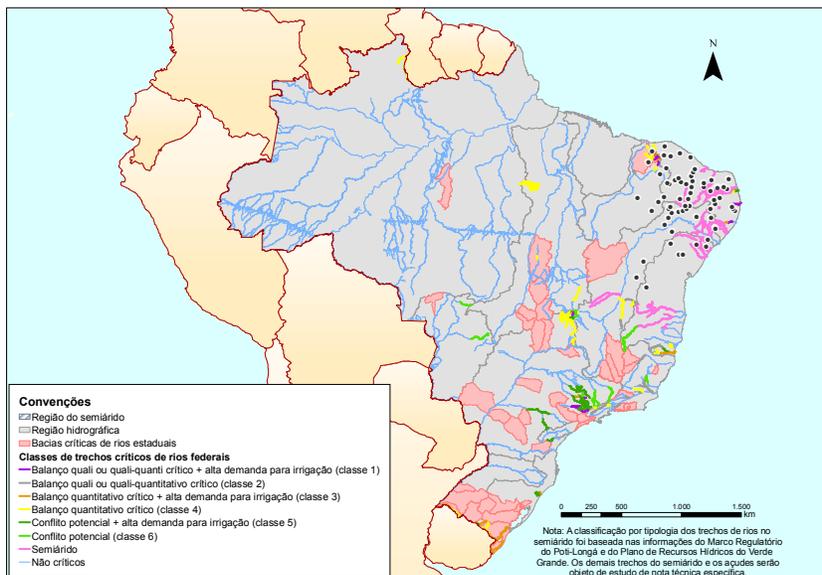


Figura 3. Bacias críticas em relação ao balanço quali-quantitativo. Do total de quilômetros dos rios federais do Brasil, 16% encontram-se em estado crítico.

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2013b.

Para que a gestão de recursos hídricos possa ser feita de forma adequada e atender de forma equitativa as demandas dos diferentes usos, é fundamental conhecer os usos da água na bacia e a quantidade de água utilizada por esses usos.

Quantidade de água utilizada na agricultura irrigada

A água é elemento vital para produção de alimentos. Cada caloria de alimento produzido pela planta requer em torno de um litro de água. Na Figura 4, é apresentado o padrão médio de uso de água no mundo (WORLD WATER WEEK, 2006). Observa-se que, na média mundial, a agricultura utiliza cerca de 70% das águas utilizadas e 82% nos países em desenvolvimento.

No Brasil, a porcentagem média de água retirada para irrigação em relação ao total retirado representa cerca de 54%, o abastecimento humano

25% e a indústria 17% (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2014). Essas participações diferem entre as regiões, refletindo as diferenças nos padrões climáticos e socioeconômicos entre os estados (OCDE, 2015).

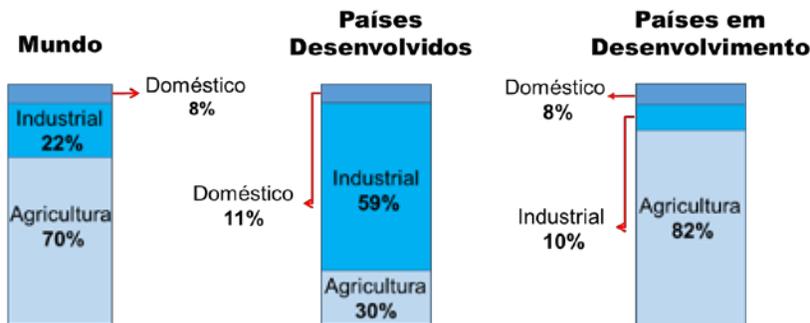


Figura 4. Uso da água por setor.
Adaptado de World Water Week, 2006.

O percentual de água retirada referente à agricultura irrigada é significativo, mas em valor absoluto, comparado com a vazão média natural de longo período, é muito pequeno, representando apenas 0,47%. Isso indica que os recursos hídricos são pouco utilizados no Brasil. Para a gestão de recursos hídricos, entretanto, a retirada de água para fins de irrigação é um componente importante e, como tal, deve ser contabilizada e considerada nos planos de bacias hidrográficas.

É importante destacar, entretanto, que a quantidade de água utilizada na irrigação é bastante variável entre as regiões. Na Figura 5, apresenta-se a porcentagem de uso da água na irrigação, no Brasil, em relação ao total retirado, por região hidrográfica. Observa-se que a quantidade de água retirada para fins de irrigação varia de menos de 20% na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Ocidental a 80% na região do Uruguai. Essa variação indica a importância de fazer um planejamento diferenciado e considerar as aptidões específicas das regiões.

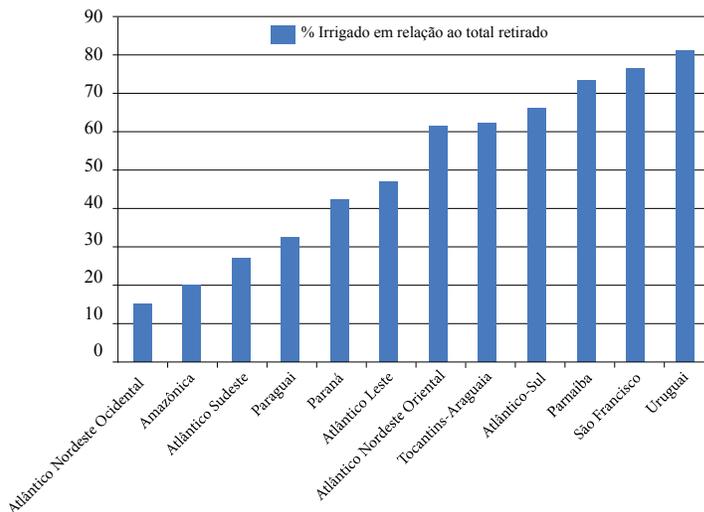


Figura 5. Porcentagem de uso da água na irrigação, no Brasil, em relação ao total retirado, por bacia hidrográfica.

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2013.

Segundo Relatório da FAO (BRUINSMA, 2003), estima-se que, para atender as novas demandas por alimentos, a produção mundial de cereais terá que aumentar cerca 1 bilhão de toneladas até o ano 2030. Esse aumento dependerá prioritariamente da disponibilidade hídrica (FAO, 2011). Outrossim, a irrigação, principal usuária dos recursos hídricos, será responsável por atender cerca de 80% da produção adicional de alimento necessária para suprir as demandas adicionais que ocorrerão entre 2001 e 2025 (FAO, 2003).

Produzir alimento demanda quantidades significativas de água. Na Figura 6, é apresentado o resultado referente a 30 anos de simulação (1980 a 2011) da demanda de irrigação para a cultura do milho, com duração de 140 dias, plantado no dia 10 de janeiro, na região do Planalto Central. Nesses 30 anos, a demanda hídrica média da cultura foi estimada em 546 mm. Uma área de 100 ha de milho irrigado, plantado nessa região,

demandaria em média 546 mil metros cúbicos de água. Considerando que o consumo médio de uma pessoa é de 200 L/dia, essa quantidade de água daria para abastecer 19.500 pessoas/dia durante o ciclo da cultura.

Entretanto, apenas uma parte dessa água é retirada dos rios. Cerca de 41% das necessidades hídricas da cultura é suprida pela chuva (média de 30 anos). Ou seja, 223.860 m³ da água necessária vem da precipitação e 322.140 m³ é retirada dos rios ou aquíferos pela irrigação.

Na Figura 6, observa-se que a demanda hídrica da cultura é pouco variável. Entretanto, as necessidades de irrigação variam muito de ano para ano, representando de 29% a 81% da demanda hídrica necessária. Isso ocorre em razão da grande variabilidade da chuva e também do momento em que ela ocorre.

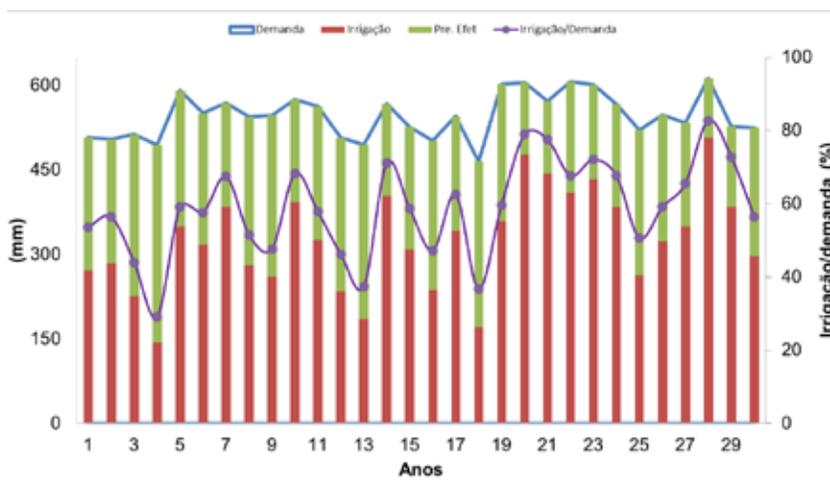


Figura 6. Demanda de irrigação para a cultura do milho, com duração de 140 dias, plantado no dia 10 de janeiro de 1980 a 2011 (30 anos).

Fonte: Lineu Neiva Rodrigues.

A variação observada na necessidade de irrigação de ano para ano é um complicador para a outorga, fazendo-se necessário estratégias de gestão específicas para a agricultura irrigada. Essa constatação é ainda mais

importante nas bacias hidrográficas críticas. Nesse contexto, é interessante considerar a alocação negociada e a outorga coletiva.

As retiradas de água dos mananciais, necessárias para garantir a prática da agricultura irrigada, devem estar previstas nos planejamentos estratégicos, especialmente em cronogramas existentes nos planos de recursos hídricos, conforme as condições climáticas, a vocação dos cultivos regionais, as potencialidades das áreas produtivas e os mercados consumidores e, posteriormente, consolidadas por meio da definição de planos de concessão de outorga de uso de água para irrigação, possibilitando que seja feita uma gestão compartilhada em cooperação e a prevenção com redução dos conflitos.

É importante que os irrigantes estejam atentos aos avanços tecnológicos, uma vez que as novas tecnologias podem contribuir para melhorar a eficiência do sistema, facilitar o manejo e beneficiar o ambiente.

Avanços tecnológicos e seu impacto na agricultura irrigada

A agricultura brasileira construiu uma história de sucesso nos últimos 40 anos. Até os anos 1970, o crescimento da agricultura era baseado na expansão das áreas de cultivo, pois convivia com baixos índices de produtividade. Entre 1970 e 2013, a produção brasileira de grãos teve uma expansão de quase oito vezes, resultante dos ganhos contínuos de produtividade, em razão da incorporação de novas tecnologias ao processo produtivo (EMBRAPA, 2014). O aumento de produtividade tem vários efeitos positivos, dentre eles, destaca-se a redução da necessidade de abertura de novas áreas de cultivo.

O setor agrícola brasileiro é altamente dinâmico, resiliente e está continuamente em mudanças. O setor tem tido sucesso em garantir alimento de boa qualidade e baixo custo para uma população crescente e cada vez mais exigente. Nada disso, entretanto, seria possível sem os avanços na tecnologia.

No passado, o desenvolvimento tecnológico visava basicamente o aumento de produtividade e de renda do produtor. Atualmente, os desafios são muito maiores, as tecnologias devem ser capazes de atender as demandas de um setor que compete em escala internacional e que tem que produzir produtos de alta qualidade, seguindo normas internacionais rígidas. No mundo atual, para serem competitivos, os produtores precisam ter elevada capacidade de readaptação e acesso rápido às informações e às tecnologias emergentes.

A introdução de tecnologias no setor produtivo tem proporcionado o desenvolvimento de um ciclo virtuoso de crescimento. Nos últimos anos, essas tecnologias possibilitaram a intensificação da agricultura, que, por sua vez, passou a demandar o desenvolvimento de novas tecnologias para solucionar novos desafios, entre eles os ambientais.

A agricultura sempre foi, por natureza, um setor altamente demandante de tecnologia. Essa condição de demandante é ampliada pelas pressões que ela sofre da sociedade por alimentos de maior qualidade obtidos dentro de um ambiente com rígidas normas ambientais. Atualmente, as opções tecnológicas para aplicação no campo são as mais variadas e envolve sensoriamento remoto, automação, agricultura de precisão, tecnologias da informação e comunicação, biotecnologia, nanotecnologia, geotecnologia, entre outras.

A irrigação, talvez por ser uma das mais antigas tecnologias e já fazer parte da paisagem agrícola, raramente é lembrada como uma importante inovação nos dias de hoje, mesmo sendo uma das tecnologias mais importantes para o desenvolvimento da agricultura e produção sustentável de alimentos já desenvolvida. Entre as várias tecnologias que contribuíram para a intensificação da agricultura, a irrigação é, sem dúvida, uma das principais. Em regiões, como por exemplo, a do Cerrado brasileiro, atualmente, a irrigação possibilita que se produza com ganhos de produtividade durante qualquer época do ano. Novas técnicas e tecnologias de irrigação possibilitaram produzir mais se utilizando uma quantidade menor de insumos, principalmente de água.

Nesse contexto, um exemplo que merece ser registrado é o caso do arroz no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo estimativas nas décadas de 1960 e 1970, para produzir arroz no Estado do Rio Grande do Sul, utilizavam-se 17 mil metros cúbicos de água por hectare, correspondente a uma relação de 5,7 m³ de água por quilograma de arroz produzido (uma relação de 5,7 por 1). A gestão dos fatores produtivos na agricultura, as novas variedades de arroz irrigado e a agricultura irrigada manejada de forma sustentável possibilitaram, nas safras 2000/2012, a utilização de 8 mil metros cúbicos de água, fato que reduziu a relação para 1 m³ de água por quilograma de arroz produzido.

A ciência tem contribuído de maneira significativa para os avanços tecnológicos observados na agricultura irrigada. Na Figura 7a, apresenta-se parte do primeiro pivô-central instalado no Canadá em 1962. Na Figura 7b, tem-se um dos mais modernos pivôs comercializado na atualidade. Embora as bases conceituais do sistema sejam as mesmas, as diferenças no equipamento são significativas, variando desde a composição do material utilizado até à forma de aplicação de água, que propicia uma maior eficiência em termos de água e energia.

O equipamento apresentado na Figura 7b tem capacidade de aplicar água de forma diferenciada no campo, viabilizando a prática da irrigação de precisão.



Figura 7. Primeiro pivô-central instalado no Canadá (a) e pivô-central comercializado nos dias de hoje (b).

Os avanços tecnológicos na agricultura irrigada, entretanto, vão muito além do desenvolvimento de novos equipamentos de irrigação. Os processos de tomada de decisão estão cada vez mais complexos, com necessidade de decisões mais rápidas, além de depender de análises de quantidade de dados cada vez maiores. Notam-se, nesse campo, avanços significativos relacionados às tecnologias da informação, da comunicação, de big-data e de modelos de inteligência computacional e simulação. As possibilidades tecnológicas são ilimitadas, sendo muito arriscado fazer qualquer previsão sobre o futuro. Um fator, contudo, é certo: a agricultura será cada mais tecnificada e menos demandante de mão de obra.

Frente a esse novo paradigma a agricultura será cada vez mais pressionada a aumentar a eficiência de uso de seus insumos. A agricultura irrigada, por sua vez, tem ainda o desafio de melhorar a eficiência de uso de dois insumos estratégicos para a sociedade: água e energia. Além disso, a cada dia fica mais clara a premissa de que para compatibilizar aumento de produção com sustentabilidade alimentar e ambiental será necessário embasar os processos produtivos em inovação e uso de tecnologias.

Em 2017, o International Finance Corporation apresentou um relatório que traz uma importante premissa que, para ampliar entre os irrigantes a utilização de sistemas de irrigação mais eficientes, é importante considerar a adoção de técnicas de manejo de água, o que é fundamental para aumentar a produção de alimentos de maneira sustentável (INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION, 2017). Nesse mesmo relatório, apresentam-se estudos realizados nos estados Indianos de Andhra Pradesh e Gujarat com o objetivo de entender o impacto da adoção de tecnologias mais eficientes na qualidade de vida de pequenos agricultores. No estado de Andhra Pradesh, os agricultores tiveram maiores acessos às tecnologias de irrigação. Como resultado foi constatado: (a) redução de 350 a 450 kWh/ha no uso de energia; (b) aumento de 30% e 60% na eficiência de uso da água; (c) redução da ordem de 25% nas despe-

sas com mão de obra, fertilizantes e pesticidas; (d) aumento de 40% a 110% nos rendimentos das culturas; e (e) aumento de 30% a 100% na renda dos produtores. No relatório, mostra-se que estudos adicionais realizados em Burkina Faso e Zâmbia confirmaram que a adoção de tecnologias de irrigação mais eficientes pode ser benéfica para pequenos irrigantes.

De forma geral, a criação de uma tecnologia passa por quatro etapas: concepção, desenvolvimento, disponibilização e adoção. As quatro etapas, embora de natureza diferentes, são importantes, mas a última determina qual foi a aceitação do produto. Uma tecnologia de sucesso é aquela que obtém elevada taxa de adoção. Nesse contexto, o relatório apresentado por *Workshop on Adoption of Technologies for Sustainable Farming Systems* (2001) aponta que a assimilação e a adoção de uma tecnologia na escala de fazenda são influenciadas por aspectos científicos, econômicos e pelo comportamento humano. Segundo o mesmo relatório, ciências físicas ou biológicas, conjugadas individualmente ou em conjunto, servem como a base para o desenvolvimento de tecnologias, a economia geralmente serve como um forte agente motivador para a adoção. Os componentes psicossociais e do comportamento humano, embora sejam menos tangíveis, têm forte influência no potencial de suas adoções em sociedade.

Bjornlund et. al. (2009) descreveram e priorizaram os principais fatores que levaram os irrigantes em dois distritos de irrigação da província de Alberta, no Canadá, a adotar uma tecnologia com a finalidade de aumentar a eficiência da irrigação em 30%. Segundo os autores, o fator mais importante foi a capacidade da tecnologia de aumentar o rendimento ou a qualidade do produto. Na sequência de priorização, foram elencadas as seguintes capacidades a serem propiciadas pela tecnologia: (a) reduzir o custo de energia; (b) reduzir o consumo de água; (c) reduzir mão de obra; (d) reduzir perdas de fertilizantes ou pesticidas; (e) reduzir a erosão do solo; (f) aumentar a capacidade de irrigar mais terra durante o período de restrição hídrica.

Nicol et al. (2008) comentam que a adoção de uma nova tecnologia de irrigação tende a ser um processo demorado. Outrossim, Lambert et al., (2006) comentam que, quando a tecnologia é vista pelo produtor como vantajosa e o custo não é muito elevado, a adoção da tecnologia tende a acontecer de forma mais rápida. McCrea e Rivers (2003), citado por Nicol et al. (2008), comentam que melhorar as práticas de manejo, ao invés de adotar novas tecnologias, talvez tenha um potencial maior de impactar, reduzindo as demandas de irrigação e aumentando a qualidade da água drenada de áreas irrigadas.

Segundo Swinton et al. (2015), a adoção de uma nova prática de manejo depende da conscientização, da atitude, da disponibilidade de recursos e de incentivos.

Lambert et al. (2006) comentam que a recomendação técnica pode ajudar a induzir a adoção de uma prática de conservação. Segundo os autores, por meio de informações mais específicas sobre os custos e os benefícios de opções alternativas, os técnicos e os especialistas em extensão rural podem ajudar a reduzir os riscos associados à introdução de novas práticas de manejo e com isso aumentar o número de produtores dispostos a considerar a adoção da nova tecnologia. É claro que uma tecnologia pode ser mais efetiva em uma região do que em outra. Entretanto, é importante observar os aspectos que contribuem para o seu sucesso, durante o processo de desenvolvimento.

Esses autores ainda consideram e citam barreiras que têm dificultado a assimilação de novas tecnologias: (a) inabilidade dos técnicos em demonstrar de forma clara a relação entre a rentabilidade advinda da adoção da tecnologia e a produção sustentável na escala da fazenda; (b) reduzida capacidade de avaliar e demonstrar os componentes econômicos e ambientais advindos da adoção da tecnologia; (c) os treinamentos e as demonstrações da tecnologia em ambientes de pesquisa, muitas vezes, não são adequados e suficientes para encorajar os produtores na adoção da tecnologia; (d) incapacidade de reconhecer e abordar os aspectos psicológicos relacionados à adoção da tecnologia como parte do processo de educação.

O processo de adoção da tecnologia, por sua vez, segundo este mesmo relatório, engloba uma série inter-relacionada de fatores pessoal, cultural, social e institucional, incluindo os estágios de consciência, de informação e de conhecimento adicionais, avaliação e adoção. Características da tecnologia, tais como, simplicidade, visibilidade dos resultados, capacidade de suprir uma necessidade e baixo capital de investimento, os quais são fatores que facilitam a adoção e que deveriam ser considerados no momento de se transferir qualquer tecnologia. A busca por uma irrigação com qualidade demanda fundamentalmente tecnologias que colaborem para a minimização de impacto ambiental. Da mesma forma, conhecer a qualidade com que a irrigação é praticada é fundamental para que uma boa gestão da bacia hidrográfica possa ser realizada.

Qualidade da irrigação

A irrigação é uma tecnologia fundamental em qualquer planejamento estratégico que vise segurança alimentar. Entretanto, é a principal usuária de recursos hídricos, que é um recurso escasso e vital em qualquer atividade humana. O uso efetivo e sustentável da água na agricultura é uma prioridade global. Como dito por Alfred Deaking (1890), citado por Kolberg; Berbel (2011): *“não é a quantidade de água aplicada à cultura, é a quantidade de inteligência aplicada que determina o resultado da produção”*.

Estimativas em escala global da quantidade de água utilizada para fins de irrigação são muito variáveis. Para o período de 1995 a 2002, Shiklomanov (2000) estimou um uso médio anual de 1.700 km³, enquanto Postel (1998) estimou esse valor em 900 km³ e Rost et al. (2008), em 2.500 km³. Christofidis (2017) cita que, em 2010, o volume anual de água utilizado para produção agrícola irrigada foi da ordem de 3.100 km³. No Brasil, em 2010, esse valor foi cerca de 40 km³ (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013). Para o Brasil, é importante que a quantidade de água utilizada para irrigação seja conhecido para cada região e que seja contabilizada nos respectivos planos de bacias hidrográficas,

principalmente nos planos de bacias críticas em termos de disponibilidade de recursos hídricos.

A água azul constitui apenas uma fração da água utilizada para satisfazer a demanda hídrica da cultura. De acordo com Rockström et al. (1999), o consumo médio de água verde no mundo, água proveniente da chuva e armazenada no solo, nas agriculturas de sequeiro e irrigada é da ordem de 5.000 km³/ano. Isto é, mais de três vezes o valor de água azul utilizado (ROST et al., 2008). É importante também destacar que a água verde mantém todo o ecossistema terrestre não agrícola, com estimativas de uso variando entre 49.000 km³/ano e 56.5000 km³/ano (ROCKSTRÖM et al., 1999).

Em países tropicais, como o Brasil, a água verde representa um componente significativo para a produção e deve ser desenvolvida estratégias para maximizar o seu uso. Na Figura 8, é apresentado o resultado de 30 anos de simulação (1980 a 2011) do manejo da irrigação da cultura do milho, com duração de 140 dias. Na simulação, foram utilizados dados climáticos e de solo da região do Planalto Central e considerou-se que a cultura foi plantada sempre no dia 10 de janeiro.

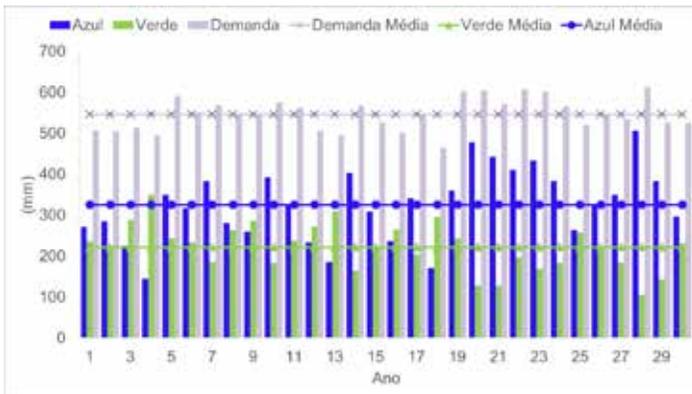


Figura 8. Demanda de irrigação para a cultura do milho, com duração de 140 dias, plantado no dia 10 de janeiro de 1980 a 2011 (30 anos), destacando a parcela de água azul e verde.

Nos resultados de simulação, pode ser observado que a demanda total média por ciclo da cultura no período considerado foi de 546 mm. A irrigação supriu em média 59% dessa demanda e o restante foi proveniente das águas de chuvas.

O crescimento da irrigação não pode mais ser fundamentado apenas no aumento do uso de recursos hídricos. O crescimento desejado e possível é cada vez mais dependente dos ganhos de eficiência nos sistemas já existentes. O desafio da agricultura irrigada é a promoção do irrigar com qualidade. Isto quer dizer que deve ser buscado continuamente uma elevada eficiência e produtividade de uso das águas. A agricultura irrigada deve ser capaz de utilizar os recursos de forma eficiente, com mínimas perdas e deterioração da qualidade da água, isto é, sendo eficaz e de máxima produtividade. Esses dois princípios, eficiência e eficácia, são a base para o conceito de uso racional da água (FAIRWEATHER, 2009).

Kolberg e Berbel (2011) comentam que o termo uso racional da água (URA) é vago e sem uma base conceitual unitária, se bem que seja frequentemente utilizado nos mais diversos fóruns de discussão e setores produtivos. Os mesmos autores comentam que o termo racional pressupõe que as decisões sejam tomadas com base em objetivos e critérios estabelecidos e que decisões arbitrárias ou aleatórias tomadas sem critério são, por assim dizer, consideradas irracionais.

O termo URA possui várias facetas e a sua correta interpretação e aplicação depende da escala (micro, meso ou macro) em que o problema está sendo analisado. Para cada uma das escalas existem critérios de racionalidade estabelecidos. No nível micro (planta, campo, propriedade), por exemplo, a URA é frequentemente associada com eficiência e produtividade de uso da água.

Segundo Kolberg e Berbel (2011), o fator chave para definir indicadores de produtividade e eficiência está na resposta às seguintes perguntas, diretamente relacionadas à escala da análise:

- a. Quem é o tomador de decisão (irrigante, administrador) e quais são os objetivos (lucro, emprego, redução de risco, etc.)?
- b. Quais são os recursos limitantes (terra, trabalho, capital, água, etc.)?
- c. Como é o modelo de tomada de decisão (disponibilidade e qualidade dos dados, escala temporal, etc.)?

A falta de um consenso na definição e na aplicação de um critério para avaliar a qualidade da irrigação nas diferentes situações, a não consideração da escala do problema e a falta de uma análise mais abrangente têm dificultado comparar o desempenho dos sistemas de irrigação e o estabelecimento de metas mais adequadas e realistas para a melhoria da eficiência.

Segundo Heermann e Solomon (2007), a eficiência pode ser medida de várias formas e o critério utilizado em uma situação pode não ser adequado em outra. Os 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 no longo prazo.

Entretanto, outro aspecto importante é o que trata sobre a irrigação estar associada com a sua relativa baixa eficiência. Postel (1993) comentou que a eficiência média de irrigação em escala global é de aproximadamente 37%. No Brasil, acredita-se que esse valor não seja muito diferente. Rodrigues et al. (2003), avaliando irrigações na bacia do Rio São Francisco, constataram que, se fosse adotado um manejo adequado da irrigação, 63,9% da água aplicada nas áreas com irrigação localizada e 43,1% da água aplicada nas áreas com aspersão poderiam ter sido economizadas.

A irrigação ineficiente e inadequada resulta em desperdício de água e energia, o que representa perda de recursos que são finitos que estão cada dia mais escassos (RODRIGUES et al., 2003). Em várias regiões do

Brasil, em especial nas bacias consideradas críticas, há um crescente aumento da competição pelo uso dos recursos hídricos, o que certamente leva à convergência para situações de conflitos.

Paralelamente a isso, a sociedade reconhece de forma cada vez mais intensa o meio ambiente como um legítimo usuário da água. Em algumas regiões, os irrigantes têm sofrido restrições quanto ao uso da água e, em casos mais drásticos, impedidos de irrigar, como foi relatado pelo Canal Rural (FARIAS, 2016), em 2006, no Oeste da Bahia, em que os irrigantes deixaram de irrigar 60 mil hectares com prejuízos estimados da ordem de 1 bilhão de reais.

Sem dúvida, um dos caminhos para reduzir os conflitos pelo uso da água é por meio do aumento da eficiência (SECKLER et al., 2003). Na Figura 9, apresenta-se o resultado de 30 anos de simulação do manejo de irrigação da cultura de milho. Esse resultado ilustra os volumes de água retirados, considerando as eficiências de irrigação de 75% e 90% e a diferença entre os volumes de água retirados nessas eficiências para uma área irrigada de 100 ha. Isso é, o volume de água liberado para outros usos.

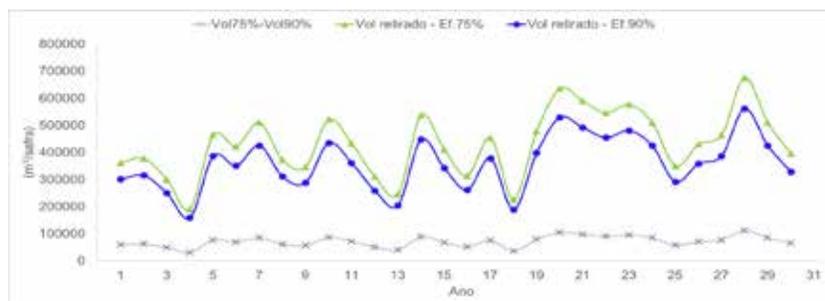


Figura 9. Volume de água retirada para irrigação para a cultura do milho, com duração de 140 dias, considerando os plantios nos dias 10 de janeiro dos anos compreendidos no período de 1980 a 2011 (30 anos), para eficiências de 75% e 90% e a diferença entre os volumes de água retirados nessas eficiências.

O simples fato de aumentar a eficiência de irrigação, passando de 75% para 90%, implicou uma redução do volume de água retirado dos ma-

nanciais equivalente a cerca de 22% da demanda total da cultura no ciclo. Ou seja, 72.152 m³ de água deixaram de ser retirados e ficaram disponíveis para outros usos.

A eficiência, entretanto, é uma parte da solução do problema hídrico. Ela deve vir associada a um planejamento integrado da bacia, que inclua práticas efetivas de conservação de água e solo. Existe ainda hoje, mesmo por parte de corpos técnicos, uma visão equivocada sobre o conceito de eficiência e a sua efetiva capacidade de contribuir para aumentar a água disponível na bacia hidrográfica.

Na maior parte das vezes, o problema é criado por uma inadequada definição das condições de contorno do problema, levando ao uso de métricas equivocadas e conclusões erradas. Kolberg e Berbel (2011) comentam que aumentar a eficiência de irrigação com o objetivo de reduzir a escassez hídrica, na meso e macro escala, não oferece os resultados que se imaginava. A razão para isso é que muitos dos conceitos frequentemente utilizados para definir eficiência de uso da água subestimam sistematicamente a eficiência verdadeira (SECKLER et al., 2003).

Esses autores comentam, em seus estudos, que a razão que leva a essa ocorrência é que as métricas mais utilizadas para quantificar a eficiência de uso da água sistematicamente subestimam a eficiência verdadeira em grande margem de valor. Kolberg e Berbel (2011) ressaltam que nem toda a água supostamente perdida de uma propriedade ou distrito de irrigação representa na verdade uma perda para o sistema hidrológico. As águas consideradas perdidas são aquelas águas que saem do sistema (transposição, evaporação, etc.) ou que são inviáveis em termos de qualidade para uso a que se destinam.

Allen e Willardson (1997), citados por Fairweather (2009), comentam que o uso do termo eficiência de irrigação tem causado uma grande dicotomia entre a situação física do sistema hidrológico e a percepção da sociedade civil e do governo a respeito da natureza física do manejo da água. Essa visão incorreta é tão dominante que bilhões de dólares foram gastos nos Estados Unidos para corrigir a baixa eficiência de sistemas de

irrigação, levando o público a acreditar que o problema de água estaria resolvido.

Evans e Sadler (2008) comentam que, de maneira geral, melhorar apenas a eficiência de irrigação não reduz necessariamente o consumo de água e pode, ao contrário, aumentar o uso da água, pois o aumento da uniformidade de irrigação e dos outros fatores de produção, por exemplo, fertilizantes, podem aumentar a evapotranspiração e o rendimento. Segundo os autores, não haverá economia de água na escala de bacia se os volumes evaporados e transpirados pelas culturas e os usos não benéficos, como, por exemplo, os considerados com plantas daninhas continuarem os mesmos.

Willardson et al. (1994) destacam que a eficiência de irrigação nos países em desenvolvimento é da ordem de 30%. Os mesmos autores, citando Soil Conservation Service (1981), citado por Willardson et al. (1994), destacam que a eficiência na escala de bacia é da ordem de 87% em razão do reuso da água perdida. Os autores ainda enfatizam que aumentar a eficiência de irrigação nas áreas a montante pode causar sérios problemas de quantidade e qualidade de água a jusante.

Howell (2006) comenta que vários trabalhos sugerem que a simples conversão da tecnologia de irrigação, como a conversão de irrigação por superfície para localizada ou Low Energy Precision Application (LEPA), pode reduzir as demandas de irrigação na ordem de 20% a 70% e aumentar o rendimento da cultura de 20% a 90%. O mesmo autor comenta que na maioria das situações, entretanto, a não ser nos casos em que o manejo da irrigação seja excessivamente deficiente, a redução na demanda de irrigação e o aumento no rendimento das culturas devido ao uso de tecnologias mais modernas são pequenos. O autor comenta ainda que normalmente o manejo da irrigação é tão ou mais importante que a substituição de uma tecnologia por outra.

Em outro trabalho, Evans e Sadler (2008) destacaram que a irrigação localizada é muito importante por várias razões, incluindo aumento da

produtividade de uso da água e da segurança alimentar, mas não necessariamente resulta em economia de água na escala da bacia. Levidow et al. (2014) comentam que tecnologias ‘hi-tech’, quando inadequadamente manejadas, podem ser tão ineficientes e improdutivas quanto os sistemas tradicionais mal manejados. Os autores, citando Battilani (2012), citado por Levidow et al. (2014), ressaltam que a irrigação quando incorretamente utilizada pode causar perdas nos investimentos feitos pelos produtores e redução nos índices econômicos de produtividade da água e na sustentabilidade global do sistema.

Levidow et al., citando Caswell e Zilberman (1985), citado por Levidow (2014), comentam que, em alguns casos, o aumento no preço da água levou os produtores a adotar tecnologias e práticas apropriadas para conservar água. Os mesmos autores, citando Molle e Berkoff (2007), citado por Levidow (2014), argumentam que mesmo assim políticas de cobrança pelo uso da água têm tido pouca efetividade na redução do uso da água.

Ao invés de elevar o preço da água, medidas administrativas de alocação de água ou realocação reduzindo a outorga frequentemente têm levado os produtores a adotar práticas mais eficientes de uso da água (MOLDEN et al., 2010). A melhor estratégia, entretanto, é a conscientização e a capacitação dos produtores.

O trabalho de capacitação no Brasil tem sido pouco efetivo por falta de continuidade e por apresentar aos irrigantes apenas a ótica do sistema de irrigação, quando deveria ser considerado o processo da irrigação sob a ótica da bacia hidrográfica.

Em síntese, a substituição de um sistema de irrigação por outro não deveria ser feita unicamente com o objetivo de aumentar a eficiência de irrigação. A decisão deve ser feita com base em uma análise que considere critérios técnicos, econômicos, ambientais e institucionais. Nessa análise, é importante considerar também os outros fatores de produção, uma vez que pode ocorrer a redução de um fator e um aumento de outro que, no decorrer do tempo, pode passar a ser limitante à produção.

O relatório do Pacific Institut (2017) “*The Multiple Benefits of Water Efficiency for California Agriculture*”, ressalta que melhorias na eficiência de uso da água podem reduzir tanto os usos consuntivos quanto os não consuntivos. O relatório destaca ainda que reduzir os usos consuntivos contribui para aumentar a oferta de água da bacia. Na perspectiva do irrigante, reduzir a captação de água reduz custos com água e energia e ainda aumenta a eficiência na aplicação de fertilizantes e outros químicos. Além disso, aumenta o rendimento e a qualidade da produção, com consequente aumento da renda do produtor, reduzindo a vulnerabilidade dos sistemas aos períodos de baixa disponibilidade hídrica. Além disso, Gleick et al. (2011) comentam que a melhoria na eficiência da irrigação tem como cobenefício aumentar a confiabilidade do sistema hídrico, isto é, reduz os riscos de não atendimento das demandas, além de contribuir para melhorar a qualidade dos cursos de água.

A água retirada dos rios para a irrigação tem a finalidade principal de produzir alimento. Como toda atividade, entretanto, a irrigação produz impactos ambientais. A irrigação feita dentro de critérios técnicos deve buscar reduzir esses impactos.

Impactos ambientais

Atualmente, o grande desafio enfrentado pelo agronegócio brasileiro, na figura do produtor agrícola, é o atendimento a restrições ambientais colocadas pela atual legislação ambiental vigente no país (LUQUEZ, 2017).

No Brasil, os principais impactos ambientais advindos da irrigação são bem conhecidos, mas pouco estudados e documentados. Sabe-se que se a agricultura irrigada não for cuidadosamente planejada, dimensionada e manejada pode trazer impactos negativos ao ambiente. Segundo Rodrigues e Irias (2004), esses impactos ambientais devem ser vistos de forma sistêmica, procurando considerar todas as suas dimensões relevantes para a produção agrícola, tais como: as ações de captação e de disponibilização de água, a sua condução, sua distribuição, a aplicação

de água aos cultivos, a drenagem agrícola e a sua descarga de resíduos líquidos nos corpos receptores. Baldock et. al, (2000) citam alguns impactos ambientais advindos da irrigação observados na Europa, entre eles:

- I. A exploração excessiva das águas subterrâneas, salinização e poluição dos mananciais por nutrientes, pesticidas e outros produtos agrícolas.
- II. A erosão do solo em áreas de maiores declividades.
- III. O desaparecimento de áreas úmidas e a destruição de habitats naturais, incluindo ambientes aquáticos sensíveis.

Esses mesmos autores comentam que existem várias medidas para mitigar os impactos negativos da irrigação e melhorar os benefícios ambientais. Algumas delas são medidas técnicas e/ou específicas para o local. Outras, entretanto, podem requerer mudanças de política e ajustes na gestão institucional da água nas escalas nacional e regional.

Segundo Testezlaf et. al, (2002), os efeitos adversos relacionados com a agricultura irrigada podem ser reduzidos se ações forem tomadas de forma a minimizar as respectivas causas. Esses mesmos autores citam as seguintes ações para otimizar o uso e minimizar os impactos:

- I. Os equipamentos devem ser projetados e fabricados atendendo normas de qualidade e adaptados às condições brasileiras.
- II. Os dimensionamentos dos sistemas de irrigação devem estar adequados às necessidades da cultura e às condições da propriedade.
- III. O manejo de água deve ser realizado racionalmente, atendendo as necessidades da cultura e as limitações do solo da propriedade.
- IV. A operação dos equipamentos deve atender as especificações de projeto e as técnicas de cultivo devem ser apropriadas à lavoura irrigada.
- V. A irrigação precisa ser operada de forma eficiente e adequada, sob o ponto de vista ambiental, por todos os agentes que se relacionam à técnica, como irrigantes, projetistas, fabricantes, pesquisadores,

para não se tornar um elemento gerador de problemas oriundos da produção intensiva.

Também, há de ser considerado que sempre haverá questões e debates, muitas vezes mais ideológicos do que técnicos, envolvendo a irrigação e seus impactos ambientais. Um exemplo disso é a questão da construção de reservatórios de água, que são fundamentais para a regularização da oferta de água e sua aplicação oportuna para irrigação, de acordo com o ciclo de desenvolvimento das culturas.

O Brasil é um país continental, com grandes variedades climáticas, hídricas, sociais e econômicas. É necessário que a legislação ambiental e as legislações tanto nacional quanto estaduais, que tratam sobre recursos hídricos, contemplem essa diversidade, possibilitando, conforme citado por Luquez (2017), viabilizar continuamente a convivência harmônica entre a realidade do setor produtivo agrícola e a preservação ambiental, culminando no desenvolvimento sustentável com a utilização racional dos recursos naturais do território nacional.

O principal desafio da agricultura brasileira e mundial será, ainda por muito tempo, conhecer as medidas mais efetivas para aumentar a produção de alimentos com o mínimo de impactos negativos ao meio ambiente, nas diferentes regiões. É certo que o incremento de produção, necessário para suprir o aumento de demanda, terá de vir da intensificação, do aprimoramento das tecnologias, das inovações, do desenvolvimento da capacidade de manejo pelos agricultores irrigantes e da forma sustentável que for adotada para se produzir nas terras agrícolas existentes e áreas que apresentem essa vocação. Entretanto, algumas perguntas ainda precisam ser respondidas, tais como:

Quanto a agricultura irrigada pode ser aprimorada e intensificada mantendo as bases do conceito de sustentabilidade?

Quais são os impactos das mudanças no clima, do uso e da cobertura da terra nos recursos hídricos nos diferentes biomas brasileiros e quais os seus efeitos na sustentabilidade ambiental, social e econômica das comunidades rurais?

Os programas governamentais foram cruciais para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Eles não só viabilizaram a irrigação pública em regiões remotas, mas também ajudaram na tecnificação da agricultura.

Programas governamentais de incentivo a irrigação

Coelho Neto (2009), utilizando como base relatórios produzidos pelo Banco do Nordeste, apresentou uma análise bastante consistente sobre a evolução da irrigação e dos programas governamentais no Brasil. Em síntese, ele comentou que a política de irrigação no Brasil adquire um caráter sistemático, envolvendo a elaboração de planos, projetos e ações estruturadas institucionalmente apenas a partir de 1960. As ações, até meados do século 20, estiveram voltadas para objetivos setoriais – como a produção de arroz no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina – e, especialmente circunscritas a pequenas áreas das regiões Sul, Sudeste e do Semiárido nordestino.

Segundo o autor, a irrigação foi tratada secundariamente pelos órgãos estatais, caracterizada pela inexistência de uma política bem definida, especificamente, voltada para a dotação da infraestrutura necessária. As ações apresentaram-se desarticuladas nos aspectos institucionais e centralizadas na esfera federal. Esse autor também relata que a agricultura irrigada adquire impulso e maior efetividade com a criação do Grupo Executivo de Irrigação e Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) em 1968, cujos estudos permitiram uma atuação mais sistemática a partir de 1971, com a divulgação do Programa Plurianual de Irrigação (PPI), documento que estabelece as diretrizes nacionais para a política de irrigação no país.

Segundo Dolabella (2009), nessa época, criaram-se oportunidades para a manifestação da iniciativa privada na esfera da irrigação e drenagem agrícola, até então preterida, como simbolizaram o Programa Nacio-

nal para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (Provárzeas), o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (Profir) e a concepção de “lotes empresariais” nos projetos públicos de irrigação. Estabeleceram-se objetivos, diretrizes e metas de um variado conjunto de iniciativas nos domínios da irrigação consolidados no Projeto do I Plano Nacional de Irrigação, calcado em ações comandadas pelo setor público, mas claramente pautadas pelo estímulo à iniciativa privada.

Segundo Dolabella (2009), com a chamada Nova República, a partir de 1985, foram estabelecidos importantes programas como o Programa de Irrigação do Nordeste (Proine) e o Programa Nacional de Irrigação (Proni), ambos em 1986, e a implementação do Projeto Subsetorial de Irrigação. Essa fase, marcada por decisões adotadas em função de prioridades claramente estabelecidas pelo governo federal, em articulação com o setor privado, havendo uma divisão de papéis mais clara entre ação governamental e privada no desenvolvimento de programas de irrigação, restringindo-se a ação do governo à execução de obras coletivas de uso comum e indutoras da prática de irrigação em áreas potenciais (transmissão e distribuição de energia elétrica e macrodrenagem) e a ações de suporte, cabendo à iniciativa privada as demais providências para a consecução das atividades produtivas.

Segundo Coelho Neto (2009), a partir de 1999, a Política Nacional de Irrigação e Drenagem foi submetida a um movimento de redirecionamento com a elaboração do *Projeto novo modelo de irrigação* que integra o Programa Avança Brasil produzido pelo governo de Fernando Henrique Cardoso.

O crescimento da agricultura irrigada no Brasil sempre esteve bastante associado a implantação de programas especiais por parte dos governos federais e estaduais. Esses programas foram quase sempre estabelecidos em épocas específicas e, portanto, com forte conotação conjuntural e atendendo demandas regionais bem definidas (TESTEZLAF et al., 2002).

Esses programas foram de grande importância para o desenvolvimento da agricultura irrigada, mas sempre careceram de continuidade e de

metas claras. O mais importante nos programas não é subsidiar o produtor em suas atividades, mas disponibilizar as infraestruturas mínimas, que possibilitem o desenvolvimento do setor, facilitando o acesso do irrigante às tecnologias.

Atualmente, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento passou a dar atenção maior aos instrumentos da nova Política Nacional de Irrigação, em especial, as que são possíveis de serem agilizadas por meio dos Planos Agrícolas e Pecuários, que, por serem anuais, poderiam atender aos anseios dos agricultores. Essa iniciativa apresentou medidas para redução da taxa de juros nos financiamentos de sistemas de irrigação, atuando em crédito e em seguro rural para irrigação; na modernização dos trâmites associados aos prazos de outorgas; na formação de recursos humanos; na pesquisa científica e tecnológica; na assistência técnica e na extensão rural; na execução das infraestruturas de uso comum que servem de apoio à irrigação do setor privado.

Outras políticas setoriais de interesse da agricultura irrigada

A agricultura irrigada é uma atividade dinâmica, com forte interação com o meio ambiente e dependente de algumas infraestruturas básicas, que são definidas na Lei nº 12.787/2013.

Nesse contexto, além das políticas de Recursos Hídricos e de Irrigação, sintetizada anteriormente quando se tratou sobre o marco legal, três outras políticas, por serem essenciais ao desenvolvimento da agricultura irrigada, merecem destaque:

- Política Nacional de Meio Ambiente

A Lei nº 6.938/81, com fundamento nos Incisos VI e VII do Artigo 23 e do Artigo 225 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. A Política Nacional de

Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental, buscando propiciar à vida, visando a assegurar no país, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

- Código Florestal

A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, conhecida como Código Florestal, estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de Preservação Permanente e as áreas de Reserva Legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais. Prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. Essa lei tem como objetivo o desenvolvimento sustentável.

- Política Nacional de Energia

A Lei Nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, estabelece a Política Energética Nacional, com destaque para os seguintes objetivos: (a) promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos; (b) proteger os interesses do consumidor quanto ao preço, à qualidade e à oferta dos produtos; (c) identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País.

Instituições públicas de interesse da irrigação

A falta de integração (comunicação) entre as instituições e de clareza no papel que cada uma delas desempenha em relação a irrigação é entrave importante para o desenvolvimento da agricultura irrigada. Os interesses do setor são muito diversos e difusos. A política de irrigação é um instrumento importante para o desenvolvimento da agricultura irrigada, mas, com a recente extinção da Secretaria Nacional de Irrigação, ficou vaga a responsabilidade institucional pela sua condução.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento desempenha um papel importante em relação à irrigação, especialmente quando se trata de crédito, financiamento, seguro agrícola, pesquisa, extensão rural, organização dos produtores, e preços dos produtos, mas não tem, até o presente, a atribuição de conduzir a política nacional de irrigação.

Em um país como o Brasil, em que os recursos financeiros são escassos, é fundamental que haja uma integração, de fato, das atividades das diversas instituições. Não se pode pensar em um plano de irrigação, por exemplo, sem que haja o efetivo envolvimento dos setores hídrico, agrícola, de desenvolvimento regional e energético.

Para o Brasil, as principais instituições federais de interesse para a irrigação são:

a) Ministério da Integração Nacional

É responsável pelas políticas, programas e infraestruturas que contribuem para uma melhor integração, desenvolvimento regional e coesão (BRASIL, 2017).

b) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

É responsável pela gestão das políticas públicas de estímulo à agropecuária, pelo fomento do agronegócio e pela regulação e normatização de serviços vinculados ao setor. Busca integrar sob sua gestão os aspectos mercadológico, tecnológico, científico, ambiental e organizacional do setor produtivo e também dos setores de abastecimento, armazenagem e transporte de safras, além da gestão da política econômica e financeira para o agronegócio (BRASIL, 2017).

c) Ministério do Meio Ambiente

É responsável por promover a adoção de princípios e estratégias para o conhecimento, a proteção e a recuperação do meio ambiente, o uso sustentável dos recursos naturais, a valorização dos serviços ambientais e a inserção do desenvolvimento sustentável

na formulação e na implementação de políticas públicas de forma transversal e compartilhada, participativa e democrática, em todos os níveis e instâncias de governo e sociedade (BRASIL, 2017).

d) Ministério de Minas e Energia

Representa a União como Poder Concedente e formulador de políticas públicas, bem como indutor e supervisor da implementação dessas políticas. Cabe, ainda, ao Ministério de Minas e Energia: (1) energização rural, agroenergia, inclusive eletrificação rural, quando custeada com recursos vinculados ao Sistema Elétrico Nacional; e (2) zelar pelo equilíbrio conjuntural e estrutural entre a oferta e a demanda de recursos energéticos no País (BRASIL, 2017).

e) Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Tem como competências os seguintes assuntos: política nacional de pesquisa científica, tecnológica e inovação; planejamento, coordenação, supervisão e controle das atividades da ciência e tecnologia; política de desenvolvimento de informática e automação; política nacional de biossegurança; política espacial; política nuclear e controle da exportação de bens e serviços sensíveis (BRASIL, 2017).

f) Ministério do Planejamento Desenvolvimento e Gestão

Tem como missão planejar e coordenar as políticas de gestão da administração pública federal, para fortalecer as capacidades do Estado para promoção do desenvolvimento sustentável e do aprimoramento da entrega de resultados ao cidadão (BRASIL, 2017).

g) Agência Nacional de Águas

Vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, foi criada como desdobramento da Lei nº 9.443/97. À ANA cabe disciplinar a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos de gestão criados pela Política Nacional de Recursos Hídricos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

h) Agência Nacional de Energia Elétrica

Vinculado ao Ministério de Minas e Energia foi criada para regular o setor elétrico brasileiro e tem como principais atribuições: regular; fiscalizar; estabelecer tarifas; dirimir divergências; promover as atividades de outorgas de concessão, permissão e autorização de empreendimentos e serviços de energia elétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017).

i) Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

Vinculado ao Ministério do Meio Ambiente, tem a missão proteger o meio ambiente, garantir a qualidade ambiental e assegurar a sustentabilidade no uso dos recursos naturais, executando as ações de competência federal (IBAMA, 2017).

j) Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Vinculada ao Ministério da Agricultura, tem a missão de viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira (EMBRAPA, 2017).

Cabe ressaltar que os estados e o Distrito Federal possuem instituições com grande interface com a agricultura irrigada, com destaque para as Secretarias de Agricultura e de Meio Ambiente, Agências de Águas, assim como a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Considerações Finais

A agricultura irrigada representa 17% da agricultura e produz aproximadamente 40% da produção de alimento do mundo. A importância da agricultura irrigada fica mais evidente se for levado em consideração que existe uma limitação física para o crescimento da agricultura de sequeiro, o que indica que, no futuro, a produção de alimentos será cada vez mais dependente da agricultura irrigada.

Atender o crescimento da demanda por alimento pode ser feito por meio da expansão da área plantada e/ou por meio do aumento do rendimento das culturas (PRADHAN et al., 2015). Entre 1985 e 2005, a produção global de alimentos cresceu 28%. Desse total, apenas 8% foi em razão da expansão da área plantada e o restante, 20%, foi em decorrência do aumento da produtividade (FOLEY et al., 2011).

A expansão agrícola por meio de desmatamento e de mudança de uso da terra é a principal fonte de emissão de gás de efeito estufa (EDENHOFER et al., 2014), além de impactar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Portanto, a intensificação da agricultura combinada a redução dos impactos ambientais é uma estratégia mais adequada para aumentar a produção mundial de alimentos (PRADHAN et al., 2015).

Qualquer estratégia que vise intensificar a agricultura, reduzindo a variação e aumentando a produtividade das culturas, deve necessariamente incluir a irrigação. Sentellas et al., (2015) concluíram que o déficit hídrico foi o principal responsável pela diferença observada no rendimento (*yield gap*) da cultura da soja. Os autores destacaram que o *yield gap* médio da cultura da soja no Brasil foi de 42%, sendo 29% devido ao déficit hídrico. Sem irrigação a produção mundial de cereais reduziria cerca de 20% (SIEBERT; DÖLL, 2010), demandando mais terra para produzir a mesma quantidade de alimento.

A Constituição Federal, no seu Cap. 2º, Artigo 6º, diz que são direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o lazer, etc. Garantir direito a alimentação faz parte da política do estado brasileiro, que conta com diversos instrumentos para atingir essa meta, inclusive a irrigação.

A agricultura irrigada, entretanto, terá que se adaptar a uma sociedade cada vez mais dinâmica, exigente quanto à alimentação e quanto às questões sociais e ambientais. Nesse novo contexto, o formulador de políticas, o desenvolvedor e o tomador de decisão na agricultura irrigada deverão ter em conta tratativas para o atendimento aos seguintes gran-

des desafios: (a) institucionais – maior integração entre as instituições e suas ações; (b) políticos – maior integração entre as políticas setoriais e os respectivos planos, além de regulamentar a política nacional de irrigação; (c) ambientais – reduzir os impactos e contribuir para a sustentabilidade ambiental; (d) estruturais – desenvolver infraestrutura básica para o desenvolvimento da agricultura irrigada nas diferentes regiões do país; (e) pesquisa – desenvolver pesquisas aplicadas, com foco nos reais problemas da agricultura; (f) capacitação – desenvolver estratégias adequadas de capacitação, atendendo às demandas dos diferentes clientes, buscando sempre apresentar o problema sob a ótica da bacia hidrográfica e fortalecer a extensão rural; (g) comunicação – desenvolver estratégias de comunicação, buscando atender às demandas dos diferentes nichos da sociedade; (h) técnicos – implementar técnicas que contribuam para aumentar a produtividade de uso água, por meio do aumento do rendimento e a redução da quantidade de água utilizada; (i) tecnológicos – trabalhar para que as tecnologias sejam assimiladas e adotadas pelos produtores; (j) climáticos – desenvolver estratégias para enfrentar as variabilidades climáticas e reduzir o risco agrícola, por meio da melhoria da precisão das previsões, do desenvolvimento da agricultura com inteligência climática e de estratégias de adaptação às mudanças do clima.

No contexto do clima, é conveniente destacar que as mudanças climáticas já estão afetando vários sistemas naturais e ambientes humanos, tanto rural quanto urbano. Logo, a inclusão de análises sistemáticas da adaptação às alterações climáticas adaptativas às regiões da agricultura irrigada poderá orientar soluções estruturadas que envolvam modelos econômicos e hidrológicos para avaliar os efeitos das mudanças climáticas nos setores da agricultura, principalmente aqueles em que é requerido o uso de água de irrigação. A disponibilidade de água poderá, em função da região, ser mais ou menos dependente das mudanças climáticas, o que pode impactar o sistema produtivo e o processo de entrega de alimentos. Da mesma forma, tais ocorrências poderão impactar ganhos e renda dos

produtores. Além disso, planos de contingências podem ser organizados a priori da ocorrência de eventuais problemas com base na elaboração de métodos e processos orientados à gestão de riscos, integrando aspectos tecnológicos, de gestão e de governança com vista ao atendimento de cadeias de valor do processo agroalimentar, entre outros.

A agricultura irrigada terá a grande oportunidade de contribuir para a segurança ambiental, hídrica e alimentar, podendo ainda contribuir para reduzir os impactos na produção advindos das mudanças climáticas, garantindo alimento em quantidade, qualidade e a custos acessíveis para as pessoas.

Como destacado no documento *A Committee on the Future Of Irrigation in the Face of Competing Demands* (1996), o futuro da irrigação dependerá da nossa habilidade de usá-la de maneira que ela continue a trazer importantes benefícios para a sociedade, com pouco ou mais aceitáveis custos econômicos e ambientais.

Observa-se que a irrigação está em um período de transição, o que gera incertezas e ansiedade aos irrigantes. Os irrigantes, entretanto, demonstraram, ao longo de décadas, criatividade e resiliência para responder aos mais variados tipos de mudanças e essas características continuarão sendo de fundamental importância para garantir o sucesso da agricultura irrigada no presente e no futuro, que serão marcados por grandes mudanças.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA GESTÃO CT&I. Projeção do EPE para 2050 é de que consumo de energia elétrica triplique no Brasil. **Agência ABIPTI**: portal de notícias da inovação, 20 ago. 2014. Disponível em: <http://www.agenciacti.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=6085:projecao-do-epe-para-2050-e-de-que-consumo-de-energia-eletrica-triplique-no-brasil&catid=144:noticias>. Acesso em: 29 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Alternativas organizacionais para gestão de recursos hídricos**. Brasília, DF, 2013. 121 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 3).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos.**

Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cobrancaearrecadacao/cobrancaearrecadacao.aspx>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conheça a ANA.** Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/Default.aspx>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:**

2013. Brasília, 2013. 432p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf>. Acesso em: 17 mar 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Enquadramento - bases conceituais,** 2017b.

Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Enquadramento.** Brasília, DF, [2017]. Disponível

em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx>. Acesso em: 29 mar. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos da Agência Nacional de Águas.** Brasília, DF, 2013a. 240 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Outorga de direito de uso de recursos hídricos.**

Brasília,DF, 2011. 50 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 6).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água.** Brasília, DF, 2013b. 68 p. (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos, v. 5).

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FUNDAÇÃO COPPETEC. **Plano de recursos hídricos para a fase inicial da cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul:** diretrizes e critérios de cobrança pelo uso dos recursos hídricos. [Rio de Janeiro], 2002. 46 p. (PGRH-RE-010, v. 7).

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Bandeiras tarifárias – tarifas**

consumidor. 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/tarifas-consumidores/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/bandeira-tarifaria/654800?inheritRedirect=false>. Acesso em: 29/03/2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Conheça a Agência Nacional de**

Energia Elétrica. Disponível em: <_____>. Acesso em 28 abr de 2017.

ASSAD, E. (Coord.). **Estudo sobre eficiência do uso da água no Brasil**: análise do impacto da irrigação na agricultura brasileira e potencial de produção de alimentos face ao aquecimento global: relatório completo. Brasília, DF: Embaixada Britânica; Rio de Janeiro: FGV, 2016.

BALDOCK, D.; CARAVELLI, H.; DWYER, J.; EINSCHÜTZ, S.; PETERSEN, J. E.; SUMPSI-VINAS, J.; VARELA-ORTEGA, C. **The environmental impacts of irrigation in the European Union**: a report to the Environment Directorate of the European Commission. London: Institute for European Environmental Policy; Polytechnical University of Madrid; University of Athens, 2000. 138 p. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/agriculture/pdf/irrigation.pdf>>. Acesso em: 17. mar 2017.

BANCO DO BRASIL. **Diretrizes de sustentabilidade Banco do Brasil para o crédito**: agricultura Irrigada. [S.l., 2015]. 25 p. Disponível em: <<http://www.bb.com.br/docs/pub/siteEsp/uds/dwn/agrigada.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

BARDELIM, C. E. A. **Os efeitos do racionamento de energia elétrica ocorrido no Brasil em 2001 e 2002 com ênfase no consumo de energia elétrica**. 2004. 112 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, São Paulo, SP. 2004.

BARROS, D. S.; CAVALCANTI, A. A. P.; LUCIANO, A. A.; NAVARRO, A. A. de A. L.; BATTISTON, C. C.; ESPÍNDOLA, T. **Relatório final do modelo lógico**: tema: agricultura irrigada. [Brasília, DF]: MPOG/SPIE/NTIH/CGECRH, 2009.

BJORNLUND, H.; NICOL, L.; KLEIN, K. K. The adoption of improved irrigation technology and management practices — a study of two irrigation districts in Alberta, Canada. **Agricultural Water Management**, v. 96, n. 1, p. 121-131, January 2009.

BORGHETTI, J. R.; SILVA, W. L. C.; NOCKO, E. H. R. (Ed.). **Agricultura irrigada sustentável no Brasil**: identificação de áreas prioritárias. Brasília, DF: FAO/ANA/ MAPA, Editores: 2016. 256 p. (no prelo).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Institucional**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/aceso-a-informacao/institucional>>. Acesso em: 28 abr 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **A irrigação no Brasil**: situação e diretrizes. Brasília, DF, 2008. 132 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Histórico**. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/historico>>. Acesso em: 28 abr 2017.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Competências**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/institucional/competencias>>. Acesso em: 28 abr 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Apresentação**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/o-ministerio/apresentacao>>. Acesso em: 28 abr 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. **Conjunto de normas legais: recursos hídricos**. Brasília, DF, 2011. 640 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Resolução n. 181, de 7 de dezembro de 2016. Aprova as prioridades, ações e metas do Plano Nacional de Recursos Hídricos para 2016-2020. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 jan. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária**. Brasília, 2006. 96 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao23022011030305.pdf>. Acesso em: 17 mar 2017.

BRASIL. Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão. **Relatório de avaliação: plano plurianual 2008-2011: anexo 2: exercício 2009 - ano base 2008**. Brasília, DF, 2009. 339 p.

BRASIL. Presidência da República. **Matriz energética**. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/11/matriz-energetica>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

BRASIL. Senado federal. **I Fórum Nacional de Infraestrutura: soluções para o desenvolvimento brasileiro**. Brasília, 2014. 129 p.

Bruinsma, j. (Ed.). **World agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective**. London: FAO; Earthscan Publications, 2003.

CHRISTOFIDIS, D. **Hidroética: água, ética e ambiente**. In: **BIOÉTICA e meio ambiente**. Curitiba, 2017. (no prelo); 18 p.

COELHO NETO, A. S. Trajetórias e direcionamentos da política de irrigação no Brasil: as especificidades da região Nordeste e do Vale do São Francisco. In: **XIX Encontro Nacional de Geografia Agrária**, 2009, São Paulo - SP. Anais...São Paulo: USP, 2009.

COMMITTEE ON THE FUTURE OF IRRIGATION IN THE FACE OF COMPETING DEMANDS. **A new era for irrigation**. Washington: National Academy, 1996. 203 p.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS. **Estudo de otimização energética; setor irrigação - pivô-central**. Belo Horizonte, 1993. 22 p.

DAMIANI, O.; DE NYZ, E. **Desafios da gestão social dos perímetros públicos de irrigação**: uma avaliação de experiências no Nordeste do Brasil. Brasília, DF: Banco Mundial, 2015. 102 p. (Banco Mundial. Série Água Brasil, 19).

DOLABELLA, R. **Agricultura irrigada e desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF: Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2009. 9 p.

EDENHOFER, O.; PICHES-MADRUGA, R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLÖMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J.C. (Ed.). **Climate change 2014**: mitigation of climate change: working group iii contribution to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK: New York, NY: Cambridge University Press, 2014.

EDP. **O que é demanda?** 2017. Disponível em: <<http://www.edp.com.br/distribuicao/edp-bandeirante/informacoes/grandes-clientes/alteracao-da-demanda/o-que-e-a-demanda/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

EMBRAPA. **Acesso à informação: competências**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/acessoainformacao/competencias_>. Acesso em: 28 abr 2017.

EMBRAPA. **Código Florestal**: contribuições para adequação ambiental da paisagem rural. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/entenda-o-codigo-florestal/area-de-preservacao-permanente/detalhe-area-pp>>. Acesso em: 29 mar. 2017.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034**: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira. Brasília, DF, 2014. 194 p. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/108955/1/Documento-Visao-versao-completa.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

ENCONTRO NACIONAL DE COLEGIADOS AMBIENTAIS, 2007, Brasília, DF. **Participação para a sustentabilidade socioambiental**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 52 p.

EVANS, R. G.; SADLER, E. J. Methods and technologies to improve efficiency of water use. **Water Resources Research**, v. 44, n. 7, p. 1-15, July 2008. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2007WR006200/epdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

FAIRWEATHER, H.; AUSTIN, N.; HOPE, M. **Water use efficiency: an information package**. Canberra: Land & Water Australia, 2009. 67 p. (Irrigation Insights, n. 5).

FAO. **The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW): managing systems at risk**. Rome: FAO; London: Earthscan, 2011. 285 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

FARIAS, S. Bahia vai deixar de irrigar 60 mil hectares para poupar água. **Canal Rural**, 30 de maio de 2016. Disponível em: <www.canalrural.com.br/noticias/rural-noticias/bahia-vai-deixar-irrigar-mil-hectares-para-poupar-agua-62295>. Acesso em: 28 abr. 2017.

FERROUKHI, R.; NAGPAL, D.; LOPEZ-PEÑA, A.; HODGES, T.; MOHTAR, R. H.; DAHER, B.; MOHTAR, S.; KEULERTZ, M. **Renewable energy in the water, energy & food nexus**. Abu Dhabi: IRENA, 2015. 124 p.

FOLEY, J. A.; RAMANKUTTY, N.; BRAUMAN, K. A. Solutions for a cultivated planet. **Nature**, n. 478, p. 337-342, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/nature10452>>. Disponível em: 28 abr. 2017.

GLEICK, P. H.; CHRISTIAN-SMITH, J.; COOLEY, H. Water-use efficiency and productivity: rethinking the basin approach. **Water International**, v. 36, n. 7, p. 784-798, Nov. 2011.

HEERMANN, D. H.; SOLOMON, K. H. S. Efficiency and uniformity. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. L.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. **Design and operation of farm irrigation systems**. 2nd edition. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, 2007.

HIGH LEVEL EXPERT FORUM HOW TO FEED THE WORLD IN 2050., 2009, Rome. **Global agriculture towards 2050**. Rome: FAO, 2015.

HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G. Introduction. In: HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. L.; MARTIN, D. L.; ELLIOTT, R. L. **Design and operation of farm irrigation systems**. 2nd edition. St. Joseph, MI: American Society of Agricultural Engineers, 2007.

HOWELL, T. A. Challenges in increasing water use efficiency in irrigated agriculture. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON WATER AND LAND MANAGEMENT FOR SUSTAINABLE IRRIGATED AGRICULTURE, 2006, Adana, Turkey. [**Proceedings...**]. Adana, 2006. p. 11.

IBAMA. **Identidade organizacional**. [On-line], 2017. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/institucional/sobre-o-ibama/sobre-o-ibama-identidade-organizacional>>. Acesso em: 12 set. 2017.

INTERNATIONAL FINANCE CORPORATION. **Impact of efficient irrigation technology on small farmers**. Disponível em: <<https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/2a54040046a86bc6989db99916182e35/Impact+of+Efficient+Irrigation+Technology+on+Small+Farmers+-+IFC+Brochure.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

KAMMLER, A. R.; ROSENHAIM, E. de M.; CAMARGO, G. de O.; SILVEIRA, I. H.; MATOS, K. H. O. de; ARAÚJO, M. S. V.; SOUZA, W. R. de. **Curso básico de gestão de energia**. Florianópolis: Confederação Nacional das Indústrias: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 2011. 33 p.

KOLBERG, S.; BERBEL, J; Defining rational use of water in Mediterranean irrigation, In: JUNIER, S.; EL MOUJABBER, M.; TRISORIO-LIUZZI, G.; TIGREK, S.; SERNEGUET, M.; CHOUKR-ALLAH, R.; SHATANAWI, M.; RODRÍGUEZ, R. (Ed.). **Dialogues on Mediterranean water challenges: rational water use, water price versus value and lessons learned from the European Water Framework Directive**. Bari : CIHEAM, 2011. (Options Méditerranéennes, Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 98). p. 11-27.

LAMBERT, D.; SULLIVAN, P.; CLAASSEN, R.; FOREMAN, L. **Conservation-compatible practices and programs: who participates?** Washington, DC: United States Department of Agriculture, 2006. (Economic Research Report, n. 14).

LEVIDOW, L.; ZACCARIA, D.; MAIA, R.; VIVAS, E.; TODOROVIC, M.; SCARDIGNO, A. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. **Agricultural water management**, n. 146, p. 84-94, 2014.

LUQUEZ, L. de P. **A agricultura irrigada e as questões ambientais**. [S.l.: s. n., 2017]. 3 p. Disponível em: <<http://www.mi.gov.br/documents/10157/3672008/A+agricultura+irrigada+e+as+quest%C3%B5es+ambientais.pdf/5fbb84c0-4935-4b70-9009-a508fd3212cf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

MAIER, L. M. O. **A nova Política Nacional de Irrigação sob o paradigma do Estado subsidiário**. 2013. Disponível em: <<http://www.egov.ufsc.br/portal/sites/default/files/cj043590.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

MANUAL de orientação aos consumidores: critérios de contratação e tarifas aplicadas: grupo A. [S.l.], 2004.

MENESCAL, R. A.; MIRANDA, A. N.; PITOMBEIRA, E. S.; PERINI, D. S. As barragens e as enchentes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS, 1., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 932-942.

MOLDEN, D.; OWEIS, T.; STEDUTO, P.; BINDRABAN, P.; HANJRA, M. A.; KIJNE, J. Improving agricultural water productivity: between optimism and caution. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 4, p. 528-535, April 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2009.03.023>>. Acesso em: 12 set. 2017.

MORAIS, C. L. de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e tendências futuras**. 2015. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia, Bauru, SP. 2015.

NICOL, L. A.; BJORNLUND, H.; KLEIN, K. K. Improved technologies and management practices in irrigation – implications for water savings in southern Alberta. **Canadian Water Resources = Revue canadienne des ressources hydriques**, v. 33, n. 3, p. 283-294, 2008.

OCDE. **Governança dos recursos hídricos no Brasil**. Paris, 2015.

OKI, T.; KANAE, S. Global hydrological cycles and world water resources. **Science**, v. 313, n. 5790, p. 1.068-1.072, 25 august 2006.

PACIFIC INSTITUT. **The multiple benefits of water efficiency for California agriculture**. Disponível em: <<http://pacinst.org/wp-content/uploads/2014/07/pacinst-water-efficiency-benefits-ca-ag.pdf>>. Acesso em: 12 abr. 2017.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. la L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

POSTEL, S. L. Water for food production: will there be enough in 2025?: boosting the water productivity of world agriculture will be crucial to meeting future food needs **BioScience**, v. 48, n. 8, p. 629-637, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.2307/1313422>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

POSTEL, S. Redesigning irrigated agriculture. In: STARKE, L. (Ed.). **State of the World 2000: a Worldwatch Institute Report on progress towards a sustainable society**. New York, NY: W.W. Norton & Company, 2000.

POSTEL, S. Water and agriculture. In: GLEICK, P.H. (Ed.). **Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources**. New York, NY: Oxford University Press, 1993. p. 56-66.

PRADHAN, P.; FISCHER, G.; van VELTHUIZEN, H.; REUSSER, D. E.; KROPP, J. P. Closing yield gaps: how sustainable can we be? **Plos One**, v. 10, n. 6, e0129487, 17 June

2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0129487>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

PROPOSTAS para uma nova política para agricultura irrigada no Brasil (versão preliminar). [Brasília, DF: Instituto CNA], 2012.

RINGLER, C.; ROSEGRANT, M. W.; PAISNER, M. S. **Irrigation and water resources in Latin America and the Caribbean: challenges and strategies**. Washington, DC: International Food Policy Research Institute, 2000. 92 p. (Environment and Production Technology Division Discussion Paper, n. 64). Disponível em: <<http://ageconsearch.umn.edu/bitstream/16085/1/ep000064.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.

ROCHA, C. D. T.; CHRISTOFIDIS, D. Vantagens da opção pela agricultura irrigada. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 115-127, jan./mar. 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86590/1/Agua-Irrigacao-e-agropecuaria-sustentavel.pdf>>. Acesso em: 24 mar. 2017.

ROCKSTRÖM, J.; GORDON, L.; FOLKE, C.; FALKENMARK, M.; ENGWALL, M. Linkages among water vapor flows, food production and terrestrial ecosystem services. **Conservation Ecology**, v. 3, n. 2, article 5, 1999. Disponível em: <<http://www.consecol.org/vol3/iss2/art5/>>. Acesso em: 12 set. 2017.

RODRIGUES, G. S.; IRIAS, L. J. M. **Considerações sobre os impactos ambientais da agricultura irrigada**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2004. 7 p. (Embrapa Meio Ambiente. Circular Técnica, 7).

RODRIGUES, L. N.; PRUSKI, F. F.; AZEVEDO, J. A. de; SILVA, E. M. da. **Conceitualização de um sistema de suporte à decisão para o dimensionamento e manejo de pivô-central em condições de irrigação de precisão 2008**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 68 p. (Embrapa Cerrados. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, n. 156).

RODRIGUES, L. N.; RAMOS, A. E.; SCHAEGLER, H. A. R.; LOPES, A. V.; FIGUEIREDO, G. C. Aspectos legais a serem considerados na construção de pequenas barragens. **Item Irrigação e Tecnologia Moderna**, v. 80, p. 53-55, 2008.

RODRIGUES, L. N.; RAMOS, M. M.; PRUSKI, F. F.; SILVA, D. D. da; SILVEIRA, S. F. R. Análise do desempenho da irrigação em áreas da bacia do rio São Francisco. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13., 2003, Juazeiro, BA. **O agronegócio da agricultura irrigada com revitalização hídrica: anais...** Juazeiro, BA: Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem, 2003.

RODRIGUES, L. N.; SANO, E. E. Utilização de sensoriamento remoto para estimativa

do volume de água armazenada em barragens. **Item Irrigação e Tecnologia Moderna**, v. 93, p. 50-53, 2012.

ROST, S.; GERTEN, D.; BONDEAU, A.; LUCHT, W.; ROHWER, J.; SCHAPHOFF, S. Agricultural green and blue water consumption and its influence on the global water system. **Water Resources Research**, v. 44, W09405, 17 p., September 2008.

ROUX, G. **Ancient Iraq**. 3. ed. [East Rutherford, NJ]: Penguin Books, 1993.

SECKLER, D.; MOLDEN, D.; SAKTHIVADIVEL, R. The concept of efficiency in water resources management and policy. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement**. Wallingford, UK: CABI, 2003. p. 37-51. (Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Series, n. 1).

SENTELLAS, P. C.; BATTISTI, R.; CÂMARA, G. M. S.; FARIAS, J. R. B.; HAMPE, A. C.; NENDEL, C. The soybean yield gap in Brazil – magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. **Journal of Agricultural Science**, v. 153, n. 8, p. 1394-1411, November 2015.

SHIKLOMANOV, I. A. Appraisal and assessment of world water resources, **Water International**, v. 25, n. 1, p. 11-32, March 2000. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/02508060008686794>>. Acesso em: 28 abr. 2017.

SIEBERT, S.; DÖLL, P. Quantifying blue and green virtual water contents in global crop production as well as potential production losses without irrigation. **Journal of Hydrology**, v. 384, n. 3/4, p. 198-217, April 2010.

SILVA, C. H. R. T. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável no Brasil. In: BRASIL. Senado Federal. **Temas e agendas para o desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2012. (Estudos Legislativos). Disponível em: <<https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/recursos-hidricos-e-desenvolvimento-sustentavel-no-brasil>>. Acesso em: 27 abr. 2017.

SOJKA, R. E.; BJORNEBERG, D. L.; ENTRY, J. A. Irrigation: an historical perspective. In: LAL, R. (Ed.). **Encyclopedia of soil science**. 2nd ed. London: Taylor & Francis, 2006. p. 945-749. Disponível em: <https://www.academia.edu/10299483/Encyclopedia_of_Soil_Science_Second_Edition_English_Version_>. Acesso em: 17 mar 2017.

SWINTON, S. M.; N. RECTOR.; ROBERTSON, G. P.; JOLEJOLE-FOREMAN, C. B.; F. LUPI. Farmer decisions about adopting environmentally beneficial practices. In: HAMILTON, S. K.; DOLL, J. E.; ROBERTSON, G. P. (Ed.). **The ecology of agricultural**

- landscapes:** long-term research on the path to sustainability. New York: Oxford University Press, 2015. p. 459-489.
- TESTEZLAF, R.; MATSURA, E. E.; CARDOSO, J. L. **Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio.** Campinas: ABIMAQ; CSEI; UNICAMP, 2002.
- THIRTLE, C.; IRZ, X.; LIN, L.; MCKENZIE-HILL, V.; WIGGINS, S. **Relationship between changes in agricultural productivity and the incidence of poverty in developing countries:** executive summary. London: UK's DFID, 2001. 33 p. (DFID Report No.7946). Disponível em: <<https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/events-documents/4086.pdf>>. Acesso em: 17 mar 2017.
- UNITED NATIONS. **World population prospects:** the 2015 revision, key findings and advance tables. New York, 2015. 59 p. (ESA/P/WP.241)
- VALVERDE, A. E. L.; MAFRA, J. W. A.; LOPES, N. L. **Construção de barragens para fins de agricultura irrigada:** cenário regulatório. Viçosa, MG: Polo de Excelência em Florestas, 2014. 24 p.
- VON BERNUTH, R. D.; GILLEY, J. R. Evaluation of center pivot application packages considering droplet induced infiltration reduction. **Transactions of the ASAE**, v. 28, n. 6, p. 1940-1946, 1985.
- WILLARDSON, L.; ALLEN, R.; FREDERIKSEN, H. Universal fractions and the elimination of irrigation efficiencies. In: at 13th TECHNICAL CONFERENCE, 13., 1994, Denver. **Proceedings...** Denver, CO: USCID, 1994.
- WORKSHOP ON ADOPTION OF TECHNOLOGIES FOR SUSTAINABLE FARMING SYSTEMS, 2000, Wageningen. **Proceedings...** Paris: OECD, 2001. 149 p.
- WORLD COMMISSION ON DAMS. Dams at Davos: water and conflict, water and peace. **WCD Press Releases and Announcements**, 20 Jan. 2000. Disponível em: <http://www.dams.org/news_events/press328.htm>. Acesso em: 19 mar. 2009.
- WORLD WATER WEEK, 2006, Stockholm. **Insights from the Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture.** Battaramula, Sri Lanka: IWMI, 2006.
- YANG, H.; DOBERMANN, A.; CASSMAN, K. G.; WALTERS, D.T.; GRASSINI, P. A. Hybrid-maize: a maize simulation model that combines two crop modeling approaches. **Field Crops Research**, v. 87, p. 131-154, 2016. 102 p.

Evolução da Irrigação no Brasil e no Mundo

Demetrios Christofidis

Histórico Evolutivo da Irrigação no Brasil e no Mundo

Existe no mundo atual, cerca de 1,6 bilhão de hectares de solos em produção agrícola com cultivos permanentes e temporários, dos quais cerca de 310 milhões de hectares de solos estão dotados de infraestruturas hídricas dedicadas à irrigação. A produção agrícola dessa área irrigada, que corresponde a cerca de 20% da superfície agricultada no mundo, é responsável por mais de 40% da produção agrícola mundial (COSGROVE; COSGROVE, 2012).

Nos últimos 54 anos, a área sob irrigação aumentou 2,2 vezes no mundo, passando de 139 milhões de hectares (que existiam em 1961) para os 310 milhões de hectares. Entretanto, a área em que se pratica a agricultura tradicional, de sequeiro, elevou-se apenas de 26 milhões de hectares (2,1%) acima dos 1.230 milhões de hectares que eram cultivados sem irrigação e que existiam no início da década de 1960 (CHRISTOFIDIS, 2002).

Em 2014, a International Commission of Irrigation and Drainage (ICID) informou que nos 169 países, nos quais mais se utiliza a prática de irrigação existem 298 milhões de hectares sob irrigação. Sendo irrigados 47 milhões de hectares em 32 países "desenvolvidos", o que corresponde a 15,7% da área total irrigada. Nos cem países denominados como "emer-

gentes", há 233 milhões de hectares sob irrigação, representando cerca de 80% do total, e, nos 37 países designados por "menos desenvolvidos", existem 18 milhões de hectares irrigados, que significa 6% do total.

No grupo de países denominado por BRICS, onde se situa o Brasil, a área total irrigada é de 132,6 milhões de hectares, ou seja, 44,3% do total mundial (ICID, 2014). E a área irrigada brasileira, que em 2010 era de 5,4 milhões de hectares, colocava o País entre os sete com as maiores áreas agrícolas dotadas com sistemas de irrigação (Tabela 1).

Tabela 1. Países com as maiores áreas agrícolas dotadas com sistemas de irrigação.

Posição	País	Área (1.000 ha)	Ano
1	Índia	62.000	2010 ⁽¹⁾
2	China	60.000	2010 ⁽¹⁾
3	Estados Unidos da América	24.740	2009 ⁽¹⁾
4	Iran (República Islâmica)	8.990	2009 ⁽¹⁾
5	Tailândia	6.415	2009 ⁽¹⁾
6	México	6.300	2009 ⁽¹⁾
7	BRASIL	5.400	2010 ⁽²⁾
8	Turquia	5.340	2009 ⁽¹⁾

Fontes: ⁽¹⁾ International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), 2014; ⁽²⁾ Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

Potencial Agrícola e de Irrigação no Brasil e no Mundo

De acordo com a FAO (2013), a área irrigada no mundo alcançou 310 milhões de hectares, sendo 70% desse total localizados na Ásia, o que equivale a 35% das terras cultivadas naquele continente. A Índia é o país com a maior área irrigada do mundo, 66 milhões de hectares, seguida pela China com 62 milhões de hectares e pelos Estados Unidos com 27 milhões de hectares.

O potencial de expansão da agricultura irrigada em nível mundial é estimado pela FAO em cerca de 200 milhões de hectares.

No Brasil, a área plantada em 1990 expandiu-se de cerca de 53,2 milhões de hectares para 66,0 milhões de hectares na safra 2014/2015, demonstrando uma elevação da área plantada em 12,8 milhões de hectares em 24 anos.

No Brasil, na safra de 1990/1991, cada hectare com grãos produziu, em média, 1,5 tonelada. Na colheita de 2015/2016, o rendimento médio esperado é 2,3 vezes superior, alcançando 3,5 toneladas/hectare.

As principais contribuições para o crescimento da produtividade agrícola no Brasil são decorrentes do desenvolvimento de capacidades dos produtores; de modernização das unidades produtivas; de implantação de sistemas de irrigação e de métodos inovadores; de uso de sementes melhoradas; de adoção de variedades de melhores respostas; de racionalização do plantio; e de manejo sustentável dos sistemas de produção.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2016), em seu oitavo Levantamento do Acompanhamento da Safra brasileira de 2015-2016, realizado em maio de 2016, aponta uma área plantada, com os 15 principais cultivos de grãos, de 58,1 milhões de hectares e estimou uma produção total de 202,5 milhões de toneladas.

Com os resultados dos dois últimos Censos Agropecuários do Brasil, realizados nos anos de 1996 e 2006 pelo IBGE (1998; 2009), foi possível observar o crescimento da área irrigada no país de 2,66 para 4,45 milhões de hectares no período. Um acréscimo que corresponde a cerca de 1,8 milhões de hectares em dez anos. Destaque especial para o crescimento da porcentagem da área irrigada pelos métodos “pressurizados” de irrigação, por aspersão e irrigação localizada, que corresponderam a cerca de dois terços da área total irrigada.

As estimativas de potencialidades desenvolvimento da agricultura irrigada, de modo sustentável, no Brasil, adotadas até o ano de 2014, foram obtidas dos estudos desenvolvidos em 1999, pelo Ministério do Meio Ambiente, e que, segundo Christofidis (2003), as potencialidades para irrigação, no Brasil, foram estimadas em 29,6 milhões de hectares. Tais potencialidades foram obtidas dos estudos desenvolvidos em 1999 pelo Ministério do Meio

Ambiente e levaram em conta os seguintes fatores: (a) a existência de solos aptos à prática da irrigação (classes de solos aptos); (b) a disponibilidade de recursos hídricos sem risco de conflitos com outros usos prioritários da água; (c) o atendimento às exigências da legislação ambiental; e (d) a obediência ao Código Florestal.

Em 2014, o Ministério da Integração Nacional (MI), em parceria com a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) e o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), desenvolveram o trabalho denominado *Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil* (BRASIL, 2014), que apresentou com base em critérios próprios o potencial de 75,2 milhões de hectares de áreas adicionais irrigáveis. O estudo do Ministério da Integração Nacional apresentou três categorias de áreas potenciais definidas por classes de aptidão solo-relevo assim quantificadas; (1) com alta aptidão em cerca de 21,95 milhões de hectares; (2) de média aptidão em 25,45 milhões de hectares; e (3) de baixa aptidão em 27,8 milhões de hectares.

Em 2015, foi definido um Grupo de Trabalho, constituído por representantes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), da Organização das Nações Unidas pra Alimentação e Agricultura e da Agência Nacional de Águas (GT Mapa/FAO/ANA), para o *Estudo de Identificação de Áreas Prioritárias para Desenvolvimento da Agricultura Irrigada Sustentável no Brasil*.

O GT Mapa/FAO/ANA concluiu a versão preliminar do estudo em maio de 2016, informando que, para encontrar área potencial prioritária para desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada no Brasil, foram adotados critérios rigorosos de seleção, considerando mais importante respeitar os fatores restritivos. Nessa estratégia considerou 11 fatores limitantes contidos em quatro grupos de restrições: (1) as ambientais; (2) as disponibilidades hídricas quantitativas e qualitativas; (3) as condições técnicas e de aptidão; e (4) as infraestruturas de suporte para irrigação.

No âmbito dos *Fatores Ambientais*, o estudo eliminou a possibilidade de desenvolvimento da agricultura irrigada em áreas que são legalmente protegidas, tais como Unidades de Conservação, Terras Indígenas e Comunidades Quilombolas, e, também, não considerou possível fomentar a agricultura irrigada as áreas ocupadas por florestas e remanescentes florestais.

No referente aos *Fatores de Disponibilidade Hídrica* o estudo excluiu as regiões com baixa (ou inexistente) disponibilidade hídrica superficial e, também, não incluiu como aptas para irrigação as regiões em que já foi identificado que, com base nos poucos estudos disponíveis, pode ocorrer uma retirada de água dos mananciais de água subterrânea superior à capacidade de recarga do aquífero correspondente. Foram excluídas da potencialidade as áreas em regiões no entorno de corpos hídricos com qualidade da água que não atendem ao enquadramento preconizado na Resolução Conama 357/2005.

Nas *Condições Técnicas e de Aptidão*, o estudo utilizou-se como critério para seleção de áreas prioritárias evitar considerar áreas cuja declividade fosse superior a 10% e, também, excluiu da indicação de áreas prioritárias as Ottobacias que estavam em municípios que, segundo as informações do IBGE, não apresentem nenhuma área irrigada.

Quanto aos fatores *Infraestrutura de Suporte para Irrigação*, o estudo adotou como critério de exclusão a comprovada indisponibilidade de suporte de energia de média e de alta tensão trifásicas, que são as adequadas para atender aos empreendimentos que utilizam sistemas de irrigação. Os demais aspectos de infraestrutura foram utilizados apenas para classificar as áreas preliminarmente selecionadas numa perspectiva de fomentar as políticas públicas em áreas selecionadas localizadas em regiões de melhor infraestrutura.

Após aplicação desses critérios, foram selecionados 27,5 milhões de hectares de áreas potencialmente aptas, consideradas prioritárias para fomento da agricultura irrigada sustentável, em cerca de cinco mil bacias hidrográficas (Ottobacias), situadas em 1.124 municípios de 20 estados brasileiros.

Em uma segunda seleção de áreas potenciais para ações em médio prazo, o estudo considerou subtrair da área total potencial as áreas de reserva legal, as APP, as áreas urbanizadas e as áreas recém-irrigadas da área total que foi considerada com aptidão efetiva disponível em cada uma das Ottobacias. Com esse critério, obteve-se uma área total da ordem de 12,4 milhões de hectares, que são, de fato, áreas disponíveis para o fomento da agricultura irrigada sustentável em médio prazo com menor risco de haver insucesso no desenvolvimento dos trabalhos de fomento à irrigação.

O estudo do Mapa, FAO e ANA realizou a análise do objetivo do *Plano de Expansão, Aprimoramento e Desenvolvimento Sustentável da Agricultura Irrigada* do Mapa, que tem como meta a incorporação de 5,0 milhões de hectares à área atualmente irrigada, no prazo de 10 anos (2016-2025). Então, numa aprofundada e criteriosa visão de ação imediata e capacidade de resposta decenal, realizou a revisão da classificação dos municípios, concluiu-se que existem cerca de 4,5 milhões de hectares, em municípios em que os instrumentos de políticas públicas deverão ser oferecidos por preferência, pois as ações nessas regiões propiciarão, em menor prazo, melhores resultados ambientais, sociais, econômicos, e de segurança alimentar, pois, ocorre adequada disponibilidade hídrica, existem condições técnicas e de aptidão de solos, há suporte com energia e logística para expansão e condições ótimas para aprimoramento e desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada.

Evolução da Irrigação do Brasil

O Censo Agropecuário do IBGE de 2006 (IBGE, 2009) informou as áreas irrigadas pelos diversos métodos/tipos de irrigação por estado, no Brasil, em 2006, totalizavam 4,45 milhões de hectares (Tabela 2).

No ano de 2006, segundo o IBGE (2009), as áreas irrigadas pelo método de irrigação por superfície (inundação e sulcos) corresponderam a 1,341 milhão de hectares que representava 30,1% da área total irrigada do país.

Tabela 2. Áreas irrigadas, métodos de irrigação: regiões e estados, em 2006.

	Total irrigado	Inundação	Sulco	Pivô-central	Aspersão	Localizada	Outro método
Brasil	4.453,925,11	1.084.736,46	256.668,27	840.048,09	1.572.960,21	327.866,52	371.647,08
Norte	107.789,21	34.309,82	3.906,57	8.777,65	30.277,21	5.017,65	25.500,35
Rondônia	14.129,81	951,64	893,64	718,40	8.871,51	843,74	1.850,91
Acre	1.453,61	x	27,63	-	68,21	40,00	1.313,77
Amazonas	6.132,97	977,84	39,61	x	400,04	473,18	4.175,94
Roraima	12.995,68	11.447,30	148,40	x	293,79	26,75	959,44
Pará	29.332,80	3.375,55	1.733,85	2.087,55	7.917,33	2.283,55	11.934,98
Amapá	2.404,21	146,01	16,07	-	375,11	54,65	1.812,37
Tocantins	41.340,13	17.407,48	1.047,37	5.785,34	12.351,22	1.295,78	3.452,94
Nordeste	985.347,63	69.619,24	109.713,27	201.281,62	407.769,80	102.969,96	93.994,80
Maranhão	63.929,96	4.461,16	4.600,28	8.773,62	29.223,68	1.994,31	14.876,90
Piauí	22.272,01	7.330,09	3.302,47	1.271,00	2.769,22	2.830,08	4.769,06
Ceará	117.059,32	21.363,76	11.812,81	4.998,91	34.609,72	18.357,39	25.916,96
Rio Grande do Norte	54.715,68	3.457,21	3.256,98	7.926,25	27.231,17	9.748,62	3.095,42
Paraíba	58.683,27	3.789,25	4.613,64	9.834,00	33.525,43	3.789,01	3.131,96
Pernambuco	152.917,07	6.324,81	21.035,72	20.887,27	73.264,14	17.828,41	13.576,79
Alagoas	195.764,03	2.057,74	3.065,96	73.040,85	110.048,75	3.866,39	3.684,39
Sergipe	20.520,82	3.774,59	1.842,15	5.509,63	5.524,03	3.023,68	846,81
Bahia	299.485,47	17.060,63	56.183,26	69.040,09	91.573,66	41.532,07	24.096,51

Continua...

Tabela 2. Continuação.

	Total irrigado	Inundação	Sulco	Pivô-central	Aspersão	Localizada	Outro método
Brasil	4.453.925,11	1.084.736,46	256.668,27	840.048,09	1.572.960,21	327.866,52	371.647,08
Sudeste	1.586.744,28	27.744,15	28.319,57	395.586,69	736.589,45	192.814,12	205.690,56
Minas Gerais	525.250,31	11.586,95	11.663,85	166.690,79	168.059,49	66.330,13	100.919,19
Espírito Santo	209.801,09	3.071,96	2.253,64	23.318,94	115.535,24	51.534,16	14.087,23
Rio de Janeiro	81.682,12	2.822,89	5.525,20	11.339,16	43.974,67	3.532,09	14.488,09
São Paulo	770.010,76	10.262,35	8.876,88	194.237,80	409.020,05	71.417,74	76.196,05
Sul	1.224.578,11	923.825,92	82.547,73	61.348,91	108.426,62	17.653,54	30.775,48
Paraná	104.244,36	12.100,03	2.452,79	15.542,29	56.035,01	6.321,62	11.792,70
Santa Catarina	136.248,57	98.532,46	10.947,86	1.019,60	19.159,85	2.430,40	4.158,41
Rio Grande do Sul	984.085,18	813.193,43	69.147,08	44.787,02	33.231,76	8.901,52	14.824,37
Centro-Oeste	549.465,88	29.237,33	32.181,13	173.053,22	289.897,13	9.411,25	15.685,89
Mato Grosso Sul	116.611,71	20.067,64	17.840,31	26.026,43	49.201,66	864,33	2.611,35
Mato Grosso	148.424,55	963,00	1.397,27	30.909,04	106.505,70	2.459,85	6.189,71
Goiás	269.921,26	8.180,72	12.738,97	108.509,69	129.387,38	4.597,92	6.506,60
Distrito Federal	14.508,36	25,97	204,58	7.608,06	4.802,39	1.489,15	378,23

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2009).

Os métodos de irrigação *por aspersão* e de *irrigação localizada*, conhecidos no meio técnico como os sistemas *pressurizados de irrigação*, foram os que mais cresceram, alcançando, em 2006, uma área total irrigada da ordem de 70%, ou seja, uma área superior a 3,1 milhões de hectares foi dotada com sistemas pressurizados de irrigação. A incorporação de áreas dominadas pelo método de irrigação localizada (gotejamento, microaspersão) elevou-se para aproximadamente 328 mil hectares.

A ANA editou a *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2015*, informando que

"a área irrigada em 2014 foi estimada em 6,11 milhões de hectares ou 21% do total do potencial nacional estimado em 29,6 milhões de hectares. Observa-se um expressivo aumento da agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas, crescendo sempre a taxas superiores às do crescimento da área plantada total. Nos últimos anos, tem-se destacado a expansão dos métodos de irrigação localizada e por pivô-central" (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015, p. 36).

A Agência Nacional de Águas (2016), destaca o esforço que realiza no sentido de aprimorar as estimativas de demanda de água para irrigação, realizando, em conjunto com a Embrapa Milho e Sorgo, o mapeamento das áreas equipadas com pivôs centrais de irrigação no país, indicando que o levantamento de 2014 indicou 17.878 equipamentos ocupando uma área de 1,278 milhão de hectares. Destaca também que

"... investimentos em irrigação resultam em aumento substancial da produtividade e da produção agrícola, diminuindo a necessidade de expansão em áreas ocupada por outros usos e coberturas (pastagens ou matas nativas, por exemplo). Aplicando boas práticas de manejo do solo e da água, irrigantes alcançam eficiências de uso dos recursos hídricos superiores a 90%." (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015).

Nas três últimas edições da Agência Nacional de Águas, da *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*, somente o informe do ano de 2012 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013) ofereceu destaque à distribuição das áreas irrigadas nas 12 regiões hidrográficas brasileiras (Tabela 3) e também nos estados e no Distrito Federal (Tabela 4).

Tabela 3. Áreas irrigadas por região hidrográfica, 2012.

Região hidrográfica	Área (ha)
1. Amazônica	149.309
2. Tocantins	268.493
3. NE Ocidental	41.468
4. Parnaíba	69.587
5. NE Oriental	553.351
6. São Francisco	626.941
7. Atlântico Leste	355.488
8. Atlântico Sudeste	377.503
9. Atlântico Sul	720.875
10. Paraná	2.106.232
11. Uruguai	455.601
12. Paraguai	72.281
Área total irrigada no Brasil	5.797.129

Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2012 (ANA, 2013, p. 370)

Tabela 4. Área irrigada nas regiões, estados e Distrito Federal, 2012.

Região/Estado	Área irrigada (ha)
Norte	205.123
Rondônia	12.055
Acre	831
Amazonas	4.954
Roraima	13.237
Pará	23.802
Amapá	2.866
Tocantins	147.378
Nordeste	1.238.734
Maranhão	43.681
Piauí	34.225
Ceará	133.336

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Região/Estado	Área irrigada (ha)
Rio Grande do Norte	62.165
Paraíba	65.522
Pernambuco	183.912
Alagoas	222.684
Sergipe	25.602
Bahia	467.607
Sudeste	2.200.567
Minas Gerais	824.946
Espírito Santo	236.272
Rio de Janeiro	111.845
São Paulo	1.027.504
Sul	1.291.634
Paraná	115.826
Santa Catarina	148.335
Rio Grande do Sul	1.027.473
Centro-Oeste	861.015
Mato Grosso do Sul	143.498
Mato Grosso	177.961
Goiás	525.072
Distrito Federal	14.484
Total Brasil	5,797 milhões

Fonte: Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - 2012 (ANA, 2013, p. 396)

Quanto aos sistemas pressurizados de irrigação, convém citar as informações de área irrigada obtidas com base na venda de equipamentos de irrigação no país dos elementos da Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI), da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ), apresentadas em maio de 2016, com dados dos fabricantes de sistemas de irrigação, que possibilita estimar a área irrigada desde o ano 2000 até 2016, agrupada por tipo de sistema (Tabela 5).

Tabela 5. Evolução da área irrigada no Brasil.

Ano	Método (ha/ano)				Total (ha/ano)	Área total (ha)
	Pivô-central	Carretel	Convencional	Localizada		
2000	47.320	25.000	16.200	30.000	118.520	3.068.480
2001	50.540	29.000	15.300	33.000	127.840	3.196.320
2002	57.820	30.000	14.650	37.000	139.470	3.335.790
2003	59.500	30.000	17.500	40.000	147.000	3.482.790
2004	47.600	22.500	15.000	38.000	123.100	3.605.890
2005	26.600	21.000	15.000	35.000	97.600	3.703.490
2006	17.500	30.000	15.000	30.000	92.500	3.795.990
2007	19.600	30.000	16.500	40.000	106.100	3.902.090
2008	49.000	30.000	20.000	47.000	146.000	4.048.090
2009	49.500	25.000	17.000	40.000	131.500	4.179.590
2010	52.000	30.000	25.000	50.000	157.000	4.336.590
2011	57.750	32.500	29.500	56.000	175.750	4.512.340
2012	84.000	32.500	35.400	60.480	212.380	4.724.720
2013	126.000	32.500	53.100	72.576	284.176	5.008.896
2014	102.000	10.500	28.497	79.834	220.831	5.217.337
2015	78.000	6.000	28.000	75.000	127.000	5.404.337
2016	105.000	7.500	31.000	75.000	218.500	5.622.837

Notas: 1. No ano de 1999, a área irrigada era de 2.949.96 ha.

2. As considerações adicionais são: (a) irrigação por pivô-central – irrigação por aspersão com pivô-central (no levantamento realizado até 2008, foi considerado um pivô-central médio com 70 ha; com 90 ha, em 2009; com 80 ha, em 2010; com 75 ha, em 2011; com 70 ha, em 2012; e com 60 ha, em 2013); (b) irrigação por carretel – irrigação por aspersão com carretel enrolador, sendo considerado um carretel enrolador médio aquele que possuía área irrigada de 50 ha; (c) irrigação convencional – Irrigação por aspersão fixa, convencional, tubo PVC ou canhão, sendo, na aspersão convencional, considerada área de 144 m² por aspersor, com 6 posições por aspersor; (d) irrigação localizada – irrigação localizada por gotejamento ou microaspersão; (e) na avaliação de tubulações de PVC, foi considerado que 50% das vendas de tubos de PVC são utilizados em sistemas novos e 50% em reposição em sistemas existentes.

Fonte: CSEI/ABIMAQ (2014).

As Fases da Irrigação no Brasil

As fases de evolução da irrigação no Brasil foram marcadas pelo interesse do produtor privado em investir em áreas de elevado potencial de solos e água e que havia pouca necessidade de infraestruturas e, também, pelo desenvolvimento decorrente de periódicos incentivos do poder público ou à execução direta de projetos públicos especialmente na região Nordeste e nas regiões Norte e Centro-Oeste.

A seguir, são identificadas as fases da política de irrigação.

Primeira fase

Até o ano 1950: De “engenharia e ensaios de irrigação”, com os posicionamentos do governo central, introduzindo a irrigação como forma de superar os efeitos das estiagens e de fortalecer a economia regional.

Segunda fase

Período 1950 aos primeiros anos da década de 1970: baseada especialmente nas ações que a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) desenvolveu no Nordeste, com os planos diretores na década de 1960, definindo a elaboração de projetos-piloto e, em seguida, a implantação de projetos de maior escala (IV Plano Diretor da SUDENE para o Nordeste - 1969/1973).

Terceira fase

Iniciou-se na década de 1970 (1973) até 1985, com a criação do *Programa Plurianual de Irrigação (PIN)*. Essa fase foi associada à criação do Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) com o primeiro estudo de melhor abrangência acerca das possibilidades de irrigação no Nordeste e que definiu a viabilidade técnico-econômica de 73 projetos, dos quais 62 estavam localizados no Nordeste. O trabalho do GEIDA procurou traçar as diretrizes de uma política de irrigação que passou a orientar a primeira fase do *Plano Nacional de Irrigação*.

Essa terceira fase foi definida como a fase do Programa Plurianual de Irrigação (PIN) e Planos Nacionais de Desenvolvimento, quando a Política de Irrigação passou a ter orientação geral pelo I Plano Nacional de Desenvolvimento (1972-1974), com os projetos do Programa de Irrigação do Nordeste, nas áreas de atuação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) e da Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e foi responsável pela Política Nacional de Irrigação definida pela Lei nº 6.662 de 1979.

Na terceira fase, merece destaque o desenvolvimento da irrigação privada mediante a concessão de crédito especial e a utilização de recursos a fundos perdidos para obras de infraestrutura patrocinadas por alguns governos estaduais, principalmente Rio Grande do Sul e Minas Gerais, em cuja experiência se baseou o Governo Federal para instituir, em 1981, o Programa Nacional de Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (Provárzeas).

Nessa fase, também houve a instituição do Programa de Financiamento para Equipamentos de Irrigação (Profir), em 1982, com abertura de linha de crédito oficial rural para investimentos em sistemas de irrigação, sobretudo, nos cerrados. Os programas Provárzeas e Profir foram coordenados, até então, pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa).

Nas demais regiões, a Política Pública de Irrigação foi de executar os projetos diretamente, até início de 1986, por meio do Ministério do Interior, com a participação das Superintendências Regionais de Desenvolvimento (Sudeco, Sudene e Sudesul); Fundenor (Norte Fluminense); DNOCS; Codevasf; DNOS; Programa Nacional de Irrigação (Proni) e Programa de Irrigação do Nordeste (Proine).

Quarta fase

Surgiu com a criação, em 1986, do PRONI, do PROINE e da instituição do cargo do *Ministro Extraordinário para Assuntos de Irrigação*, com as responsabilidades de irrigação, que até então estavam a cargo do Ministério do Interior (MINTER).

O esforço foi concentrado no desenvolvimento da agricultura irrigada no Nordeste e restante do País com sistemas de suporte ao desenvolvimento dos projetos públicos de irrigação e de apoio à ampliação da adesão dos produtores privados à irrigação. A partir de 1990, essa fase foi seriamente comprometida em decorrência da adoção de um conjunto de medidas do governo federal, que visava à redução dos gastos públicos e o redimensionamento das suas instituições, com baixo nível de realização até o ano de 1995.

Nessa quarta fase, houve um estudo abrangente denominado de *Resenha Setorial da Irrigação* que possibilitou o diagnóstico da situação existente e a definição de diretrizes e estratégias com projeções para horizontes de 5, 10 e 15 anos. Em 1989, foi elaborada a *Resenha Setorial* que apresentou os seguintes princípios para o fomento do programa de irrigação no Brasil:

- O desenvolvimento da irrigação seria orientado pela demanda, exceto em áreas selecionadas onde o governo tiver que demonstrar ao setor privado as vantagens financeiras e econômicas da produção agrícola irrigada; caberia aos agricultores solicitar assistência ao governo para apoiar com a infraestrutura ou formar organizações de irrigantes que tomassem emprestados os recursos requeridos.
- A irrigação deveria ser uma atividade econômica autossustentável e, portanto, não deveria receber subsídios.
- Os projetos de assentamento de pequenos agricultores, que estariam voltados para resolver o problema da pobreza, deveriam ser reconhecidos como sendo uma atividade social (...) e financiados por recursos federais e estaduais especificamente determinados, distintos dos orçamentos normais da irrigação.

Quinta fase

Iniciou-se em novembro de 1996, permanecendo até dezembro de 2001, quando foram desenvolvidos estudos e implementados projetos e programas que existiam no governo federal no âmbito do *Brasil em Ação*

e *Avança Brasil*, considerando as bases do denominado *Novo Modelo de Irrigação* e Programa Nacional de Irrigação e Drenagem (Pronid). Ficou vinculada na Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (SRH/MMA), que procurou tornar mais eficiente a ação pública, destacando a função do governo no papel de promover, induzir, facilitar e desenvolver a agricultura irrigada, viabilizando e participando da construção de infraestrutura de irrigação e drenagem e na formação de um suporte técnico institucional.

Entre 1999 e 2001, foi realizado o estudo denominado *Políticas e Estratégias para um Novo Modelo de Irrigação*, com a cooperação técnica internacional entre o Banco do Nordeste e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), contando com a parceria do Ministério da Integração Nacional, tendo o propósito de tornar a irrigação como um negócio econômico, social e ambientalmente sustentável.

Em janeiro de 2013, foi aprovada a Lei nº 12.787 sobre a Política Nacional de Irrigação, com diversos aspectos que definiam dispositivos e instrumentos para indução ao desenvolvimento da irrigação pública e privada.

Atualmente, a instituição responsável pela formulação e condução da Política Nacional de Irrigação é o Ministério da Integração Nacional, por meio de sua Secretaria Nacional de Irrigação.

Os Cenários da Agricultura Irrigada no Brasil

A partir da aprovação da Lei nº 12.787, em 11 de janeiro de 2013, que define uma nova Política Nacional de Irrigação, dedicada também ao fomento da agricultura irrigada desenvolvida pelo setor privado, pode-se afirmar que a irrigação no Brasil iniciou uma sexta fase, com definições que possibilitam a expansão das áreas irrigadas pelo setor privado; no aprimoramento da prática associada à agricultura irrigada e no desenvolvimento sustentável da irrigação.

Na edição do informe 2015 da Agência Nacional de Águas denominado: *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil – 2015* (2015; p. 38), consta que

“vale ressaltar que cerca de 96% das áreas irrigadas no Brasil são privadas. As demais áreas que estão contempladas em perímetros públicos de irrigação, que estão concentrados em regiões de elevado déficit hídrico, em especial no semi-árido. Nesses locais, onde predominam pequenos produtores, a irrigação tem importante papel econômico e social. Em 2014, aproximadamente 200 mil hectares irrigados estavam em produção em 86 perímetros, ocupando territórios em cerca de 90 municípios. Outros 130 mil hectares já estão sendo implantados nesses perímetros, ou seja, áreas já contempladas com todas as obras de infraestrutura de irrigação de uso comum necessárias, mas ainda sem produção efetiva”.

Como a área total irrigada segundo a ANA (2015) era de 6,1 milhões de hectares e a irrigação pública detinha 200 mil hectares irrigados em projetos públicos de irrigação, verificou-se, nessa sexta fase, que havia, sobretudo que fomentar a agricultura irrigada desenvolvida pelo setor privado que correspondia, em 2014, a uma área da ordem de 5,9 milhões de hectares, passando a atuar com instrumentos que induzissem a adesão para a expansão, para o aprimoramento e para o desenvolvimento sustentável da irrigação no país. Tal fato levou a que o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento adotasse uma estratégia de cooperação com o Ministério da Integração Nacional e o Ministério do Meio Ambiente, adotando medidas de estímulo à adesão dos agricultores e pecuaristas à irrigação.

O Mapa passou a dar atenção maior aos instrumentos da nova Política Nacional de Irrigação, em especial, as que são possíveis de serem agilizadas por meio dos Planos Agrícolas e Pecuários, que, por serem anuais, poderiam atender aos anseios dos agricultores. Apresentaram-se medidas para redução da taxa de juros nos financiamentos de sistemas de irrigação, atuando em crédito e em seguro rural para irrigação; na modernização dos trâmites associados aos prazos de outorgas; na formação de recursos humanos; na pesquisa científica e tecnológica; na assistência

técnica e na extensão rural; e na execução das infraestruturas de uso comum que servem de apoio à irrigação do setor privado.

O Mapa propôs atuar em cooperação em consonância com a necessidade de compatibilização da Política Agrícola com as políticas de recursos hídricos, política de meio ambiente, política nacional de irrigação no apoio aos programas e atividades, conforme apresentado a seguir.

O incentivo à agropecuária irrigada

Em premissas básicas e diretrizes para o desenvolvimento sustentável da agricultura e pecuária com a irrigação e drenagem agrícola, definiram-se 16 ações estratégicas e indicou o objetivo geral de “expandir a agropecuária irrigada do país, produzindo mais para atender as demandas efetivas por alimentos, por energia e por fibras, buscando, de modo prioritário, potencializar os ganhos de produtividade, produzindo melhor, associando inovações, tecnologias e desenvolvimento de capacidades à produção agropecuária, em consonância com o conceito de desenvolvimento sustentável.”

As propostas do Mapa no Plano Agrícola e Pecuário de 2013-2014 consistiram em redução da taxa de juros para 3,5% ao ano e da alíquota de seguro rural para 1% nos financiamentos de empreendimentos irrigados. As propostas que foram mantidas e complementadas no Plano Agrícola 2014-2015, resultaram em:

- Ampliação das demandas por crédito para irrigação, que alcançaram o montante de R\$ 3,3 bilhões, representando 83% da meta do PPA de R\$ 4,0 bilhões, que estava prevista para o período encerrado em 2015.
- Expansão das operações bancárias com crédito para sistemas de irrigação na região Nordeste brasileira que no período de 2012-2015 totalizaram R\$ 1,4 bilhão e representam 38% do total, sendo a região de maior procura por crédito para irrigação.

- Implantação, modernização e reconversão de sistemas de irrigação, possibilitando evoluções crescentes para aumento da produtividade física que comprovadamente é da ordem de 3,5 vezes superior àquela obtida pela agricultura tradicional e pode oferecer um retorno econômico da ordem de 7 a 8 vezes da que é obtida com a agricultura tradicional, “sequeiro”.
- Ampliação da área irrigada e possibilitou as melhorias e o aperfeiçoamento da prática de agricultura irrigada, que, entre outros fatores, possibilitou que a produção agrícola no país aumentasse a produção agrícola de 187 milhões de toneladas da safra de 2012/2013, para 202,5 milhões de toneladas em 2016/2017.

O acordo de cooperação técnica do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento com o Ministério da Integração Nacional e o Ministério do Meio Ambiente

Para atividades prioritárias relacionadas com a gestão da oferta e do uso da água do meio rural, que são:

- Desenvolver proposta de Política Nacional Integrada de Conservação de Água e Solos.
- Formular e testar programas conjuntos de incentivo ao uso eficiente da água na irrigação.
- Elaborar propostas de aprimoramento e de adaptação das atividades regulatórias da Ana que atendam o meio rural, com ênfase na outorga de direito de uso da água para irrigação.
- Apoiar e subsidiar a implantação e operação do Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação, em tempo real.
- Incrementar e ampliar o Programa Produtor de Água/Ana e propor e estimular o desenvolvimento de outras iniciativas que regulamentem e incentivem o pagamento por serviços ambientais no meio rural.

- Desenvolver e implementar um programa conjunto de capacitação, visando à gestão integrada e sustentável dos recursos hídricos no meio rural.

O acordo de cooperação técnica, no âmbito da Política Nacional de Irrigação, entre o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e o Ministério da Integração Nacional

Apresenta como objetivos:

- Realizar planos e projetos para incentivo à irrigação pública e privada.
- Definir áreas prioritárias para expansão e aperfeiçoamento da agricultura irrigada.
- Implantar programas e ações de aperfeiçoamento das políticas de crédito e de seguro rural voltados para agricultura irrigada.
- Executar programa e ações de certificação em agricultura irrigada.
- Desenvolver programa e ações de desenvolvimento de formação de recursos humanos em agricultura irrigada.
- Definir programa e incentivar ações de pesquisa científica e tecnológica em agricultura irrigada.
- Definir programa e ações de assistência técnica e extensão rural.
- Desenvolver programa e implementar ações voltadas para a organização dos produtores irrigantes.
- Implantar as unidades demonstrativas nos projetos de irrigação.

O exercício das atribuições do Ministério da Agricultura no disposto nas ações programáticas do PPA 2012-2015 – Programa da Agricultura Irrigada

Existem dois objetivos de responsabilidade do Mapa:

- Aperfeiçoar as políticas creditícia e securitária voltadas à irrigação com vistas a ampliar a área irrigada, a aumentar a produtividade e a qualidade dos produtos e a contribuir para a contenção do avanço da fronteira agrícola.
- Promover e fortalecer a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e inovação, voltados para a agricultura irrigada e a sua difusão visando o incremento nos ganhos em produtividade, com qualidade e redução dos custos de produção.

Principais resultados esperados com as iniciativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento em agricultura irrigada no período até 2025

Com a inserção e continuidade de aplicação dos instrumentos indutores inseridos nos Planos Agrícolas do Mapa e implantação dos acordos de cooperação, espera-se que sejam alcançados os seguintes resultados até o ano 2030:

- Ampliação da área irrigada atual de 6,1 milhões para 11,0 milhões de hectares.
- Elevação da produtividade agrícola atual dos 15 principais grãos de 3,48 toneladas por hectare para 3,98 toneladas por hectare.
- Ampliação da participação da produção irrigada na produção total brasileira dos atuais 22% para 46%.
- Aumento da participação dos produtos irrigados no valor total da produção agrícola dos atuais 44% para 56%.
- Aumento na eficiência do uso da água na irrigação em 25%.
- Recuperação de áreas degradadas e redução da pressão dos agricultores e pecuaristas sobre novas áreas.
- Diminuição das perdas agropecuárias pela garantia da produção sob irrigação.
- Redução dos preços dos alimentos e diminuição da pressão inflacionária.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2012. Brasília, DF, 2012. 215 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** 2013. Brasília, DF, 2013. 432 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** informe 2014. Brasília, DF, 2014. 103 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil:** informe 2015. Brasília, DF, 2015. 88 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil - 2016:** relatório síntese. Brasília, DF, 2016. 33 p.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil.** Brasília, DF, 2014.
- CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. **Item**, Brasília, DF, n. 54, p. 46-55, 2002.
- CHRISTOFIDIS, D. Recursos hídricos, irrigação e segurança alimentar. In: FREITAS, M. A. V. de (org.). **O estado das águas no Brasil 2001-2002.** Brasília: Agência Nacional de Águas, 2003. p. 112-113.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: 8º levantamento:** 2015-16. Brasília, 2016.
- COSGROVE, C.; COSGROVE, W. **The dynamics of global water futures: driving forces 2011-2050.** Paris: UNESCO, 2012.
- FAO. **AQUASTAT:** dados das áreas dotadas de sistemas de irrigação. Roma, 2013.
- IBGE. **Censo agropecuário do Brasil:** 1996. Rio de Janeiro, 1998.
- IBGE. **Censo agropecuário do Brasil:** 2006. Rio de Janeiro, 2009.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON IRRIGATION AND DRAINAGE. **Informações das áreas irrigadas dos Países por Continente.** [S.l.], 2014.



A Agricultura Irrigada no Nordeste do Brasil: estado da arte, desafios e oportunidades

Luís Henrique Basso
Rubens Sonsol Gondim
Ronaldo Souza Resende
Aderson Soares de Andrade Junior

Introdução

A região Nordeste do Brasil compreende nove estados brasileiros (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), com 1.554.291,7 km², o que corresponde a 18,3% da área territorial brasileira (IBGE, 2013).

Dos seis biomas existentes no Brasil (Figura 1, esquerda), quatro estão na região Nordeste. Os biomas Amazônia (parte ocidental do Maranhão), Caatinga (maior parte da região Nordeste), Mata Atlântica (áreas próximas ao litoral) e Cerrado (porção norte do Nordeste) são encontrados nessa região (IBGE, 2004a), e neles predominam as vegetações de Floresta Amazônica (porção ocidental do Maranhão), Mata dos Cocais, Campos, Litorânea, Caatinga, Cerrado e Mata Tropical (IBGE, 2004b).

Os tipos de clima zonal, que define a circulação geral da atmosfera em extensões de 1.000 km a 5.000 km, presentes no Nordeste são o Equatorial, Tropical Zona Equatorial, Tropical Nordeste Oriental e Tropical Brasil Central (IBGE, 1978). Quanto às principais classes de solo, predominam na região os Latossolos, Noeossolos, Argissolos, Luvissolos, Planossolos, Plintossolos e Cambissolos (MARQUES et al., 2014). O Zoneamento Agroecológico do Nordeste relata até 20 grandes unidades de paisagem nessa região e 172 unidades geoambientais

(SILVA et al., 2000). A região semiárida brasileira (Figura 1, direita), com 982.563,3 km², abrange grande parte de oito dos nove estados do Nordeste (Bahia, Piauí, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte), exceto o Maranhão (BRASIL, 2005).



Figura 1. Biomas do Brasil (esquerda) e delimitação do Semiárido no Nordeste do Brasil (direita).

Fonte: IBGE, 2004a, BRASIL, 2005.

A disponibilidade hídrica, obtida pela relação entre a vazão de retirada para usos consuntivos, e a vazão média dos rios, para as 12 regiões hidrográficas brasileiras, estão apresentadas na Figura 2. Cinco regiões hidrográficas (RH) estão presentes na região Nordeste: Atlântico Nordeste Ocidental (Maranhão); Parnaíba (Piauí, Maranhão e Ceará); Atlântico Nordeste Oriental (Piauí, Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas); São Francisco (Pernambuco, Bahia, Alagoas e Sergipe); e Atlântico Leste (Sergipe e Bahia) (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2007). Em relação à disponibilidade hídrica, as RH Atlântico Nordeste Oriental, Parnaíba (subregião norte), São Francisco (margem

direita do Alto e Médio São Francisco e margem esquerda no Submédio e Baixo São Francisco) e Atlântico Leste (subregiões centro e norte) apresentam condição entre preocupante (10% a 20%), crítica (20% a 40%) e muito crítica (> 40%), indicando que a dificuldade em atender à demanda pode ocorrer tanto em razão da baixa oferta de água como pelo elevado consumo de água (BRASIL, 2006).

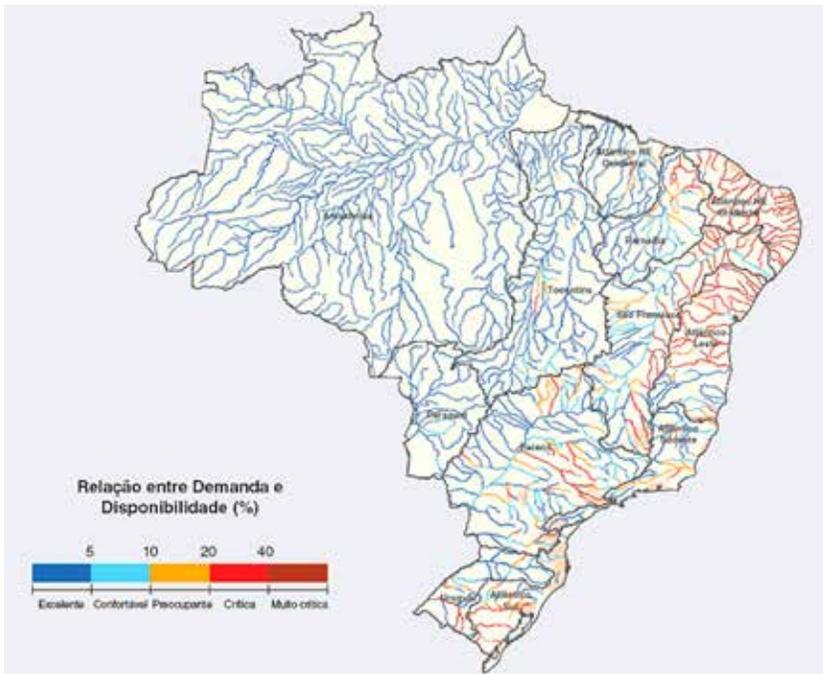


Figura 2. Disponibilidade hídrica, definida pela relação entre demanda e disponibilidade de água, para as regiões hidrográficas brasileiras.

Fonte: Brasil, 2006.

Dessa forma, a região Nordeste do Brasil caracteriza-se pela marcante variabilidade de biomas, vegetação, climas, solos e disponibilidade hídrica, que influenciam de maneira marcante onde a agricultura irrigada, em particular, está presente, e para onde e como poderá se estender e desenvolver no futuro.

Estado da Arte da Agricultura Irrigada no Nordeste

O uso da água em agricultura irrigada no Nordeste brasileiro tem ocorrido desde a pequena propriedade agrícola, com alguns poucos hectares, até a propriedade agrícola empresarial, com áreas superiores a 100 ha. De acordo com o Censo Agropecuário de 2006 (IBGE, 2009) 6,3% dos estabelecimentos do País usaram técnicas de irrigação, e a região Nordeste apresenta 22,2 % da área irrigável do País. Na região hidrográfica do São Francisco, estima-se uma área total irrigada de 626 mil hectares (ano base 2012), correspondendo a 10,9% dos 5,8 milhões de hectares irrigados no Brasil, com uma expansão de 26% na área irrigada, quando comparadas as estimativas de 2006 e 2012 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015a). Na Figura 3, elaborada pela Embrapa Semiárido, pode-se observar uma estimativa da distribuição espacial das áreas irrigadas no Nordeste, com base no Censo Frutícola da CODEVASF de 2006 e nas informações da Divisão Municipal em 2010 do IBGE.

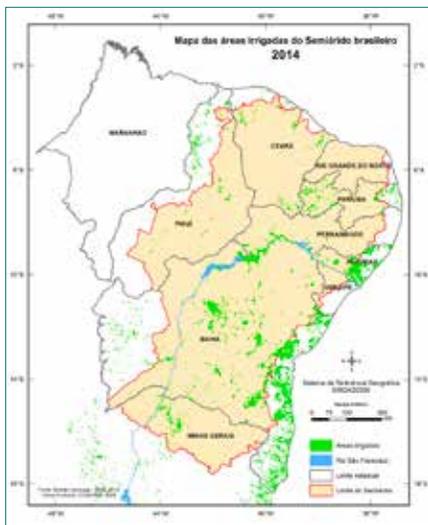


Figura 3. Áreas irrigadas no Nordeste do Brasil, com ênfase no Semiárido. Elaboração: Embrapa Semiárido.

A agricultura irrigada no Nordeste apresenta muitos aspectos, sendo alguns deles apresentados a seguir, com o propósito de fornecer subsídios que permitam a compreensão do seu estado da arte. Infelizmente, há dificuldade na obtenção de dados estatísticos detalhados.

Caracterização de algumas áreas irrigadas no Nordeste

A partir da criação da Comissão do Vale do São Francisco, em 1948, a agricultura irrigada no Semiárido começou a ser contemplada pelo governo federal. Na década de 1950, começaram a ser disseminadas motobombas a diesel e uma pequena rede de canais às margens do Rio São Francisco, entre Petrolina, Pernambuco e Paulo Afonso, BA. A irrigação era então realizada nos solos aluviais, a cerca de 100 m da margem do rio, com problemas de salinização e cheias periódicas. Com a criação da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), no final da década de 1950, foi iniciado, em parceria com a Organização para Agricultura e Alimentos (FAO), o levantamento de solos para irrigação, sendo identificadas as atuais áreas dos Perímetros Irrigados de Bebedouro, Massangano (Nilo Coelho) e Pontal, em Petrolina, e Salitre, Tourão, Maniçoba e Curaçá, em Juazeiro. Em 1968, foi inaugurado o primeiro perímetro irrigado, o de Bebedouro, em Petrolina (POSSÍDIO, 1997). Começavam, assim, as grandes mudanças quanto ao uso da terra no Semiárido brasileiro, na região hidrográfica do São Francisco, especificamente no Submédio do Vale do São Francisco.

A região hidrográfica do São Francisco possui cerca de 54,8% de sua área total no Polígono das Secas. A bacia drena regiões de precipitações pluviométricas superiores a 2.000 mm nas suas cabeceiras, em Minas Gerais, até a zona semiárida da Bahia e de Pernambuco, com menos de 350 mm, aumentando, daí em direção, à foz onde os valores médios anuais são em torno de 1.300 mm. A vazão média na foz é de $2.850 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Quanto aos solos, cerca de 27% da superfície da bacia apresenta solos aptos à prática da agricultura, dos quais 3 milhões de

hectares com potencial de serem irrigados. Se forem considerados com alturas de bombeamento até 60 m, ampliam-se para 8 milhões de hectares, conforme indicou o Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco (PLANVASF), em 1989. Uma vez esgotado o aproveitamento dos maiores potenciais hidrelétricos, restaria apenas a agricultura como vocação econômica da bacia. Avaliações conjuntas entre as empresas geradoras de energia e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) estimaram que até o limite de 800 mil hectares irrigados não se instala o conflito de usos entre esses dois setores. A partir daí, é necessário a discussão e o estabelecimento de regras e critérios de prioridades. Em 2003, a área irrigada era de 342.712 ha (PROGRAMA..., 2004).

Em áreas para produção agrícola de maior extensão, principalmente as inseridas nos perímetros irrigados ou próximas ao Rio São Francisco, a agricultura irrigada tem causado, a partir do final da década de 1960, grandes mudanças no uso da terra. Naquela época, os investimentos do governo federal no Nordeste, particularmente no Vale do Rio São Francisco, permitiram a criação de infraestrutura de irrigação e geração de energia elétrica, o que contribuiu para os impactos da agricultura irrigada na produção de alimentos, na criação de empregos e no aumento da renda regional. Nas décadas de 1980 e 1990, houve maior liderança do setor privado, por meio da organização dos empresários, motivado pela necessidade de competição nos mercados nacionais e internacionais, que passou a pressionar o governo pela ampliação da infraestrutura. No Rio São Francisco, são seis os polos de desenvolvimento oriundos dos perímetros irrigados da CODEVASF, sendo a fruticultura uma das principais atividades (Tabela 1).

Tabela 1. Polos de desenvolvimento na região hidrográfica do São Francisco, com respectivos perímetros irrigados, área irrigada em operação, principais culturas agrícolas e atividades agrícolas e agroindustriais.

Polo	Estado	Perímetros irrigados em operação	Área irrigada (ha)	Principais culturas agrícolas	Produtos e empreendimentos agrícolas/agroindustriais
Norte de Minas	MG	Gorutuba, Jaíba, Lagoa Grande e Pirapora	46.075	Fruticultura (banana, uva, citrus), olerícolas e grãos.	Sementes, leite pasteurizado e derivados do leite, biocombustível
Guanambi	BA	Estreito, Ceraíma	2.511	Fruticultura (banana), psicultura	Beneficiamento, produção de óleo bruto e de farelo de torta de algodão; leite pasteurizado e derivados do leite
Formoso e Correntina	BA	Formosinho e Formoso A/H	12.436	Fruticultura (banana) e grãos (milho e feijão)	Bovinocultura, derivados do milho; leite pasteurizado e derivados do leite; polpa de frutas; rapadura e aguardente; doces, defumados e polpas; algodão beneficiado; sementes de feijão; produção de algodão e beneficiamento
Barreiras	BA	São Desidério/ Barreiras Sul, Riacho Grande, Nupeba e Barreiras Norte	7.214	Fruticultura (coco verde, banana, manga, limão) e grãos (soja, milho, feijão)	Piscicultura; extrato de tomate, óleo de soja; ovos comerciais; arroz, feijão e soja
Irecê	BA	Mirorós e Baixo Irecê		Fruticultura (banana, piñha, goiaba, manga, coco)	Piscicultura, doces, bolos, biscoitos e café; leite pasteurizado, derivados do leite e polpa de frutas; iogurte; derivados do milho; saponáceos

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Polo	Estado	Perímetros irrigados em operação	Área irrigada (ha)	Principais culturas agrícolas	Produtos e empreendimentos agrícolas/agroindustriais
Juazeiro e Petrolina	BA, PE	Curaçá, Maniçoba, Tourão, Mandacaru, Senador Nilo Coelho, Bebedouro e complexo Itaparica (Pedra Branca, Glória, Rodelas, Manga de Baixo, Apolônio Sales, Brígida, Icó-Mandan-tes e Caraibas	44.145	Fruticultura (uva, manga, coco, banana, goiaba, melão, melancia)	Vinho e vinagre; sementes básicas e mudas de frutíferas; álcool e açúcar; polpa de frutas; mel de abelha e doces; piscicultura; beneficiamento de couros e peles; beneficiamento de pimentão industrial
Baixo São Francisco	AL, SE	Betume, Cotin-guiba/ Pindoba, Propriá, Boacica, Itiúba, Platô de Ne-ópolis e Pindorama	10.507	Arroz, feijão, milho, algodão, fruticultura, cana de açúcar	Apicultura; ovinocaprinocultura; derivados de suíno; derivados do leite; açúcar e álcool combustível; derivados de arroz; milho; peixe; mel de abelha

Fonte: Codevasf (2012)

Além das regiões mencionadas na Tabela 1, na Bahia, merecem destaque quanto à fruticultura irrigada, o extremo sul do Estado e a região de Paraguaçu. Em Sergipe, a irrigação está assentada principalmente na iniciativa governamental que promoveu, no início da década de 1980, a implantação de perímetros públicos de irrigação. O Estado conta com dez perímetros irrigados, sendo seis de responsabilidade do governo estadual (Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe – Cohidro), três do governo federal e um de caráter público-privado (Platô de Neópolis). Esse último está nos moldes preconizados pelo então chamado Novo Modelo de Irrigação, restringindo a ação do governo à implantação das estruturas hidráulicas e civis de uso comum e à iniciativa privada a infraestrutura parcelar. Um novo empreendimento se encontra em fase final de implantação (Projeto Jacaré-Curituba). A Cohidro administra uma área total irrigável de cinco mil hectares. Nos perímetros estaduais, predominam as culturas anuais (grãos e olerícolas). Em apenas um desses perímetros, o plantio de frutíferas tem significância em termos de área ocupada. As principais culturas irrigadas são tomate, repolho, coentro, amendoim, milho, feijão, quiabo, goiaba e banana (Tabela 2).

Tabela 2. Perímetros irrigados sob a responsabilidade da Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe - Cohidro

Perímetro	Área Irrigada (ha)	Fonte Hídrica	Sistema de Irrigação	Culturas
Califórnia	1360	São Francisco	Aspersão/localizada	Fruticultura, grãos
Ribeira	1100	Barragem	Aspersão/localizada	Olerícolas
Jacarecica I	252	Barragem	Aspersão/localizada	Olerícolas
Jacarecica II	820	Barragem	Aspersão/localizada	Olerícolas e fruticultura
Piauí	703	Barragem	Aspersão/localizada	Olerícolas e fruticultura
Jabiberi	220	Barragem	Sulco	Grãos, olerícolas, pecuária leiteira

Fonte: Companhia de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Irrigação de Sergipe, 2015.

Outras regiões do Nordeste, como o polo de fruticultura irrigada de Açú/Mossoró, na região hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental, com uma área de 6.597 km², tiveram a partir da década de 1960 um grande impulso nas atividades relacionadas à irrigação, com participação tanto da iniciativa privada como do Governo Federal. A construção da barragem Armando Ribeiro Gonçalves deu novo impulso à atividade irrigada a partir da década de 1980. Hoje, o polo Açú/Mossoró é uma das áreas de maior dinamismo da agricultura irrigada no Nordeste, especificamente da produção de frutas tropicais irrigadas, localizada na região semiárida, no noroeste do Rio Grande do Norte. Em Mossoró, a captação de água para irrigação é feita principalmente por meio de poços artesianos, na sua maioria de grande profundidade (entre 700 m a 1.000 m), sendo, portanto, bastante onerosa tanto no que diz respeito à perfuração quanto a sua manutenção. Já em Açú, o principal meio de captação d'água para irrigação dos projetos frutícolas é por meio de canais (do Baixo-Açu ou do Pataxó) ou diretamente do leito do rio Piranhas-Açu, perenizado pela barragem Armando Ribeiro Gonçalves (GOMES, 2003).

No Ceará, também na região hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, uma vez que a água subterrânea é escassa e, salvo exceções, salinizada, a agricultura irrigada é sustentada pela infraestrutura de armazenamento de água por barragens. O maior açude do Ceará, o Castanhão, armazena água de bacia hidráulica de 325 km². A obra teve como finalidade a irrigação (suporte hídrico para o aproveitamento de uma área irrigável de 30 mil hectares, incluindo o Perímetro Irrigado Tabuleiros de Russas com uma área irrigável de 10.600 ha. A vazão regularizada é de 22,0 m³s⁻¹ (com 90% de garantia, Q₉₀) mais vazão remanescente do Açude Orós, aproximada de 7,0 m³s⁻¹ (DNOCS, 2015). Dessa forma, o açude Castanhão pereniza parte do Médio e Baixo Jaguaribe, região de grande importância econômica e ambiental para o Estado do Ceará, por abranger grandes perímetros públicos de irrigação (Jaguaribe-Apodi e Tabuleiros de Russas) e por derivarem as águas do Rio Jaguaribe para

o abastecimento urbano e industrial da região do Jaguaribe e região metropolitana de Fortaleza. Os principais usos da água na região, por ordem de volume requerido, são irrigação (72,94%), carcinicultura de água doce (22,64%), consumo humano (2,87%), piscicultura (0,97%) e consumo industrial (0,59%) (FIGUEIREDO et al., 2003), de forma que o gerenciamento dos recursos hídricos, envolvendo a tomada de decisão para alocação de água para a agricultura, é de importância para a sustentabilidade do sistema de recursos hídricos.

A região Meio-Norte do Brasil, formada pelos Estados do Piauí e Maranhão, ocupa uma área de 585.744 km², e representa cerca de 38% da região Nordeste. É uma região que apresenta elevado potencial para exploração agrícola sob regime irrigado, em razão de sua boa disponibilidade de solos e recursos hídricos em seus diferentes agroecossistemas. No Piauí, em termos de solos, predominam os Latossolos Vermelho-Amarelo e os Neossolos Quartzarênicos, que juntos ocupam aproximadamente 70% de sua área total e apresentam potencial de exploração agrícola sob irrigação, desde que seja utilizado capital e tecnologia. Quanto aos recursos hídricos, o Piauí apresenta elevada disponibilidade superficial e subterrânea. As águas superficiais estão quase totalmente inseridas na região hidrográfica do Parnaíba, com uma área total de 330.400 km².

Sistemas de irrigação em uso no Nordeste

Em toda a região Nordeste, podemos encontrar praticamente todos os sistemas de irrigação existentes, sendo a utilização de determinado sistema dependente da cultura, do solo e da disponibilidade hídrica.

O sistema de irrigação predominante nos perímetros já estabelecidos em Sergipe é o de aspersão; naqueles em implantação, a aspersão e a irrigação localizada serão utilizadas. O Distrito de Irrigação Platô de Neópolis se constitui em um polo de fruticultura irrigada, sendo plantado, principalmente, coco verde, citros e maracujá, utilizando sistemas de irrigação por gotejamento e microaspersão. Já no Perímetro Irri-

gado em Mandacarú, na Bahia, foi realizada, em 2014, a substituição dos sistemas de irrigação por superfície pela irrigação localizada e está previsto para 2015 o início dessa mesma troca nos Perímetros Irrigados de Curaçá, Tourão e Maniçoba, no mesmo estado, e Bebedouro, em Pernambuco (CODEVASF, 2012). No Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho, é predominante a presença de sistemas de irrigação localizada.

No caso do Rio Jaguaribe, a jusante do açude Castanhão, no Ceará, o maior percentual de área irrigada é representado pela irrigação por inundação, seguido pela microaspersão, aspersão, pivô-central, gotejamento, sulco e faixa (BARBOSA, 2005).

No Oeste Baiano e no Alto Paracatu-Urucaia, na RH do São Francisco, estão as maiores concentrações de irrigação por pivô-central (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015b).

Uso de água pela agricultura irrigada no Nordeste

A Agência Nacional de Águas (2015a) mostra, em uma análise mais detalhada, que na RH Atlântico Nordeste Ocidental, o uso urbano da água é preponderante em relação aos demais usos (48%). Quanto à criticidade quantitativa de água, 36% da extensão dos seus rios encontram-se em situação preocupante, crítica ou muito crítica e os outros 64% de trechos de rios analisados, em situação confortável ou excelente. Em relação a RH Parnaíba, a irrigação representa 73% da demanda hídrica, seguida pelo uso urbano (16%). A demanda para irrigação concentra-se na região de Tianguá e Ubajara, no Ceará e Coelho Neto, no Maranhão. Nas proximidades a esses municípios, assim como em grande parte do Baixo Parnaíba, observam-se bacias com criticidade quanto à disponibilidade hídrica. Por sua vez, a RH do Atlântico Nordeste Oriental, localizada quase que totalmente na região semiárida, tem um balanço quantitativo que mostra que 97,5% da extensão dos seus principais rios federais são classificados com situação muito crítica, crítica ou preocupante. Destaca-se a Bacia do Rio Jaguaribe, que tem quase a totalidade dos rios em situação crítica ou muito crítica. A RH São Francisco também engloba

considerável parte do Semiárido, com um predomínio das vazões de retirada para irrigação (77%), seguida pela demanda urbana (11%) e industrial (7%). A RH São Francisco apresenta algum tipo de criticidade em 43% da extensão de seus rios. A criticidade quantitativa é bastante observada na área incluída no Semiárido, nos afluentes da margem direita do São Francisco, como os rios Verde Grande, Paramirim, Guariba e Salitre, onde predominam os rios intermitentes de caráter temporário. Similarmente, a RH Atlântico Leste apresenta maior vazão de retirada para irrigação (47%), abastecimento urbano (31%) e industrial (10%). A localização dos principais trechos de rios com criticidade quantitativa coincide espacialmente, em sua maioria, com as regiões abrangidas pelo Semiárido e onde estão os rios intermitentes. Na Tabela 3, são apresentados outros dados sobre essas regiões hidrográficas do Nordeste.

Tabela 3. Disponibilidade hídrica, vazão e vazão de retirada das regiões hidrográficas do Nordeste do Brasil.

Região hidrográfica	Disponibilidade hídrica ⁽¹⁾	Vazão média ⁽²⁾	Vazão de retirada total ⁽²⁾
Atlântico Nordeste Ocidental	320,4	2.608	23,7
Parnaíba*	379	767	50,9
Atlântico Nordeste Oriental*	91,5	774	262
São Francisco	1.886	2.846	278
Atlântico Leste	305	1.484	112,3

⁽¹⁾ Média nacional 91.071 m³s⁻¹

⁽²⁾ Média nacional 179.516 m³s⁻¹

⁽³⁾ Média nacional 2.275,07 m³ s⁻¹

* Considerando a vazão regularizada pelos reservatórios da região hidrográfica.

Fonte: Agência Nacional de Águas (2015a).

No entanto, em relação à água utilizada pela agricultura, deve-se ressaltar que parte dela retorna à atmosfera por meio do processo de evapotranspiração, ou seja, pela evaporação da água presente nas camadas superficiais do solo e por meio da transpiração das plantas. Outra parte da água escoia superficialmente para as fontes de água e ainda há a parte

que infiltra no solo e drena para a recarga do lençol freático ou água subterrânea. Isso faz parte do chamado ciclo hidrológico.

É amplamente reconhecido o aumento no rendimento agrícola que a prática da irrigação pode proporcionar. Entretanto, há a necessidade de uma mudança, fazendo com que os investimentos futuros em irrigação permitam a manutenção da infraestrutura existente; a adaptação para produzir atenda às variações da demanda e às variações climáticas; sistemas de produção mais seguros sejam adotados, com menor produção de água contaminada e de menor custo; e as águas sejam reutilizadas (TURRAL et al., 2010). Assim, para as áreas irrigadas já existentes, o manejo da irrigação terá que ser efetivamente implementado, face aos conflitos existentes e potenciais entre os setores usuários de água. Deverá ser intensificado o questionamento quanto à inclusão de novas áreas irrigadas ou a manutenção, melhoria e adaptação das áreas irrigadas já existentes. Os investimentos em irrigação terão que ser economicamente racionais. Dessa forma, considerando a definição de produtividade de água na agricultura como sendo a relação entre qualquer benefício, econômico ou social, obtido por unidade de volume de água e por unidade de área (KINJE et al., 2003; MOLDEN, et al., 2003), maiores benefícios econômicos e sociais deverão ser obtidos pela agricultura irrigada.

A produtividade da água na agricultura pode ser avaliada com base em diversos parâmetros, e em escalas variadas. Na escala de uma cultura agrícola ou de uma propriedade rural, a produção agrícola pode ser mensurada levando-se em conta a água utilizada e o retorno econômico obtido. No Vale do Submédio São Francisco, a rentabilidade por metro cúbico de água utilizado para o cultivo irrigado da videira de mesa e da videira de vinho foi apresentada por Teixeira et al. (2007). Em uma escala maior, Maneta et al. (2009a) observaram maiores valores referentes à produtividade da água na bacia hidrográfica do rio São Francisco nas regiões de Barreiras, Bahia (clima subúmido e seco, com alta precipitação) e Petrolina/Juazeiro (clima semiárido, baixa precipitação). Ambas

as regiões são locais de investimentos intensivos dos setores público e privado em irrigação e culturas anuais e perenes. Índices como esses podem ser utilizados em diferentes áreas, permitindo a comparação entre elas. Ainda, a possibilidade de quantificação e análise espacial da incerteza de dados pode auxiliar a tomada de decisão de formuladores de políticas públicas.

Considerando a perspectiva de expansão da agricultura irrigada, são vislumbrados cenários futuros de importantes aumentos na demanda de água pelos usuários no Semiárido, apesar do aumento do valor obtido pelos produtos agrícolas e do aumento do emprego no meio rural, principalmente nas áreas irrigadas. Além disso, esse tipo de análise auxilia na identificação de áreas de risco de seca e na extensão do risco para a agricultura de sequeiro, ao mesmo tempo em que podem ser previstos a frequência e a extensão do não atendimento da necessidade de água para irrigação (MANETA et al., 2009b).

Mudanças climáticas: pressão adicional sobre os recursos hídricos?

A agricultura irrigada influencia diretamente na disponibilidade da água numa bacia hidrográfica, especialmente numa região em que essa atividade é intensiva. O conhecimento local sobre o assunto permitirá o desenvolvimento de políticas para reduzir impactos e vulnerabilidades. Perdas sociais, econômicas e ambientais causadas por planejamento deficiente e ausência de critérios de decisão para definir medidas de mitigação e adaptação tornariam incertos a equidade de acesso e a sustentabilidade do uso da água.

A demanda de água para agricultura, particularmente para irrigação, é considerada mais sensível à mudança climática que as demandas industrial e municipal. Há dois efeitos potenciais: uma mudança do clima em escala de parcela irrigada pode alterar a necessidade e época de irrigação e secas prolongadas podem levar ao aumento da demanda, mas

também, esta pode ser reduzida, se a precipitação e, conseqüentemente, a umidade do solo aumentarem (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2001).

Para culturas tropicais perenes em clima semiárido, pode ocorrer também um aumento no período de irrigação, decorrente basicamente de redução na precipitação, e não pelo encurtamento da estação fria. Quanto à extensão do período de cultivo (ciclo) em consequência das mudanças climáticas, pode-se assumir pequenas alterações nos trópicos e mudanças na precipitação, que, combinadas com elevação na demanda para evapotranspiração, indicam uma maior necessidade hídrica para irrigação no futuro (FISCHER et al.; 2007).

Na Bacia do Rio Jaguaribe, as mudanças climáticas, de fato, afetam a demanda de água para a agricultura irrigada, a qual depende de como a temperatura, a precipitação e as interações entre as duas variáveis irão se comportar. Adicionalmente, pode-se concluir que a agricultura irrigada dessa região pode tornar-se mais intensa em demanda de água, uma vez que o modelo de projeções climáticas utilizado previu aumento nas necessidades de água para irrigação, resultante da combinação de tendências de aumento na evapotranspiração e redução na precipitação, sem considerar o aumento das áreas irrigadas (GONDIM, 2009).

Salinização

Vários levantamentos realizados apresentam estimativas da extensão da área salinizada no Nordeste. Góes (1978) relatou que, aproximadamente, 25% das áreas irrigadas nos perímetros irrigados do Nordeste apresentam problemas de salinidade. Pereira et al. (1986) estimaram em mais de 9 milhões de hectares a área total ocupada pelos solos geneticamente salinos no Nordeste brasileiro. Em percentual de área, Macêdo (1988) cita alguns locais afetados por sais: Custódia, Pernambuco (97%); Ceraíma, Bahia (32%); São Gonçalo, Sumé e Cachoeira II, Paraíba (52%, 61% e 30%, respectivamente). No Perímetro Irrigado de São Gonçalo, Cordeiro et al. (1988) estimaram que 30% e 10% da área total eram so-

los sódicos e salino-sódicos, respectivamente. Suassuna e Audry (1993) descreveram que a percentagem de áreas irrigadas com problemas de salinização nessas regiões é de 32%, aproximadamente, podendo haver um aumento se não forem adotadas medidas preventivas. Aguiar Netto et al. (2006) apontam problemas de salinização nos Perímetros Irrigados de Bebedouro e Nilo Coelho (Pernambuco), Tourão (Bahia), Morada Nova e Curu-Paraipaba (Ceará) e Jabiberi (Sergipe). Em relação a esse último, os autores constataram que 76,5% dos lotes estudados apresentam-se salino-sodificados e 46,6% com problemas de compactação.

Para tornar um solo salino e (ou) sódico viável para a agricultura, é necessária a sua recuperação por meio da lixiviação do excesso de sais do solo. Práticas como a aplicação de lâmina adicional de irrigação, instalação de sistemas de drenagem e uso de culturas mais tolerantes à salinidade do solo são recomendadas. Deve-se sempre considerar que o tempo para recuperação de uma área salinizada será longo e seu custo será muito maior que o custo para evitar a salinização.

A ascensão capilar do lençol freático altamente salino no período seco é uma das principais causas constatadas no Perímetro Irrigado Vaza-Barris, em Cocorobó, Bahia, uma vez que os sais presentes na água de irrigação complementam os sais presentes no solo. Um período mínimo de três anos é estimado para a recuperação do capital investido na correção desses solos salinizados. A recuperação de um solo salino-sódico ou sódico é muito mais demorada e custosa (SALAZAR et al., 1988).

Utilização de água subterrâneas

As águas subterrâneas da Bacia do São Francisco têm sido muito utilizadas, embora pouco estudadas. Nas áreas de rochas metamórficas e ígneas, os aquíferos são fraturados e, na parte do Semiárido, estão recobertos por delgado manto de intemperismo de 1 m a 5 m de espessura, cuja produtividade de seus poços é, em média, $2 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$, com profundidade média de 50 m. Na parte de clima mais úmido da Bacia do São Francisco, esse manto é mais espesso e varia entre 10 m e 100 m, com os

poços apresentando, em média, 85 m de profundidade e vazão média de $8 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$. O número de poços abandonados e desativados é elevado, sendo frequentes as ocorrências de águas salgadas. Na bacia, ocorrem ainda rochas calcárias, que pertencem ao sistema aquífero cárstico-fissural Bambuí. Os poços apresentam vazão média de $14 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, profundidade média de 85 m e são muito explorados. Na região do Médio do Vale São Francisco, ocorre o sistema aquífero poroso Urucuaia-Areado, cuja água é utilizada para abastecimento humano e irrigação, com poços de profundidade média de 90 m e vazão média de $10 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ (PROGRAMA..., 2004).

Em Sergipe, a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) contabilizou cerca de 3.900 poços tubulares, dos quais cerca de 1.800 encontravam-se em funcionamento. Resende et al. (2009) observaram os valores de vazão de 1.040 poços, os quais apresentaram uma vazão média de $6,6 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$, com mediana de $4,15 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$ (Figura 4, esquerda). As regiões de Sergipe com maiores vazões exploradas situaram-se principalmente em zonas de aquíferos granulares em direção ao litoral das bacias do Rio São Francisco, Japaratuba e Sergipe, e o maior número de poços (mais que 90%) exploram vazões inferiores a $15 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$. No Piauí (Figura 4, direita), o CPRM catalogou cerca de 25 mil poços, dos quais 15 mil estão em operação, com vazão mínima de $36 \text{ m}^3\text{h}^{-1}$. Quanto ao uso atual, estima-se que 50% dos poços sejam utilizados para consumo humano e animal e os 50% restantes para atividades agrícolas (irrigação). Na Bacia do Parnaíba, a água subterrânea é extremamente abundante, com qualidade para irrigação e abastecimento humano (ANDRADE JÚNIOR et al., 2006).

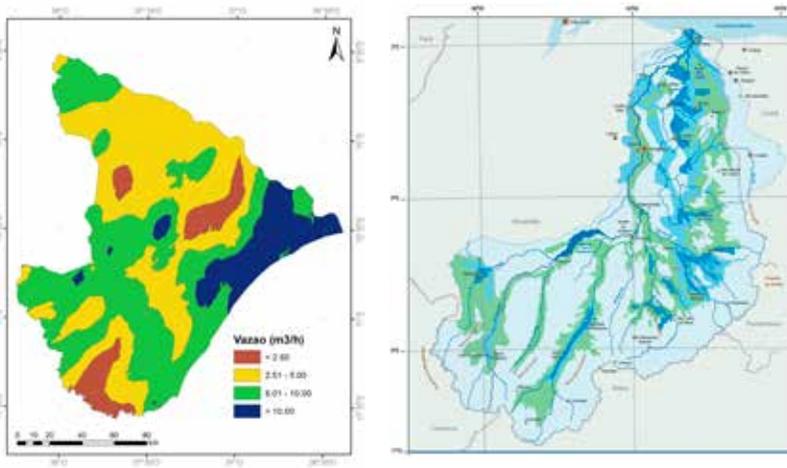


Figura 4. Vazão de poços em Sergipe e potencial hídrico subterrâneo no Piauí.

Fontes: Resende et al. (2009) e CODEVASF (2006)

Capacitação do irrigante

No contexto da irrigação pública no Brasil, o status social (número de pessoas na família, critério de pobreza, entre outros) prevaleceu como critério na seleção dos beneficiários para maior parte dos perímetros irrigados, sem se preocupar com o nível de escolaridade (normalmente baixo), e a capacidade empreendedora do candidato a pequeno produtor irrigante (denominados de colonos), os quais não tinham qualquer histórico e (ou) experiência de produção em área irrigada. Isso resultou em uma realidade de qualificação mínima destes em aspectos básicos do cultivo agrícola irrigado, incluindo o manejo da irrigação. A elevada rotatividade de irrigantes nos perímetros ou a desistência em continuar na atividade agrícola irrigada resulta em um baixo nível de apropriação de conhecimento disseminado por meio de empresas de assistência técnica e extensão rural.

A adoção desse modelo trouxe inúmeras consequências danosas à agricultura irrigada. A principal delas é o total desconhecimento por parte

dos irrigantes dos sistemas de produção das principais culturas agrícolas em condição irrigada, já que sua experiência anterior era unicamente de agricultura de sequeiro ou dependente de chuva.

No entanto, deve ser ressaltado que existem inúmeros casos de sucesso em perímetros irrigados públicos e provados. Ao longo dos anos, a importância da capacitação tornou-se inquestionável e tanto instituições e órgãos públicos como o setor privado têm realizado inúmeras atividades, inclusive em parcerias, para a disseminação do conhecimento adquirido ao longo dos anos.

Manejo de irrigação e eficiência de irrigação em nível de parcela

Segundo o Plano Nacional de Recursos Hídricos, 69% da água no Brasil têm utilização na agricultura irrigada, com eficiência média de 64%, ou seja, 36% da água derivada para a irrigação no País constituem-se em perdas por condução e por distribuição nas infraestruturas hidráulicas, provocando um grande desperdício no uso da água pela agricultura. Apesar das novas tecnologias, modernos equipamentos e técnicos especializados, o Brasil tem avançado lentamente nas questões do manejo da irrigação e do uso racional da água (BRASIL, 2006).

Na década de 1980, nos perímetros irrigados do Submédio São Francisco, trabalhos de pesquisas demonstraram um uso pouco racional de água de irrigação pelos produtores, originando a formação de lençol freático que se aproximava da superfície do solo. Na área do Perímetro Irrigado de Bebedouro, observou-se uma eficiência de irrigação de apenas 25%. Porém, com o incremento da área cultivada com fruteiras, os sistemas de irrigação por sulcos, por aspersão convencional e por pivô-central foram substituídos pelos sistemas de irrigação por microaspersão e gotejamento, o que fez com que a pesquisa fosse direcionada para tais sistemas.

O conhecimento das necessidades hídricas das espécies irrigadas, estimadas pelo coeficiente de cultivo (k_c) e evapotranspiração de referência (E_{To}), por meios de técnicas como lisimetria de pesagem, balanço

de água no solo e balanço de radiação, nas condições edafoclimáticas locais, é de fundamental importância para um manejo racional de água no âmbito de parcela ou campo, assim como as culturas que são irrigadas, épocas de plantio e métodos de irrigação utilizados. Consequentemente, em uma escala maior, tais informações subsidiam o planejamento e uso dos recursos hídricos na agricultura irrigada em um perímetro ou bacia hidrográfica. Zoneamentos climáticos em uma escala mais detalhada para as culturas agrícolas de interesse para a região Nordeste também são importantes ferramentas de planejamento e gestão de recursos hídricos. Nesse contexto, Bassoi et al. (2010) relataram trabalhos nos quais foram determinados parâmetros para o manejo de irrigação em diversas culturas no Semiárido.

No Distrito de Irrigação Morada Nova, Ceará, em solos de textura argilo-siltosa, a avaliação da eficiência de aplicação de água de irrigação situou-se em torno de 77%, ao passo que, em solos de textura areia-franca, a eficiência não superou 38%. Dessa forma, estudos básicos de classificação morfogenética em escala mais detalhada dos solos, zoneamentos e maior cobertura de monitoramento climático por estações meteorológicas mostram-se inadiáveis (COLARES, 2004; COSTA; SOUZA, 2006). No Distrito de Irrigação Jaguaribe-Apodi, em Limoeiro do Norte, Ceará, a avaliação da eficiência de aplicação em parcelas de 0,5 ha a 6,0 ha, identificou a presença de parcelas irrigadas com déficit e outras com eficiências de aplicação de 7,9% a 79,5% para microaspersão, de 35,6% a 93,0% para gotejamento e de 68,8% a 74,7% para pivô-central. Diante da variabilidade de desempenho no campo observada, pode-se deduzir que a capacitação dos irrigantes para uso da água com vistas a elevar a eficiência de aplicação e armazenamento e possibilitar a disponibilidade para outros usuários é de vital importância (NUNES, 2006).

Eficiência de uso de água em perímetros irrigados

Resende (2004) e Cruz et al. (2010) estimaram a eficiência de uso da água em escala de perímetro, definida como a relação entre a demanda

evapotranspirativa e a oferta de água via irrigação no ciclo de cultivo, no Perímetro Irrigado Califórnia, em que se aplica a tarifação por área irrigada. Esses autores obtiveram valores de 40% e 55%, respectivamente. Na escala de parcela, no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis, em que é praticada a tarifação volumétrica da água, Resende et al. (2006) observaram comportamento contrário, com oferta de água de irrigação menor que a demanda hídrica da cultura do coqueiro, o que resultou em um déficit hídrico médio de 50% no período do estudo (outubro a abril – período seco na região). Para os dois casos, porém, praticamente não há utilização de qualquer estratégia de manejo de irrigação, mesmo aquelas mais simples de serem operacionalizadas.

Se, por um lado, as excessivas lâminas de irrigação aplicadas nos perímetros irrigados redundam em prejuízos ambientais pelo uso ineficiente do recurso água e em prejuízos diretos ao produtor (lixiviação de nutrientes, condição anaeróbica temporária para os cultivos, microclima favorável à proliferação de doenças, perda de eficiência dos tratamentos fitossanitários, entre outros), por outro lado, essa ineficiência de manejo se constitui em um dos fatores que tem contribuído para que o processo de salinização dos solos não se manifeste de forma intensa, em função de que o excesso de aplicação de água faz com que a lâmina de lixiviação seja naturalmente e exageradamente aplicada. Mesmo no Perímetro Califórnia, que apresenta a maior probabilidade da ocorrência de acúmulo de sais, trabalhos conduzidos por Resende et al. (2010) mostraram que por uma combinação de fatores de solo e lâmina de irrigação aplicada, o processo de acumulação de sais está restrito às áreas próximas aos talwegues em que ocorrem impedimentos físicos à drenagem natural.

Cobrança pelo uso da água

Existem inúmeros métodos consagrados que podem ser adotados para realizar o manejo de irrigação de uma cultura, desde os mais simples, baseados no monitoramento da umidade do solo ou uso de informações das estações agrometeorológicas, até os mais sofisticados, baseados na

medida da quantidade de água na planta. Entretanto, a adoção efetiva desses métodos por parte dos irrigantes é muito pequena. As razões para esse comportamento são inúmeras, desde a falta de conhecimento, em razão da inexistência de assistência técnica especializada, até o custo de aquisição dos equipamentos necessários.

No entanto, o principal entrave é o aspecto financeiro, notadamente, relacionado a forma de tarifação da água de irrigação. Em nossas áreas irrigadas, não há cobrança pelo uso do insumo água. As tarifas atualmente cobradas aos irrigantes baseiam-se, na maioria dos casos, em custos de administração e de energia elétrica envolvidos no transporte e na distribuição de água aos irrigantes, sendo sua cobrança efetuada com base na área irrigada. Esse modo de tarifação não promove a busca pelo uso eficiente, como ocorre na tarifação com base no volume consumido, e desencoraja os irrigantes a adotarem práticas que venha a racionalizar a aplicação de água às culturas.

Limitações ao desenvolvimento da agricultura irrigada no Nordeste do Brasil

Heinze (2002) apontou diversos aspectos limitantes ao desenvolvimento da agricultura irrigada no Nordeste:

- Ausência de ação coordenada e estruturada entre as obras de irrigação (canais, adutoras, barragens, estruturas de captação, etc.) e a estrutura de produção (capacitação de mão de obra, caracterização de mercado, caracterização tecnológica, etc.). Uma maior ênfase tem sido dada nos projetos e nos sistemas de engenharia.
- Falta de política de crédito rural para custeio voltada ao atendimento das condições de agricultura irrigada, permitindo que a atividade se desenvolva durante todo o ano, já que ela tem um custo diferenciado de agricultura dependente de chuva, além de permitir cultivo em épocas não tradicionais em condições de sequeiro.

- Ausência de ação mais intensa de pesquisa, notadamente voltada para a busca de alternativas de espécies e cultivares adaptadas, além de tecnologia de manejo com base nas relações água-solo-planta-atmosfera para as várias condições regionais. A tecnologia de produção irrigada é adaptada da agricultura de outros países e ou de regiões diferentes daquelas em que se desenvolve a irrigação.
- Inexistência de um programa estruturado, voltado para o mercado externo, principalmente para frutas tropicais, priorizando área e produto, marketing e promoção de sua qualidade; conhecimento das exigências dos diferentes mercados quanto aos aspectos de fitossanidade e resíduos químicos; estudos e definições de “áreas livres”; preparação do pessoal técnico; e organização de empresas para controle da qualidade para atendimento a diferentes tipos de mercado.
- Ausência de programa para aproveitamento do potencial de mercado interno de frutas e olerícolas. Um programa estruturado, que priorize área, produtos, preparação tecnológica quanto aos aspectos de fitossanidade e resíduos químicos, entre outros.
- Falta de continuidade das políticas de irrigação, com planejamento, em longo prazo, para o desenvolvimento do setor.
- Atraso no cronograma de execução das obras, que provocam atraso no assentamento dos irrigantes e no processo de produção.
- Falta de capacidade gerencial à maioria das organizações de produtores nos perímetros irrigados.

Outra limitação a ser mencionada é a relacionada à drenagem, sendo oportuno mencionar os problemas por falta de diagnóstico prévio ou falho de solos salinos ou execução de perímetros irrigados sem um sistema de drenagem instalado, o que pode inviabilizar considerável área a ser irrigada.

Desafios

Com base no estado da arte da agricultura irrigada no Nordeste anteriormente descrito, são identificados alguns desafios para a agricultura irrigada nesta região:

- Melhoria da estrutura de comercialização, principalmente para o pequeno produtor.
- Redução de custos de produção na agricultura irrigada.
- Diversificação de culturas a serem irrigadas e comercializadas, aumentando a gama de oportunidades tanto no mercado nacional como no mercado internacional.
- Sustentabilidade econômica da irrigação de pastagens, como meio de aumentar a oferta de carne e leite.
- A possibilidade de aumento do uso de recursos hídricos em razão das mudanças climáticas mostra a importância do conhecimento sobre cenários futuros para uma definição de estratégias de manejo de água para a agricultura irrigada, em diversas escalas. Tais cenários devem ser integrados com outros setores usuários de água.
- Minimização dos riscos de salinização por meio de aumento de área com sistema de drenagem e uso de técnicas adequadas de manejo de irrigação.
- Recuperação de áreas degradadas: o manejo para a recuperação de solos salinizados pode contar, também, com as plantas halófitas (“dessalinizadoras”), eficientes na acumulação de sais, incluindo o sódio. A erva-sal (*Atriplex nummularia*) consegue extrair cerca de 1.140 kg de sal por hectare por ano (PORTO et al., 1999).
- Permanente vigilância epidemiológica: áreas irrigadas podem disseminar doenças aos seres humanos, como a esquistossomose (COUTINHO et al., 1992).

- Capacitação do irrigante: o que se deseja nas áreas irrigadas é o máximo retorno econômico por unidade de água aplicada. Porém, o alcance desse objetivo passa necessariamente pela capacitação dos irrigantes, por meio de difusão e transferência de tecnologia, e assistência técnica especializada e constante. A capacitação dos irrigantes, dotando-o de informação tecnológica e habilidade para gerenciamento do uso da água na parcela e adequação dos sistemas de irrigação, poderá desempenhar importante papel na prevenção de escassez de água.
- Aumento da eficiência de uso de água no nível de parcela, por meio de técnicas de manejo de irrigação e automação de sistemas de irrigação.
- Utilização de águas subterrâneas: estabelecimento de pequenas hortas comunitárias deve ser viabilizado com uso de água de poços com vazão elevada e em comunidades com maior nível de agregação e organização.
- Tarifação pelo volume de água utilizado na irrigação: o bom irrigante pode ser recompensado caso haja a cobrança baseado no volume de água utilizado, na medida em que a busca por melhorias no sistema e no manejo da irrigação aumente a eficiência de uso da água.
- Realização de análises estatísticas atualizadas sobre a agricultura irrigada (área, culturas, sistemas de irrigação, eficiência), como forma de auxiliar o planejamento e a execução de políticas públicas voltadas à agricultura irrigada.
- Continuidade das parcerias entre os setores público e privado para o desenvolvimento da agricultura irrigada.
- Reuso de água na agricultura.
- Detalhamento das escalas de mapeamento solo, para melhoria no estabelecimento de novas áreas e no monitoramento das áreas

irrigadas já em operação. Aproximadamente 40% dos solos do Semiárido têm limitação de drenagem, e 47% têm alta permeabilidade (AMARAL, 2011).

- Monitoramento da umidade do solo: solos irrigados por vários anos e durante todo o ano, como é o caso de áreas irrigadas no Semiárido, podem apresentar elevada umidade nas camadas mais profundas dos solos, inclusive em razão da presença de camadas subsuperficiais adensadas. Espécies com sistemas radiculares profundos (1 m), com tolerância à seca e a adoção da irrigação com déficit, pode propiciar aumento de eficiência de água (BAS-SOI et al., 2014).
- Desenvolvimento do uso de fontes de energia alternativas (eólica, solar), para uso em pequenas propriedades rurais.
- Sustentabilidade da agricultura irrigada: a manutenção ou o aumento da produção da agricultura irrigada com base no aumento de área não é a solução, pois isso pode levar à modificação no uso da terra, ao aumento dos riscos de degradação de recursos naturais, quer seja por contaminação ou redução da disponibilidade deles, e ao aumento do consumo de energia.
- Promover a percepção pelo produtor irrigante sobre os usos múltiplos de recursos hídricos: o aumento no consumo de água por um setor usuário pode implicar na falta do recurso para outro setor, com consequências para a sociedade civil.
- Períodos de seca, como o observado no triênio 2012 a 2014, com tempos de retorno superiores a 100 anos em 2012 e 2013, o que levou à situação extremamente crítica no Semiárido. As chuvas retornaram em 2014 a uma frequência normal, mas abaixo da média na porção norte da região, em que, na maior parte das estações, o ano foi classificado como seco ou muito seco. Setores usuários de água que dependem do seu armazenamento para se

viabilizarem operacionalmente, como a irrigação, pela falta de chuvas e pelo menor volume de água armazenado nos reservatórios (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015c). Essa situação persiste até os dias atuais (2016).

Oportunidades

Ao mesmo tempo em que desafios são vislumbrados para a agricultura irrigada no Nordeste, podem surgir oportunidades que ajudem o desenvolvimento dessa atividade. Algumas dessas podem ser:

- Planejamento detalhado do aumento de áreas irrigadas, caso necessário.
- Análise da produtividade da água na agricultura: como a região Nordeste do Brasil é marcada por disparidades socioeconômicas e vulnerabilidades ambientais, a elevação do valor produzido dos produtos agrícolas ou o bem-estar obtido por unidade de volume de água se torna importante. São necessárias análises em maiores escalas sobre como aperfeiçoar e harmonizar o consumo de água pelos vários setores usuários (agricultura, geração de energia, uso doméstico, uso industrial, mineração, navegação, etc...), o que pode auxiliar o gerenciamento hídrico. Melhorando-se a produtividade física (biomassa) da água, reduz-se a quantidade adicional na agricultura, deixando-se mais água disponível para outros usuários.
- Utilização de técnicas com aplicação em grandes escalas, como sensoriamento remoto e modelagem, juntamente com dados meteorológicos obtidos em uma menor escala (parcela), pode melhorar o manejo de água em áreas irrigadas e gerenciamento de recursos hídricos e permitir o acompanhamento do impacto causado pelas atividades da agricultura irrigada sobre as condições ambientais. Para esse conhecimento, são muito importantes as medições e modelagens de variáveis de interesse em escalas

pontuais e regionais. Análises de desempenhos de perímetros irrigados também auxiliam no gerenciamento hídrico em maiores escalas e na tomada de decisões para o aperfeiçoamento da distribuição e uso de água.

- Utilização de pequenos reservatórios para a prática de irrigação, construídos mediante estudo criterioso sobre o local e volume de água a ser armazenado.
- Balanço de gases de efeito estufa (gás carbônico, metano e óxido nitroso) na agricultura irrigada (emissões versus sequestro). Essa informação é fundamental para a elaboração de inventários de emissões mais precisos e adequados às nossas condições locais de agricultura irrigada. A literatura atual é muito carente de estudos nessa linha de pesquisa.
- Produção de sementes: o Cerrado ocupa uma área de 11,5 milhões de hectares, na mesorregião Sudoeste do Piauí, onde são cultivados soja, milho, arroz e algodão. Praticamente toda a semente utilizada é proveniente da região Centro-Oeste do País.
- Agricultura orgânica: essa é uma oportunidade que já vem sendo explorada, com muito êxito, por exemplo, no Distrito de Irrigação dos Tabuleiros Litorâneos.
- Irrigação de culturas consorciadas: a produção agrícola de alimentos básicos é, em grande parte, oriunda de pequenas propriedades agrícolas. Por isso, é importante a introdução de técnicas de baixo custo, objetivando o aumento do rendimento.
- Utilização de cultivares mais resistentes à seca, obtidas em programas de melhoramento genético vegetal.
- Adoção de estratégias de irrigação com deficit, como forma de diminuir a lâmina de água aplicada às culturas e aumentar a eficiência de uso de água (BASSOI et al., 2011; BASSOI et al., 2015).

- Adoção de técnicas de agricultura de precisão no gerenciamento de sistemas agrícolas irrigados, como forma de realizar o manejo diferenciado da irrigação, em que zonas de manejo (subáreas), mais e menos úmidas, recebam respectivamente menor e maior lâmina de irrigação (NASCIMENTO et al., 2014).
- Trabalho de conscientização para valorização do recurso hídrico como bem público finito e para necessidade de um uso mais racional e sustentável da água, para que se tenha maior garantia da oferta hídrica para os usos múltiplos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015c).

Considerações Finais

O Nordeste do Brasil apresenta variabilidade quanto à vegetação, ao bioma, ao solo, ao clima e à disponibilidade hídrica, que torna a atividade da agricultura irrigada complexa e específica para a cada condição local. Juntamente com as disparidades socioeconômicas presentes na região, a espécie vegetal cultivada, o sistema de irrigação utilizado e o manejo de irrigação adotado influenciam a agricultura irrigada, que, por sua vez, tem implicações no risco de degradação do meio ambiente, na geração de produtos, na criação de complexos agroindustriais e no desenvolvimento local e regional.

Os desafios e oportunidades para a agricultura irrigada no Nordeste apresentados nesse texto são sugestões para que todos os atores envolvidos nessa atividade (formuladores de políticas públicas, agências de regulamentação, agências de desenvolvimento, produtores e empresas agrícolas, prestadores de serviços técnicos, instituição de ensino e pesquisa, setores usuários de recursos hídricos) possam discutí-las e contribuir para a sua sustentabilidade.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília, 2007. 123 p. (Caderno de recursos hídricos, 2). Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/estudos/sprtew/2/pdf/volume_2_ANA.pdf>. Acesso em: 30 mai. 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: regiões hidrográficas brasileiras**. Edição Especial. Brasília, 2015a. 163 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe 2015**. Brasília, 2015b. 88 p.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: encarte especial sobre a crise hídrica**. Brasília, 2015c. 30p.
- AGUIAR NETTO, A. de O.; MACHADO, R.; VASCONCELOS, B. Diagnóstico do processo de salino-sodificação no perímetro irrigado Jabiberi-SE. **Irriga**, Botucatu, v. 11, n. 4, p. 448-459, 2006.
- AMARAL, F. C. S. do. **Sistema brasileiro de classificação e terras para irrigação: enfoque na região semiárida**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 164 p.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SILVA, E. F. F.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; LEAL, C. M. Uso e qualidade da água subterrânea para irrigação no Semi-Árido piauiense. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 4, p. 873-880, 2006.
- BARBOSA, F. C. **Estimativa das necessidades de irrigação e avaliação do impacto da cobrança pelo uso de recursos hídricos na bacia do Baixo Jaguaribe - CE**. 2005. 148 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- BASSOI, L. H. Monitoring soil water in irrigated soils of the Brazilian semi-arid region: an opportunity to improve water use. In: TEIXEIRA, W. G.; CEDDIA, M. B.; OTTONI, M. V.; DONNAGEMMA, G. K. (Ed.). **Application of Soil Physics in Environmental Analyses**. Cham: Springer International Publishing, 2014. p. 223-236.
- BASSOI, L. H.; GONÇALVES, S. O.; SANTOS, A. R. L dos; SILVA, J. A.; LIMA, A. C. M. Influência de manejo de irrigação sobre aspectos de ecofisiologia e produção da vidiera cv. Syrah. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 4, p. 395-402, 2011.

BASSOI, L. H.; CORREIA, J. S.; SANTOS, A. R. L dos; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S. Irrigação com deficit em videira de vinho cv. Syrah em dois ciclos de produção no Semiárido. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 430-431, 2015.

BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. de C.; BRAGA, M. B.; SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; PINTO, J. M. Uso da água em agricultura irrigada no Semiárido Brasileiro. In: SÁ, I. B.; SILVA, P. C. G. da (Ed.). **Semiárido Brasileiro: Pesquisa, Desenvolvimento, Inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 353-372.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília, 2005. 33 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Plano Nacional de Recursos Hídricos: panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil: Volume 1**. Brasília: MMA, 2006. 281p.

COLARES, D. S. **Análise técnico-econômica do cultivo de arroz irrigado no Perímetro Irrigado Morada Nova, Ceará**. 2004. 58 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E IRRIGAÇÃO DE SERGIPE. **Históricos dos perímetros**: características geofísicas e demográficas. Disponível em: <<http://www.cohidro.se.gov.br/modules/tinyd0/index.php?id=14>>. Acesso em: 29 mai. 2016.

CODEVASF. **Plano de ação para o desenvolvimento integrado da Bacia do Parnaíba, PLANAP**: atlas da Bacia do Parnaíba. Brasília, DF: TDA Desenho & Arte, 2006. 126 p.

CODEVASF. **Pólos de Desenvolvimento**. 2012. Disponível em <<http://www.codevasf.gov.br/principal/perimetros-irrigados/polos-de-desenvolvimento-1>>. Acesso em: 18 fev. 2015.

CORDEIRO, G. G.; BARRETO, A. N.; CARVAJAL, A. C. N. **Levantamento das condições de salinidade e sodicidade do projeto de irrigação São Gonçalo (2ª Parte)**. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1988. 56 p. (Embrapa CPATSA. Documentos, 54).

COSTA, R. N. T; SOUZA, F. de. Irrigação por superfície In: ROSA, M. de F; GONDIM, R.S.; FIGUEIRÊDO, M.C.B. (Ed.) **Gestão sustentável no Baixo Jaguaribe, Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. p. 261- 288.

COUTINHO, A. D.; SILVA, M. L.; GONÇALVES, J. F. Estudo epidemiológico da Esquitossomose Mansônica em área de irrigação do Nordeste Brasileiro. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p.302-310, 1992.

CRUZ, M. A. S.; RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A.; BASSOI, L. H.; SILVA FILHO, J. G.. **Aplicação do modelo LAWS na avaliação da oferta e demanda de água no Perímetro Irrigado Califórnia em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado Técnico, 108).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Recursos hídricos**: sala de situação. Disponível em: <<http://www.dnocs.gov.br/php/salassituacao/>>. Acesso em: 29 mai. 2015.

FIGUEIREDO, M. C. B.; ROSA, M. de F, GONDIM, R. S., SABOIA, L. de F. Gestão da demanda hídrica em municípios do médio e baixo Jaguaribe. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 7., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FGV/FAPESP/USP, 2003.

FISCHER, G.; TUBIELLO, F. N.; VELTHUIZEN, H. V.; WIBERG, D. A. Climate change impacts on irrigation water requirements: effects of mitigation, 1990-2008. **Technological Forecasting & Social Change**, Amsterdam, v. 74, n. 7, p. 1083 -1107, 2007.

GOES, E. S. de O. O problema da salinidade e drenagem em projetos de irrigação do Nordeste e ação de pesquisa, com vistas ao seu equacionamento. In: REUNIÃO SOBRE SALINIDADE EM ÁREAS IRRIGADAS, Fortaleza, 1978. **Anais...** Recife: SUDENE/DNOCS, 1978. p.1-34.

GOMES, A. **O pólo fruticultor Açu/Mossoró (RN)**. 2003. Disponível em <http://www.fundaj.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1970%3Ao-polo-fruticultor-acumossoro-rn-&catid=58&Itemid=414>. Acesso em: 17 fev. 2015.

GONDIM, R. S. **Mudanças climáticas e impactos na demanda de água para irrigação na bacia do Jaguaribe**. 2009. 209 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

HEINZE, B. C. L. B. **A importância da agricultura irrigada para a região nordeste do Brasil**. 2002. 59 f. Monografia (MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada) – Ecobusiness School, Fundação Getúlio Vargas, Brasília.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 777 p.

IBGE. **Área Territorial Brasileira**. 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 19 fev. 2015.

IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil: primeira aproximação. 2004a. Disponível em**: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/biomas.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2015.

- IBGE. **Mapa de Clima do Brasil**. 1978. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2015.
- IBGE. **Mapa de Vegetação do Brasil**. 2004b. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/vegetacao.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2015.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2001: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge: University Press, U. K., 2001. 217 p.
- KINJE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. Improving water productivity in Agriculture: editor's overview. In: KINJE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement**. Wallingford: CABI, 2003. p. xi-xiv.
- MACÊDO, L. de S. **Salinidade em áreas irrigadas**. João Pessoa: Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, 1988. 11 p. (Comunicado Técnico, 38).
- MANETA, M. P.; SINGH, P. N.; TORRES, M.; WALLENDER, W. W.; VOSTI, S. A.; RODRIGUES, L. N.; BASSOI, L. H.; YOUNG, J. A. A parsimonious crop-water productivity index: an application to Brazil. **Area**, London, v. 41, n. 1, p. 94-106, 2009a.
- MANETA, M.; TORRES, M.; VOSTI, S. A.; WALLENDER, W. W.; ALLEN, S.; BASSOI, L. H.; BENNET, L.; HOWITT, R.; RODRIGUES, L.; YOUNG, J. Assessing agriculture-water links at the basin scale: hydrologic and economic models of the São Francisco River Basin, Brazil. **Water International**, London, v. 34, n. 1, p. 88 -103, 2009b.
- MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F. do; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da. **Solos do Nordeste**. Recife: Embrapa Solos, 2014. 8p.
- MOLDEN, D.; MURRAY-RUST, H.; SAKTHIVADIVEL, R.; MAKIN, I. A water productivity framework for understanding and action. In: KINJE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Ed.). **Water productivity in agriculture: limits and opportunities for improvement**. Wallingford: CABI, 2003. p. 1-18.
- NASCIMENTO, P. S.; BASSOI, L. H.; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S. Zonas homogêneas de atributos do solo para o manejo de irrigação em pomar de videira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 1101-1113, 2014.
- NUNES, A. B. de A. **Avaliação ex-post da sustentabilidade hídrica e da conservação ambiental de perímetros irrigados implantados – o caso do Perímetro Irrigado Jaguaribe-Apodi (DIJA)**. 2006. 176 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PEREIRA, J. R.; VALDIVIESO, C. R.; CORDEIRO, G. C. Recuperação de solos afetados por sódio através do uso de gesso. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE FOSFOGESSO NA AGRICULTURA, 1985, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa/DDT, 1986. p. 85 - 105.

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; ARAÚJO, O. J.; SILVA JUNIOR, L. G. de A. Aproveitamento dos rejeitos da dessalinização. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO, 1997, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido: IRPAA: IRCSA, 1999. p. 51-57.

POSSÍDIO, E. L. **Petrolina – Um sertão verde**. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1997. 6 p. (Embrapa CPATSA. Documentos, 86).

PROGRAMA DE AÇÕES ESTRATÉGICAS PARA O GERENCIAMENTO INTEGRADO DA BACIA DO RIO SÃO FRANCISCO E DA SUA ZONA COSTEIRA; AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FUNDO PARA O MEIO AMBIENTE MUNDIAL; PNUMA; OEA. **São Francisco**: relatório final. Brasília: TODA Desenho & Arte, 2004. 336 p.

RESENDE, R. S. **Balanço hídrico anual dos Perímetros Irrigados Califórnia e Ribeira, no estado de Sergipe**: relatório técnico. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 39 p.

RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A.; CRUZ, M. A. S. **Definição de estratégias para o uso eficiente da água e caracterização da irrigação no Perímetro Irrigado Califórnia, no Baixo São Francisco**: relatório técnico. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2010. 40 p.

RESENDE, R. S.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A. **Atlas de qualidade das águas subterrâneas no Estado de Sergipe com fins de irrigação**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 46 p.

RESENDE, R. S.; AMORIM, J. R. A.; FONTES, H. R. Manejo da água na produção integrada de coco anão no Distrito de Irrigação Platô de Neópolis- SE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 35., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBEA, 2006. 1 CD ROM

SALAZAR, C. R. V.; FELIX, S. G.; CORDEIRO, G. G. **Avaliação econômica da recuperação de solos salinos no perímetro irrigado de Vaza-Barris – Cocorobó, BA**. Petrolina: Embrapa CPATSA, 1988. 16 p. (Embrapa CPATSA Documentos, 48).

SILVA, F. B. R.; SANTOS, J. C. P. dos; SOUZA NETO, N. C. de; SILVA, A. B. da; RICHE, G. R.; TONNEAU, J. P.; CORREIA, R. C.; BRITO, L. T. de L.; SILVA, F. H. B.

B. da; SOUZA, L. de G. M. C.; SILVA, C. P. da; LEITE, A. P.; OLIVEIRA NETO, M. B. de. **Zoneamento agroecológico do Nordeste do Brasil**: diagnóstico e prognóstico. Recife: Embrapa Solos-Escritório Regional de Pesquisa e Desenvolvimento Nordeste; Petrolina: Embrapa Semi-Arido, 2000. 1 CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 14).

SUASSUNA, J.; AUDRY, P. Estatísticas de salinidade das águas de irrigação do Nordeste Semi-árido Brasileiro. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 45., 1993, Recife. **Anais...** Recife: SBPC, 1993. p. 53-72.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; BASSOI, L. H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity in the São Francisco River Basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 94, n. 1-3, p. 31-42, 2007.

TURRAL, H.; SVENDSEN, M.; FAURES, J. M. Investing in irrigation: reviewing the past and looking to the future. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 97, n. 4, p. 551-560, 2010.

Capítulo

4

El Regadío en España: buenas prácticas y lecciones aprendidas

José María Tarjuelo Martín-Benito
Ángel Martínez Romero

El Sector Agrario y su Papel en el Desarrollo Sostenible

La agricultura actual, principalmente en los países desarrollados y especialmente en la Europa comunitaria, ha ido evolucionando desde sus postulados tradicionales, de modo que se ofrece una visión del sector agrario donde destacan su función social, de defensa y protección del medio ambiente, y no solo una orientación productiva, suministradora de alimentos, seguros y de calidad, al resto de la sociedad. Es generalmente admitida la necesidad de mantener un número de habitantes suficiente en las zonas rurales, como elemento imprescindible para la vertebración del territorio y un desarrollo armónico y realmente sostenible, constituyendo la única forma de preservar el medio ambiente, el paisaje, la cultura rural, etc. A este objetivo se debe llegar de modo integrado, a través de diferentes actuaciones coordinadas en programas de desarrollo rural (turismo, fomento de la industria y artesanía, etc.), pero dentro de las cuales la actividad agraria, tradicional de estas zonas, debe ser una actividad económica fundamental, sino la principal. Dentro de la actividad agraria, la agricultura de regadío es prioritaria en muchas zonas del mundo, permitiendo un nivel de actividad importante para el desarrollo y sostenimiento de la población rural, complementando

al secano, que no llega a ser una actividad sostenible, ni económica ni socialmente, sin ayudas externas, en muchos casos.

El regadío como actividad para el desarrollo sostenible

Para apoyar a la intensificación sostenible de la agricultura y la producción de alimentos, además de políticas que reconozcan las ventajas e inconvenientes de la conservación del agua y la reducción de las emisiones de CO₂, se necesitan sistemas de riego fiables y eficaces de bajo coste (DACCACHE et al., 2014). En consecuencia, el riego óptimo, desde el punto de vista sostenible, siempre debe tener en cuenta tantos criterios ambientales y económicos. Para ello, es necesario el desarrollo de herramientas y modelos que pueden contribuir directamente a mejorar el uso del agua y la energía en el riego, con un enfoque holístico para el diseño y gestión de la infraestructura de riego, contemplando a la vez todos los factores que intervienen en el proceso.

Desde el punto de vista del desarrollo, el regadío sería una actividad más, un uso del territorio a encajar en el resto de los usos del territorio para configurar un sistema funcional. El regadío contribuye al desarrollo sostenible por diversas vías:

- Creación de riqueza. Se estima que, por término medio, incrementa el valor de las producciones obtenidas por unidad de superficie un 540%. Necesita un incremento de capital por unidad de superficie del 400% con relación al secano.
- Incrementa el empleo. 1 puesto de trabajo por cada 30 ha transformadas durante la ejecución de las obras y 9 puestos de trabajo por cada 100 ha en funcionamiento. A esto hay que añadir el empleo indirecto
- Contribuye a la consolidación de las explotaciones agrarias al incrementar la seguridad y diversidad de las cosechas, pudiendo aumentar su calidad si se hace bien.

Mejora el nivel de vida de las zonas de afección al incrementarse la renta agraria.

Contribuye al reequilibrio entre sectores económicos. Desarrollo de la agroindustria, servicios, etc.

Todos estos aspectos están cada vez más ligados a la situación de los mercados y políticas europeas y mundiales (excedentes), afectando de diferente manera a las distintas zonas y tipos de regadío

Por otra parte, el regadío se inserta en la dinámica del desarrollo rural en la medida en que sea una actividad razonable en el conjunto del sistema rural, que cumpla las condiciones de ser económicamente viable, socialmente aceptado y ambientalmente sostenible.

La competencia creciente por el agua, consecuencia de un aumento de la demanda para distintos usos, conduce a un incremento de su coste y a una creciente limitación de su disponibilidad para uso en la agricultura. Si a todo esto se le añade que las orientaciones de las políticas agrarias comunitarias apuntan a que el regante vaya haciendo frente a los costes asociados al uso del agua y a reducir el posible impacto ambiental ocasionado con su uso, se pone de manifiesto la necesidad de ayudarlo a realizar un uso eficiente del agua para ser competitivos en un mercado mundial cada vez más globalizado.

Ante esta situación, muchas Administraciones Públicas han puesto en marcha un conjunto de medidas para maximizar el potencial social, económico y ecológico de los recursos hídricos disponibles, asegurar y potenciar el complejo agroalimentario y, en un contexto de equilibrio del balance hídrico, mejorar y modernizar los regadíos existentes e incluso incrementar la superficie de los mismos allí donde sea posible.

En este marco, y en colaboración con Universidades y empresas públicas o privadas, los gobiernos de muchas regiones, donde el regadío juega un papel fundamental en su economía, han diseñado, y están desarrollando, los Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR) como una de las mejores herramientas para optimizar el consumo de agua, la energía

y los demás medios de producción, ayudando a que el regadío sea una actividad sostenible.

La iniciativa pretende ser el hilo conductor para la transferencia de tecnología a la agricultura, permitiendo a los agricultores ir conociendo y aplicando los avances tecnológicos ligados a la agronomía e ingeniería del riego en su sistema productivo.

Disponibilidad de Agua. Planificación y Gestión del Agua en España

La Planificación hidrológica, según el ordenamiento jurídico español y el de gran parte de los países del mundo, tiene por objetivo general conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, así como que se establezca la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. Para la consecución de los objetivos citados, la planificación hidrológica se guiará por criterios de sostenibilidad en el uso del agua mediante la gestión integrada y la protección a largo plazo de los recursos hídricos, prevención del deterioro del estado de las aguas, protección y mejora del medio acuático y de los ecosistemas acuáticos y reducción de la contaminación. Asimismo, la planificación hidrológica contribuirá a paliar los efectos de las inundaciones y sequías (Texto Refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio).

Todos estos objetivos, y los contenidos de los Planes Hidrológicos como elementos básicos de gestión del agua en un ámbito territorial (la cuenca hidrográfica), son también considerados por la Directiva Marco del Agua (DMA) -2000/60/CE a nivel europeo. Además, la DMA establece una serie de criterios clave para determinar los recursos disponibles, en gran medida basados en su carácter medio ambiental, y los modelos de participación de la sociedad en la elaboración de los Planes Hidrológi-

cos. Resulta pues fundamental la toma de decisiones alrededor del agua, especialmente en la elaboración de los documentos con peso legal y administrativo que establecen el marco para la gestión del agua. En base a esos documentos, se deberá establecer cuál es el papel que la Ingeniería, y el resto de la sociedad, tienen que jugar en la gestión del agua, y definir las actuaciones a desarrollar para poder realizar la gestión pretendida. En este sentido, la discusión sobre los modelos de participación social es muy amplia, y los criterios para establecer unos modelos u otros son diferentes. En el caso concreto de la planificación y gestión del agua, se está generalizando la prioridad de la participación y decisión con criterios políticos alrededor del agua.

La planificación hidrológica y los regadíos

Los objetivos de la Planificación hidrológica se pueden resumir en:

- El equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial.
- Modernización de regadíos y realización de nuevas transformaciones viables.
- Mantenimiento y conservación de las infraestructuras hidráulicas.
- Mayor eficacia y agilidad en la Administración Hidráulica.

El marco legal de la planificación hidrológica y los regadíos se centra en: el Plan Hidrológico Nacional (P.H.N.) (ESPAÑA, 2001); Los Planes Hidrológicos de cuenca (P.H.C.) (ESPAÑA, 2014) y Plan Nacional de Regadíos (PNR) (ESPAÑA, 2002), que integra un plan de modernización y un plan de choque y estrategia para la modernización sostenible de regadíos Horizonte 2015.

Clima y precipitación

La Península Ibérica se encuadra en su conjunto en los climas mediterráneos templados, con inviernos fríos y veranos cálidos y una concentración de lluvias en primavera-otoño, con sequía en los meses de verano. A pesar de estos rasgos generales existe una serie amplia de climas regionales relacionados con la altitud y la compleja topografía

del territorio y con su exposición a los frentes atlánticos y la influencia mediterránea.

Es clara la existencia en la península de dos zonas bien diferenciadas en cuanto a precipitaciones: la “España seca” situada en su mitad sur y la “España húmeda” situada en su mitad norte.

La “España húmeda” presenta unas precipitaciones medias superiores a los 800 mm, alcanzando en ocasiones los 2.000 mm, y se extiende por el norte peninsular.

La “España seca” (400-600 mm) comprende el resto menos los sistemas montañosos. En el SE, y ciertas zonas del interior, aparecen las zonas más secas de la península con precipitaciones menores de 400 mm, llegando a no alcanzar los 200 mm.

El paso de la España seca a la húmeda se realiza a lo largo de zonas intermedias, con precipitaciones entre 600-800 mm, principalmente en los pies de monte de las cordilleras.

Respecto a la estacionalidad de las precipitaciones, se puede diferenciar el régimen mediterráneo, con máximas en primavera y otoño, que se extiende principalmente por la zona oriental, y el régimen oceánico, con máximas invernales, que se extiende por la zona noroeste y cantábrica. La sequía estival se da en toda la península, aunque se agudiza en la mitad sur.

Agua disponible para regadío en España

Los recursos hídricos de la España peninsular vienen condicionados por su orografía, su clima y su situación geográfica. La precipitación media anual de 680 mm, equivalente a 340.000 hm³/año, le permite una esorrentía media de 220 mm, que proporciona un volumen medio anual de 111.000 hm³, de los cuales algo más de 81.000 hm³ son superficiales y unos 30.000 hm³ subterráneos, de los que 2.000 hm³ corresponden a acuíferos drenados directamente al mar.

De los recursos totales del país, sólo son aprovechables en su estado natural, con una demanda uniforme, el 9%. Este porcentaje se reduce a menos del 5% para una demanda variable para riego, en la que las necesidades en los meses secos supera notablemente a la de los húmedos. Esto ha obligado a ejecutar numerosas presas (1.200) con una capacidad de embalse de 56.000 hm³, aunque los recursos regulados disponibles quedan reducidos a 45.000 hm³. El techo potencial de regulación se estima en unos 70.000 hm³.

La distribución geográfica de los recursos hídricos es muy irregular. La zona norte con el 11% de la superficie peninsular española aporta el 40% de los recursos, el resto 89% de la superficie aporta el 60%.

Desde la óptica de la gestión de los recursos, el conjunto nacional se divide en cuencas hidrográficas que pueden ser intercomunitarias o intracomunitarias. Las cuencas intercomunitarias dependen orgánicamente de la Administración Central (el Estado), y las cuencas intracomunitarias han sido transferidas a las Administraciones Autonómicas respectivas.

En las Tablas 1 a 3 se recoge un resumen de los datos hidrológicos más importantes de España.

Tabla 1. Resumen de datos hidrológico en España.

Concepto	Cantidad
Precipitación media anual	680 mm <> 340.000 hm ³ /año
Escorrentía anual media	220 mm
Volumen total de recurso natural	111.000 hm ³
Recursos superficiales	81.000 hm ³
Recursos subterráneos	30.000 hm ³
Drenados al mar	2.000 hm ³
Nº de presas	1.200
Capacidad de embalse	56.000 hm ³
Recursos regulados disponibles	45.000 hm ³
Techo potencial de regulación	70.000 hm ³
Cobertura actual	1.300 m ³ /hab/año
Cobertura objetivo	1.700 m ³ /hab/año

Fonte: Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (ESPAÑA, 2015).

Tabla 2. Generación de recursos hídricos y aprovechamientos en España.

Recurso hídrico	Generación do recurso hídrico
Zona norte (11% superficie)	40%
Resto país (89 % superficie)	60%
Aprovechados directamente	9%
Aprovechados directamente por la agricultura	5%

Fonte: Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (ESPAÑA, 2015).

Tabla 3. Reutilización de recursos hídricos en España.

Recurso hídrico	Volumen reutilizado
Aguas desaladas	350 hm ³ /año
Aguas marinas	140 hm ³ /año
Aguas salobres continentales	210 hm ³ /año
Aguas regeneradas	400 hm ³ /año

Fonte: Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente (ESPAÑA, 2015)

La oferta y la demanda de agua en España

El regadío consume cerca del 70% del agua en muchas zonas del mundo, llegando a cerca del 90% en zonas áridas (Molden, 2007). Este hecho, unido a los condicionantes legales (Directiva Marco del Agua DMA-2000/60/CE), ambientales, sociales y económicos, obliga a realizar una adecuada gestión de los recursos hídricos para conseguir un uso sostenible de los mismos.

El nuevo modelo de gestión de la demanda se basa en el uso eficiente de los recursos disponibles, para lo que necesita en primer lugar definir lo que se consideran como recursos renovables en cada sistema hidrológico, pasando posteriormente a realizar la asignación, vigilancia y control de los distintos usos, evitando tanto sobrepasar la cantidad de agua asignada a cada usuario como el deterioro de su calidad, tratando de minimizar los efectos negativos sobre los ecosistemas.

Una buena gestión debe cumplir algunos requisitos:

- Que se conciba de un modo integral, contemplando la existencia y características de los restantes recursos naturales existentes en la zona, como el agua, el suelo, el clima, etc.
- Que sea sostenible y equitativa, tanto ambiental como económica y socialmente, adaptando la demanda a las disponibilidades de agua en cada unidad de gestión hidrográfica según las prioridades de uso, sobre todo en momentos de sequía.
- Que sea eficiente, obteniendo el mayor provecho por unidad de recurso empleado.
- Que integre e involucre a la mayor parte de los agentes afectados (Administraciones, usuarios, organismos e instituciones de apoyo). Este aspecto cuenta con experiencias positivas y también con importantes fracasos

La gestión integrada de los recursos hídricos se rige fundamentalmente por tres criterios operativos (MUJERIEGO, 2007):

- Diversificar las alternativas utilizadas, como forma de asegurar la garantía de la solución conjunta.
- Utilizar una combinación equilibrada tanto de infraestructuras como de formas de gestión que, con agilidad y flexibilidad, potencien la capacidad y las posibilidades de unas y otras para atender las ofertas y las demandas en el espacio y en el tiempo.
- Planificar sistemáticamente esas actuaciones, especialmente las infraestructuras, pero también las formas de gestión, de modo que sea posible asegurar tanto la consecución de sus objetivos técnicos y económicos como su debate, revisión y aceptación por parte de todos los usuarios, incluidos los encargados de la preservación y la mejora del medio ambiente.
- En cualquier caso, resulta imprescindible optimizar la gestión integrada de todos los recursos superficiales y subterráneos, in-

cluyendo el agua regenerada y la desalada. Una mala gestión, tanto de la oferta como especialmente de la demanda, puede contribuir a magnificar los efectos de la escasez (RIJSBERMAN, 2006; LECINA et al., 2009).

En situaciones de escasez de agua, las posibles alternativas a la falta de recursos naturales superficiales y subterráneos son: la mejora del ahorro y la eficiencia del uso del agua, la implantación de una planificación territorial inteligente, la intensificación de la regeneración y la reutilización de agua, el tratamiento de fuentes de agua de baja calidad, la desalación de agua de mar o salobre, y la promoción de trasvases regionales de agua.

Por último, no pueden olvidarse los problemas ligados a las metodologías y procedimientos para conocer las demandas de agua (y su posible legitimidad) y la oferta de agua (y sus implicaciones ambientales sobre la disponibilidad), todo ello teniendo en cuenta que se trata de un recurso natural, sujeto a grandes incertidumbres, como la meteorología, o los posibles efectos del cambio climático. La participación y la percepción social de las cuestiones relacionadas con la planificación y gestión de los recursos naturales es importante, y decisiva en el caso del agua, aunque su implementación y análisis puede ser especialmente complejo (ALLAN, 2003; MOLLE, 2009; DOLNICAR; SCHÄFER, 2009; HURLIMANN et al., 2009).

Satisfacción y reducción de la demanda: el caso agrícola

El continuo incremento en la demanda de agua para distintos usos hace necesario cambiar el modelo tradicional de gestión de la oferta hídrica, orientándolo hacia un modelo de gestión de la demanda caracterizado por un uso eficiente de los recursos con el que se persigue el empleo de los volúmenes adecuados y evitar el deterioro de la calidad y los efectos negativos sobre los ecosistemas (ESPAÑA, 2000).

En Estados Unidos surgió el concepto de “conservación del agua” para referirse a las actividades dirigidas a reducir las demandas y fomentar el uso eficiente. Actualmente este concepto, más amplio, incluye las técnicas que tienen por objeto el ahorro de agua y la mejora de la gestión, tales como: actuaciones de modernización y rehabilitación de redes, tarificación volumétrica, desarrollo educacional e información pública, reutilización de aguas residuales, uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas, implantación de cultivos de menor consumo, etc. (SUMP-SI VIÑAS et al., 1998).

En los sistemas de aplicación del agua de riego, las acciones de gestión de la demanda se refieren a los equipos de riego y al manejo del agua en la parcela, toda ella responsabilidad del regante como agente directo de dicha aplicación. Entre esas acciones se consideran de especial relevancia, por sus efectos de conservación del agua, las que promueven la mejora de los citados equipamientos de riego parcelario y las que fomentan la actuación de los servicios de asesoramiento en riegos.

El Regadío en España

Las cifras del regadío en España

- Hay 56 Mha, distribuidas en: 15 Mha forestales, 13 Mha pastos y 26 Mha cultivo.
- 3,8 Mha regables (19%) (3,5 Mha realmente regadas cada año), que aportan 60% de la producción agrícola nacional (13.000 M€) y consumen 16,000 hm³/año, (30% de aguas subterráneas), representando el 68% del consumo total nacional (80% del uso consuntivo) (ESPAÑA, 2015).
- El regadío tiene una productividad 6 veces superior al secano, aporta como media 4 veces más renta, aunque esto varía mucho según la zona de España y su capacidad productiva (norte 3 veces, Levante 20 veces, Canarias 60 veces, Litoral Sur 100 veces).

- En La Figura 1, se muestra la evolución de la superficie regada en España entre 2005 y 2015 según los métodos de riego.

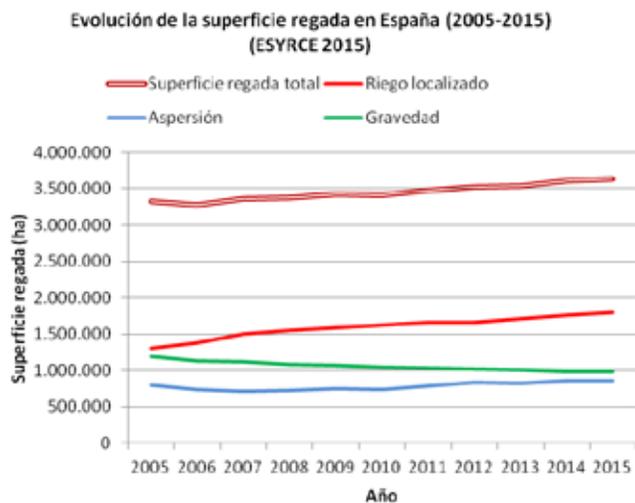


Figura 1. Evolución de la superficie regada en España (2005-2015).

Fonte: Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESPAÑA, 2015).

Estrategia nacional para la modernización sostenible de los regadíos: horizonte 2015

Pretende dar continuidad al esfuerzo realizado para mejorar la gestión del agua y promover la sostenibilidad del regadío, buscando la mejora de la gestión del agua y la eficiencia en su uso, respetando el medio ambiente y las condiciones de flora y fauna de las zonas regables, promoviendo la racionalidad en el uso de la energía y el uso de recursos hídricos alternativos. Además, se pretende mejorar la calidad de vida en las zonas rurales, el aumento de la renta y productividad agraria, creando y manteniendo puestos de trabajo, diversificando producciones y ayudando a la consolidación del sistema agroalimentario, al mantenimiento de la población en zonas rurales, formando a los agricultores en el uso de las nuevas tecnologías.

Objetivos del Plan de Choque: horizonte 2015

- a. Aumentar en los regadíos la eficiencia de la gestión del agua.
- b. Contribuir al sostenimiento y conservación del medio ambiente en el territorio.
- c. Promover la aplicación de buenas prácticas agrarias en los regadíos y el empleo de las tecnologías más avanzadas.
- d. Contribuir a modernizar las explotaciones de regadío, abriendo las posibilidades de más y mejores empleos para los jóvenes y las mujeres de las zonas rurales.
- e. Mejorar la formación de los agricultores y adaptarla a las circunstancias cambiantes.
- f. Fomentar el desarrollo de la agroindustria asociada a las zonas regables.
- g. Contribuir al equilibrio territorial y a la estabilidad de la población de las zonas rurales.
- h. Contribuir a racionalizar el consumo energético de los regadíos.
- i. Seguir potenciando la incorporación de modernas tecnologías en el regadío.
- j. Fomentar la aplicación de energías alternativas y de autoconsumo.
- k. Fomentar el empleo de recursos hídricos alternativos.

Programa de actuaciones de la estrategia de modernización de regadíos

La Estrategia Nacional para la Modernización Sostenible de Regadíos Horizonte 2015 establece unas directrices claras para todas sus actuaciones:

- No contempla incrementar la superficie regable.
- Busca asegurar una máxima eficiencia en el uso del recurso hídrico.
- Busca minimizar problemas de presión ambiental, haciendo que la actividad agrícola sea compatible con la protección del medio ambiente.
- Reconoce la necesidad de adaptación del regadío al nuevo entorno social del medio rural y a los parámetros de los mercados.
- Promueve el fomento de las mejores técnicas de gestión del regadío modernizado.
- Busca garantizar la mayor eficiencia energética.
- Reconoce el importante papel de la agricultura de regadío para evitar el despoblamiento de áreas rurales y como elemento vertebrador del territorio.

Mejora y consolidación de regadíos y ahorro de agua

Se entiende por consolidación a cualquier actuación sobre una zona regable, o una parte de la misma, orientada a corregir y superar eventuales deficiencias en los recursos hídricos, suelo y/o reducir o eliminar afectaciones ambientales.

Se entiende por mejora a cualquier modificación en los elementos, organización, infraestructura, equipos, etc. de una zona regable, para conseguir el mejor cumplimiento de su propio funcionamiento.

La idea del “ahorro de agua” está contenida en los conceptos de desarrollo sostenible y gestión de la demanda, y las expresiones “uso eficiente” y “conservación del agua” se refieren implícitamente a esa misma idea, aunque con distintos matices. Los temas de modernización, rehabilitación, mejora o consolidación de regadíos se relacionan habitual-

mente con el ahorro de agua de riego. Y es que, aunque en rigor no tenga por qué ser exclusivamente así, es muy frecuente que el ahorro de agua figure como objetivo o beneficio principal de esas actuaciones, lo que le otorga la máxima relevancia. De ahí el interés de identificar las posibilidades reales de ahorro de agua generadas por las actuaciones de modernización, que en ocasiones pueden ser sobreestimadas, siendo un aspecto con múltiples matices y enfoques, especialmente cuando se consideran aspectos relativos a una eficiencia hidrológica global a nivel de una cuenca hidrográfica (LECINA et al., 2009). Esta identificación se considera que se facilita utilizando los conceptos y criterios empleados por Burt et al. (1997). Estos, tras señalar que la identificación y cuantificación de los diferentes usos, o destinos, del agua de riego dependen de los límites (parcela, finca, zona de riego, sistema de explotación o cuenca), y del intervalo temporal utilizado, los caracterizan, mediante tres criterios: (1) recuperabilidad; (2) utilidad o provecho y (3) lo razonable que sea destinar el agua al citado uso.

Los objetivos específicos de la modernización del regadío realizado en España en las últimas décadas incluyen, entre otros: incrementar la productividad del agua, la eficiencia de las inversiones, la fiabilidad y la flexibilidad del suministro de agua para riego teniendo en cuenta las demandas de otros usuarios, y el cumplimiento de los requerimientos ambientales.

En este sentido, el proceso de modernización en España puede considerarse una prioridad debido a que el riego resulta estratégico para el sector agrícola y la economía nacional. En promedio, para los principales cultivos, el regadío produce seis veces más rendimientos que el secano y genera cuatro veces más margen bruto. Además, el riego produce el 65% de la producción agrícola nacional con tan sólo el 16% de la superficie cultivada (ESPAÑA, 2015). Los aspectos positivos más evidentes de la modernización son: aumento de la productividad por unidad de tierra y de agua que se consume, así como la garantía de suministro a la industria agroalimentaria (que representa el 17% de la producción

nacional) y a otros mercados. Los beneficios adicionales incluyen: la creación de empleos directos e indirectos para trabajadores altamente cualificados; facilitar la integración de los jóvenes en el medio rural; el mantenimiento y la diversificación de ingresos de los agricultores con la posibilidad de mejorar la rotación de cultivos; el mantenimiento de la población en las zonas rurales; prevenir el abandono de las tierras y la desertificación (MARTÍN DE SANTA-OLALLA, 2001); y mejorar la calidad de vida de los agricultores a través de la formación y uso de nuevas tecnologías. Todos estos aspectos, junto con la escasez de agua en España, justifican el proceso de modernización. Sin embargo, este proceso tiene un impacto negativo en los costes debido al aumento en el consumo de energía, que coincide además con un aumento muy significativo del precio de la energía en los últimos ocho años, así como en los costes de inversión y mantenimiento de las instalaciones (TARJUELO MARTÍN-BENITO et al. 2015).

El adecuado diseño y manejo de los sistemas de riego, la información, formación y asesoramiento, así como el uso de plataformas Web-GIS para transferir y compartir información en tiempo real con los agricultores en un proceso de retroalimentación son algunas de las mejores herramientas para mejorar el consumo de agua, energía y otros medios de producción.

La modernización no siempre conduce a un ahorro de agua debido a la mejora en la eficiencia de distribución y aplicación del agua en parcela, ya que normalmente se produce una intensificación y cambio de cultivos en busca de una mayor productividad agrícola, lo que lleva asociado un aumento en el consumo de agua de la zona regable en comparación con la situación anterior (LECINA et al., 2010; RODRÍGUEZ DIAZ et al., 2011).

Burt et al. (1997) indican que las posibilidades de ahorro a nivel parcelario, aun siendo una realidad, tienen determinadas limitaciones. La gama de actuaciones es amplia: desde las que se presentan como más claras con vistas al ahorro de agua, como pueden ser las referentes a usos re-

cuperables, como es el caso de la escorrentía y la percolación profunda, hasta aquellas en que el ahorro procede de una reducción de los usos consuntivos debida a la aplicación de técnicas de riego deficitario, a la sustitución de cultivos por otros de menor demanda hídrica o incluso a la disminución del área regada.

Es importante señalar que los volúmenes ahorrados en las actuaciones de consolidación y mejora del riego parcelario tienen, en general, las siguientes cualidades:

1. son caudales regulados cuyo suministro se efectúa con un determinado nivel de garantía.
2. se trata de caudales conducidos hasta la toma de la parcela, que pueden ser utilizados a partir de ella, o en algún punto aguas arriba de la red de riego, en cuyo caso esa red quedará liberada de su transporte, incrementándose su capacidad de operación y, con ello, aumentando la posibilidad de mejorar el servicio a otros usuarios.
3. en ocasiones son caudales bombeados, en algunos casos con altas presiones, cuya economía implica, además del ahorro hídrico, el energético. Por último, se ha de tener en cuenta que los volúmenes ahorrados, al evitarse el posible deterioro que pudiera implicar su uso agrícola, mantienen su nivel de calidad, y, además que, esa economía, contribuirá a que los riesgos potenciales de carácter ambiental del regadío sean menores.

Conviene también resaltar que determinadas actuaciones de modernización pueden dar lugar a un incremento del consumo hídrico. Es el caso de regadíos que no podían atender a toda la superficie por ineficiencia en los sistemas de distribución de agua, la sustitución de los cultivos actuales por otros de mayor demanda hídrica o incluso la mejora de la uniformidad de riego (con el consiguiente incremento del rendimiento de los cultivos). En estos casos, los beneficios obtenidos estarían acompañados por un incremento de la evapotranspiración.

Los objetivos del programa de mejora y consolidación de regadíos, en el caso de España, los contempla el Plan Nacional de Regadíos (ESPAÑA, 2002) y se centran en mejorar el nivel de vida de los agricultores y hacer un uso más racional del agua de riego, sobre todo en las zonas con recursos más limitados, mediante la aplicación de las nuevas tecnologías.

Para la mejora y consolidación de regadíos, el PNR contempla los siguientes tipos de actuaciones:

- Reparación de las estructuras hidráulicas existentes.
- Modificación de los sistemas de transporte y distribución.
- Cambio de sistema de aplicación del riego.
- Un conjunto de actuaciones complementarias, entre las que pueden destacarse las siguientes:
 - Mejora de la capacidad de regulación y control del agua, de la red de drenaje o de la red de caminos.
 - Reordenación de la propiedad agraria.
 - Control del consumo de agua (instalación de contadores).
 - Mejora de la gestión del agua.

Uno de los principales problemas que presenta la modernización de infraestructuras es su elevado coste y la necesidad de su repercusión económica entre los distintos agentes implicados, además de la evaluación correcta de los resultados de la mejora y modernización conseguida, no siempre adecuadamente evaluados.

Medidas para potenciar el ahorro de agua en el regadío

Algunas de las medidas indispensables para conseguir un potencial ahorro de agua en el riego son (ROLDAN, 2007): medir y tarifar el agua realmente usada; diseñar adecuadamente las instalaciones de riego, que además deben estar bien gestionadas y conservadas; revisar las conce-

siones administrativas; mejorar la gestión de la demanda, programando los riegos a través de Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR); estudiar la aplicación de indicadores de gestión del riego y de técnicas de benchmarking en las Comunidades de Regantes; aumentar la investigación a escala de parcela; promover el uso de las nuevas tecnologías de la información y de control remoto; incrementar la formación y la información del regante, principalmente en nuevas tecnologías y en técnicas de desarrollo sostenible acorde con el medio ambiente; y evaluar la eficiencia y productividad tanto agronómica como económica del agua aportada con el riego.

Medidas adicionales para conseguir el ahorro de agua y de energía son: reestructurar el sector con medidas tendentes a disminuir la superficie de regadío, principalmente en zonas menos productivas o en aquellas que generen mayor deterioro ambiental; realizar la mejora y consolidación de zonas regables (expuesto en el epígrafe anterior), implementando los medios necesarios para una adecuada gestión del riego, un uso eficiente del agua y la energía, y la implantación de buenas prácticas agrícolas; o la creación de centros de intercambio de derechos gestionados por la Administración.

Caso aparte deben citarse iniciativas ligadas a la adquisición, temporal o definitiva, de los derechos de uso del agua por parte de la Administración, como un modo de incidir en la demanda. Se trata de una alternativa a otras soluciones, como el posible incremento de la oferta en algunas zonas concretas procedentes de actuaciones de ingeniería (desalinización, nuevos embalses de regulación o trasvases). En este sentido, la Ley en España, permite la actuación de la Administración en operaciones de adquisición de derechos, siendo destacables algunos ejemplos, tanto para tratar de paliar situación de escasez permanente como para casos de sequía (ESPAÑA, 2006).

Nuevas tecnologías aplicadas al regadío

Los recursos que se manejan en el riego son: agua, energía, mano de obra y equipamiento. La combinación que conduzca al óptimo econó-

mico según los condicionantes del medio (suelo, clima, cultivo, parcelación, etc.) y las características del sistema de suministro de agua será la solución que se ha de tratar de encontrar.

La utilización eficiente del agua y la energía por el regante requiere por su parte, además de una concienciación previa y de unos mínimos incentivos económicos, una formación mínima y una información continuada sobre el consumo de agua de los cultivos, que puede concretarse en (TARJUELO MARTÍN-BENITO, 2005; HOFFMAN et al., 2007):

- Conocer y controlar los principales factores que intervienen en el proceso de aplicación del agua según el sistema de riego.
- Que la instalación esté bien diseñada, conservada y manejada. El diseño es una responsabilidad del técnico, y no siempre lo más barato es lo mejor. La conservación y el manejo es responsabilidad del regante, aunque este último puede necesitar asesoramiento exterior, con cierta responsabilidad de los organismos públicos.
- Aplicar las técnicas de programación de riegos que indican el momento y la cuantía de cada riego.

En los países desarrollados, los nuevos regadíos tienden a utilizar sistemas de riego de más fácil automatización, por lo que supone de: ahorro de agua y de mano de obra, a la vez que consigue una labor más cómoda para el regante. Esto se está traduciendo en la práctica a pasar de sistemas de riego por superficie a aspersión o goteo, según cultivos y disponibilidades de agua, aunque con el inconveniente de un mayor coste de inversión y consumo de energía. Por eso, no deben descartarse la mejora de las infraestructuras y los sistemas de distribución de agua en riego por superficie.

Los principales avances tecnológicos, clasificados atendiendo a los diferentes sistemas de riego, se están produciendo principalmente:

- a. En riego por superficie: mediante la nivelación de las parcelas con tecnología láser, la utilización de modelos de simulación, que suponen una ayuda importantísima para el diseño y manejo de

los diferentes sistemas, la utilización de las técnicas de recorte de caudal en los sistemas de escurrimiento, o el uso de sifoncillos, del riego a pulsos o del riego por cable en los sistemas de riego por surcos (BURT et al., 1997, HOFFMAN et al., 2007).

- En riego por aspersión: la mecanización y automatización del riego, donde los sistemas pivote y los mixtos (pivote y lateral de avanza frontal en la misma máquina), junto con los sistemas fijos de cobertura total enterrada, son los de mayor implantación. En todo caso los avances tecnológicos más importantes se están produciendo en los emisores, buscando reducir la presión de trabajo, y por tanto el consumo de energía, el mayor alcance posible y la mayor proporción de tamaños de gota medios (entre 1,5 y 4 mm de diámetro) para reducir las pérdidas por evaporación y arrastre (TARJUELO MARTÍN-BENITO, 2005).
- En riego localizado: la automatización global del sistema, donde los avances en sistemas de filtrado de bajo consumo de energía y en las válvulas hidráulicas, con sus pilotos de regulación del caudal y la presión o su accionamiento a distancia, eléctrica o hidráulicamente, son los más significativos. Pero es sin duda en los nuevos diseños de emisores donde los avances son más importantes, buscando reducir la presión de trabajo y la constancia del caudal descargado aunque varíe la presión, así como una mayor resistencia a las obstrucciones (BURT; STYLES, 1999; HOFFMAN et al., 2007).

Las nuevas tecnologías, incluidas las denominadas Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC), han introducido en el mundo del riego enfoques que hace unos años se consideraban impensables. Los programas informáticos de gestión de regadíos y de redes de riego, la mejora en la regulación y control de las estaciones de bombeo, así como disponer de la información en tiempo real de los cultivos existentes en las zonas de actuación, son algunas de las cuestiones que las nuevas tecnologías han contribuido a desarrollar y la ingeniería debe implementar adecuadamente para contribuir a mejorar las situaciones de escasez de agua.

La teledetección y los sistemas de información geográfica son herramientas de gran interés para la planificación y gestión del regadío, permitiendo realizar un seguimiento de la superficie regada, la distribución de cultivos y estimar el consumo de agua en las zonas regables.

Para contribuir a una buena gestión del agua y la energía es preciso poner a punto metodologías que permita integrar en un Sistema de Información Geográfica (SIG) la información procedente de diferentes orígenes, en función de las competencias propias de cada usuario y de los agentes implicados en la misma. Uno de los modelos de gestión del agua más completos es el que contempla de forma integrada a los usuarios y las Administraciones, con ayuda de las Universidades y Centros de Investigación para el desarrollo y la implantación de las herramientas necesarias, como la teledetección y los SIG. La parte más importante de este modelo de gestión es el hecho de llevar implícito un amplio consenso entre gestores (Confederación Hidrográfica y Administración Regional principalmente) y usuarios (regantes y usuarios urbanos e industriales), de manera que estos últimos se convierten en una pieza clave de la gestión al ser los que realizan de forma directa la mayor parte de las labores de control y vigilancia del uso de agua, manteniendo actualizada permanente la base de datos que identifica a cada uno de los usuarios y los consumos realizados. La participación conjunta de todos los actores implicados en el proceso de gestión hace que esta sea una gestión transparente y unánimemente aceptada, una vez consensuadas las bases de partida como son la identificación de los usuarios y sus derechos de uso de agua en función de la disponibilidad de recursos.

Los Servicio de Asesoramiento en la Gestión y Uso del Agua de Riego

En las regiones con escasez de agua, situación que desafortunadamente es cada vez más frecuente y extendida, la sostenibilidad del regadío obliga a encontrar soluciones tecnológicas en el diseño, manejo y gestión

de los sistemas de riego que permitan maximizar la productividad por unidad de volumen de agua consumida. Ante esta situación, muchas Administraciones Públicas han propuesto una batería de medidas para maximizar el potencial social, económico y ecológico de los recursos hídricos disponibles, así como asegurar y potenciar el complejo agroalimentario, para lo que están desarrollando e implantando los Servicios de Asesoramiento al Regante (SAR) como el que existe en Castilla-la Mancha, llamado SIAR¹.

La iniciativa pretende ser el hilo conductor para la transferencia de tecnología a la agricultura, permitiendo a los agricultores ir conociendo y aplicando los avances tecnológicos ligados a la agronomía e ingeniería del riego en su sistema productivo.

Objetivos y actuaciones del SAR

El objetivo del SAR es ayudar a los agricultores a conseguir un uso eficiente y racional de los medios de producción, y especialmente el agua, los fertilizantes y la energía, suministrándoles un adecuado apoyo científico y técnico para optimizar su manejo, contribuyendo a que la agricultura sea una actividad sostenible. Para ello es necesario actuar de forma coordinada con el agricultor, haciéndole partícipe de las soluciones ofrecidas y suministrándole una información útil, así como complementar la formación de los agricultores, de modo que dispongan de herramientas para tomar las decisiones como empresarios responsables de la gestión de sus explotaciones.

Las principales actividades a desarrollar serán ayuda a los agricultores para:

- La programación del riego (PR) y manejo de los cultivos.
- Optimizar el diseño y manejo de los sistemas de distribución y aplicación del agua.

¹ <http://crea.uclm.es/siar/>

- Divulgación de la información y formación de técnicos y regantes.

Planificación de cultivos con limitaciones en la disponibilidad de agua y de otros medios de producción, mediante la utilización de modelos de ayuda a la toma de decisiones que buscan el manejo del riego que conduce al óptimo económico en una agricultura sostenible.

Disminución de los costes de producción mediante la optimización productiva.

Potenciación de la planificación y explotación de los sistemas informáticos, de las nuevas tecnologías de comunicaciones, control y automatización de procesos, sistemas expertos, etc. aplicados a las Comunidades de Regantes y de Usuarios en general.

Necesidades del SAR

La implantación del SAR exige, además de contar con los medios humanos necesarios (equipo científico y técnico multidisciplinar que abarque desde los campos de la agronomía y la ingeniería agraria, hasta la hidrogeología, la electrónica o la informática), el disponer de los correspondientes equipos y metodologías de trabajo y conocer en profundidad el entorno agronómico en que va a desarrollar sus actividades, pudiendo concretarse en los siguientes aspectos:

- El clima local y las condiciones climáticas de la campaña agrícola. Para ello, el disponer de una red de estaciones meteorológicas automáticas es fundamental.
- La naturaleza de los suelos de la zona, de las explotaciones piloto y de las parcelas de los agricultores colaboradores.
- El origen, la disponibilidad y la calidad del agua de riego.
- Los sistemas de producción, con sus sistemas de cultivo e itinerarios técnicos.
- Los sistemas de riego utilizados: materiales, características, condiciones de funcionamiento, etc., así como los programas de mantenimiento y conservación.

- Las necesidades de los agricultores y problemas en el manejo del riego: estado de las instalaciones de riego, criterios de programación de riegos utilizados, relaciones con la Comunidad de Regante, nivel de formación técnica de los regantes, etc.

Con toda esta información, se puede realizar un diagnóstico general de la zona de actuación, necesario para elaborar el plan inicial de funcionamiento: elección de las instalaciones de riego a evaluar, metodología a seguir, forma de realizar la PR, informes a elaborar y los resultados a difundir.

Para el SAR, son fundamentales las parcelas piloto, en las que se toman las decisiones de riego, junto con las demás prácticas de cultivo, de forma consensuada con el agricultor. Son explotaciones agrícolas de referencia para la zona, utilizándose para establecer las recomendaciones de riego a nivel general. Son pues parcelas de demostración, que han de servir para ganar la confianza del resto de agricultores en la utilización del SAR.

Otra figura importante es la de los agricultores colaboradores, donde, sin influir en las decisiones del agricultor, se puede tener información de la PR que sigue en cada parcela y los criterios del manejo del agua de riego, para así poder comparar con las parcelas piloto.

Tareas del SAR

Una de las primeras tareas del SAR es seleccionar los agricultores colaboradores de entre los más innovadores de la zona, para que sirvan de demostración de la utilidad del servicio al resto. Dentro de sus explotaciones se seleccionarán las parcelas piloto, sobre las que se realizará el seguimiento de los cultivos que servirá de base para la estimación del consumo de agua y las recomendaciones de la programación de riegos. En la Figura 2, se representa un esquema de funcionamiento del SAR.

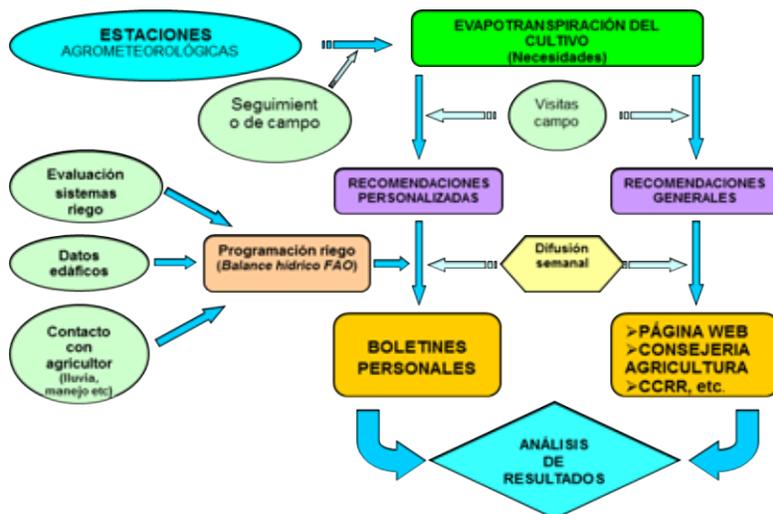


Figura 2. Esquema de funcionamiento del SAR.

La evaluación de las instalaciones de riego es otra tarea fundamental del SAR. Sirve, por una parte, para iniciar la relación con los agricultores, implicándoles directamente en la realización de las pruebas para que conozcan el funcionamiento de sus instalaciones, y por otra, suministran la información necesaria para poder aplicar la programación de riegos. Los resultados deberán poner de manifiesto las posibles deficiencias de diseño, funcionamiento y manejo de sus instalaciones, para tratar posteriormente de buscarles las soluciones más adecuadas según las condicionantes existentes.

Una actividad fundamental dentro del SAR es la difusión de la información, así como de los resultados y conclusiones que se van obteniendo. Son múltiples los medios de difusión de la información que pueden utilizarse, entre los que pueden destacarse:

- a. Los que transmiten la información de forma continua, o casi continua: Internet² (Figura 3), fax, boletines, medios de comunicación (prensa, radio, TV, etc.).

² <http://crea.uclm.es/siar/>

<http://www.jccm.es>

- b. Los de información periódica: hojas divulgativas, charlas, seminarios, cursos, etc.



Figura 3. Ejemplo de Web de un SAR.

Fonte: SIAR de Castilla-La Mancha (<http://crea.uclm.es/siar/>)

Beneficios a medio y largo plazo

Son diversos los beneficios que se derivarían de la puesta en marcha de iniciativas como las propuestas para los distintos sectores implicados, entre los que cabe citar:

- Para los agricultores: al ayudarles a mejorar la calidad de sus productos y aumentar la rentabilidad de sus explotaciones al optimizar los medios de producción.
- Para las comunidades de regantes: al mejorar su capacidad de gestión, de manejo de información y la propia formación de sus miembros.
- Para las Universidades y los Centros de Investigación: al abordar con el sector agrario ligado al regadío los problemas de I+D que a este se le plantean, mejorando las condiciones de la investigación

y facilitando su posible transferencia al ámbito científico-técnico y formativo.

- Para las Administraciones públicas: al poder disponer de herramientas de gestión y previsión de la demanda de agua, permitiéndoles además justificar la planificación y decisiones estratégicas ligadas a la gestión del agua y del medioambiente frente a los agricultores y comunidades de regantes.

Conclusiones

Para mejorar la eficiencia en el uso del agua y la energía en el regadío es necesario:

- Una adecuada planificación hidrológica, así como actuaciones para la mejora, modernización y consolidación de los mismos.
- Hacer un esfuerzo científico-técnico (investigación, formación, etc.) y económico (estaciones agroclimáticas, mantenimiento, etc.) adecuadamente planificado y coordinado.
- La implicación de los regantes en la gestión de los recursos hídricos y la necesaria formación e información de éstos en las nuevas tecnologías.
- Potenciar los Servicios de Asesoramiento (SAR). Mayor grado de seguimiento de los SAR en cultivos de mayor rentabilidad y zonas con elevado coste del agua ($>0,1 \text{ €/m}^3$).
- Destacar la importancia de la Web como portal de servicios.

Referencias

ALLAN, T. *IWRM/IWARM: a new sanctioned discourse?* London, UK: School of Oriental and African Studies, King's College, 2003. (SOAS Water Use Study Group. Occasional Paper 50). Disponible em: <https://www.soas.ac.uk/water/publications/papers/file38393.pdf>. Acesso em: 29 mar 2017.

BURT, C. M.; CLEMMENS, A. J.; STRELKOFF, T. S.; SOLOMON, K. H.; BLIESNER, R. D.; HARDY, L. A.; HOWELL, T. A.; EISENHAEUER, D. E. Irrigation performance measures: efficiency and uniformity. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 123, n. 6, p. 423-442, November 1997. Disponível em: <<http://www.itrc.org/papers/pdf/IrrPerfMeas.pdf>>. Acesso em: 29 mar 2017.

BURT, C. M.; STYLES, S. W. **Modern water control and management practices in irrigation: impact on performance**. Roma: FAO, 1999. 223 p. (FAO Water Reports , n. 19). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/003/X6626E/x6626e09.htm>>. Acesso em: 29 mar 2017.

DACCACHE, A.; CIURANA, J. S.; RODRIGUEZ DIAZ, J. A.; KNOX, J. W. Water and energy footprint of irrigated agriculture in the Mediterranean region. **Environmental Research Letters**, v. 9, n. 12, 12p, December 2014. Disponível em: <<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/9/12/124014/meta>>. Acesso em: 29 mar 2017.

DOLNICAR, S.; SCHÄFER, A. I. Desalinated versus recycled water: public perceptions and profiles of the accepters. **Journal of Environmental Management**, v. 90, n. 2, p. 888-900, February 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/S0301479708000637>>. Acesso em: 29 mar 2017.

ESPAÑA. Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente. **Encuesta sobre superficies y rendimientos de cultivos (ESYRCE)**: encuesta de marco de áreas de España: análisis de los regadíos Españoles. [Madrid], 2015. Disponível em: <<http://www.magrama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/esyrce/>>. Acesso em: 29 mar 2017.

HOFFMAN, G. J.; EVANS, R. G.; JENSEN, M. E.; MATIN, D. L.; ELLIOT, R. L. **Desing and operation of farm irrigation systems**. 2nd ed. St. Joseph, MI: ASABE, 2007.

HURLIMANN, A.; DOLNICAR, S.; MEYER, P. Understanding behaviour to inform water supply management in developed nations – A review of literature, conceptual model and research agenda. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n. 1, p. 47-56, Oct. 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479709002618>>. Acesso em: 29 mar 2017.

LECINA, S.; ISIDORO, D.; PLAYÁN, E.; ARAGÜES, R. **Efecto de la modernización de regadíos sobre la cantidad y la calidad de las aguas**: la cuenca del Ebro como caso de estudio. Madrid: Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 2009. (Monografías INIA: Serie Agrícola, n. 26).

LECINA, S.; ISIDORO, D.; PLAYÁN, E.; ARAGÜES, R. Irrigation modernization and water conservation in Spain: The case of Riegos del Alto Aragón. **Agricultural Water Management**, v. 97, n. 10, p. 1663–1675, October 2010. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377410001940>>. Acesso em: 29 mar 2017.

MARTIN DE SANTA-OLALLA, F. **Agricultura y desertificación**. Madrid: Mundi Pensa, 2001.

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente. **Libro blanco del agua en España**. Madrid, 2000. Disponível em: <<https://www.chsegura.es/chs/planificacionydma/libroblancodelagua/>>. Acesso em: 29 mar 2017.

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente. **Observatorio Nacional de la Sequía**. Disponível em: <http://www.mma.es/portal/secciones/acm/aguas_continent_zonas_asoc/ons/que_es_sequia/>. Acesso em: 29 mar 2006.

MOLDEN, D. **Water for food, water for life: a comprehensive assessment of water management in agriculture**. London: Earthscan; Colombo: International Water Management Institute, 2007. Disponível em: <https://issuu.com/iwmi/docs/ca_synthesis_book_summary?backgroundColor=%23222222>. Acesso em: 29 mar 2017.

MOLLE, F. River-basin planning and management: the social life of concept. **Geoforum**, v. 40, n. 3, p. 484-494, May 2009.

MUJERIEGO, R. La reutilización, la regulación y la desalación en la gestión integrada del agua. In: CABRERA MARCET, E.; BABIANO, L. (Coord.). **La sequía en España: directrices para minimizar su impacto**. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Comité de expertos en sequía, 2007. p. 105-145. Disponível em: <http://www.mapama.gob.es/imagenes/en/09047122800474f9_tcm11-18066.pdf>. Acesso em: 29 mar 2017.

ESPAÑA. Ministerio de Medio Ambiente. **Planes Hidrológicos de Cuenca**. Disponível em: <<http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/planes-cuenca/>>. Acesso em: 29 mar 2014.

ESPAÑA. Ley 10, de 5 de Julio de 2001. Del Plan Hidrológico Nacional. **Boletín Oficial del Estado**, n. 161, de 6 de julio de 2001. Disponível em: <<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-13042>>. Acesso em: 29 mar 2001.

ESPAÑA. Real Decreto 329, de 5 de abril de 2002. Se aprueba el Plan Nacional de Regadíos. **Boletín Oficial del Estado**, n. 101, de 27 de abril de 2002, p. 15558. Sección I. Disponível em: <https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2002-8129>. Acesso em: 29 mar 2017.

RIJSBERMAN, F. R. Water scarcity: fact or fiction? **Agricultural Water Management**, v. 80, n. 1-3, p. 5–22, February 2006. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378377405002854>>. Acesso em: 29 mar 2017.

RODRÍGUEZ DÍAZ, J. A.; CAMACHO, E.; BLANCO, M. Evaluation of water and energy use in pressurized irrigation networks in southern Spain. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, v. 137, n. 10, p. 644–650, October 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/259821444_Evaluation_of_Water_and_Energy_Use_in_Pressurized_Irrigation_Networks_in_Southern_Spain>. Acesso em: 29 mar 2017.

ROLDAN CAÑAS, J. Mejora del uso del agua en el regadío. In: CABRERA MARCET, E.; BABIANO, L. (Coord.). **La sequía en España: directrices para minimizar su impacto**. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, Comité de expertos en sequía, 2007. p. 169-184. Disponível em: <http://www.mapama.gob.es/imagenes/en/09047122800474f9_tcm11-18066.pdf>. Acesso em: 29 mar 2017.

SUMPSI VIÑAS, J. M.; GARRIDO COLMENERO, A.; BLANCO FONSECA, M.; VARELA ORTEGA, C.; IGLESIAS MARTÍNEZ, E. **Economía y política de gestión del agua en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa, 1998.

TARJUELO MARTÍN-BENITO, J. M. **El riego por aspersión y su tecnología**. 3. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2005. 581 p.

Overview of Irrigated Agriculture in Australia

Peter Smith

Context of Irrigation in Australia

Most agriculture in Australia occurs inland where the rainfall is low. Australia has a highly variable climate ranging from severe drought to damaging floods often over short time periods. The result for irrigation is highly fluctuating water availability. On average, only 9% of rainfall in Australia becomes runoff, and approximately 2% percolates through the soil to recharge groundwater (PROSSER, 2011, p.2).

Most of the irrigation development in Australia is distant from the major water storages. This results in high transmission losses and often necessitates the construction of on-farm storages which have high evaporation losses.

Water Availability and Use in Australia

The availability of water in Australia is shown in the Table 1 (AUSTRALIA, 2005).

Surface water sustainable yield (GL*)	37,842
Groundwater sustainable yield (GL)	17,866
Total sustainable yield (GL)	55,708
Total consumptive use in 2004–05 (GL)	18,767
Total consumptive use as a proportion of total sustainable yield in 2004–05 (%)	34%

*GL – giga liter

This water is used by the sectors of the economy presented in Figure 1.

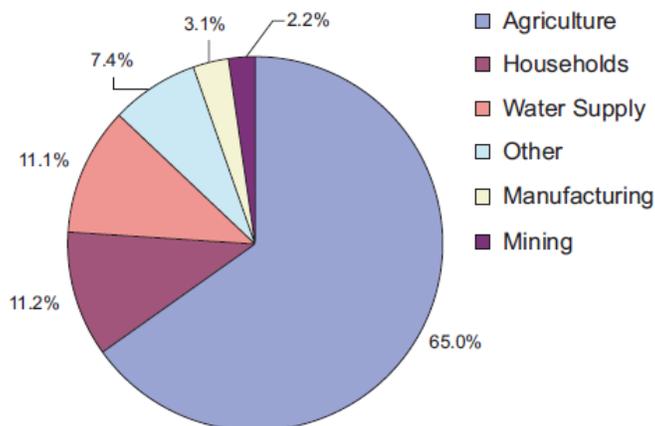


Figure 1. Water use by economic sector in Australia 2004-2005.

Source: From Australian Water Resources 2005 (AUSTRALIA, 2005).

Irrigated Land in Australia

The total area of irrigated land in Australia is around 2,500,000 ha. The location of this land is shown in details in Table 2. Two-thirds of irrigation in Australia occurs in the Murray-Darling Basin. A key point is that irrigation produces 28% of the agricultural production and 51% of the agricultural profit from less than 1% of the agricultural land.

Table 2. Detailed statistics of Australian irrigation.

Attribute	Measure
Total area	2,378,000 ha
Proportion of Australian agricultural area	<1%
Water diverted	12,514 GL
Proportion of total water used	65%
Storage volume for irrigation	50,500 GL
Irrigated farm gate revenue (AUD)	\$13.4 billion
Proportion of total agricultural production	28%

Continue...

Table 2. Continuation.

Attribute	Measure
Irrigated farm profit as proportion of total agricultural profit	51%
Proportion of GDP	< 1%
Export value (AUD)	\$7.4 billion
Proportion of total agricultural exports	25%
Proportion of total exports	5%
Total employee jobs	171,000
Proportion of total employment	2.6%

Source: Compiled from 'Water Account Australia 2012–2013' (AUSTRALIA, 2017).

Examples of Success in Irrigation in Australia

Irrigation in Australia has had the general effect of creating thriving communities wherever it is located. Without irrigation, most of these communities would decline significantly. This is a key social as well as an economic effect.

Examples of technological success include improved water use, uptake of precision systems (eg. center pivot and lateral move systems, drip), advanced surface irrigation and improved irrigation scheduling.

Improved water use

The information in Table3 shows a trend of steady improvement in the average irrigation water use (ML/ha) over the 10 year period from 2003-2004 to 2012-2013. This improvement is a result of a range of factors including the adoption of better irrigation systems and better irrigation management.

Table 3. Irrigation Activity 2003-2004 to 2012-2013.

Base	Agricultural businesses	Agricultural businesses irrigating	Area of agricultural holding	Area irrigated	Volume applied	Rate
	no.	no.	Ha	Ha	ML	ML/ha
Old basis						
2003-04	130,526	40,400	440,109,578	2,402,137	10,441,515	4.3
2004-05	129,934	35,244	445,148,804	2,404,864	10,084,596	4.2
New basis						
2005-06	154,681	44,826	434,924,814	2,546,318	10,737,364	4.2
2006-07	150,817	41,787	425,449,341	1,922,982	7,636,194	4.0
2007-08	140,704	39,637	417,287,562	1,850,937	6,284,799	3.4
2008-09	135,996	39,940	409,028,747	1,760,758	6,500,577	3.7
2009-10	134,553	40,816	398,580,223	1,840,610	6,596,040	3.6
2010-11	135,654	38,752	409,672,625	1,962,569	6,645,375	3.4
2011-12	135,692	34,911	405,473,623	2,141,303	8,174,320	3.8
2012-13	128,917	30,629	396,615,288	2,377,959	11,059,999	4.7

Source: Australian Bureau of Statistics (AUSTRALIA, 2017).

Uptake of precision systems

Table 4 shows the change of irrigation systems used in Australia over the 6 year period 2002-2003 to 2008-2009. Surface irrigation decreased by 13% while more precise systems increased, drip irrigation by 4.7% and large mobile machines (ie. centre pivots and lateral move systems) by 5%.

Table 4. Irrigation areas and systems used in Australia in 2002-2003 and 2008-2009.

Irrigation methods	2002-2003		2008-2009	
	Ha	%	Ha	%
Surface	1,344,000	57.1%	803,640	44.0%
Drip or trickle				
Above-ground	180,000	7.6%	217,301	11.9%
Subsurface	23,000	1.0%	25,584	1.4%
Sprinkler				

Continue...

Table 4. Continuation.

Irrigation methods	2002-2003		2008-2009	
	Ha	%	Ha	%
Microspray	80,000	3.4%	84,820	4.6%
Portable irrigators	123,000	5.2%	81,185	4.4%
Hose irrigators	289,000	12.3%	213,604	11.7%
Large mobile machines	209,000	8.9%	253,041	13.9%
Solid set	91,000	3.9%	50,800	2.8%
Other	14,000	0.6%	95,047	5.2%
Total	2,353,000		1,825,022	

Source: Australian Bureau of Statistics (AUSTRALIA, 2017).

Advanced surface irrigation

Surface irrigation is the dominant system in Australia and is likely to remain so. This is due to low embedded and operational energy requirements and to the substantial improvements in performance over the last decade.

Performance has improved through attention to several factors. The first is isolating surface irrigation systems to soils that are suitable for them, which has been helped by commercially available electro-magnetic induction (EMI) soil surveys. This technology has become widely used over the last couple of decades and has provided much superior information for locating surface systems and decommissioning inefficient systems. It has also helped in locating appropriate sites for on-farm storages. The biggest changes were made in irrigated rice in the Riverina region where heavy clay soils were often inter-mixed with lighter prior-stream soils. EMI soil surveys allowed the light soils to be precisely defined and remedial action to be undertaken.

Coupled with this has been wider use of laser levelling and re-shaping of fields to be more rectangular. The laser levelling improves the in-field movement and distribution of water and the re-shaping allows much more efficient management of irrigation.

Another innovation that has improved surface irrigation was the development and commercialisation of a performance evaluation and optimisation service called Irrimate™. This facility substantially improved performance of furrow irrigation in northern New South Wales and southern Queensland, the average saving being 0.2 ML/ha per irrigation event. This service was developed by the National Centre for Engineering in Agriculture (University of Southern Queensland) and Aquatech Consulting Pty Ltd. Evaluation is undertaken by measuring the flow rate through siphons or gates, the time for the advance to reach set points down the field, and measurement of the run-off from the field.

This information is entered into a computer simulation program called SIRMOD, allowing the measured performance to be evaluated, improvements to be simulated and recommendations provided to irrigation managers. Some improvements require reshaping of irrigation fields but most are simple management changes such as altering the time that irrigation is shut off and the flow rate supplied to the field.

Improved irrigation scheduling

Irrigation scheduling in Australia has improved with the wide spread availability of capacitance soil moisture probes. The benefits of monitoring soil moisture were experienced widely in the cotton industry in the 1980's with the use of neutron probes. These tools provided readings from single sites taken manually, usually at intervals of several days. Understanding of crop water use improved further with the availability of time-continuous data from capacitance probes. This information is logged and graphed and provides a visual representation of crop water use and therefore better information for deciding when to irrigate and how much to apply. The decreasing cost and improving graphics of these units has enhanced adoption in Australia.

Irrigation scheduling based on weather data has been used by irrigators for many decades but its use has become easier in recent years with the

inclusion of daily ETo data available free of charge on the national Bureau of Meteorology web site.

Research has been undertaken on plant sensors but this is still mainly an emerging technology. There is some use of this technology in commercial permanent horticulture.

While the uptake of technologies for irrigation scheduling has progressed, it is not as great as was hoped. For the 6 years between 2002-2003 and 2008-2009, Table 5 shows an increase of only 1.6% in the use of soil probes, a slight decrease in the use of evaporation information and tensiometers, and a slight increase in rotational (or fixed period) scheduling. While these figures must be interpreted in the context of a severe drought and very limited water where irrigation water would have been rationed rather than applied, the low level of uptake is cause for concern.

Table 5. Information or methods for irrigation scheduling for 2002-2003 and 2008-2009.

Irrigation Decision-Making	2002-2003		2008-2009	
	No.	%	No.	%
Evaporation figures or graphs	4,219	6.8%	3,841	6.7%
Tensiometers	4,120	6.6%	3,739	6.5%
Soil probes	5,806	9.3%	6,266	10.9%
Governmental or commercial scheduling service	1,123	1.8%	1,049	1.8%
Calendar or rotational scheduling	5,720	9.2%	5,604	9.8%
Knowledge or observation	39,799	63.7%	36,005	62.7%
Other	1,666	2.7%	952	1.7%
Total	62,453		57,456	

Source: Australian Bureau of Statistics (AUSTRALIA, 2017).

A recent development commenced by the Cooperative Research Centers for Irrigation Futures (CRCIF) is 'IrriSAT' which is a new technology combining satellite data and local weather station data. It was trialled in horticultural crops in the Riverina region and is now an established technology in that region. The same occurred in peri-urban

horticulture around Sydney, New South Wales (NSW). More recently, this technology has been trialled in broadacre irrigation in northern NSW and appears to provide a complementary tool to the soil moisture monitoring and weather based estimates used by crop consultants. The particular issue for large area irrigation using soil moisture monitoring is the need for a sufficient number of reliable probe sites – this is usually difficult to achieve, both practically and economically. ‘IrriSAT’ is a recent technology that provides broad area figures that can be checked against a few on-ground sites cost effectively. It was first trialled in the Australian cotton industry in 2009-10 with one consultant applying it to five fields. This was a small trial to adjust the technology to better suit cotton consultants that were working with multiple farms and potentially a large number of fields. Interest expanded rapidly in 2010-2011 with ten consultants involved in a trial covering 20,000 ha. In 2011-2012 the IrriSAT technology engaged 35 consultants and irrigators covering over 75,000 ha. For 2014-2015 a new project is working with a smaller number of consultants and irrigators to develop an application to deliver IrriSAT and to monitor sites for further ground-truthing of the technology.

Examples of Failure in Irrigation in Australia

Examples of failure in Australian irrigation include:

- irrigation development on poor soils and/or with wrong irrigation systems.
- developing full irrigation landscapes, often with the consequences of waterlogging, water table rise and extensive salinity in some localities.
- over-allocation of water entitlement.
- irrigation development in isolated areas.

Irrigation induced soil salinity

Salinity is a particular risk for Australian irrigated agriculture as most of our inland soils have significant quantities of salt resident in the profile which is mobilised by a rising water table.

A specific example of this problem is detailed in The Background Paper: Regional Overview – The Lower Murray Darling Basin (DAIRY AUSTRALIA, 2009). This paper reports that localised rise in groundwater in the lower Murray area occurred by applying large volumes of irrigation water. The problem was made worse because perennial native plants with deep root systems have been replaced with crops and pastures that use less water as well as the use of salty irrigation water in some areas.

This brought about the development of shallow watertables which in turn created waterlogging conditions followed by salinisation of low lying areas. This sometimes had the effect of increased return of salt to rivers and streams.

Although these problems emerged soon after the irrigation schemes were established, for example, in the 1890s along the Murray River in South Australia, parts of Murrumbidgee Irrigation Area in the 1920s, and in the 1950s in Wakool Irrigation District, and despite the salinity problems having been well studied and extensively remediated over the last two decades, in a recent (2006) survey, 29% of dairy farmers in the lower Murray region nominated irrigation induced salinity as the major land management issue.

Over allocation of water resources

Arguably the biggest mistake for irrigation in Australia is the over-allocation and/or use of our water resources. Redressing this is a major plank in water reform that has been underway in all states over the last couple of decades. Allocation of water entitlement is the responsibility of the state governments and during the 1950s, 1960s and 1970s, the general political mood was one of development of all of Australia's re-

sources including water. Over this period, Australia had low population, seemingly bountiful resources and was in need of economic growth. This was also during a lengthy period of higher average annual rainfall and concern for environmental effects of water extraction was non-existent. For water, the result was over-allocation of entitlement for most of our significant surface and ground water resources. Redressing this over allocation based on sustainable water yields has been significant enough; on top of this has emerged the strident concerns for environmental assets, with the result that the environment is now the holder of the most water entitlement in some key areas such as the Murray-Darling Basin.

This reform process has created hardship for many irrigators who have extensively developed their land based on the entitlement they had, and now face very low availability of water.

Isolation

As part of the era of development in Australia, the potential of the water resources, soil types and climate in tropical northern Australia were too good to resist. Plans had been formed for the damming of the Ord River in the north of Western Australia and for the development of 72,000 hectares of irrigated farmland. The Ord River Scheme commenced operation in 1963. The Kununurra Diversion Dam was completed in 1963 and another dam, Lake Argyle, the largest in mainland Australia, was built in 1972. The main crop projected for the area was cotton but by 1974 this was abandoned due to insect pests. Since then various other crops have been tried but without much success. By the 1980s only 10% of the possible irrigation area was under cultivation and the Ord River Irrigation Scheme had become Australia's most costly and controversial irrigation project. The irrigated area gradually expanded to around 13,000 hectares.

Other issues are a build-up of silt in the Ord River especially at its mouth, flourishing weed populations along the river bank, mobility of pesticide residues and patches of salinity.

However, in 2009 the Ord Irrigation Scheme entered a new era with the state and federal governments providing funding to expand the farming area. The current farmed area of approximately 12,500 hectares might increase to 45,000 hectares.

Irrigation Ownership

Most large tracts of irrigation land in Australia were originally developed and operated by the states as irrigation areas or districts eg. Murrumbidgee Irrigation Area, Coleambally Irrigation Area, Wah Wah Irrigation District, etc. All of these areas are now private corporations owned by the irrigators.

There are also many independent private irrigators who have developed their own land and extract water themselves from surface or groundwater sources.

The large water storages in the catchment headwaters are owned and operated by state agencies or government corporations, as are the river systems. The canal systems in irrigation areas and districts are owned and operated by the irrigation corporations.

In most cases, the irrigation land itself is owned by the irrigators.

In the past, water entitlement was licensed to applicants on a limited term basis, usually five years, but a major change under recent water reforms has been the vesting of outright ownership of entitlement to irrigators. This entitlement is no longer specified in terms of a physical volume of water, instead it is a share of the available water resource. These changes mean: i) a water market could be established; and ii) expectations of receiving a set quantity of water each season are reduced.

Irrigation Research

Irrigation research in Australia has largely been uncoordinated and somewhat inconsistent. It is usually financed through funding bodies

with private funds matched by governmental funds (eg. Rural Industries Research and Development Corporation, Cotton Research and Development Corporation, National Program for Sustainable Irrigation, etc.) and is usually undertaken by state based agencies or joint ventures and sometimes by federal agencies.

An improvement to this occurred with the formation of the Cooperative Research Centre for Irrigation Futures (2010) for the period 2003-10. This was a cooperative venture with funding from partner organisations matched with cash from the Australian Federal Government. The CRCIF had 14 core partners and eight supporting partners. The core partners included six universities, five state departments, two water service providers and one national research organisation. The eight supporting institutions included other water service providers, industry organisations, private companies and another two universities.

The framework of the CRCIF valued and facilitated collaborative effort which brought together a diverse range of discipline skills and experience from its participant organisations. This enabled considerable interchange of experience, broadened opportunity and generated novel techniques for researchers and industry participants to address complex technical, economic and social issues at the interface of irrigation practice, water resource constraints and environmental policy. Several of the projects undertaken applied such trans-disciplinary effort to issues not normally responsive to more narrowly based investigations especially where industry action was dependent on the effective integration of knowledge and approaches from several diverse disciplines (COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR IRRIGATION FUTURES, 2010).

The CRCIF had two main research themes: 'Irrigation Toolkits to Improve Enterprise Performance' and 'System Harmonisation through Regional Irrigation Business Partnerships'. Research projects under the Irrigation Toolkits theme included Storage Dam Evaporation, Tools for Irrigation Profitability and Longevity, Solute Signatures and South East

Queensland Irrigation Futures (SEQIF). Research projects under the 'System Harmonisation' theme included: System Harmonisation Integration and Regional Irrigation Business Partnerships, Water Cycle Management, Markets and Productivity, Social, Cultural, Institutional and Policy Frameworks, and Northern Australia Irrigation Futures (NAIF).

The CRCIF's professional development program included the graduate training model, Master classes and other training programs. It produced 29 PhD graduates, four MSc graduates and eight Honours graduates from 12 universities. Most of the graduates had obtained employment in the industry prior to completing their theses. It also established four industry Masterclasses (Evapotranspiration, Soil Solutes, Flow Measurement, Centre Pivot & Lateral Move Irrigation).

Irrigation Research Transfer

Transfer of irrigation knowledge in Australia is usually done through state or commodity based extension programs and a limited number of undergraduate and post-graduate courses. Some is undertaken by equipment sellers.

Extension is generally not viewed as a key component of research and is consequently poorly funded and poorly coordinated both within and between states. Extension often relies on specifically funded programs/projects rather than being viewed as a constant requirement to maintain industry best practice, water efficiency and international competitiveness.

One beneficial consequence from a decade-long drought in eastern Australia was an intense focus on water efficiency by all irrigators, providing a substantial stimulus for uptake of information and skills.

In recent years, the extension capacity in irrigation has declined rapidly across Australia with most state agencies greatly reducing their funding to this endeavour. This has been offset by some commodity and industry groups increasing or initiating their own extension capacity.

Capacity Building in Irrigation

The need for capacity building in irrigation has been recognized by some sectors of the industry and efforts in recent times have been primarily through training courses, field days, training of consultants, and certification programs.

- *Training courses.* Most state and some federal agencies have developed a range of irrigation training courses primarily aimed at irrigators. Examples include:
 - Pivots & Laterals National Training Course – developed by CRCIF and now administered by Irrigation Australia Ltd. This course has also been delivered in Portugal (in Portuguese) in 2008 and in New Zealand (in English) in 2009.
- NSW DPI ‘PROwater® Series’ (13 modules, designed for delivery in the field), presented in Table 6.

Table 6. Capacity building modules.

1. Soils and irrigation	½ day
2. Selecting an irrigation system	½ day
3. Surface irrigation systems	½ day
4. Pressurised irrigation systems	½ day
5. Centre pivots and lateral moves (National Training Course)	2 days
6. Drip irrigation (introduction)	½ day
7. Surface drip irrigation (advanced)	½ day
8. Low-level sprinkler irrigation (advanced)	½ day
9. Scheduling irrigation	½ day
10. Benchmarking and water budgeting	½ day
11. Irrigation pumps	½ day
12. Water metering	½ day
13. Storage and distribution systems	½ day

- *Field days* are a common and effective method of building capacity. They may be general in nature or cover specific topics only, and may be designed for large numbers of or for just a few ('farm walks').
- *Consultants* often benefit as much as growers from training courses and field days but there are also courses designed specifically for them eg. National Centre for Engineering in Agriculture (NCEA); Irrigation Australia Ltd's Meter Installers Course.
- *Irrigation Australia Ltd* has also developed a range of certifications to improve the skills, knowledge and standards of the entire irrigation industry. They cover seven occupations: designing, contracting, installing, operating, managing, retailing and providing advice.

The improvement in industry capacity is indicated by the statistics in Table 7. Over the five year period from 2003 to 2009, many irrigators adopted more efficient irrigation techniques and more efficient scheduling, around 20% monitor soil moisture, around 20% reusing tail water, and around 20% have laser-levelled their irrigation fields.

Table 7. Changes in irrigator practice (AUSTRALIA , 2017).

Changes to Irrigation Practices over 5 years - % of Irrigators		
Type of change	2002-2003	2008-2009
Reduce irrigated area	-	14%
Increase irrigated area	-	8%
More efficient irrigation application techniques	46%	22%
More efficient irrigation scheduling	37%	16%
Purchase water	-	11%
Sold water	-	5%
Piping or covered open channels to reduce water loss	10%	5%
Levee banks and/or drains	10%	-
Laser-levelled	18%	8%
Irrigation water re-use or recycling	12%	6%
On-farm soil moisture monitoring	15%	5%
Documented farm water plan	8%	-
Other	7%	1%

Resources

Resources available in Australia to assist irrigators include:

- NSW DPI irrigation resources (www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/resources/water)
- Irrigation Australia Ltd (www.irrigation.org.au)
- CRC for Irrigation Futures (www.irrigationfutures.org.au)
- National Centre for Engineering in Agriculture (<http://www.usq.edu.au/research/research-at-usq/institutes-centres/ncea>)
- OVERSched – pivots & laterals visualization (<http://www.irrigationfutures.org.au/OVERsched/OverSchedv1-0.html>)
- Bureau of Meteorology (www.bom.gov.au/water)

References

AUSTRALIA. Australian Bureau of Statistics. **Australian Bureau of Statistics.**

Disponível em: <<http://www.abs.gov.au>>. Acesso em: 29 mar 2017.

AUSTRALIA. National Water Initiative. **Australian Water Resources 2005.** Disponível em: <<http://www.nwc.gov.au>>. Acesso em: 01 mar 2006.

CO-OPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR IRRIGATION FUTURES. **Annual report 2009-10.** Darling Heights, Australia, 2010. 75 p. Disponível em: <<https://www.irrigationaustralia.com.au/documents/item/194>>. Acesso em: 29 mar 2017.

DAIRY AUSTRALIA. **Background paper:** environment & natural resources, regional overview – The Lower Murray Darling Basin. Southbank, August 2009. Disponível em: <http://www.dairyaustralia.com.au/~/_/media/Documents/Industry%20overview/About%20the%20industry/Current-industry-issues/ADIC%20basin%20plan%20response/LMDB%20inquiry/LMDB%20Environment%20%20Natural%20Resources.pdf>. Acesso em: 29 mar 2017.

MEYER, W. S. **The irrigation industry in the Murray and Murrumbidgee Basins.**

CRC for Irrigation Future: CSIRO, 2005. (Technical Report No. 03/05). Disponível em: <[http://www.irrigationfutures.org.au/imagesDB/news/IrrigPerspTechreport1\(3\).pdf](http://www.irrigationfutures.org.au/imagesDB/news/IrrigPerspTechreport1(3).pdf)>. Acesso em: 29 mar 2017.

PROSSER, I. P. (Ed.). **Water:** science and solutions for Australia. Collingwood: CSIRO, 2011. 178 p. Disponível em: <<https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=csiro:EP118220&dsid=DS3>>. Acesso em: 29 mar 2017.

Parte II

Resumo das Palestras

Mesa 1 Página 219	O Estado da Arte na Agricultura Irrigada no Brasil
Mesa 2 Página 253	Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada
Mesa 3 Página 275	Experiência Internacional na Agricultura Irrigada

Introdução

A Parte II do seminário foi estruturada no formato de mesas. Na primeira mesa, abordou-se o estado da arte da agricultura irrigada no Brasil; na segunda mesa, foram abordados os desafios e as oportunidades para o desenvolvimento da agricultura irrigada; e na terceira mesa, foram apresentadas experiências nos Estados Unidos, na Espanha e na Austrália.

Além de identificar os grandes gargalos e desafios para o desenvolvimento da agricultura irrigada, era o momento de trazer uma mensagem política do setor para a sociedade; de aumentar as sinergias entre as instituições, definindo de maneira clara as atribuições de cada uma delas para o desenvolvimento da agricultura irrigada; e também de estabelecer as diretrizes de um programa para o desenvolvimento da agricultura irrigada, com metas institucionais, de pesquisa, de inovação e de capacitação bem definidas.

A estrutura das mesas foi pensada de forma a responder questões básicas e cruciais para o desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil, tais como:

1. O atual nível tecnológico do parque fornecedor de equipamentos está adequado à demanda e ao nível tecnológico dos outros países de ponta?
2. O material genético utilizado nas nossas culturas está adequado para enfrentar a competição com outros países? Quais são as áreas e culturas mais vulneráveis?
3. A estrutura e os programas de capacitação têm condições de atender à grande demanda de mão de obra qualificada necessária em algumas regiões?
4. A regulação do uso da água tem correspondido na harmonização e na segurança do Setor da Agricultura Irrigada?

5. A infraestrutura demandada (energia elétrica, reservação de água, escoamento) está dentro dos parâmetros requeridos?
6. Que contribuições o setor privado pode dar para promover a eficiência na agricultura irrigada?

Trata-se de um esforço multi-institucional com vistas à sustentabilidade dos recursos hídricos diante da expansão da agricultura no País.

A diversidade dos componentes das mesas possibilitou o desenho da situação da agricultura irrigada no país, de modo regionalizado, por meio de especialistas qualificados no assunto e conhecedores da realidade do setor.

O momento foi importante para se fazer uma reflexão sobre os diversos temas tratados, buscando reunir esforços para a dinamização do setor, transformando-o, efetivamente, num instrumento de promoção de desenvolvimento sustentável.



Mesa

1

O Estado da Arte na Agricultura Irrigada no Brasil

Na primeira mesa do seminário, procurou-se trazer aos presentes um panorama de como a agricultura irrigada tem se desenvolvido no país nas quatro principais regiões irrigantes (Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste), além do enfoque dos recursos hídricos.

A mesa foi presidida pelo Diretor do Departamento Hidroagrícola da Secretaria de Infraestrutura Hídrica do Ministério da Integração Nacional, Osvan Menezes de Queiroz.

A palestra de abertura da mesa, com duração de 30 minutos e com o título *Panorama Geral da Agricultura Irrigada no Brasil*, foi proferida pelo Sr. Marcelo Borges Lopes da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ).

Na sequência, ocorreram palestras com duração de 15 minutos, com o objetivo de apresentar a situação da irrigação em cada região País. Os palestrantes por região foram:

- **Região Centro-Oeste**

Wilson Mancebo Gonçalves (Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás - FAEG) e Humberto Rafael Cardoso (Jalles Machado S/A)

- **Região Nordeste**

Luis Henrique Bassoi (Embrapa Semiárido)

- **Região Sudeste**

Alfonso Adriano Sleutjes (Associação do Sudoeste Paulista de Irrigantes e Plantio na Palha – Aspipp)

Paulo Afonso Romano (Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais – Seapa/MG)

- **Região Sul**

Ivo Mello (Câmara Temática de Agricultura Sustentável e Irrigação – Mapa)

Werner Arns (Prêmio ICID 2007)

Luis Antônio de Leon Valente (Instituto Riograndense do Arroz, Irga)

Abertura da Mesa 1

O Diretor do Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola do Ministério da Integração Nacional, Osvan Menezes de Queiroz, fez a abertura dos trabalhos da Mesa 1, ressaltando a importância da agricultura irrigada, afirmando ser esta a melhor alternativa para o desafio da produção de alimentos diante da crescente demanda mundial por alimentos.



Foto: Sidelei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da fala do diretor.

A irrigação é uma das forças aliadas na proteção ao meio ambiente como importante ferramenta de alívio de pressão sobre biomas protegidos, pois contribui para reduzir a necessidade de abertura de novas áreas para cultivo, permite a utilização de áreas consideradas marginais (como pastagens degradadas), só para citar alguns exemplos de contribuição da irrigação na defesa do meio ambiente.

Com relação ao fator econômico, no caso brasileiro, a agricultura irrigada é responsável por parte significativa do PIB agrícola (algo em torno de 35%), embora represente pouco mais de 8% da área explorada com a agricultura em geral.

No entanto, apesar de o potencial de terras para o desenvolvimento da agricultura irrigada sustentável no Brasil estar estimado na época em cerca de 30 milhões de hectares, a área explorada atualmente com irrigação não chega a 20%, havendo, portanto, bastante espaço para crescimento do setor.

Em se tratando de Projeto Público de Irrigação, é importante que seja destacado o seu papel como “instrumento de desenvolvimento regional”, sobretudo na região semiárida. Ressalta-se que:

- a. Polos de desenvolvimento como Petrolina/Juazeiro, Projeto Brumado na Bahia, Baixo Açu no Rio Grande do Norte, Jaguaribe-Apodí no Ceará são alguns exemplos de dinamismo econômico gerado por PPI's em benefício das populações dessas regiões, combatendo pobreza e reduzindo fluxos migratórios.
- b. Sabe-se também que os investimentos em agricultura irrigada representam custos bem menores de geração de empregos, quando comparado com outros setores produtivos.
- c. Sobre investimentos em PPI's pelo Governo Federal, aproximadamente R\$ 2,3 bilhões foram investidos na irrigação pública pelo Governo, estando previsto, para o próximo governo, uma aplicação de cerca de 2,2 bilhões (4 anos).

Palestra de abertura

O Sr. Marcelo Borges Lopes, representante da Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação/CSEI na Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos, proferiu a palestra Panorama Geral da Agricultura irrigada no Brasil.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra de abertura.

A Agricultura Irrigada no Brasil é um tema que vem sendo debatido em diversas instâncias com maior frequência em tempos recentes. Essa frequência de debates em torno de temas oportunos à irrigação se dá talvez por este setor apresentar uma imensa oportunidade de desenvolvimento para diversas regiões brasileiras. Ou talvez porque o tema surge em debate sempre que se vislumbra a necessidade de aumentar a produção de alimentos, fibras, bioenergia, entre outros.

A participação conjunta do poder público, em suas várias esferas, e da iniciativa privada mostra um possível caminho a seguir: a integração dos distintos agentes envolvidos com o tema para definir e propor ações para o desenvolvimento do setor.

A Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos – CSEI/ABIMAQ – é um fórum que reúne os principais fabricantes de equipamentos e sistemas de irrigação. Estima-se que as 36 empresas associadas representem mais de 80% do faturamento do setor, isso indica a representatividade da instituição. Além de discutir assuntos diretamente relacionados ao setor fornecedor de bens de capital, a CSEI/ABIMAQ também discute muito a agricultura irrigada, suas potencialidades e a responsabilidade de cada integrante, assim como da própria entidade de alavancar o desenvolvimento setorial.

Uma das contribuições que a Câmara traz é a publicação anual da estimativa de área irrigada no Brasil. Tal compilação tem como objetivo a manutenção do fluxo constante de informações relevantes para as empresas, pesquisadores, agricultores e interessados inseridos no ambiente da irrigação nacional, a fim de proporcionar o mínimo de informações necessárias ao entendimento dos acontecimentos setoriais, principalmente se levarmos em consideração a incipiente geração de novas informações verificada no setor atualmente. Um objetivo secundário é gerar uma série histórica do volume de vendas do setor de equipamentos e sistemas de irrigação que permita uma análise de tendências e dos ciclos que ocorrem nesse mercado.

Levando-se em consideração que a falta de um arcabouço robusto de informação setorial pode levar a resultados informacionais por vezes duvidosos, a estimativa apresentada pela CSEI/ABIMAQ se resume aos métodos pressurizados de irrigação. Essa argumentação é importante, pois se verifica, em diferentes setores com importante geração de informações, que um princípio básico é o alinhamento, ou seja, entidades de pesquisa, empresas, governo e entidades de classe buscam o desenvolvimento setorial partindo de informações e unidades informacionais comuns, o que não se verifica no setor da irrigação no Brasil.

Existem inconsistências entre as fontes de informações quanto à real área irrigada do país. Diversas fontes disponíveis apontam diferentes valores, por exemplo: 3,89 milhões de hectares em 2008 (Christofidis, 2010); 4,60 milhões de hectares em 2006 (ANA, 2009); 4,45 milhões de hectares em 2006 (IBGE, 2009); 4,18 milhões de hectares em 2009 (CSEI/ABIMAQ).

O histórico da evolução da área irrigada mostra que a agricultura irrigada continua crescendo, mas a taxa de crescimento é negativa. A taxa de crescimento negativa não condiz com a diferença entre a área irrigada (entre 4 a 5 milhões de hectares) e o potencial irrigável, por volta de 30 milhões de hectares (na época). A distância é muito grande para justificar um crescimento negativo da taxa de crescimento da irrigação nas últi-

mas décadas. Esse é um dos indicadores das dificuldades enfrentadas para analisar a agricultura irrigada como atividade econômica e propor alternativas para o seu desenvolvimento.

Quanto à evolução da área irrigada, O IBGE faz levantamentos da área irrigada desde 1970 nos censos agropecuários. Nesse período, houve um crescimento significativo da atividade: em termos absolutos, a área quintuplica em 36 anos. Entretanto, ao analisar a taxa de crescimento da área irrigada no mesmo período, verifica-se que, no período 1970 a 1980, o crescimento anual foi praticamente estável (na faixa de 6,4%) e depois entra em queda: no período 1995 a 2006, ficou em 3,3%.

Esse movimento pode sugerir uma saturação do mercado ou a subutilização das terras atualmente irrigadas. Contudo, em termos de potencial irrigável, as terras disponíveis chegam a 29 milhões de hectares. Ou seja, são utilizados apenas 15% do potencial, o que torna a análise de saturação ou subutilização de menor importância frente à potencialidade de abertura de novas áreas passíveis de receber diferentes tecnologias de irrigação, indicando que a curva de crescimento setorial deveria apontar uma tendência de ascensão.

Outra possibilidade seria que a atividade agrícola como um todo apresentasse restrições durante o período para o recebimento de irrigação ou mesmo em seu crescimento mercadológico/produtivo, mas também isso não se verifica. Ao contrário, a atividade agrícola como um todo tem uma expansão fantástica no período considerado e ainda mais forte nas últimas duas décadas.

Conforme dados da CONAB a produção brasileira de grãos passou de 58 milhões de toneladas em 1990/91 para 143 milhões de toneladas em 2008/2009 – um salto de quase 140%. E, não menos importante, o crescimento da área plantada foi de apenas 26% no mesmo período. Existiu então um enorme ganho de produtividade nas duas últimas décadas que levou a um expressivo aumento na produção de grãos totalmente descolado da evolução da área irrigada no período.

Verifica-se assim que o baixo crescimento relativo da Agricultura Irrigada não pode ser atribuído à falta de áreas disponíveis para a expansão sustentável da atividade e tão pouco à baixa demanda por produtos agrícolas (ou à baixa atratividade econômica do setor agrícola, como consequência). Cabe então uma discussão sobre os motivos que podem ter levado a este descolamento entre a evolução da agricultura irrigada e de sequeiro.

A Secretaria de Planejamento Estratégico do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão apresentou alguns resultados para a identificação de diferentes causas para a baixa atratividade da agricultura irrigada. Um quadro bastante complexo em que se pode destacar: dificuldade para atender à Legislação Ambiental, incluindo a obtenção de outorga d'água – especialmente limitante para os médios produtores; falta de recursos humanos capacitados – técnicos para recomendar, desenhar e dimensionar sistemas de irrigação, mão de obra para fabricação e montagem dos sistemas e mesmo para operá-los no campo; baixa inserção dos produtos de áreas irrigadas no mercado consumidor – poderia ser muito maior, considerando a garantia de produção e a possibilidade de fornecimento ao longo do ano; linhas de crédito não contemplam todas as necessidades específicas do irrigante, como créditos de custeio e comercialização disponíveis todo o ano, prazos mais longos para investimentos (os programas do BNDES preveem prazos adequados que não são repassados pela maioria dos agentes financeiros), facilitar o acesso ao crédito, etc.; restrita oferta de energia elétrica no campo e seu alto custo – seja por falta de distribuição, seja por capacidade de atender à demanda – a energia elétrica é um grande gargalo para o crescimento da área irrigada; pequena representatividade institucional da agricultura irrigada, tanto da iniciativa privada como dos órgãos públicos – as representações do setor são muito pulverizadas e, especialmente no Governo Federal, a representatividade do setor está aquém das necessidades face aos desafios existentes.

Além dos itens destacados, existem diversos outros identificados e para alguns deles foram discutidas propostas para reduzir ou eliminar os problemas. Nesse quesito, foi dada atenção especial à questão da baixa representatividade do setor. Este problema resulta em limitado poder de organização e mobilização e, conseqüentemente, de pouca capacidade de discussão e negociação com outros setores da sociedade. Como exemplo disso vale lembrar a situação do PL 6.382/2005 que propõe uma nova Política Nacional de Irrigação e está em tramitação no Congresso Nacional desde 2005.

Em relação a Indústria de Equipamentos e Sistemas de Irrigação, o Brasil é um dos poucos países no mundo onde todos os grandes fabricantes mundiais de equipamentos e sistemas de irrigação estão presentes com instalações fabris. Associada a essa presença das empresas multinacionais que dominam mundialmente o setor existe uma forte indústria de capital nacional competindo em pé de igualdade com elas. Esta configuração representa uma estrutura ao mesmo tempo complexa e competitiva e com alto grau potencial de geração conjunta de ações em prol do setor.

Os fabricantes iniciais se desenvolveram no país entre os anos 1970 e 1990, nesse período, muitas fábricas foram construídas apostando no potencial do mercado brasileiro e se aproveitando do protecionismo econômico que dificultava a importação de sistemas e equipamentos de irrigação. Nas décadas seguintes, muitas dessas empresas desapareceram, algumas foram vendidas para as grandes fabricantes mundiais e outras seguem suas trajetórias de sucesso até os dias de hoje.

Dessa forma, o mercado é hoje composto por empresas de capital nacional, norte-americano, israelense, europeu e indiano – uma combinação bastante interessante que dá dinamicidade ao mercado. Tal estruturação resulta em uma concorrência saudável e disponibiliza aos agricultores irrigantes brasileiros as mais modernas tecnologias disponíveis no planeta. Vale lembrar que os capitais estrangeiros aqui presentes são exata-

mente dos países que lideram a agricultura irrigada mundialmente, em termos tecnológicos e econômicos.

Também é importante destacar a forte presença da indústria nacional (neste caso, majoritariamente capital nacional) no fornecimento de componentes para sistemas de irrigação como tubos de PVC e similares, bombas hidráulicas, motores elétricos, componentes e cabos elétricos, etc, as quais, ao longo dos anos de desenvolvimento da irrigação nacional se especializaram em atendimento e produção para disponibilizar insumos adequados às especificidades deste mercado.

Estimativa feita pela CSEI/ABIMAQ aponta que o mercado total de equipamentos de irrigação deve faturar aproximadamente Um Bilhão de Reais por ano – dados relativos ao período 2009/2010. No entanto, o mercado apresenta ciclos de sazonalidade anuais bastante fortes, com anos de incorporação de pouco mais de 90 mil hectares até quase 150 mil hectares. Das vendas do setor, pouco mais da metade são feitas através de linhas de financiamento do BNDES – o Moderinfra é a mais tradicional e recentemente a Finame PSI tem sido mais utilizada em função das taxas e prazos mais atraentes.

Tal combinação de um mercado relativamente pequeno com ciclos fortes de crescimento e queda têm resultado em um baixo nível de investimento das empresas em seus parques fabris, dificuldades de planejamentos produtivos e financeiros, além da dificuldade da manutenção de pouca ociosidade na capacidade instalada. Apesar deste quadro, calcula-se que hoje a capacidade instalada excede a demanda do mercado em mais de 40%. Ocasionalmente alguns segmentos específicos podem apresentar temporariamente longos prazos de entrega, mas muito mais em função da sazonalidade das vendas do que falta de capacidade instalada. Em termos de geração de empregos calcula-se que este ano o setor gere aproximadamente 5 mil empregos diretos e outros 20 mil indiretos.

Por outro lado, as empresas têm investido constantemente no aprimoramento de seus produtos e na atualização tecnológica dos mesmos. Os

equipamentos e sistemas aqui oferecidos têm o mesmo padrão tecnológico do resto do mundo, no entanto é preciso considerar que a maioria dos sistemas comercializados tem uma configuração mais simples que em países de tecnologia de ponta. Isso ocorre por dois motivos: o produtor brasileiro (e em especial o irrigante) não recebe subsídios diretos nem tem garantia de renda, o que o leva a ser mais criterioso na relação custo/benefício; e ainda existe certa aversão a tecnologias mais sofisticadas.

A evolução dos equipamentos e sistemas de irrigação nos últimos anos pode ser ilustrada através dos gotejadores no caso da irrigação localizada e dos aspersores no caso da irrigação por aspersão. As novas tecnologias presentes nos modernos gotejadores permitem aplicação de volumes muito baixos de água ao longo do tempo ao mesmo tempo em que aumentam o coeficiente de uniformidade dos. Já os aspersores evoluíram para gotas maiores, melhor distribuídas ao longo do terreno e operando com pressões baixas.

O desenvolvimento tecnológico dos sistemas de irrigação também aponta para a automatização dos sistemas, desde o bombeamento até a operação do equipamento propriamente dita. Mais que a redução da necessidade de mão-de-obra essa tendência abre grandes oportunidades para melhorar a gestão da irrigação. A partir da automação o gestor da fazenda obtém dados mais confiáveis sobre a operação do sistema (horas trabalhadas, lâmina de água aplicada) que somadas a informações de estações meteorológicas permitem uma determinação mais precisa da necessidade de água da cultura. Dessa forma a gestão da irrigação deixa de ser empírica e trabalha com dados reais resultando em maior eficiência no uso da água. Como consequência ocorre uma redução do consumo e do custo da energia elétrica, é isso que tem atraído mais os agricultores por se tratar de um desembolso mensal.

Outro ponto bastante questionado em relação à indústria brasileira de equipamentos de irrigação é quanto a sua capacidade para reagir rapidamente frente a um quadro de aumento de demanda. Certamente

este é um cenário desejado por todos os empresários e executivos do setor, muitos deles trabalhando com irrigação há anos sempre com essa expectativa. Em primeiro lugar é preciso considerar que, como já dito anteriormente, existe capacidade instalada ociosa nas indústrias. Assim uma demanda adicional inicialmente seria atendida muito rapidamente pela simples ocupação dessa ociosidade, e caso o aumento da demanda exceda tal capacidade certamente as empresas farão os investimentos necessários para aumentar a capacidade de produção e atender o mercado.

Capacidade empresarial para tanto existe, seja porque as empresas são subsidiárias de grandes corporações mundiais, seja por serem empresas saudáveis que têm capital para o investimento ou meios para buscar tais recursos. No entanto, há que se preocupar com a reduzida oferta de mão de obra qualificada para a indústria e distribuidores. Também o histórico de ciclos de crescimento seguidos por períodos de forte baixa no mercado desestimula novos investimentos, para quebrar essa inércia e o receio dos empresários para realizar investimentos, será preciso mostrar um cenário de crescimento sustentável do mercado pelo menos em médio prazo.

- **A Agricultura irrigada na região Centro-Oeste**

Palestra 2

Wilson Gonçalves, Presidente da Associação dos Produtores da Região do Vale do Pamplona, em Cristalina e Luziânia/GO, fez breve histórico sobre a associação e suas conquistas em 25 anos de existência. Ele destacou que a população não é bem informada sobre o que é a agricultura irrigada e quais são os benefícios sócio-ambientais oriundos da irrigação.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Wilson.

Existe uma alta rejeição a prática de irrigação por parte dos ambientalistas, que destacam, embora sem evidências científicas, o elevado uso de agrotóxicos da atividade que estão poluindo o lençol freático.

O uso de agrotóxicos é permitido pela legislação ambiental. É preciso que sejam desenvolvidos estudos para avaliação do risco de contaminação pelo uso de produtos biodegradáveis. Caso se comprove a contaminação, sugere-se que se busque produtos alternativos. Todavia, é economicamente inviável não combater pragas, doenças e ervas daninhas, o que poderia comprometer a produção e colocar em risco a economia e a segurança alimentar da região e do país.

Países como Egito, Israel e outros irrigam mais que o Brasil, que tem um bom relevo e muita água de chuva que pode ser reservada para o período em que não chove. Existem também, no geral, bons solos, altitude de 200 m a 1.200 m, e muitas boas tecnologias em uso, e outras sendo geradas, visando a sustentabilidade ambiental.

Atualmente existe oferta de alimentos durante o ano inteiro, independente de sazonalidade, com boa qualidade. A região do Vale do Pamplo-na em Cristalina e Luziânia tem trabalhado fortemente com reservação de água através de barragens de terra.

Isso permitiu que a região se tornasse uma referência em irrigação por pivô-central, além de se formar um cluster de indústrias de alimentos, com foco em hortaliças. Com a irrigação, a região conta hoje com 35 diferentes tipos de culturas, mostrando as vantagens da diversificação, tanto pelo uso do solo como pela maior segurança de mercado para os produtores rurais.

Existe preocupação do setor irrigante com a concorrência do setor energético pelo uso dos recursos hídricos. A barragem hidrelétrica no Rio São Marcos, no Município de Cristalina, GO, prejudicou os irrigantes, porque diminuiu a possibilidade de outorga de novos projetos de irrigação, além de gerar menos empregos e energia para poucas pessoas.

Palestra 3

Humberto Rafael Cardoso, da Usina Jales Machado S/A, em Goiânia/GO, destacou que no centro-oeste o desafio é a seca acentuada de maio a setembro. Ele destacou vários desafios da irrigação para a produção de cana na região Centro-Oeste.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Humberto.

A produção da cana-de-açúcar no Centro-Oeste é dificultada pelo período de seca, que prejudica a produção, gerando prejuízos se não houver irrigação. Em 2010, a região da Usina Jales Machado ficou 190 dias sem chuva, o que inviabiliza a vida útil de um canavial que deve durar de 5 a 6 anos. Se a seca ocorrer na fase de pós-plantio o problema é pior ainda.

Os desafios da irrigação para a produção de cana na região Centro-Oeste são:

- a) Oferta de energia elétrica. O diesel polui e encarece a irrigação.
- b) A mão de obra para irrigação é escassa na região – as mineradoras competem fortemente oferecendo salários mais altos.
- c) Solos ressecados, com baixa retenção de umidade, não aguentam a época seca. A ocorrência de solos com cascalho exige irrigação e inviabiliza o sequeiro da cana.
- d) Tecnologia de produção da cana-de-açúcar – atualmente os produtores de cana fazem calagem e aração mais profunda. Objetivo para futuro: atingir produtividades de 100 t/ha com irrigação.
- e) Recursos hídricos – a região tem muita água, mas não pode captar direto dos mananciais e precisam de barragem com outorga. O grande número de projetos de hidrelétricas, que podem ser construídas na

região, trazendo conflitos pelo uso da água em concorrência do uso na irrigação, é muito preocupante.

f) Água residual da indústria – incentivo à fertirrigação com água residual, economizando água.

g) Acertar a lâmina correta de irrigação – investimentos em pesquisa.

Existe necessidade de experimentação, principalmente com irrigação em áreas com déficit hídrico. Será preciso melhorar a qualidade industrial com a irrigação, com melhores índices de sacarose e outros itens de qualidade.

• A Agricultura irrigada na região Nordeste

Palestra 4

Luis Henrique Bassoi, pesquisador da Embrapa Semiárido, iniciou sua palestra falando do zoneamento agroecológico do Nordeste. Ele destacou que dos seis biomas existentes quatro estão



Foto: Sideleci Elvis Macedo

na região Nordeste. Em sua palestra, ele destacou várias limitações para o desenvolvimento da fruticultura irrigada no Nordeste

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo pesquisador.

A avaliação do uso da água pela irrigação, feita por meio da comparação entre a vazão de retirada, vazão de consumo e a vazão de retorno das cinco grandes regiões hidrográficas do Nordeste com o Brasil, indica que esse tema merece mais estudos, principalmente no sentido de valorizar a agricultura irrigada como mitigadora e não como grande consumidora de recursos hídricos, já que sua vazão de retorno é considerável.

As mudanças climáticas podem trazer alterações na demanda de água, pois a agricultura irrigada é mais sensível do que os usuários urbanos e industriais. Caso ocorram mudanças significativas no clima, a solução passará por novas alternativas tecnológicas voltadas ao uso da água na irrigação, ao manejo, à genética das culturas etc.

A salinização é problema para a irrigação no Nordeste, e existem algumas pesquisas nesse sentido. Aproximadamente 30% das áreas irrigadas no Nordeste enfrentam problemas de salinização.

A utilização de águas subterrâneas são observadas na bacia do São Francisco, porém sem muitos estudos. Já na bacia do Parnaíba existe muita água subterrânea, com ótima qualidade para irrigação e abastecimento

humano. Esse potencial não é utilizado, infelizmente, pela falta de tradição, tecnologia e estudos aprofundados.

Um dos grandes problemas da irrigação é a capacitação do irrigante, com destaque para: (i) status social (número de pessoas na família, critério de pobreza, entre outros) como critério na seleção dos beneficiários, que prevaleceu para a maior parte dos perímetros; (ii) nível de escolaridade (normalmente baixo); (iii) baixa capacidade empreendedora do candidato a pequeno produtor irrigante (denominados de colonos); (iv) ausência de histórico e/ou experiência de produção em área irrigada; (v) qualificação mínima dos produtores em aspectos básicos de manejo da irrigação e do cultivo agrícola irrigado.

Não existe uso racional da água pelos irrigantes e falta critérios para o manejo da irrigação. O baixo nível de manejo e eficiência do uso da água nos perímetros irrigados do Nordeste é uma preocupação, e deve-se promover uma capacitação mínima dos irrigantes em aspectos básicos de manejo da irrigação e do cultivo irrigado.

A adoção efetiva de métodos de manejo por parte dos irrigantes é muito pequena. As razões para esse comportamento são inúmeras: falta de conhecimento técnico; inexistência de assistência técnica especializada; elevado custo de equipamentos necessários ao manejo da irrigação, e; baixo custo da água de irrigação, que não obriga o produtor a se preocupar com a eficiência no seu uso.

Foram destacadas várias limitações, desafios e oportunidades relacionadas a irrigação do Nordeste. Todavia, é importante se atentar para as peculiaridades dessa região, com biomas, climas e disponibilidades hídricas variáveis, o que exige uma análise complexa de acordo com as especificidades de cada local, aliada às disparidades socioeconômicas existentes.

• Agricultura irrigada na Região Sudeste

Palestra 5

Alfonso Adriano Sleutjes, Presidente da Associação do Sudoeste Paulista de Irrigantes e Plantio na Palha, destaca que o Município de Paranapanema, Holambra II, no Estado de São Paulo, trabalha com irrigação há quase 25 anos, e que nesse período a capacidade de produção de cereais aumentou 400% e de algodão 1.000%.



Foto: Sídeclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Alfonso.

O Grupo Nacional de Instituições Irrigantes (GNII), que representa 60% da irrigação no Brasil, foi fundado em 2005, com o objetivo de melhorar a representação das instituições irrigantes junto ao Governo Federal.

Área irrigada na região sudeste do Brasil foi estimada em 1.586 mil hectares em 2006, sendo o sistema de pivô-central o método predominante, com uma área de 396 mil hectares. Na época o potencial da região para agricultura irrigada está calculado em 4.229 mil hectares.

Os desafios para a agricultura irrigada na região sudeste foram resumidos em três categorias principais: recursos hídricos; meio ambiente; e financeiros.

Com relação aos recursos hídricos, destaca-se as melhorias na infraestrutura das propriedades, entre elas a construção de barragens para reservação de água da chuva e as bacias de contenção com o intuito de melhorar a infiltração d'água no lençol freático, retroalimentando assim as nascentes da região. Mais de 90% dos pivôs da região depende de reservação de água nas propriedades e mais de 50% das barragens são pequenas, com área variando entre 5 ha e 6 ha.

As estradas também são ponto importante na proteção dos recursos hídricos, pois se bem construídas e conservadas, não contribuíram para o assoreamentos de mananciais e nascentes. O governo do Estado de São Paulo tem um programa denominado Melhor Caminho, que tem ajudado a região nesse trabalho, em cooperação com os produtores rurais.

Os produtores da região já estão investindo em medidas mitigadoras de compactação do solo, tais como: controle da racionalização do tráfego de máquinas, evitando a compactação por várias passadas no mesmo local; dimensionamento de máquinas agrícolas, procurando adequar a distribuição de peso, para evitar a compactação por unidade de área de solo; novas tecnologias de rodados com pneus radiais, evitam a compactação do solo; rotação de culturas e o plantio direto na palha ajudam no combate da compactação e melhoram a estrutura e infiltração da água.

Outra frente importante para melhoria dos recursos hídricos são as medidas conservacionistas: preservação e recuperação de áreas de APP; cobertura permanente do solo com plantio direto na palha e rotação de culturas; curvas de nível com plantio em nível.

Ainda na otimização do uso de recursos hídricos, existem investimentos em metodologias com mais eficácia e praticidade no manejo da irrigação, buscando eficiência no uso de água, sem desperdícios e erosão por lâminas excessivas.

A Cooperativa Holambra Agrícola e a Fundação ABC instalaram, na região, estações climatológicas, sensores de tensão matricial de umidade em várias profundidades, usando sinal de rádio, com sistema de alarme para avisar tensão do solo indicada para início da irrigação.

Existe também um trabalho de divulgação do uso de equipamentos e emissores mais eficientes, com as diversas tecnologias de irrigação, conforme manejo e cultura.

Busca-se ainda a melhor eficiência genética para uso da água com variedades e espécies melhoradas, desenvolvidas para melhor eficiência da absorção/retenção de água e resistência às estiagens.

Como desafios ambientais da agricultura irrigada no Estado de São Paulo, foram destacadas as seguintes sugestões de medidas de incentivo à regularização ambiental nas propriedades rurais: flexibilização das APP's; pagamento por serviços ambientais; simplificação e redução de tempo para licenciamentos ambientais – uma das razões do produtor não usar o crédito rural para financiar investimentos é a demora para se obter outorga e licença ambiental, implantando, muitas vezes, os projetos de forma irregular; definição do código florestal; medidas proativas para regiões de conflito; incentivo à regularização em conjunto.

Como desafios financeiros, destaca-se: seguros agrícolas específicos para áreas irrigadas; garantia de renda para o trigo; incentivo para novas oportunidades de negócio, tais como, criação de tilápia, certificação, consórcio eucalipto/laranja-grãos de sequeiro.

Foram também destacados os seguintes desafios: melhoria do marketing do setor irrigante para fora da porteira, para que a sociedade entenda o que é e quais são os seus benefícios; e investimentos em infraestrutura como transportes (melhoria de estradas, diversificação de modais de transporte), energia elétrica, fontes alternativas de energia.

Como conclusões, as seguintes recomendações foram apresentadas: proporcionar a maior infiltração de água para abastecimento do lençol freático e utilizar o solo como caixa d'água; desenvolver modelos de manejo de irrigação mais confiáveis, simples e custo acessível para todos os tamanhos de propriedades; plantas com maior capacidade de absorção e aproveitamento da água; desmistificar as leis ambientais; divulgar os benefícios da Irrigação; investimentos em infraestrutura (dentro e fora da porteira).

Palestra 6

Paulo Romano, secretário adjunto da Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais, comentou em sua palestra que para retirar o embate agricultura/meio ambiente, será preciso ampliar as funções da água no sistema água/solo/planta. Eixo de convergência da sustentabilidade para a agricultura irrigada.



Foto: Sidedei Elis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Secretário.

Os dados censitários disponíveis são do ano 2006. Nessas informações, indica-se a presença de algo em torno de 1,6 milhões de hectares irrigados sob diversos métodos no conjunto de Estados da região Sudeste. Em resumo, São Paulo com 770 mil hectares, Minas Gerais com 520 mil hectares, Espírito Santo com 200 mil hectares e Rio de Janeiro com 81 mil hectares.

Os números são tomados em ordem de grandeza face à defasagem temporal e divergências metodológicas ainda prevalentes na coleta dos dados pelo IBGE. Não deixam dúvidas, no entanto, sobre estarem longe de alcançar o potencial da Agricultura Irrigada dada a dotação de recursos naturais e a capacidade empresarial existente na região. Como evidência dessa afirmativa, estimativas recentes realizadas no âmbito da formulação do Plano Diretor de Agricultura Irrigada de Minas Gerais – PAI-MG, ainda em curso, dão conta de potencial entre 2,5 e 3 milhões de hectares para o território mineiro, dependendo da combinação de culturas. Assim, não é preciso muito esforço para inferir a Região Sudeste, que ainda está longe de alcançar área irrigada compatível com os recursos naturais de solo e água, além da capacidade empreendedora dos produtores rurais as boas condições de mercado.

A decorrência lógica para a sequência do raciocínio é simples: se há um grande potencial inexplorado, temos que buscar as razões dessa defasagem e a forma pela qual podemos aproximar os dois mundos: o potencial e a realidade. Uma razão forte a considerar, é a ausência de uma cultura de Agricultura Irrigada no Brasil.

A falta dessa cultura acaba por condicionar as decisões de produtores que não encontram o ambiente de incentivo e acolhimento por parte das políticas públicas, muitas delas, de verdadeira frenagem da atividade.

Embora não se possa delegar apenas aos governos o destino de nossa sociedade, é de grande relevância no Brasil a posição do Estado como promotor de atividades econômicas. Afinal, temos um Estado tradicionalmente forte e centralizado, especialmente na figura do ente União.

Pode-se mesmo descrever como espantosa, historicamente, a falta de acuidade dos governos face ao volume de renda e emprego desperdiçado pela não realização do potencial irrigável existente.

Em adição à conveniência e oportunidades internas, o panorama mundial de incertezas e perdas causadas pelas mudanças climáticas está a clamar pela gestão adequada dos riscos inerentes e que afetam a segurança alimentar.

Agrega-se a isso as projeções de aumento da demanda mundial de alimentos estimadas pelo aumento de renda e população, nos termos exaustivamente declarados pela FAO, exacerbando preocupações, até a pouco inexistentes. Seu mais contundente e recente relatório revela que em 20 anos tal acréscimo da demanda por alimentos deverá ser suprida em 40% por produção oriunda do Brasil.

Sendo curtíssimo o intervalo de tempo que nos separa daquele momento e estando o Brasil desmobilizado para uma ampla ação pela expansão da agricultura irrigada, urge tratar o tema no contexto de alta prioridade e em plano estratégico. Lembre-se que a mesma FAO estima que 40% do aumento da oferta de alimentos virá da agricultura irrigada, já

que a possibilidade de ampliação de fronteira agrícola (horizontalmente) é pequena, e, mais ainda, colide com os compromissos da política ambiental.

Quando mencionamos nossa pobre cultura em irrigação (lembrar que povos pré-colombianos a praticavam nos Andes, no México, etc) devemos considerar seus efeitos na falta de compreensão da sociedade e da burocracia sobre as dificuldades apontadas pelos agricultores como dificuldade na obtenção de crédito adequado e de outorga (direitos de uso da água).

Outra questão marcante: barramentos para acumulação de água para geração de energia são de “utilidade pública e interesse social”, para irrigação, não. Há que discutir, no plano político, tais distorções.

No plano conceitual, a agenda deve destacar que, no processo de irrigação, a água não é consumida, mas sim, induzida a caminho diferente no ciclo hidrológico, para exercer nobre função, retornando à natureza com melhor da qualidade ao passar pela evapotranspiração. A percepção ambiental e, às vezes, ideológica é de que exportamos a água do processo de produção ao exportarmos grãos, carne, etc. O que é equívoco por ignorância e, principalmente, por conveniência política e ideológica.

Se adicionarmos à demanda por alimentos aquela derivada da necessidade de fibras e energia renovável, acionamos uma sinalização vigorosa sobre a necessidade de mudar o quadro político-institucional e estratégia para a irrigação no Brasil. Esse é o contexto no Estado Minas Gerais que se mobiliza com o apoio do Ministério da Integração Nacional, através de seu PCT com o Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura (IICA), para construir diretrizes e política de Estado para Agricultura Irrigada. Temos convicção que podemos dar a contribuição para a busca de novos caminhos na superação desse desafio brasileiro. É momento do exercício de nossa capacidade crítica e de nossas formulações para construir um futuro diferente daquele resultante da inércia.

Em face da presença de representações do Governo Federal no seminário, é oportuno fazer um alerta, que deve ser compreendido como uma contribuição e nunca como uma provocação ou crítica destrutiva. A natureza e o tamanho de alguns dos investimentos necessários são incompatíveis com a capacidade financeira dos Estados Federados. Além disso, a calibragem e manejo dos instrumentos de política econômica necessários estão na órbita da União Federal. Posso ampliar os exemplos de grandes investimentos necessários. Além daqueles destinados à pesquisa, difusão tecnológica e assistência técnica, capacitação de recursos humanos estratégicos, acesso ao crédito adequado e a logística, são também prioritários e essenciais os investimentos em Defesa Agropecuária, certificação, etc.

Entre os instrumentos de política econômica, além do crédito já citado, há que superar as armadilhas do câmbio e a falta de um eficiente sistema de seguros, dentre outros.

Deve-se ainda mencionar os ajustes requeridos nos marcos legal e regulatório que a União precisa liderar, até mesmo, porque dependem de instâncias do executivo e do legislativo federais. O cálculo econômico simples indica que a União, ao investir na agricultura irrigada, recebe de volta em impostos, na geração de renda para a população e no controle de uma de suas principais responsabilidades, a manutenção do poder de compra da moeda. Sabe-se que a inflação penaliza os mais pobres, e afeta a disposição de investimentos em todos os setores da economia. O exemplo clássico é a contribuição para o extermínio da inflação e da fila do feijão de triste memória, pela introdução da agricultura irrigada, assegurando duas safras ao ano. É o caso também da oferta de frutas durante o ano inteiro; antes da produção irrigada, somente na estação de produção.

A disposição e os compromissos aqui manifestados por autoridades de diversos ministérios e os inúmeros exemplos de empreendimentos de grande relevância em vários locais do País recomendam proatividade

na disposição de construir uma cultura da agricultura irrigada, onde processos produtivos sustentáveis estejam associados à boas práticas conservacionistas de solo e água. No conjunto, tecnologia, inovação e a boa gestão são fundamentais.

É preciso dar um salto qualitativo empreendendo as várias formas de agricultura irrigada pela mobilização das forças existentes no interior do País. Pode-se edificar uma economia robusta no interior estruturando-se uma classe média, em substituição à situação de penúria em que ainda vive a maioria dos brasileiros que ocupam os estabelecimentos agrícolas. Registre-se a análise realizada pelo respeitado cientista Eliseu Alves, ex-presidente da EMBRAPA, ao trabalhar os dados do Censo para calcular a renda média mensal: 73% dos estabelecimentos obtiveram, em 2006, o equivalente a 43% do salário-mínimo. Certamente que a ampliação da classe média brasileira concentra-se nas áreas urbanas, porque pequenos e médios agricultores possuem renda baixa.

A Agricultura Irrigada pode transformar realidades. É exemplar a própria revolução ocorrida no semiárido brasileiro no complexo agroindustrial edificado na região de Petrolina /Juazeiro, em Jaíba, MG, Cristalina, GO e alguns outros. Pode ser observada também na realidade de outros países, a capacidade do vetor tecnológico e de gestão, integrantes essenciais da agricultura irrigada eficiente, de se espalhar pelo sistema econômico, como nos casos de Espanha e do Chile, onde são disponíveis vários estudos contendo evidências marcantes dessa característica dinâmica da atividade.

Elas foram firmadas na experimentação e na construção de mudanças, a exemplo da exitosa incorporação dos Cerrados ao processo produtivo. É com a fé daqueles que acreditam que construímos o amanhã mudando o hoje, que me coloco à disposição para esse novo esforço. Juntos, com apoio da união federal, estados e parlamentos, edificaremos novas bases para que os empreendedores/produtores realizem sua missão de produzir sustentavelmente.

As ações deverão ser feitas no âmbito de estratégias, políticas, programas e um novo marco institucional. A prudência recomenda e a sabedoria indica que qualquer solução institucional é boa, merece acolhimento e contribuição. Desde que expresse uma destacada prioridade da União Federal à agricultura irrigada.

Os estados saberão desdobrar essa prioridade em propostas e ações regionalizadas. Vale a pena investir nessa atividade que, desenvolvida o em todo interior do País, poderá gerar ciclo virtuoso rumo ao desenvolvimento sustentável.

Antes de encerrar, quero compartilhar a experiência que estamos construindo em Minas Gerais: articular as políticas setoriais e ambientais.

Os trabalhos conjuntos estão procurando desmistificar e tirar do produtor o medo das normas e procedimentos ambientais, por exemplo, para outorga. Por outra parte, finaliza-se a construção de indicadores de sustentabilidade a nível das propriedades agrícolas, de maneira a tratar do assunto em bases objetivas.

Ainda nesta direção, a negociação política foi concluída, devendo ser assinado, um protocolo como marco institucional da atuação conjunta de SEAPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais e SEMAD - Secretaria de Estado de Meio-Ambiente e Desenvolvimento Sustentável para definição das micro bacias como unidades de gestão para a outorga do direito do uso da água. Nesse espaço de encontro de pessoas e interesses conjuntos, permite-se dar nome, endereço e soluções conjuntas aos problemas. Nesse contexto juntam-se, além de SEAPA e SEMAD, a Secretaria de Ciência e Tecnologia para, em conjunto com as demais partes interessadas, plantar as sementes das inovações institucionais que vão impulsionar de maneira efetiva a Política de Estado de Agricultura Irrigada.

Para construí-la, é preciso articular governo e empresários, políticos com representação e representados, todos no trabalho da edificação

de uma Cultura da Agricultura Irrigada fundada na tradição mineira de cuidar do Estado olhando o bem do Brasil. É importante construir riquezas pela valorização da água e de seu gestor originário (o produtor rural). Por meio da conservação e do uso sensato e adequado, será ampliado seu valor. Afinal, ao exercer suas funções na produção sustentável de alimentos e energia renovável a água e seu usuário estarão enobrecendo seus papéis na sociedade e no mercado brasileiros.

• A Agricultura irrigada na Região Sul

Palestra 7

Ivo Mello, Presidente da Câmara Temática de Agricultura Sustentável e Irrigação, comentou em sua palestra que, no Rio Grande do Sul, o plantio direto de arroz irrigado foi responsável pela melhor eficiência na utilização de água, que passou de 20 mil m³/ha para 12 mil m³/ha.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Ivo Mello.

A irrigação na região Sul de nosso país é fortemente influenciada pela produção de arroz. Contando com mais de um século de tradição. A irrigação superficial por inundação tem sido a prática predominante no Rio Grande do Sul e Santa Catarina nas últimas décadas. Devido as suas características geográficas, no estado do Paraná esta atividade não tem a mesma relevância que no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Exatamente pelas características geomorfológicas e de disponibilidade hídrica, os dois estados mais meridionais de nosso país, desenvolveram ao longo do século XX uma base de produção irrigada caracterizada pela sistematização de várzeas e aproveitamento dos mananciais hídricos disponíveis. O Rio Grande do Sul na atual safra soma mais de 1,1 milhões de hectares de lavoura de arroz irrigado. Já o estado de Santa Catarina deverá cultivar na presente safra um total de 150 mil hectares de arroz irrigado.

As áreas sob sistema de irrigação que adotam outro tipo de tecnologia de irrigação como aspersão e gotejamento têm menos expressão consi-

derando as de arroz irrigado por inundação. No Rio Grande do Sul, na última década, houve um incremento bastante significativo de áreas sob a condição de irrigação por aspersão com o uso de equipamento tipo o pivot central. Podemos considerar relevantes também a irrigação de hortifrutigranjeiros nas regiões próximas às áreas metropolitanas.

Apesar de ser considerada um sistema de baixa eficiência, a irrigação por inundação, que ocupa a maior área nos dois estados do sul do Brasil, passou por um processo de melhoria da eficiência técnica/econômica nas 2 últimas décadas, que proporcionou o desenvolvimento de índices invejáveis por muitos setores da área produtiva. O uso médio de água por kilograma de grão de arroz produzido no Rio Grande do Sul, que foi de 4 mil litros na década de 1980, hoje não passa 1.600 L/kg, sendo a média mundial de 2.656 L/kg. E ainda segundo as pesquisas mais recentes do IRGA, existe tecnologia para chegar a 800 L/kg, isto é menos de 1/3 da média mundial.

Essa eficiência é facilmente verificada pelas estatísticas do IBGE que informam a produção do RS em 1990 de pouco mais de 3 milhões de toneladas numa área de 700 mil hectares e, em 2009, em pouco mais de 1 milhão de hectares, produzimos 8 milhões de toneladas de arroz.

As produtividades catarinenses também evidenciam este avanço através da constatação na atualidade de produtividades médias que podem atingir facilmente em muitos municípios produtores mais de 12 t/h.

Contribuíram sobremaneira para este avanço o apoio da tecnologia através de instituições de pesquisa aplicada como o IRGA (Canhoinha), a Embrapa (Pelotas) e a Epagri (Itajaí.)

A necessidade de adaptação às demandas de mercado e sociais também foram fatores decisivos para o desenvolvimento do arcabouço tecnológico disponível ao produtor orizícola na atualidade. O incremento dos custos da energia e demais insumos e o avanço das exigências em relação à gestão adequada de recursos naturais, foram decisivos para que o empreendedor rural da atividade orizícola, se dedicasse a otimizar seus

processos gerenciais. Sistemas menos impactantes (ambiental e/ou economicamente), como o Plantio Direto, e a engenharia de infraestruturas de irrigação, otimizando fontes de energia, são dois exemplos muito contundentes de respostas da cadeia produtiva às demandas sociais citadas.

Concomitante a isso, a sociedade brasileira cresceu em poder aquisitivo diminuindo o consumo do cereal irrigado, colocando em cheque mais uma vez a sustentabilidade econômica de nossa cadeia produtiva. Atualmente uma das atividades agrícolas com maior eficiência tecnológica, amarga preços baixos que não remuneraram satisfatoriamente os custos de produção.

O grande desafio do setor de produção que maneja a maior área de produção de commodities com inundação em nosso país é: promover uma reengenharia que adapte os custos de produção à realidade mercadológica atual.

Outrossim, essa pode ser também a grande oportunidade para:

- a. Continuar crescendo de forma sustentável.
- b. Agregar valor através de rastreabilidade da atividade com maior número de produtores licenciados e outorgados do país.
- c. Reconverter parte das áreas para a produção de outras commodities, por meio da rotação de culturas que aproveitem de forma mais eficiente ainda a água de irrigação.
- d. Abrir mercados para um produto de qualidade comparável aos melhores arrozes do planeta.

O Brasil precisa continuar crescendo de forma sustentável e nosso setor tem que acompanhar e colaborar nesta empreitada.

Palestra 8

Werner Arns, membro e conselheiro do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), destacou a preocupação com meio ambiente e a biodiversidade e a tendência crescente de menor uso de defensivos. Apresentou também os benefícios das novas técnicas de irrigação e produção de arroz em sistema de taipas inundadas



Foto: Sídelei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Werner.

Segundo dados do IRGA de 2010, o Rio Grande do Sul semeou 1.085.000 hectares na safra 2009/2010, atingindo a produção de 8,9 milhões de toneladas de arroz irrigado, que representa metade da produção do Mercosul ou 63% da produção nacional.

Os produtores têm investido em barramentos para reservação de água no Rio Grande do Sul. Cerca de 89% da região é irrigada por sistema de taipas, e na fronteira usam-se as cochilhas, sistema pré-germinado nível zero.

As estações de bombeamento apresentam maior eficiência de sucção/elevação de água. Taipas baixas com até 15 cm altura, geram economia de água (1 m³ de água/kg de arroz) aplicando-se lâminas de 3 cm a 5 cm de profundidade.

As novas técnicas de irrigação e produção de arroz em sistema de taipas inundadas apresentam diversos benefícios, contribuindo para o desenvolvimento das plantas, disponibilidade de nutrientes, auto-calagem, controle de plantas daninhas, controle de pragas, etc.

As maiores dificuldades encontradas no sistema de inundação são:

(a) elevada necessidade de mão-de-obra (aguadores); (b) grande investimento em máquinas e equipamentos; (c) janela de semeadura muito curta, e períodos de tratos culturais igualmente apertados, exigindo um grande grau de precisão; (d) Inviabilidade de rotação de culturas e plantio direto na palha.

A alternativa encontrada muitas vezes consiste em utilizar a irrigação por aspersão por meio de pivô-central, possibilitando obter quase a mesma produtividade com menor consumo de água (50% menos), sem investir na construção de taipas, além de permitir a rotação de culturas com plantio direto na palha.

Isso representa menores custos de produção, com menor impacto ambiental pela menor aplicação de água e menor uso de máquinas (cv/ha), além de menor compactação com a colheita no seco.

Além disso, é possível aplicar a integração lavoura-pecuária (exemplo: arroz, azevém, pecuária, soja) e outras formas de rotação com plantio na palha.

Palestra 9

Luis Antônio de Leon Valente, chefe da Divisão de Assistência Técnica e Extensão Rural do Instituto Rio Grandense do Arroz, destacou em sua palestra alguns desafios e algumas oportunidades para o desenvolvimento da agricultura irrigada.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Luis.

O IRGA tem 70 anos. É uma autarquia vinculada à Secretaria de Agricultura, mantida pelos agricultores (taxa CDO = R\$0,38/saco de arroz), que gera pesquisa e difusão de tecnologia, com ótimos resultados para a sociedade.

O Rio Grande do Sul produz 63% do arroz brasileiro. Com o Projeto 10, Programa Arroz RS, em 4 anos se aumentou a produção de arroz em 2 milhões de toneladas.

A produtividade média da safra 2008/2009 foi baixa, ficando próxima de 7.200 kg/ha. A última safra foi muito impactada pela grande variabilidade climática devido ao fenômeno El Niño. Atualmente é possível se produzir muito mais. As dez maiores produtividades de arroz irrigado no Rio Grande do Sul produziram entre 12 a 14 t/ha.

Com os ganhos de produtividade e eficiência, o preço do arroz para o consumidor final caiu 32% entre 2003 e 2008. Tal fato, entretanto, não é divulgado para a sociedade.

Outro aspecto que é preciso melhorar na cultura é a lucratividade (custo/lucro) por saco na lavoura que tem se mostrado instável e atualmente é negativa na avaliação do IRGA.

De todos os acertos do sistema arroseiro no Rio Grande do Sul, a palavra chave está nas parcerias do IRGA com empresas privadas e públicas.

Os seguintes pontos foram destacados como estratégicos para o desenvolvimento do arroz irrigado no Rio Grande do Sul: gestão do negócio da propriedade, produtividade com rentabilidade; foco na geração de políticas que promovam a sustentabilidade econômica, social e ambiental; maior eficiência energética na agricultura irrigada; maior produtividade de uso da água m^3/kg de alimento produzido; capacitar os colaboradores, produtores e técnicos de forma massiva, de preferência com foco mais específico para a sua realidade; plantas invasoras resistentes a moléculas de herbicidas, não só o arroz vermelho; manejo da irrigação; barragem x legislação; adequação ao novo código florestal; manejo da irrigação com vistas a eficiência; extensão e assistência técnica na agricultura irrigada, com maior envolvimento com a comunidade que irá se beneficiar; manual de boas práticas das culturas irrigadas voltados para os comitês de bacias; denominação de origem - APROARROZ do litoral norte do rio grande do sul.



Mesa

2

Desafios e Oportunidades para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada

Na segunda mesa do seminário, foram discutidas questões sobre os obstáculos e oportunidades para o desenvolvimento da agricultura irrigada, com ênfase aos desafios estruturais da irrigação no Brasil.

A mesa foi presidida pelo presidente da Agência Nacional de Águas, Vicente Andreu Guillo. Após a sua fala de abertura, ocorreram sete palestras com duração de 15 minutos.

As palestras e palestrantes dessa mesa foram:

- Pedro Bertoni (Casa Civil): Obstáculos e oportunidades para o desenvolvimento da agricultura
- Demetrios Christofidis (Ministério da Integração Nacional): Infraestrutura
- Paulo Henrique Silvestri Lopes (Agência Nacional de Energia Elétrica): Energia elétrica
- Frederico de Luiza Vasconcelos Piauilino (Banco do Brasil): Financiamento (linhas de crédito)
- João Gilberto Lotufo Conejo (Agência Nacional de Águas): Regulação do uso da água para a irrigação
- Cristiane Collet Battiston (Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão): Ações do Ministério do Planejamento, Orçamento e

Gestão junto ao PPA com vistas ao desenvolvimento da Agricultura Irrigada

- Nadia de Barros Alcântara (PENSA/ USP): Vantagens econômicas da irrigação

Abertura da mesa 2

O Presidente da Agência Nacional de Águas, Vicente Andreu Guillo, abriu os trabalhos da Mesa 2, e convidou o público presente para refletir sobre alguns pontos, dando destaque a: (a) a importância



Foto: Sideclei Elvis Macedo

da inclusão de estruturas de eclusas e transposição de nível em corpos hídricos navegáveis juntamente com a construção de reservatórios para a geração de energia hidroelétrica; (b) o conflito emergente entre agricultura irrigada no país e as PCH's. Sugere propor uma moratória de PCH's para confrontar com os planos de bacias; (c) pagamento pelo uso da água. Os recursos arrecadados são revertidos para investimentos na bacia. Se os irrigantes não tomarem posição sobre a aplicação dos recursos, perderão oportunidade de aplicar recursos públicos.

• Desafios e oportunidades: Infraestrutura

Palestra 10

Demetrios Christofidis, Coordenador de Eficiência de Agricultura Irrigada do Departamento de Desenvolvimento Hidroagrícola do Ministério da Integração Nacional, apresentou atributos e números da agricultura irrigada no

Brasil e no Mundo e destacou os maiores desafios para que no futuro haja maiores oportunidades de sucesso para a agricultura irrigada.

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Demetrios.

A agricultura irrigada brasileira representa 6,7% da área cultivada, mas produz 20% da safra anual, que por sua vez representa 43% da renda agrícola. Ou seja, a agricultura irrigada possui grande eficiência produtiva, obtida pela combinação de alta produtividade e elevado valor agregado.

No mundo, o desempenho da irrigação não é diferente. Com apenas 18% da área cultivada com irrigação, produz-se 44% do total que é colhido, representando 50% das receitas agrícolas.

A agricultura depende da oferta de água. Nesse sentido, é importante compreender a dinâmica do ciclo hidrológico e as diferenças entre “água azul”, aquela disponível nos rios e nos lençóis subterrâneos, e a “água verde”, situada nas camadas superiores dos solos e objeto da evapotranspiração. O desafio é adequar as infraestruturas hídricas para atender as demandas. As infraestruturas hídricas e a sua gestão adequada é que possibilitam usar o potencial de “água azul” pela agricultura irrigada.

A Era dos investimentos em infraestruturas de projetos públicos de irrigação cumpriu seu papel inicial e já foi ultrapassada. Agora é preciso



Foto: Sídelei Elvis Macedo

reinventar um novo modo de implementar a irrigação, envolvendo fortemente a iniciativa privada no processo.

É preciso dar prioridade às medidas não estruturais, quais sejam: planejamento, institucionais, legais, incentivos, programas educacionais, gestão, e manejo; sem esquecer as medidas estruturais, como: apoio à produção com infraestruturas, com infraestruturas de serviços sociais (moradias, sistemas de saneamento e energia) e infraestruturas hídricas e viárias.

Os maiores desafios para o futuro e sucesso da agricultura irrigada são:

1. Elevar a disponibilidade de recursos financeiros, visando melhorar o desempenho das infraestruturas existentes.
2. Fazer com que as baixas produtividades dos sistemas sejam elevadas por meio da modernização das infraestruturas existentes e melhorias nos processos de gestão; (iii) otimizar os investimentos públicos em infraestruturas hídricas de irrigação, que devem priorizar as infraestruturas coletivas que apoiem às iniciativas do setor privado e fazer frente às adaptações para obter maiores reservas de água e novas regras operacionais dos reservatórios, para superar as restrições impostas pelas mudanças de clima e atendimentos aos requisitos ambientais.
3. Reverter a falta de integração entre as infraestruturas hídricas e medidas não estruturais.
4. Superar as condições desfavoráveis existentes para aprovação do PL 6.381/2005 de modo a possibilitar a viabilização de seus instrumentos de política de irrigação, que permitirão sobremaneira ampliar o apoio às medidas estruturais e não estruturais.
5. Ampliar a adoção de medidas estruturais e não estruturais e de intersectorialidade envolvendo a agricultura irrigada.
6. Reverter a abordagem inadequada das pessoas envolvidas com as políticas públicas que não percebem a intersectorialidade da agricul-

tura irrigada (infrasestruturas: hídrica, energia, apoio à produção, apoio social, informação e comunicação, agronegócio e transporte), bem como também não valorizam a importância da irrigação do ponto de vista físico, econômico, social e ambiental.

Considerando preliminarmente que, nos próximos 40 anos, serão incorporados 116 milhões de hectares à irrigação no mundo, as maiores oportunidades para a agricultura irrigada são:

1. Incluir a agricultura irrigada na política agrícola do país, que hoje privilegia a agricultura tradicional.
2. Demonstrar a sustentabilidade ambiental através da agricultura irrigada, pois: a alta produtividade da irrigação possibilita a conservação do habitat natural; produção da irrigação é em média de 3 a 3,5 vezes superior à da agricultura de “sequeiro”; baixa produtividade da agricultura de “sequeiro” exige um maior uso da superfície de solos; - a agricultura de “sequeiro” avança horizontalmente em áreas que deveriam ser conservadas.
3. Oportunidade de reduzir o desmatamento e a degradação dos solos e da água.

É possível ter no Brasil, por volta do ano 2050, uma área irrigada de cerca de 14,8 milhões de hectares, passando de 6,7% para 16% da área cultivada. Isso representaria um incremento de 10,4 milhões de hectares nos próximos 40 anos.

Com esse aumento de área a agricultura irrigada passaria a ser responsável pela produção de 41% da produção agrícola, representando 89% das receitas agrícolas totais no Brasil, o que significa incentivara para que haja adesão dos agricultores ao que se apresenta como sendo uma excelente oportunidade de investimento no setor.

- **Desafios e oportunidades: Energia Elétrica**

Palestra 11

Paulo Henrique Silvestri Lopes, Superintendente de Regulação dos Serviços de Distribuição da Agência Nacional de Energia Elétrica, fez uma explanação sobre as principais funções da ANEEL e sua visão sobre o setor elétrico.



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Paulo.

As principais funções da ANEEL são: geração, transmissão, distribuição e comercialização, visando a aproximação e diálogo entre os setores, através da regulação, fiscalização e mediação dos serviços e instalações de energia elétrica.

A ANEEL tem como meta promover o equilíbrio entre o Governo, consumidores, agentes regulados, em nome do interesse público.

Atualmente existem cerca de 98 mil quilômetros de redes de distribuição no país e 2.282 empreendimentos geradores de energia elétrica em operação, que geram uma potência outorgada de 113.031.944 kW.

Os tipos de empreendimentos que predominam são as Usinas Hidroelétricas (UHE) representando 69,18% do total, e as Termoelétricas (UTE) com 25,23% de representatividade.

O Estado de São Paulo tem o maior número de concessionárias, seguido por Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

A interligação do sistema, que complica a sua operação, tem a vantagem de aproveitar as diferenças nos períodos de hidraulicidade. Há um ga-

nho de energia firme se a usina opera dentro de um sistema interligado com várias outras usinas, devido à diversidade de regimes hidrológicos em todo o sistema. Quando chove no sul não chove no norte, e assim é possível o atendimento dos momentos de baixa geração em função da interligação.

As regras e procedimentos de distribuição têm como objetivo padronizar as atividades relacionadas à distribuição de energia elétrica. Também visam estabelecer os requisitos técnicos relacionados ao planejamento, acesso, operação, medição, cálculo de perdas técnicas e qualidade da energia. Estes procedimentos, chamados de Procedimentos de Distribuição – PRODIST, são documentos elaborados pela ANEEL e normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho dos sistemas de distribuição de energia elétrica e estão divididos em oito módulos:

Módulo 1 – Introdução

Módulo 2 – Planejamento da Expansão do Sistema de Distribuição

Módulo 3 – Acesso aos Sistemas de Distribuição

Módulo 4 – Procedimentos Operativos do Sistema de Distribuição

Módulo 5 – Sistemas de Medição

Módulo 6 – Informações Requeridas e Obrigações

Módulo 7 – Cálculo de Perdas na Distribuição

Módulo 8 – Qualidade da Energia Elétrica

Em 2011, será incorporado o módulo 9, que trata do ressarcimento de danos da distribuição.

- **Desafios e oportunidades: Financiamento (linhas de crédito)**

Palestra 12

Antônio Pontóglio, Gerente de Divisão da Diretoria de Agronegócios do Banco do Brasil, fez uma apresentação sobre as linhas de crédito disponíveis para irrigação, tanto para custeio como para investimento. Destacou que na carteira de agronegócios do banco a irrigação ocupa só 1% (R\$ 286 milhões), bem aquém do potencial de mercado.



Foto: Sideclei Elvis Macedos

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Antônio.

O Banco do Brasil criou um referencial técnico agropecuário para nortear a concessão de crédito por meio de planilhas, que servem para análise de risco e de crédito do agronegócio, bem como são utilizadas como ponto de referência para estratégias de crédito rural para o banco.

Para exemplificar, com base nessas planilhas de referência, o produtor irrigante pode ter de 20% a 50% de ampliação do limite de crédito em relação ao agricultor de sequeiro.

As fontes mais utilizadas são: recursos próprios, Tesouro Nacional, BNDES, Fundo Constitucional do Centro Oeste – FCO (os fundos FNO e FNE são operados pelo Banco da Amazônia e Banco do Nordeste, respectivamente), além de fundos de cooperativas.

As linhas de investimento representaram no terceiro trimestre uma carteira de agronegócios no montante de R\$ 74 bilhões em investimentos na carteira. Isso significa 60% do volume aplicado de todos os bancos

no agronegócio brasileiro. Dessa carteira, R\$ 25 bilhões são linhas de investimento, dos quais R\$ 11 bilhões foram aplicados na agricultura familiar.

A visão do mercado de irrigação parece estar voltada somente para a agricultura empresarial, enquanto, segundo dados do Banco do Brasil, a agricultura familiar tem recebido um valor expressivo de investimentos para agricultura irrigada, por meio do PRONAF ECO, Programa Mais Alimentos e PRONAF Agricultura Familiar, os quais podem ser tomados ao mesmo tempo. Citou também o PRONAF Programa Especial Semiárido, com teto de R\$ 10.000,00, com juro de 1% a.a., prazo de 10 anos, com até 3 anos de carência, com risco integral coberto pelo Tesouro Nacional.

Para a agricultura empresarial, existem o Manual de Crédito Rural (MCR) 6.2 e MCR 6.4, com recursos de depósito à vista e depósitos da poupança rural, que são recursos de aplicação obrigatória.

O FCO Rural financia até R\$ 20 milhões, com outras regras para classificação do porte do produtor. Taxas de juro são aplicadas de acordo com a classificação do produtor em pequeno, médio ou grande. As taxas do FCO são bem mais atrativas do que os recursos do BNDES.

Os principais recursos do BNDES são o Moderinfra, BNDES Automático e BNDES PSI – Programa de Sustentação do Investimento. No PSI, as taxas de juro são de 5,5% a.a. com 96 meses de prazo para investimentos fixos.

Já os investimentos fixos ou semifixos podem ser financiados no Moderinfra com taxas de juros de 6,75% a.a., com limite até R\$ 1,3 milhão por tomador individual e R\$ 4 milhões para projetos coletivos. O prazo é de 12 anos, com até 3 anos de carência.

O BNDES Automático financia até R\$ 10 milhões, com TJLP mais juros de 2,10% até 7,23% a.a., dependendo do porte, com os mesmos prazos do Moderinfra, que pode atender as Cooperativas.

Existem linhas de crédito específicas para as Cooperativas, como o programa COOPBENS e BNDES PRODECOOP. No programa COOPBENS, existe um teto de até R\$ 100.000,00 por cooperado ativo, a uma taxa de 6,75% a.a., com prazo de até 5 anos, com carência de até 2 anos. No BNDES PRODECOOP, o teto é de R\$ 50 milhões, a uma taxa de 6,75% a.a.

A partir de janeiro de 2011, a outorga de direito de uso de recursos hídricos será exigida de todos os produtores rurais para fins de crédito rural e não somente dos clientes que utilizam irrigação. Essa exigência requererá adaptação dos órgãos federais, estaduais e municipais para que os processos de concessão de crédito não travem.

Na carteira de agronegócios do banco, a irrigação ocupa só 1% (R\$ 286 milhões), bem aquém do potencial de mercado. Apontou como desafio do Banco do Brasil, a possibilidade de discutir e ajustar o crédito rural com a realidade e avanço da agricultura irrigada no Brasil. Dos R\$ 286 milhões, R\$ 140 milhões são aplicados na agricultura familiar e disse que a indústria de equipamentos deve se atentar para essa realidade.

Percebe-se que, para a agricultura familiar e para médios produtores, existe uma necessidade muito grande de ampliar a extensão rural, levando o conhecimento da academia até o produtor rural. É preciso melhorar os projetos, como ferramenta de demonstração dos bons negócios. O banco vai aumentar as exigências de projetos, o que significa maior capacitação dos técnicos envolvidos com projetos, assistência técnica e extensão rural.

Fez referência ao Programa Água Brasil, que privilegia projetos socioambientais, com ênfase na agricultura sustentável no meio rural (agropecuária sustentável e programas de microbacias hidrográficas) e nas cidades (consumo consciente e resíduos sólidos). O programa tem como parceiros: Fundação BB, ANA e WWF. A Fundação BB está investindo R\$ 57 milhões para projetos rurais e urbanos, por prazo de 5 anos, renováveis até 10 anos, podendo atingir até R\$ 112 milhões.

- **Desafios e oportunidades: regulação do uso da água para irrigação**

Palestra 13

Francisco Lopes Viana, Superintendente de Outorga e Fiscalização da Agência Nacional de Águas, iniciou sua apresentação com a explicação das duas competências distintas da Agência Nacional de Águas, quais sejam, a regulatória e a executiva no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH).



Foto: Sideclei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sr. Francisco.

A função regulatória abrange os aspectos de outorga e fiscalização do uso dos recursos hídricos e a mediação dos conflitos pelo uso dos recursos hídricos. Já a função executiva diz respeito à gestão por bacia hidrográfica, por meio do SINGREH.

Uma análise das macro atribuições dos órgãos gestores e agências de bacia evidencia que a cobrança é uma interface que comunica as competências de gestão e regulação, gerando com isso a sustentabilidade do SINGREH.

A Agência Nacional de Águas tem atuado nessas duas frentes em várias regiões do país, com destaque para os trabalhos no Rio Javaés, Reservatório de Mirorós, Rio São Marcos, Rio São Francisco (Projetos Codevasf) e Rio São Francisco (Projeto Pontal).

Destacou o conflito da UHE de Batalha, que obteve outorga, em 2005, para geração de energia elétrica e regularização de vazão no Rio São Marcos. A demanda real da irrigação, avaliada por imagens de satélite,

cresceu muito além das projeções feitas na DRDH/ANA. Tal fato gerou conflito entre o uso da água para energia elétrica e para agricultura irrigada. Esse conflito fica mais evidenciado pelo fato de Cristalina, GO ser um dos maiores polos da América Latina em irrigação por pivô-central.

Como medidas para solucionar o conflito, a ANA está revisando a outorga da UHE Batalha no Rio São Marcos, com ampliação da vazão reservada para usos consultivos. Também haverá limitação do crescimento a partir do consumo ou áreas irrigadas atuais. Há interesse da ANA em discutir melhor o assunto com os irrigantes de Minas Gerais e Goiás, afetados pelo conflito da UHE Batalha.

Foi feito destaque ao Marco Regulatório do setor elétrico, notadamente o Decreto 2.655/1998.

No Marco Regulatório do Rio São Marcos, foi feito destaque ao funcionamento e utilidade da unidade de referência “área irrigada equivalente por pivô-central”, que converte em área de pivô-central os outros métodos de irrigação aplicados na região, como aspersão convencional, gotejamento e microaspersão, levando em conta a eficiência de aplicação de água de cada sistema.

- **Desafios e oportunidades: Ações do Plano Plurianual com vistas ao desenvolvimento da agricultura irrigada**

Palestra 14

Cristiane Collet Battiston, Gerente de Infraestrutura da Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos (SPI), do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, iniciou explicando o que é a SPI e quais suas funções. Destacou que recentemente houve uma mudança na forma de atuação da SPI.



Foto: Sidedei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sra. Cristiane.

As funções da SPI são: (i) coordenar o planejamento das ações de governo; (ii) coordenar a elaboração e a implementação do Plano Plurianual; (iii) realizar estudos especiais para a formulação de políticas públicas; (iv) identificar, analisar e avaliar os investimentos estratégicos governamentais.

O plano plurianual (PPA) é o principal instrumento de articulação das políticas públicas.

Recentemente houve uma mudança na forma de atuação da SPI para uma lógica focada nas políticas públicas, nos produtos e nos serviços ofertados à sociedade, organizada por temas, permitindo com isto uma organização temática, com foco no conhecimento, com visão ampla e melhor articulação entre órgãos e setores da Administração Pública Federal. A agricultura irrigada foi um dos temas trabalhados para ao próximo PPA (2012-2015).

Com base nisso, foi realizado um diagnóstico da agricultura irrigada no país, aplicando a seguinte metodologia: pesquisa bibliográfica; coleta e análise de dados; entrevistas com atores; pré-montagem da árvore de problemas; análise e validação da árvore de problemas; identificação de causas críticas e iniciativas.

Na metodologia baseada na árvore de problemas, algumas questões são levantadas: O que é o problema? O que causa o problema?

Essas questões são trabalhadas em oficinas realizadas com diversos atores do setor público e privado, tendo como resultado a montagem da árvore de problemas.

No caso da irrigação, os resultados obtidos possibilitaram concluir que o problema primário é a baixa utilização do potencial da área irrigada no Brasil (29 milhões de hectares irrigáveis x 4,45 milhões irrigados).

Na metodologia utilizada, é possível identificar vários gargalos. No caso da irrigação, um dos gargalos identificados foi a baixa atratividade da agricultura irrigada ser uma das causas da baixa utilização do potencial da irrigação.

No trabalho das oficinas, foi realizada a identificação de causas críticas do problema. A premissa básica da metodologia é que, se 20% das causas do problema forem resolvidos, 80% dos problemas serão resolvidos. A causa crítica mais evidente no caso da irrigação foi a precariedade de recursos financeiros.

Isso proporciona uma mudança de visão, pois a agricultura irrigada pode ser vista como mecanismo de desenvolvimento regional, por meio de uma agricultura de ponta com alta tecnologia e qualidade produtiva, traduzindo-se então numa excelente oportunidade.

Como resultado da metodologia, a estrutura temática inicialmente proposta foi alterada para três núcleos temáticos: temas econômicos e especiais; temas de infraestrutura; e temas sociais.

Também ocorreu mudança de foco da agricultura irrigada na organização da SPI. No nível de Diretoria, migrou-se de infraestrutura para assuntos econômicos e especiais; e o núcleo temático de infraestrutura hídrica, para política de agropecuária e pesca, em que a agricultura irrigada será inserida na política agrícola.

O novo PPA tem tudo a ver com o tema desse seminário. Faz ligação de estratégia de governo e operação, trabalhando na parte tática, formando um conjunto de desafios, já que expressam as escolhas de governo e orientam taticamente a ação de Estado.

Desafios em trabalho: organização institucional, marco legal, informações e planejamento. O Plano de Agricultura Irrigada é urgente, e requer adaptação de instrumentos financeiros, verificando-se o que precisa se adequar.

Também será preciso atentar para o preparo dos analistas e dos projetistas, sem se esquecer do direcionamento da pesquisa e difusão de tecnologias.

- **Desafios e oportunidades: Vantagens econômicas da irrigação**

Palestra 15

Nádia de Barros Alcântara, membro do grupo PENSA da USP, apresentou o tema A evolução do uso da irrigação na agricultura brasileira: potencialidades e gargalos. Ela apresentou resultados do estudo realizado pelo grupo que teve como base a pergunta: Quanto custa não irrigar no Brasil?



Foto: Sídelei Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da palestra proferida pelo Sra. Nádia.

O tema da irrigação na agricultura brasileira é assunto constantemente colocado em pauta quando se questiona quais mecanismos podem direcionar a produção agrícola a patamares de produtividade e sustentabilidade adequados, que podem se igualar ou superar os padrões contemporâneos mundiais. Dessa maneira, a indústria de irrigação e as diferentes tecnologias que a ela se aplicam vêm apresentando constante evolução, em busca de uma maior eficiência de técnicas e profissionalização do setor.

O mercado de irrigação brasileiro, mesmo de maneira não tão acentuada, vem apresentando um crescimento gradual. Seja pela motivação de proteção ao meio ambiente e utilização adequada dos recursos hídricos, seja pela motivação de aumento de produtividade, a realidade é que a agricultura nacional tem percebido os retornos provenientes das técnicas de irrigação, o que torna as potencialidades futuras para este setor bastante promissoras.

O tema do uso dos recursos hídricos é pauta de discussões em âmbito regional e nacional devido à escassez de água que já acomete algumas

regiões do país. Apesar da importância do uso da técnica de irrigação na produção agrícola, o desenvolvimento da irrigação esbarra na questão do consumo da água, considerado um bem natural escasso e finito. A gestão da água sofre pressões de duas frentes: do lado da demanda, a industrialização, a urbanização, e a mudança dos hábitos alimentares farão crescer a procura por alimentos e pela água utilizada na sua produção; do lado da oferta, o espaço para alargar o acesso à água para agricultura irrigada é limitado, uma vez que concorre com outros usos. Será necessário estabelecer um equilíbrio entre a oferta e a demanda de água e seu uso para irrigação, assim como definir quais os impactos e benefícios que a agricultura irrigada pode trazer para a sociedade como um todo.

Além do objetivo de avaliar o atual estágio de desenvolvimento da irrigação no Brasil a partir de fontes secundárias, o estudo conduzido pelo grupo PENSA captou as percepções dos agentes ligados à cadeia da irrigação especialmente (empresas de equipamentos de irrigação, irrigantes, pesquisadores e representantes de órgãos de governo) sobre os gargalos para a expansão das áreas irrigadas. Isso porque apenas 6,5% do potencial em áreas irrigáveis são efetivamente. Dado que a irrigação é uma técnica que pode melhorar os índices de produtividade e dado a pressão sobre a produção de alimentos com o crescimento da população, quais os entraves ao desenvolvimento desse setor no Brasil, país considerado como um dos maiores potenciais em termos de garantir a segurança alimentar?

Em 2008, a área de produção agropecuária somou cerca de 232 milhões de hectares, dos quais 69,5 milhões de hectares são áreas plantadas com culturas permanentes e temporárias e 163 milhões de hectares são áreas de pastagens. Em 2006, com base nos dados do IBGE, foi estimado que a área irrigada total atingiu 4,5 milhões de hectares, o que representa 16% da área total de solos aptos à irrigação (29 milhões de hectares).

A partir dos dados do Censo Agropecuário 2006, foi possível comparar os valores obtidos com a produção agrícola de sequeiro e da produção

agrícola irrigada pelos agricultores. No ano de 2006, foram colhidos em sequeiro 47,5 milhões de hectares entre culturas permanentes e temporárias, que geraram um valor de R\$ 77,5 bilhões, ou seja, R\$ 1.632,57/ha. No mesmo ano, a área irrigada, somando-se as culturas permanentes e temporárias, representou um total de 5,6¹ milhões de hectares, que geraram um valor de R\$ 19,5 bilhões de reais (R\$ 3.499,51/ha). O valor gerado pelas culturas temporárias e permanentes sob sistemas de irrigação originou 115% a mais em valor por hectare que a área que produziu essas culturas em sequeiro.

Outra comparação de desempenho foi feita com base no Valor Presente Líquido (VPL) com produção de leite a pasto para um período de produção de 10 anos, com taxa de atratividade de 8,75% a.a. No sistema de sequeiro tradicional (3 U.A./ha), o VPL foi de R\$ 4.101,10, contra um VPL de R\$ 63.855,70/ha no sistema irrigado (12 U.A./ha), gerando um benefício incremental de R\$ 59.754,60, ou seja, esse é o exemplo do custo de não se irrigar a pastagem na produção leiteira.

Dois pontos são objetos de discussão para a promoção da irrigação no Brasil: (a) a coordenação desse setor da irrigação; (b) a disponibilidade de informações que possibilitem a geração de ações para o desenvolvimento setorial.

A irrigação deve ser percebida como um insumo a ser usado na produção agrícola, podendo ser considerado uma “subcadeia” ligada às cadeias agrícolas, sendo assim, dependentes destas para seu desenvolvimento, ou seja, é uma técnica passível de melhorar as condições de produção da agricultura.

A individualização do que é agricultura de sequeiro e da agricultura irrigada é vista como um ponto negativo ao uso da irrigação, uma vez que se cria um estigma para a agricultura irrigada, que por sua vez é

¹ A diferença de 1,1 milhão de hectares para a referência de área irrigada do estabelecimento (4,5 milhões de hectares) deve-se a dinâmica de ciclos de cultura podendo-se contabilizar uma área mais de uma vez ao ano.

percebida como uma concorrente no consumo de recursos hídricos. Não obstante, políticas públicas para desenvolver a agricultura irrigada devem ser substituídas por políticas para promover o uso de irrigação em sinergia com o desenvolvimento agrícola. Assim, a promoção da aplicação da técnica de irrigação deve estar separada da elaboração de obras de infraestrutura hídrica. Essa última é a infraestrutura básica para viabilizar o emprego da técnica enquanto a primeira é a aplicação da técnica em si na produção agrícola.

Para o desenvolvimento setorial, é válido que seja estruturado um organismo de liderança, isso é, uma entidade de classe profissionalizada que congregue os agentes interessados, seja na forma de um conselho, de uma câmara setorial, seja outra entidade cujo objetivo é servir como estrutura aglutinadora. Essa estrutura deve, de um lado, levantar as necessidades e demanda dos interessados na utilização de irrigação e, do outro, estabelecer as diretrizes para que essas necessidades sejam sanadas. Essa ação se dá por meio de articulação com agentes governamentais, como a secretaria nos ministérios envolvidos, seja com as agências reguladoras e conselhos de uso de recursos hídricos, seja com o próprio setor privado, mas sempre com foco em um mesmo objetivo e baseada em um planejamento estratégico previamente estruturado para o setor.

As instituições de pesquisa assumem uma função primordial, que é desenvolver tecnologias, testar aquelas já existentes, no que se refere às vantagens e desvantagens de seu uso, e divulgar para a sociedade os resultados dos trabalhos realizados. No entanto, esbarra-se em algumas questões que devem ser destacadas, como os critérios de avaliação das instituições e de seus pesquisadores, nos quais, não são levados em consideração ações de extensão, privilegiando-se, no sistema de pontuação, as publicações. Ressalta-se, ainda, que a desestruturação do sistema da rede de ATER's nacional, a não substituição por outro sistema de atuação federal e a quase extinção de escolas técnicas contribuíram ainda mais para ampliar a lacuna entre pesquisa e extensão no que se refere à atividade rural.

As informações são a base para estabelecer qualquer ação que vise o desenvolvimento de um setor, seja ela agrícola, seja outro da economia. No caso da irrigação, algumas informações são importantes para embasar medidas que possam promover a irrigação no Brasil: mapas cartográficos de aptidão tanto de solo, mas também agrícola e de disponibilidade hídrica, estruturados em mesma unidade de análise; informações sobre viabilidade econômica; informações sobre tecnologias disponíveis e respectivas performances; legislação.

Essas informações seriam mais eficientemente utilizadas se agregadas por um Centro de Informações sobre Irrigação, que teria o papel de agregar e disponibilizar de maneira sistematizada as informações sobre a irrigação para os já usuários e servir de referência para a sociedade, atuando assim como promotor do uso de irrigação na agricultura. Aos órgãos públicos caberia o papel de gerar as informações básicas sobre cartografia, hidrologia, rendimento, pedologia, tecnologias disponíveis, e à estrutura de inteligência, a sistematização dessas informações.

O estudo apontou os problemas que desencorajam o investimento em irrigação: o produtor acha muito difícil; as empresas consideram oneroso o processo para viabilizar os projetos; não há agenda comum para a pesquisa; o mercado varejista e consumidor não valoriza nem diferencia os produtos irrigados (marketing).

As seguintes conclusões acerca da potencialidade da irrigação foram destacadas: atualmente se fala em uma área de 29 milhões de hectares irrigáveis, mas com base em características de solo; o potencial pode ser até maior se outras análises forem feitas com base em perfis agrícolas e tecnologias disponíveis; a partir de uma primeira abordagem o emprego da técnica mostra ganhos importantes para o agronegócio em termos de geração de valor; para o desenvolvimento setorial, é necessário estabelecer ações de coordenação e geração de informações (figura coordenadora: representatividade e foco estratégico); centro de Informações (geração de informações que reflitam em segurança alimentar e uso racional de recursos hídricos).



Experiência Internacional na Agricultura Irrigada

A terceira mesa do seminário teve o objetivo de apresentar experiências da agricultura irrigada em alguns países com forte tradição em irrigação.

A mesa foi estruturada considerando que as experiências de outras regiões podem ajudar no desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Muito embora, na maioria das vezes, as experiências não possam ser diretamente replicadas, as lições e os aprendizados que podemos tirar desses casos são significativos.

A abertura da mesa foi feita pelo pesquisador da Embrapa Cerrados, Lineu Neiva Rodrigues, e a presidência foi conduzida pelo consultor Fernando Rodriguez.

As palestras e palestrantes dessa mesa foram:

- Jose Maria Tarjuelo Martín-Benito (Universidad de Castilla- LA Mancha/CREA): Experiências exitosas e lições aprendidas da Agricultura Irrigada na Espanha
- Peter Smith (Departamento de Indústrias primárias): Experiência exitosa e lições aprendidas da agricultura irrigada na Austrália
- Bernard Kiep (Valmont Irrigation): Experiência exitosa e lições aprendidas da agricultura irrigada nos Estados Unidos

Abertura da Mesa 3

O pesquisador da Embrapa Cerrados, Lineu Neiva Rodrigues, fez a abertura dos trabalhos da Mesa 3. Ressaltou que agricultura irrigada terá que se adaptar a uma sociedade cada vez mais dinâmica, exigente quanto à alimentação e quanto a questões sociais e ambientais. Destacou os desafios, mas ressaltou a criatividade e a resiliência do produtor. Finalizou destacando a importância de aprender com as experiências de sucesso.



Foto: Sideleli Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da fala do pesquisador.

Um dos maiores desafios da humanidade nesse século é o de garantir segurança alimentar para todas as pessoas em um planeta com grandes diferenças sociais, econômicas e ambientais. Para enfrentar esse desafio, em um cenário de demanda crescente, há necessidade de um aumento real na produção de alimentos, sendo, para isso, necessário intensificar cada vez mais a agricultura. O desafio, entretanto, é intensificar com sustentabilidade.

Qualquer estratégia que vise intensificar a agricultura, reduzindo a variação na produção e aumentando a produtividade das culturas, deve necessariamente incluir a irrigação. Não há dúvida que a irrigação desempenhará um papel cada vez mais central na intensificação sustentável da agricultura.

Independente dos avanços ocorridos em outras áreas, como a biotecnologia, produzir alimento continuará a demandar quantidades significativas de água, que, por sua vez, é um recurso de grande importância para outros setores da sociedade. Por isso, é importante tratar a água como um bem estratégico para o país e, desta forma, integrar as políticas e as instituições públicas e privadas.

Aprender com as experiências de sucesso é um passo importante nesse contexto. É evidente que a agricultura irrigada no Brasil tem muitas particularidades que a faz diferente da agricultura praticada em outras regiões do mundo. Assim sendo, nem toda experiência de sucesso em um país será garantia de sucesso para nós. A aplicação de uma solução exitosa em um país deve ser cuidadosamente avaliada e, se necessário, adaptada antes de ser aplicada para as nossas condições. Desta forma essas experiências podem trazer lições importantes que contribuirão, entre outras coisas, para indicar os melhores caminhos a serem trilhados.

O sucesso de produzir mais com menos, todavia, só será conseguido com o efetivo envolvimento do produtor. As palavras-chaves desse sucesso são: manejo e qualificação. Qualquer pacote tecnológico tem que ser bem compreendido pelo produtor, para que seja adequadamente utilizado. Arrisco-me a dizer que os desafios da nossa agricultura são mais diversificados e maiores, mas a nossa agricultura será fortalecida, pois nossos irrigantes são mais resilientes e conscientes da sua contribuição ao meio ambiente.

O consultor e presidente da Mesa 3, Fernando Rodriguez, abriu os trabalhos ressaltando a importância do seminário como momento de reflexão e a sua real representatividade, que pode ser um ponto de inflexão na curva dos destinos da irrigação deste país. Acrescentou que muito haverá de ser feito e implementado com as importantes conclusões desse seminário.



Foto: Sidelei Elvis Macedo

- **Experiência exitosa e lições aprendidas da agricultura irrigada na Espanha**

Palestra 16

José Maria Tarjuelo Martin-Benito, professor catedrático da Universidade de Castilha-LaMancha, iniciou agradecendo aos organizadores do Seminário e também ao Ministério de Meio Ambiente, Meio Rural e Marinho da Espanha. Na sua visão, a irrigação deve ser economicamente viável, socialmente aceitável.



Foto: Sideleli Elvis Macedo

Na sequência, apresenta-se um resumo da fala do professor.

Todos nós temos uma opinião formada sobre o que fazer com a água, como usá-la e como irrigar. É quase impossível conhecer a real situação da irrigação de um país em poucos dias, por isso não me arrisco a dizer qual a solução para a irrigação brasileira, porém colocarei a minha experiência com os problemas na Espanha. A troca de experiências é importante, pois, no fim, todos nós ganhamos.

A Espanha adotou a nova Política Agrária Comum. Nessa política, a concepção de atividade produtiva vai muito além da produção de alimentos, pois tem função social, com a defesa e proteção do meio ambiente. Esse é papel multifuncional da agricultura.

A visão é de que todos devem cuidar do meio ambiente e não só os ecologistas. É necessário, portanto, envolver os agricultores nessa consciência de proteção ambiental, com o uso de modelos agrários sustentáveis baseados em boas práticas, produtos seguros e de qualidade.

Na Espanha, 19% da superfície agrícola é de irrigação, que contribui para o desenvolvimento rural na Espanha, sendo responsável por mais de 40% da produção agrária, gerando muita riqueza.

A irrigação deve ser economicamente viável, socialmente aceitável. Na Espanha há lugares em que sobra água para a agricultura, no entanto, existem produtores que não querem irrigar, pois o cultivo de sequeiro é menos complicado, e se eles conseguem viver bem assim, preferem não mudar as práticas agrícolas.

Tanto a agricultura convencional quanto a irrigada deve ser uma atividade sustentável, caso contrário a sociedade dirá que a agricultura está sendo conduzida de forma errada. Se a irrigação for considerada inimiga do meio ambiente, pode ter dificuldades de acesso à água. É importante que o produtor rural comunique com a sociedade, principalmente divulgando ações positivas.

É preciso divulgar a importância social da irrigação como geradora de emprego e renda, estruturação dos territórios, fixação do homem no meio rural e de melhoria da qualidade de vida no meio rural.

Também existem vantagens e importância no aspecto ambiental, como: ajuda para manter alguns ecossistemas em áreas úmidas; a restauração hidrológica-florestal; controle da erosão e desertificação. Estas são algumas estratégias sugeridas para melhorar a imagem do produtor irrigante.

Todos os países enfrentam esses problemas de rejeição e falsa imagem da irrigação e o Brasil não tem mais nem menos problemas do que os outros.

Quanto à disponibilidade de água para a agricultura, na Europa, existe uma diretiva legal (DMA 2000), que é aplicada como um marco regulatório da água que é seguido pelos produtores. A água então é vista não como um fator de produção, mas como patrimônio de todos, que deverá ser conservado e defendido como tal.

Essa diretriz do marco da água está focada na proteção do meio ambiente. A Espanha possui poucas províncias, entre elas Castilla – La Mancha, em que o marco de água define as bacias hidrográficas.

Apesar de possuir apenas nove bacias hidrográficas, não é simples de gerir o uso da água na Espanha onde existem poucos rios. As províncias de Murcia e Almeria são os locais onde existe menos água. A bacia hidrográfica que possui mais água é a do Rio Ebro, e a que tem menos água é a do Rio Segura.

Há uma discussão para que ocorra a transposição de águas de regiões onde há água em excesso para regiões carentes de recursos hídricos, como Murcia e Almeria. Já existe uma transposição do Rio Tajo para a bacia do Rio Segura, em que canais da época do Governo Franco levam água das bacias onde há excesso para outras que tem escassez.

Mas ainda existem conflitos porque a disponibilidade hídrica vem diminuindo com as mudanças climáticas. É preciso contextualizar a situação dos recursos hídricos e seus conflitos e falar das soluções encontradas.

A Espanha utiliza 30% de águas subterrâneas, além de água dessalinizada ou reutilizada após o uso em cidades e fábricas. Há uma autonomia de governo em nível regional, pois cada região tem competência para decidir o uso da água para irrigação (obras, manejo, distribuição etc), apesar da soberania de Estado.

Dentro de cada região existe um governo regional com essas competências. Tem sido mais fácil dar solução de certos problemas por regiões, pois os problemas são distintos e as soluções também.

A gestão é feita pela integração de bacias e regiões políticas. O Estado é que organiza a alocação desses recursos estratégicos nos diferentes usos. Os planos de recursos hídricos são as ferramentas utilizadas para tal fim, tendo como unidade de gestão as bacias hidrográficas. Tais planos são atualizados a cada 10 anos.

Todavia, a última atualização de planos de recursos hídricos ocorreu em 1998, e, de lá para cá, os conflitos aumentaram, dificultando o acordo entre as diferentes regiões. Hoje há mais água repartida do que água renovável no ciclo hidrológico.

A problemática de águas também aumentou porque a complexidade exigida pela Diretiva Marco da Água (DMA) editada em 2000 pela União Europeia requer uma visão diferente para regular os recursos hídricos, voltada principalmente para a proteção ambiental e desenvolvimento sustentável.

A água é tida como um recurso estratégico e seu uso racional deve ser priorizado. Para alcançar o desenvolvimento sustentável e fixar a população é preciso atuar sobre: (a) a identificação, quantificação e evolução dos recursos hídricos; (b) sua ordenação, aproveitamento e gestão (os mercados de água); (c) o equilíbrio de usos (agrícola, urbano, industrial e ambiental).

Na Espanha, existe um mercado de água. Por exemplo, Murcia compra água de outras regiões. O preço do metro cúbico da água é bem variável, de acordo com a oferta/demanda, variando desde custo 0 até 10 centavos de euro. Alguns lugares pagam de 20 a 50 centavos de euro por metro cúbico de água.

A lei de águas na Espanha é de 1985 e foi modificada em 2000 e 2003. O principal conceito da lei é o da estatização dos recursos hídricos, ou seja, todas as águas superficiais e subterrâneas são de domínio público e devem ser reguladas pelo Estado. Isso mudou a legislação existente desde final do século XIX. Uma das diferenças é que até 1985 as águas subterrâneas eram do proprietário da terra.

Essa modificação da lei de águas espanhola em 2000 e 2003 se deve à Diretiva Diretiva Marco da Água da União Europeia instituída em 2000, cujo maior princípio é que a água não é mais um fator de produção, mas um patrimônio que se deve proteger, defender e tratar como tal.

O planejamento dos recursos hídricos na Espanha é regido por um plano hidrológico nacional e vários regionais, sendo a bacia hidrográfica a unidade de gestão para avaliar os critérios de quantidade, qualidade e sustentabilidade.

O plano hidrológico federal contempla as transposições de águas entre bacias hidrográficas. Os objetivos dos planos hidrológicos são: assegurar o abastecimento urbano e industrial, além de consolidar as irrigações existentes; garantir a qualidade da água; proteger o território frente às inundações, principalmente por conta das mudanças climáticas; assegurar vazões mínimas fluviais e conservar os aquíferos.

O planejamento hidrológico tem como objetivos: o equilíbrio e harmonização do desenvolvimento regional e setorial; a modernização da irrigação e realização de novas transformações viáveis; manutenção e conservação das estruturas hidráulicas; a maior eficácia e agilidade na administração hidráulica; o planejamento da irrigação, por meio do Plano Nacional de Irrigação 2002 (um plano de modernização, plano de choque e estratégia para a modernização sustentável de irrigação com horizonte para 2015).

Os objetivos do Plano de Choque – Horizonte para 2015. Esse Plano de Choque com vistas ao horizonte de 2015 é a solução encontrada para trabalhar com a escassez de água diante dos diferentes tipos de uso dos recursos hídricos, e dos diferentes conflitos dentro e entre as regiões da Espanha. Os principais objetivos são:

- a. Aumentar a eficiência de gestão de água nos sistemas irrigados.
- b. Contribuir para a manutenção e conservação do meio ambiente no território.
- c. Promover a aplicação de boas práticas na irrigação e o emprego de tecnologias mais avançadas.
- d. Contribuir para modernizar às áreas irrigadas, abrindo possibilidades para mais e melhores empregos para os jovens e as mulheres em áreas rurais.
- e. Melhorar a formação dos agricultores.
- f. Promover o desenvolvimento da agroindústria associada as zonas irrigadas.

- g. Contribuir para o equilíbrio territorial e para a estabilidade da população rural.
- h. Racionalizar o consumo energético das irrigações.
- i. Potencializar a incorporação de técnicas modernas de irrigação.
- j. Promover a aplicação de energias alternativas.
- k. Promover o emprego de recursos hídricos alternativos.

A média do volume de água alocado na Espanha é menor que 6.000 m³/ha, mas varia entre as regiões. Esse número cai para 4.000 m³/ha em Castilla. Já no alto Guadiana, a demanda é baixa, mas a média é de 1.500 a 2.000 m³/ha, onde cultivam uva e oliveiras para produzir com pouca água.

Como existem rejeições aos projetos de transposição, outra forma de economia muito incentivada como solução é ampliar o uso da água des-salinizada. O mercado de águas da região de Murcia oferece esse tipo de água de a um preço variando de 45 a 50 centavos de euro o metro cúbico, que é um preço alto para o produtor rural.

O motivo econômico que move a pressão pela transposição é de que se você irriga consegue produzir alimentos em regiões de clima desfavoráveis para o sequeiro, além de gerar renda, emprego e fixar o homem no campo.

Quanto à disponibilidade de água na Espanha, o Norte do País é onde existem mais recursos hídricos, e o Sul maior escassez. No meio dos conflitos, está Castilla La Mancha, onde chovem apenas 300 mm/ano. Enquanto isso, nas zonas intermediárias, a média de chuva do país é de 680 mm/ano.

Por isso, a agricultura irrigada tem papel importante para a sobrevivência do setor agrícola da Espanha.

O reuso e dessalinização de água representa cerca de 750 hectômetros cúbicos/ano, ou seja, quase 17% do volume represado em barramentos.

Nas zonas áridas, 80% da água retirada dos mananciais é utilizada pela agricultura. Por isso, o aumento da demanda, aumento do custo e redução da disponibilidade de uso na agricultura representam entraves e preocupação estratégica.

É preciso ajudar os agricultores a conduzir a irrigação com base técnica. É preciso argumentar e dialogar, melhorando as atividades agrárias de irrigação, principalmente na demonstração de que estamos produzindo cada vez mais com menor impacto ambiental, com economia e eficiência no uso da água, com produtos menos tóxicos etc.

Existe na Espanha um ministério único que cuida do meio ambiente natural, do meio rural e do meio marinho. Com isso, tem-se menor antagonismo nas políticas públicas, evitando-se muitos problemas.

Quando se desenvolve um projeto de irrigação de interesse social, os estudos de impacto ambiental contemplam todos os elementos, facilitando a resolução de conflitos de interesses. Assim, por exemplo, os estudos de impacto ambiental são discutidos dentro de um mesmo ministério.

Dessa forma, as mesmas estratégias são implementadas pelo governo, atendendo as demandas ambientais em equilíbrio razoável com as necessidades da economia e da oferta de alimentos.

Os agricultores devem ter uma voz, e, na Espanha, isso é mais fácil, pois a organização associativa tem maior tradição, de forma que a irrigação possa ser o instrumento de interesse social para todos.

Perguntado sobre qual o maior desafio da agricultura irrigada da Espanha, o palestrante respondeu que o maior desafio é conseguir uma distribuição mais equitativa da água entre as regiões, utilizando essa água para fazer uma irrigação economicamente viável e socialmente aceitável, sempre respeitando o meio ambiente, de modo a melhorar a produção e garantir a sustentabilidade ambiental.

Perguntado sobre qual a maior oportunidade da agricultura irrigada da Espanha, o palestrante respondeu que a principal oportunidade é

conseguir que os grandes investimentos realizados possam melhorar e modernizar a agricultura irrigada, visando garantir uma produção sustentável. Como exemplo, comentou que, em 1980, cerca de 80% da irrigação era por superfície e que atualmente não chega a 30%. O gotejamento, que era 5%, hoje é quase 50% e aspersão é 25%. Foram feitos investimentos pesados para tornar a irrigação mais eficiente no uso de água com melhor produtividade. O desafio é conseguir que tudo dê certo e ainda aumentando a lucratividade.

- **Experiência exitosa e lições aprendidas da agricultura irrigada na Austrália**

Palestra 17

Peter Smith, gerente de projetos para modernização do setor de irrigação da News South Wales, agradeceu pelo convite e oportunidade, dizendo ser muito bom estar no evento. O palestrante destacou que está em desenvolvimen-



Foto: Sideclei Elvis Macedo

to um programa de certificação de profissionais consultores que atuam no projeto, manejo, gerenciamento e operação de projetos de irrigação

Na sequência, apresenta-se um resumo da fala do Sr. Peter.

A maior parte das áreas irrigadas está em regiões com grande variação de custos altos de produção. Os sistemas de irrigação estão, em geral, distantes das grandes represas e o custo de adução de rios e represas para irrigação é elevado.

A maior parte da água é utilizada para agricultura, em torno 65%, sendo a a irrigação a principal usuária, seguida pelo consumo doméstico e setor industrial.

As áreas irrigadas representam uma pequena fração do território do país. Em Sidney, existe muita irrigação por superfície, com o cultivo de frutas e horticultura. Em Vitória, tem-se predominância de pastagens para laticínios.

Na Austrália, existem 2.506.000 ha, que correspondem a menos de 1% da área agricultável. Existe um estoque de água armazenada para irrigação em represas da ordem de 50,5 Gigalitros (GL) e uma utilização de água derivada de 16,66 GL.

É interessante observar que, com menos de 1% da área cultivada com irrigação, produz-se 28% de toda a produção da Austrália, evidenciando uma grande eficiência produtiva da agricultura irrigada no país, já que mais de 51% de todo lucro da agricultura provém desse setor.

Os sistemas de irrigação melhoraram muito nos últimos anos. As estatísticas demonstram que o método mais utilizado ainda é o da irrigação por superfície com 44% das áreas irrigada. O gotejamento ocupa 11,9%, os sistemas de mangueira 11,7% e os sistemas de máquinas móveis de grande porte 13,9%.

Graças à qualidade dos solos, foi possível melhorar a irrigação por superfície. Para os solos de menor qualidade, utilizam-se sistemas de indução eletromagnética no solo para fins de monitoramento dos nutrientes. O nivelamento dos solos é uma etapa crucial na implementação da irrigação por superfície, de maneira geral utiliza-se sistemas baseados em laser, pois são mais precisos e menos trabalhosos e contribuem para melhorar a distribuição da água.

Para avaliar a desempenho da irrigação, desenvolveu-se um sistema de avaliação de irrigação por superfície chamado de IRRIMATE. Esse sistema faz uma avaliação do desempenho da irrigação e otimiza o canal. A medição da infiltração é realizada por sensores eletrônicos, gerando gráficos automáticos para avaliação da eficiência.

Com essas práticas, as eficiências dos sistemas melhoraram significativamente, com economia de cerca de 0,2 megalitros por irrigação, gerando economia com maiores produtividades.

O manejo da irrigação tem sido melhorado pelo uso sistemático de sondas para medir a umidade do solo. Essas sondas possibilitam uma melhor programação do momento e a quantidade de água a ser aplicada. Os dados de umidade da sonda são analisados conjuntamente com dados climatológicos, dados de satélite (IRRISAT) e também sensores de plantas, que estimam a água utilizada pelas plantas, por meio da análise de evaporação.

A agricultura irrigada na Austrália tem melhorado muito a sua qualidade, mas apresenta alguns importantes desafios.

- Solos pobres utilizando sistemas de irrigação inadequados.
- Irrigação em área total, com desperdício e baixa eficiência de produção irrigada.
- Saturação do solo com água dessalinizada e elevação do lençol freático, provocando salinidade nos rios de algumas localidades.
- Indução de salinidade por irrigação (Murray Darling Basing, 2009).
- Pressões sociais e conflitos pelo uso da água, com problemas entre os usuários das bacias hidrográficas.
- Problemas com pragas no norte da Austrália (anos 60/70).

Na Austrália, existem vários projetos estatais de irrigação de grandes dimensões, que gradualmente estão sendo incorporados por empresas privadas de irrigantes, mas existem muitos irrigantes privados e independentes do governo.

O armazenamento de água em barragens é estatal e sua operação é feita pelo governo, por meio de agências ou empresas estatais. Do mesmo modo, os projetos sustentados por captação direta em grandes rios, a operação é toda estatal.

Os sistemas de canais das áreas de irrigação são do estado, mas operados por empresas particulares. As terras irrigadas também são propriedades particulares, mas a água é outorgada pelo Estado. Há um movimento para que a irrigação tenha uma outorga de longo prazo ou permanente.

No que tange à pesquisa em irrigação, a atividade é considerada inconsistente e descoordenada na Austrália. Geralmente entidades que possuem fundos privados e mistos (RIRDC, CRDC, NPSI, etc.) apoiam a pesquisa com mais eficiência. Usualmente, os empreendimentos de pesquisa estatal são baseados em agências estaduais ou joint ventures, ou ainda eventualmente agências federais.

O Centro de Pesquisa Cooperativa para o Futuro da Irrigação funcionou de 2003 a 2010 e foi um grande avanço na pesquisa de irrigação na Austrália, gerando muitos dados para a pesquisa e desenvolvimento da agricultura irrigada naquele país.

O projeto envolvia 14 participantes, sendo 6 universidades, 5 departamentos estatais do governo federal, 2 fornecedores de água e 1 entidade nacional de pesquisa (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - CSIRO).

Um dos programas com mais resultados foi o de capacitação de técnicos em pesquisa, resultando, nesses sete anos, em 29 profissionais com doutorado, 4 com mestrado e 8 com especializações.

Desse trabalho, foram distribuídos kits de irrigação, como o equipamento de controle da evaporação para diminuir perdas de água, especialmente nas áreas mais áridas; kits de análise de água e solo; sistemas de monitoramento da irrigação, etc.

A governança da água tem sido abordada para estabelecer quais as competências dos governos. Houve outro programa chamado Northern Australian Irrigation Futures, com foco no aproveitamento das águas de chuvas tropicais, que iam todas para o mar, sem aproveitamento na agricultura.

A seca de 10 anos seguidos fez a irrigação ser mais bem vista e os investimentos aumentaram em termos de transferência de tecnologia. Na Austrália, essa transferência sempre teve como principal ator o Governo Federal, baseada em programação de extensão rural.

Na área de capacitação em irrigação para agricultores, foi criado o Pivots & Laterals National Training Course, que visa usar os sistemas com maior eficiência. É conveniente também citar o programa NSW PROWater Series, que possui 13 módulos de treinamento e é mantido por agências estaduais. Ressalta-se que são realizados muitos cursos rápidos, feiras e dias de campo.

Está em desenvolvimento um programa de certificação de profissionais consultores que atuam no projeto, manejo, gerenciamento e operação de projetos de irrigação.

Perguntado sobre qual o maior desafio da agricultura irrigada da Austrália, o palestrante respondeu que o principal desafio da agricultura irrigada na Austrália é a baixa disponibilidade hídrica que está ocorrendo em função da seca, com isso, a relação oferta/demanda fica menor e surgem as possibilidades de conflito.

Perguntado sobre qual a maior oportunidade da agricultura irrigada da Austrália, o palestrante respondeu que a grande oportunidade é aproveitar o momento de crise para aumentar a eficiência dos sistemas. Isto é, produzir com eficiência.

- **Experiência exitosa e lições aprendidas da agricultura irrigada nos Estados Unidos**

Palestra 18

Bernard Kiep, vice-presidente Mundial da Valmont Irrigação, ministrou palestra sobre a agricultura irrigada nos Estados Unidos. Iniciou a palestra informando que apesar da área irrigada por pivô-

central ter crescido 150% entre 1980 e 2005, o consumo de água per capita diminuiu quase 35% no mesmo período. Em seguida, passou a palestrar sobre as novas tecnologias

Na sequência, apresenta-se um resumo da fala do Sr. Bernard.

Os dados demonstram que é possível reduzir o consumo de água, mesmo aumentando as áreas irrigadas. Informou que o crescimento médio nos EUA é de 500 mil hectares/ano em irrigação mecanizada, representando 50% do que o resto do mundo faz.

Comparando o Produto Interno Bruto (PIB) dos EUA com o consumo total de água, nota-se que o consumo de água acompanhava o aumento do PIB até meados da década de 1980. Porém, a partir de 1984, as curvas se encontraram e o consumo passou a se manter estável – em cerca de 150 trilhões de galões de água por ano – enquanto o PIB passou a crescer, afastando-se positivamente da curva estável do consumo total de água até o ano de 2005.

Os EUA têm consciência de que não existem mais recursos hídricos para alocar na agricultura irrigada. Tem que usar os recursos hídricos disponíveis de uma maneira mais inteligente. É possível cuidar dos recursos hídricos e ao mesmo tempo desenvolver a economia.

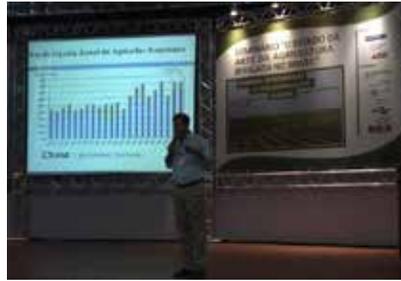


Foto: Sideclei Elvis Macedo

Ressaltou que não concorda com a afirmação de que o produtor americano é beneficiado pelos subsídios do governo norte-americano. “A diferença lá é que o produtor americano é unido!”. Quando alguma lei vai ser votada no Congresso, três entidades vão falar sobre o assunto, discutir com os deputados e tentar influenciar no projeto de lei.

Comparando a receita líquida anual do agricultor americano em bilhões de dólares com os subsídios ofertados, foi dado um exemplo: nos Estados Unidos, existe um sistema onde o agricultor pode solicitar para que uma revenda autorizada avalie a possibilidade e os benefícios de melhoria (modernização) do sistema de irrigação; se, por meio de estudos técnicos, for comprovado para as agências locais - como as Emater's aqui no Brasil - que a melhoria trás benefícios em termos da qualidade de irrigação, o produtor pagará apenas metade do valor referente à troca e o governo arcará com as despesas referente à outra metade.

O sistema nos EUA funciona porque não existe corrupção no setor. Em outros lugares do mundo, pode não funcionar, justamente pela falta de ética e corrupção.

Existem mecanismos de treinamentos voltados para que o agricultor americano use a água de maneira mais eficiente, e isso é que gerou a redução do consumo per capita. Alguns estados nos EUA multam quem ultrapassa o consumo de água autorizado, assim como na Austrália. Em Nebraska, existem regiões em que se pode usar apenas 350 mm/ano.

A produção e o tamanho das propriedades nos Estados Unidos é ponto importante, pois foi e está sendo determinada pelo êxodo rural. Foi dado destaque para o fato de que 2% da agricultura americana, representada pelos grandes produtores, produzem 47% de toda produção de alimentos nos EUA, enquanto que as pequenas propriedades, com 54% dos produtores, produzem apenas 1% da produção.

Investir nos pequenos para produzir coisas básicas não dá certo. Só se forem culturas especiais (hortifrutigranjeiros e flores), nos cinturões

das cidades. Na Índia, isso é possível porque lá os agricultores vivem verdadeiramente felizes ganhando R\$ 5,00 por dia, com subsídios do Governo Federal.

A agricultura irrigada nos EUA é muito concentrada em termos de quantidade de produtores, e tem, por isso, alta concentração de renda per capita na agricultura. Logicamente a concentração de renda na agricultura é a mesma coisa ou ainda pior.

O Brasil, segundo dados da FAO (2010), foi o país que mais evoluiu na produção em todo o mundo. Segundo o relatório, mérito da Embrapa. O desenvolvimento até agora, entretanto, foi praticamente na cultura de sequeiro. O futuro do Brasil está na irrigação.

Analisando a evolução da área de milho no mundo, observa-se que a China foi o país que mais aumentou a área de milho (7,7 milhões de ha de 2000 a 2010). Nos EUA, o aumento de área de milho nesse mesmo período foi de 3,23 milhões de ha.

Como nova tecnologia, com possibilidade de impactar na qualidade da irrigação, destacou a aplicação variável de água (VRI), usando GPS e análise de solo (mosaico). Resultados: sem VRI a variação de produtividade foi de 50% a 80%, já com VRI foi de 30% a 40%, gerando uma economia de água de 12% em uma área de 33,6 ha. Também se constatou uma economia de nitrogênio (ureia) de 15%.

A aplicação variável de água “VRI”, baseada nos princípios da agricultura de precisão, com mapeamento por condutividade elétrica, será uma boa ferramenta para culturas de grãos e de ciclo curto. Em algumas regiões já é economicamente viável. No Brasil, ainda não o é por conta dos tributos muito elevados.

Recomendou cuidado com a afirmação de que gotejamento gasta menos água. O pivô tem sido mal usado e mal manejado, dando a falsa impressão de que gasta mais água.

Perguntado sobre qual o maior desafio da agricultura irrigada no Brasil, na América Latina, nos Estados Unidos e na China, o palestrante respondeu que é preciso unir os esforços para que as novas tecnologias cheguem ao agricultor. É preciso trabalhar o tema sem impor impondos leis, pois isso não educa o produtor.

Na América Latina, destacou o Chile, a Argentina e a Colômbia. O Chile trabalha muito bem em uso de água, com consciência, mas é um país de baixa população, conseqüentemente com menos conflitos. O custo de elevação/adução é alto. Na Argentina, o custo da irrigação é alto. Deve-se fazer um trabalho intenso no sentido de reduzir esses custos. Córdoba e Mendoza têm sérios conflitos de água. A disponibilidade de recursos financeiros é o entrave para investir nas soluções necessárias. A Colômbia ressurgiu para a agricultura irrigada e tem feito investimentos importantes, entretanto se conhece bem a legislação do país.

No Brasil, as leis são feitas (florestal e águas) para país desenvolvido e não para em uma nação em desenvolvimento. Isso tem engessado a economia agrícola. Será necessário rever a legislação, com bom senso.

Os EUA, por sua vez, estão no limite de utilização dos recursos hídricos, por isso tem que utilizar as melhores tecnologias para ter a maior eficiência possível.

Na China, o problema é ainda maior, possivelmente dez vezes pior, até porque a muita desorganização no planejamento e no compartilhamento das informações. Não se pode falar dos conflitos hídricos na China, principalmente no Rio Amarelo. Os dados não são disponibilizados e a impressão que se tem é que as decisões são tomadas sem critérios técnicos, econômicos e de sustentabilidade.

Parte III

Oficinas Temáticas

**Pesquisa / Inovação e Capacitação na
Agricultura Irrigada**

Introdução

As oficinas técnicas de pesquisa/ inovação e de capacitação foram importantes para o Seminário, que contou com a participação de representantes de várias instituições de diferentes partes país. Nelas, foram debatidas e priorizadas ações para pesquisa/ inovação e para capacitação, dois temas estratégicos para o setor.

O Brasil sempre figurou entre os países com maior área potencial para o desenvolvimento da irrigação, embora apenas uma pequena parte dessa área seja efetivamente utilizada. Na época da realização do seminário, os estudos indicavam a existência de cerca de 29,6 milhões de hectares de terras aptas para o desenvolvimento da agricultura irrigada e menos de 20% estava sendo efetivamente utilizada.

Esses números evidenciam a oportunidade que o Brasil tem para desenvolver de forma sustentável a sua agricultura irrigada, colocando o país em posição estratégica, como uma das poucas nações no mundo capaz de produzir alimento com sustentabilidade.

A irrigação no Brasil, por vários motivos, mas principalmente pela sua desarticulação, sempre foi muito fragilizada. Em 2010, passava por um de seus momentos de maior fragilidade. A intensificação de conflitos pelo uso da água em regiões estratégicas do país levou a sociedade a questionar a prática da irrigação, ampliando os problemas, muitas vezes localizados, para uma escala nacional.

A intensificação dos conflitos pelo uso da água, um recurso que não é diretamente controlado pelo irrigante e que exige uma visão em escala de bacia hidrográfica, demandou um novo olhar para o problema e a necessidade de repensar a pesquisa e a capacitação. A eficiência de irrigação, muitas vezes apresentada como solução para os problemas de disponibilidade hídrica na bacia hidrográfica, passou a ser analisada no contexto da bacia e foi constatado que seu impacto não era tão significativo como se imaginava (vide Parte I, Capítulo I, deste livro), isto é, era necessário redefinir prioridades tanto na pesquisa como na capacitação.

Para que as oficinas fossem de fato efetivas e envolvessem os participantes em debate direcionado, foram utilizadas perguntas orientadoras.

Na oficina de pesquisa/inação, foram utilizadas as seguintes perguntas orientadoras:

1. Que áreas prioritárias da pesquisa necessitam ser fomentadas para promover o conhecimento na agricultura irrigada?
2. Quais os principais gargalos para a inováção na agricultura irrigada e como superá-los?
3. Que instrumentos existem para promover a transferência de conhecimentos e tecnologias para os agricultores? Como aperfeiçoá-los?

Na oficina de capacitação, foram utilizadas as seguintes perguntas orientadoras:

1. Definição dos desafios/gargalos para a capacitação na área de agricultura irrigada;
2. Indicação de prioridades para capacitação em agricultura irrigada nos próximos quatro anos;
3. Definição de propostas (o quê, quem, como, quando).

Oficina de Pesquisa/Inováção

Os primeiros trabalhos de pesquisa conduzidos no País visando o aproveitamento dos recursos de solo e água para fins de irrigação foram iniciados pelo DNOCS, na década de 1940 e, na mesma época, com arroz irrigado, na Estação Experimental de Gravataí, RS. No Vale do São Francisco, a partir de 1950, foram realizados alguns trabalhos isolados, em solos aluviais pela antiga Comissão do Vale do São Francisco. Posteriormente, em 1962, a Sudene, em convênio com a Organização das Nações Unidas para Alimentos e Agricultura – FAO, estabeleceu um amplo programa de pesquisa na região do Médio São Francisco, visando

a obtenção de informações para implantação de perímetros irrigados (RESENDE, 2010)¹.

Daquela época até os dias de realização do seminário de Frutal, passaram-se quase 50 anos, a agricultura, principalmente a irrigada, ficou mais tecnificada e surgiram novos problemas de pesquisa. O número de pesquisadores aumentou significativamente, mas isso não refletiu diretamente na solução dos problemas do setor.

Resende (2010), avaliando as pesquisas realizadas em diversas regiões do País, comentou que manejo de irrigação foi a linha de pesquisa mais estudada, totalizando em torno de 50% de todos os projetos listados. Mesmo assim, o manejo de irrigação continua sendo um dos principais problemas da irrigação.

Qual foi a real contribuição das pesquisas para solução do problema? Seria interessante fazer uma avaliação detalhada dos resultados dos projetos para que essa pergunta possa ser respondida de forma mais completa.

Vários fatores contribuem para a baixa efetividade das pesquisas em resolver um problema específico, mas dois deles se destacam: (a) sobreposição de atividades; e (b) falta de foco dos resultados.

Várias razões contribuem para que ocorra sobreposição de atividades e falta de foco, mas três devem ser destacados: (a) pulverização de projetos; (b) descontinuidade das linhas de fomento; e (c) falta de organização na priorização de aplicação dos recursos de pesquisa.

Os impactos dos resultados poderiam ser mais efetivos se houvesse uma instituição que coordenasse os trabalhos de pesquisa com o objetivo de definir prioridades e metas de curto, médio e longo prazo. É importante ter em mente que os problemas são dinâmicos, sendo assim, as linhas de pesquisa prioritárias devem ser avaliadas periodicamente e, se neces-

¹Resende, M. Bases para um Programa Nacional de Pesquisa em Agricultura Irrigada. 2010. 54 p

sário, redefinidas. É importante ter clareza no que será priorizado e no que já foi alcançado. Projetos em rede devem ser priorizados, pois contribuem para reduzir a sobreposição e aumentar a troca de experiência entre pesquisadores.

Apoiado em uma ampla revisão das pesquisas já realizadas e das demandas de pesquisa por região, Resende (2010) apresentou as bases para um Programa Nacional de Pesquisa em Agricultura Irrigada. Embora esse trabalho necessite de alguns ajustes, ele pode ser utilizado como ponto de partida para o desenvolvimento de um programa em agricultura irrigada. Uma série de linhas ou prioridades para pesquisa em diferentes regiões do país foram mostradas por Resende (2010), por exemplo, para a região Nordeste, ele comentou que a fruticultura constitui na principal atividade em condições irrigadas, com destaque para banana, uva, manga, melão e outras. Nesse contexto, destaca-se as principais linhas de pesquisa para essa região, tais como, caracterização de recursos hídricos quanto à qualidade e à disponibilidade em áreas prioritárias para irrigação, bem como, seus efeitos sobre solos e culturas. Essas linhas englobam basicamente todas as questões relacionadas à agricultura irrigada.

Para que o problema ou parte dele seja efetivamente resolvido, entretanto, é importante priorizar algumas linhas e definir metas claras que devem ser atingidas em cada projeto de pesquisa.

Na oficina de pesquisa procurou-se dar mais uma contribuição para identificação de prioridades no setor, evitando a sobreposição e a repetição de resultados. Nesse sentido, era pertinente saber: onde investir em pesquisa e os gargalos para inovação. Aqui, além dos debates considerando as perguntas orientadoras, foram apresentadas as seguintes palestras:

1. *Trabalhos de pesquisa realizados em Agricultura Irrigada nos últimos 10 anos* – ministrada por Morethson Resende.
2. *Cenários futuros para a pesquisa em agricultura irrigada* – ministrada por Sanderson Alberto Medeiros Leitão.

3. *O papel da indústria na pesquisa e na inovação em agricultura irrigada no Brasil* – ministrada por Marcelo Borges Lopes.

Para cada uma das perguntas orientadoras, foram obtidos os seguintes resultados:

1. Que áreas prioritárias da pesquisa necessitam ser fomentadas para promover o conhecimento na agricultura irrigada?

Foram obtidas 22 respostas diferentes para essa pergunta. Na Figura 1, apresentam-se as respostas que mais apareceram e suas respectivas percentagens. Observou-se a ocorrência de uma grande variedade de temas, indicando a necessidade de priorização das linhas de pesquisa.

Manejo de irrigação e desenvolvimento de equipamentos com menor consumo de água, representando cada um 14,3% das respostas, foram os temas que mais apareceram. Na categoria 8, com percentagem variando de 2,0% a 4,1%, apareceram temas diversos como: gestão de água, salinidade, medidores, comercialização, entre outros.

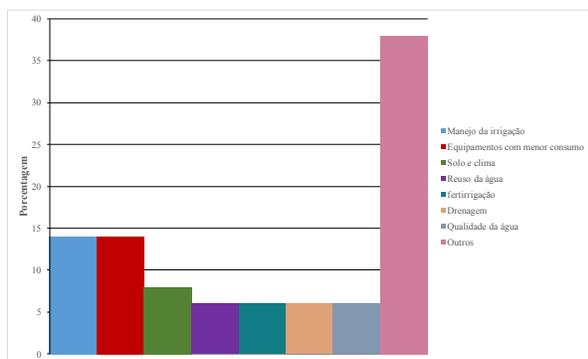


Figura 1. Percentagem de respostas apresentadas à pergunta 1.

2. Quais os principais gargalos para a inovação na agricultura irrigada e como superá-los?

Foram obtidas 28 respostas diferentes. Na Figura 2, apresentam-se as respostas que mais apareceram e suas respectivas percentagens. Obser-

vou-se a ocorrência de uma grande variedade de temas, indicando a quantidade de fatores que podem interferir na inovação.

Financiamento, com 10,0% das respostas, foi o tema que mais vezes apareceu, seguidos de interação entre as instituições (8%) e treinamento da assistência técnica, organização do setor, tributação e burocracia com 3%. Na categoria outros, com porcentagem variando de 1% a 2%, apareceram temas diversos como: falta de redes de pesquisa, falta de visão da importância da agricultura irrigada, falta de coordenação nacional e regional.

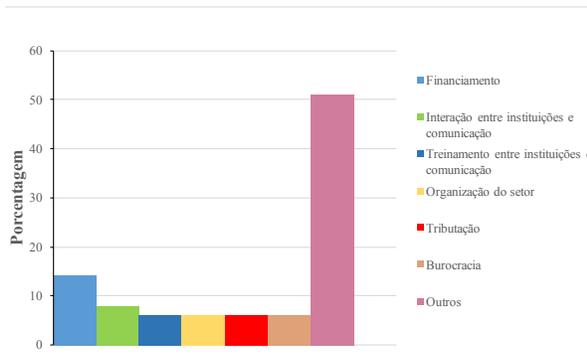


Figura 2. Porcentagem de respostas apresentadas à pergunta 2.

3. Que instrumentos existem para promover a transferência de conhecimentos e tecnologias para os agricultores? Como aperfeiçoá-los?

Para esta pergunta, foram obtidas 16 respostas diferentes, as quais foram menos diversificadas, algumas focadas no que deveria ser melhorado, como, por exemplo, a comunicação com o agricultor. Na Figura 3, apresentam-se as respostas que mais apareceram e suas respectivas porcentagens.

Cursos e palestras, representando 28% das respostas, foram os temas que mais vezes foram citados. Na sequência, apareceram extensão rural (25%), capacitação (15%) e publicações com 8%. Na categoria outros, com porcentagem de citação variando de 1% a 3%, apareceram temas

diversos como: eventos com enfoque em regiões e cadeias produtivas, divulgação dos resultados pelos produtores, etc.

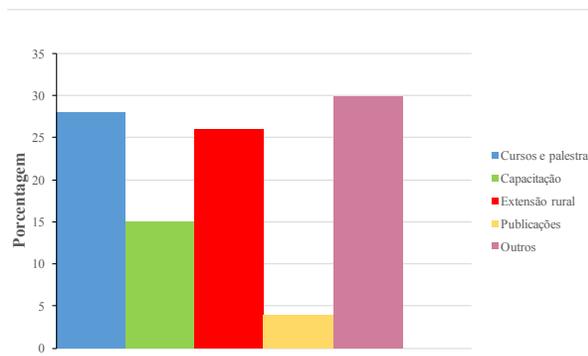


Figura 3. Porcentagem de respostas apresentadas à pergunta 3.

Com base nessa oficina, constata-se que os desafios da pesquisa para a agricultura irrigada são muito diversos. As prioridades de demandas variam entre as regiões, cultura, tipo de sistema de irrigação, perfil do produtor, entre outros.

Uma resposta efetiva aos problemas da irrigação passa por uma priorização das pesquisas a serem realizadas por região, bacia hidrográfica, cultura e tipo de sistema de irrigação. Nesse sentido, os planos de irrigação são instrumentos essenciais. É importante que as ações tenham uma coordenação regional e uma federal e que sejam priorizadas as redes de pesquisa.

Oficina de capacitação

A capacitação sempre foi um grande gargalo para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Várias capacitações foram e são realizadas anualmente, contudo, o formato delas não foi readequado para as novas realidades. Observa-se uma grande sobreposição de ações, falta de foco, prioridade e visão dos problemas atuais.

Nessa oficina, além dos debates considerando as perguntas orientadoras, foram apresentadas as seguintes palestras:

1. *Panorama da Extensão Rural no País com foco na agricultura irrigada* – ministrada por Antônio Lima Bandeira (EMATER-MG).
2. *Diagnóstico da Demanda e Oferta por Capacitação e Extensão Tecnológica em temas relacionados à agricultura irrigada* – ministrada por Marcos Vinicius Folegatti (ESALQ/USP).
3. *Programa Nacional de Capacitação em Agricultura Irrigada: estratégias para seu fortalecimento* – ministrada por Fernando Rodriguez (Ministério da Integração).

Para cada uma das perguntas orientadoras, foram obtidos os seguintes resultados:

1. Definição dos desafios/gargalos para a capacitação na área de agricultura irrigada
 - a. No âmbito nacional, não existe uma coordenação de políticas para irrigação. Essa tarefa deve ser assumida pelo MI ou pelo Mapa.
 - b. Devem ser divulgadas ao produtor regras governamentais definidas para atuação.
 - c. Os setores público e privado não são integrados, e não há uma divisão clara de responsabilidades.
 - d. Não existe coordenação nacional de projetos de capacitação em agricultura irrigada.
 - e. A capacitação dos técnicos e agricultores deve ter como foco o cliente e a sociedade.
 - f. Não existe um programa nacional permanente de extensão rural.
 - g. Atualmente, os extensionistas rurais não são suficientes para atuar diretamente com o produtor.

- h. Os vínculos e a articulação entre as instituições de extensão brasileiras são insuficientes.
 - i. As universidades devem atuar mais intensamente no entorno.
 - j. Deve haver maior integração entre ensino, pesquisa e extensão.
 - k. Os centros de pesquisa sobre o tema devem ser integrados ao processo de extensão rural.
 - l. Faltam processos de educação continuada e com maior carga horária para o setor.
 - m. Para capacitação e extensão, deve ser implantada uma organização considerando as características e demandas regionais.
 - n. Devem ser implantados processos regulares para financiamento de programas de capacitação de técnicos da área agrônômica e de gestão ambiental do sistema brasileiro de extensão rural.
 - o. Os resultados de pesquisas que identificam o efeito da irrigação nos corpos d'água não são adequadamente difundidos para os técnicos atuantes no setor.
2. Indicação de prioridades para capacitação em agricultura irrigada nos próximos quatro anos
- a. Política nacional de irrigação e drenagem.
 - b. Gestão pública do setor.
 - c. Estado da arte do conhecimento profissional.
 - d. Papel dos setores público e privado no desenvolvimento da irrigação.
 - e. Uso de tensiômetros e estações climatológicas na propriedade agrícola.
 - f. Papel do Ministério da Integração Nacional em temas transversais.
 - g. Gestão integrada dos recursos hídricos.

3. Definição de propostas (o quê, quem, como, quando).

O QUE	QUEM	COMO	QUANDO	PARA QUEM
Coordenação nacional de capacitação	MI	PL ao Congresso Nacional	2011	Para os irrigantes
Exigir que outorgas sejam precedidas por capacitação do usuário	Instituições outorgantes	Contratando instituições com expertise no tema	Imediatamente	Outorgados e extensionistas
Cursos regionais sobre oportunidades em função da aptidão regional	Para planejadores, secretarias estaduais e ministérios; para os extensionistas, órgãos de pesquisa; para os irrigantes, os extensionistas	Por bacias hidrográficas e por atividade		Irrigantes, técnicos e planejadores
Capacitação técnica de produtores	Instituição habilitada	Curso de, pelo menos, 40 h de carga horária		Técnicos e produtores
Adequação ambiental das propriedades	Ana, instituições estaduais públicas e privadas (incluindo univ.	Cursos nas áreas de abrangência dos cbhs no rs	Julho e agosto	Produtores e responsáveis técnicos pelo licenciamento
Curso de manejo voltado a maior produção vegetal por metro cúbico de água no contexto de b.h.	Realizado por instituições interessadas na melhoria do indicador	Programa de capacitação de eficiência do uso da água na irrigação oferecendo		Para irrigantes, técnicos e extensionistas

Continua...

3. Definição de propostas (o quê, quem, como, quando). Continuação

O QUE	QUEM	COMO	QUANDO	PARA QUEM
Programa nacional de melhoria da eficiência de equipamentos e projetos da irrigação	MI, Codevasf, ANA e fabricantes de equipamentos	Substituição e modernização de equipamentos obsoletos com capacitação e treinamento dos produtores	Imediata e permanentemente	Projetos de irrigação e produtores
Capacitação em logística	IES e IFs	Cursos presenciais e de EAD	Contínuo	Agricultores e técnicos
Capacitação em agricultura irrigada	Rede de instituições	Cursos	Imediatamente	Técnicos atuantes na agricultura irrigada
Ensinar os sistemas de irrigação e manejo	Serviço de extensão, ensino e pesquisa	Cursos e projetos piloto usando agricultores inovadores	Imediatamente	Agricultor, técnicos e extensionistas

Parte IV

Carta de Frutal, MG

**Por uma Política de Agricultura Irrigada
Fortalecida e Sustentável**

Introdução

Na parte IV, apresenta-se a Carta de Frutal: por uma Política de Agricultura Irrigada Fortalecida e Sustentável, que foi elaborada durante o Seminário realizado na cidade de Frutal, MG. Esta carta apresenta várias diretrizes para o desenvolvimento da agricultura irrigada e as bases para o fortalecimento legal e institucional do setor e trouxe contribuições para o processo de criação da Secretaria Nacional de Irrigação no âmbito do Ministério da Integração Nacional.

A agricultura irrigada no Brasil sempre foi extremamente fragilizada. A irrigação, que já tivera um ministério extraordinário, encontrava-se em uma diretoria voltada para obras públicas de irrigação. Institucionalmente, observava-se uma carência de coordenação das ações de governo, principalmente entre o setor público e o setor privado, tornando frágil a intervenção institucional na irrigação, em virtude da grande quantidade de instituições envolvidas com o tema: MI, Mapa, Embrapa, Codevasf, DNOCS, ANA, MMA, além de outras entidades e da iniciativa privada.

Na época da realização do seminário, a atuação do governo federal concentrava-se no apoio direto ao desenvolvimento da atividade por meio da aplicação de recursos na implantação, expansão e manutenção de projetos públicos de irrigação. Era evidente a necessidade de deslocar o foco das políticas públicas da concentração nos projetos públicos para um foco de integração entre essas intervenções e as iniciativas do setor privado.

Cada vez mais as questões ambientais e a necessidade de regulamentação foram tomando importância no debate nacional e passaram a ser uma preocupação para a irrigação. Assim, houve uma ascensão da importância de considerar o meio ambiente na definição das políticas públicas, resultando na imposição de protocolos restritivos do uso dos recursos hídricos e pedológicos. Representando grande participação no uso dos recursos hídricos, a irrigação passou a ser considerada “a grande vilã” da

conservação do meio ambiente. Os produtores não conseguiam se posicionar e adotar uma postura afirmativa e com um agravante ocasionado pelo setor público que não tinha como ajudar nesta questão.

No sistema de crédito e incentivos financeiros para a agricultura, não existiam linhas de crédito adequadas aos prazos de maturação dos projetos da agricultura irrigada, com exigências de investimento de médio e de longo prazo, o que é especialmente importante para uma atividade com as características da irrigação, que exige elevados investimentos.

A agricultura irrigada enfrentava, na ocasião, importantes desafios institucionais, políticos e técnicos e precisava de uma unidade capaz de coordenar o processo de integração entre as instituições governamentais e não governamentais e dessas com o setor usuário. Entretanto, esse esforço só seria possível e efetivo se ocorresse o real envolvimento dos usuários.

Todas essas questões, mas principalmente em razão da falta de articulação do setor, a sua fragilidade político-institucional e a sua imagem negativa junto à sociedade é que levaram os participantes do Seminário a redigir a Carta de Frutal: por uma política de agricultura irrigada fortalecida e sustentável.

A Carta de Frutal resultou de uma série de eventos, a seguir relacionados, realizados pelas instituições e atores sociais, liderados pela ANA, MI, Mapa, ABID, ASPIPP, ABIMAQ, entre outros, isto mostra que não foi um evento isolado e desconectado do que vinha acontecendo na época. Pode-se destacar: (i) Seminário Presente e Futuro da Agricultura Irrigada no Brasil sob a Ótica da Gestão de Recursos Hídricos, promovido pela ANA, em dezembro de 2008, em Brasília; (ii) Seminário Nacional de Agricultura Irrigada e Desenvolvimento Sustentável, promovido pelo MI e MAPA, nos dias 19 e 20 de maio de 2009, em Brasília; (iii) Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada – Fórum Agricultura Irrigada, promovido pelo MI (primeira reunião ordinária ocorreu no dia 18 de agosto de 2009, em Brasília; sucedeu-se reuniões

em Brasília, Belo Horizonte, Porto Alegre, Palmas, Paranapanema, até serem descontinuadas a partir de meados de 2013); (iv) Modelo Lógico – com o tema: Agricultura Irrigada, desenvolvido pelo MPOG, com relatório divulgado em agosto de 2009; e (v) XX Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem (XX CONIRD), realizado pela ABID, de 6 a 8 de dezembro 2010, em Uberaba.

Todo esse esforço culminou com a elaboração da Carta de Frutal para uma Política de Agricultura Irrigada Fortalecida e Sustentável. A Carta foi escrita durante o Seminário O Estado da Arte da Agricultura Irrigada no Brasil: desafios e oportunidades, realizado em conjunto pela Agência Nacional de Águas e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, de 9 a 10 de dezembro de 2010, na sede da HidroEX, localizada no Município de Frutal, MG.

O teor da carta foi acordado em assembleia realizada durante o evento, com a participação de mais de 150 profissionais de diferentes setores relacionados com a agricultura irrigada: instituições públicas federais (Ministério da Integração Nacional, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, etc.); instituições públicas estaduais (Secretaria de Irrigação do Rio Grande do Sul, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Goiás, etc.); universidades (Universidade Federal de Lavras, Universidade Federal de Viçosa, etc.); associações (Associação do Sudoeste Paulista de Irrigantes e Plantio na Palha, Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia, etc.); empresas (Naandanjain, Lindsay S/A, etc.).

CARTA DE FRUTAL

Considerando que:

A necessidade do fortalecimento da agricultura irrigada a cada dia vai se mostrando como um imperativo para segurança na produção de alimentos, fibras e energéticos, devendo estar perfeitamente alinhada com a política agrícola do país, sendo ambientalmente sustentável, economicamente viável e socialmente justa.

As exposições feitas durante o seminário de Frutal e as diversas intervenções do público participante evidenciaram a falta de integração, e fraca coordenação desse segmento da agricultura com outros setores essenciais.

A agricultura irrigada deve ser apoiada de forma a desempenhar competentemente o papel que lhe cabe no contexto da agropecuária do país, ampliando-se o apoio político das pastas envolvidas, fortalecendo-se a articulação interinstitucional, de forma a adotar uma estratégia que preencha as lacunas relativas à otimização dos principais instrumentos de apoio à agricultura irrigada, tais como a pesquisa, a assistência técnica, crédito rural, infraestrutura (energia, estrada, armazenamento de água, etc) suporte pós colheita.

Prevalecem fragilidades nas informações sobre agricultura irrigada.

Nesse sentido, os participantes deste Seminário declaram que dentro dos temas abaixo, há necessidade de:

A – Base para Fortalecimento, legal e institucional de uma Política de Agricultura Irrigada

1. Formalizar uma ampla integração interinstitucional em prol do fortalecimento da agricultura irrigada, envolvendo as principais entidades associadas à questão hídrica e sua interface com o setor agrí-

cola, quais sejam: Ministério da Integração Nacional, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, EMBRAPA, Ministério do Meio Ambiente, ANA, Ministério do Desenvolvimento Agrário, Ministério do Desenvolvimento Social, Ministério das Minas e Energia, ANEEL, Ministério da Ciência e Tecnologia, Ministério do Planejamento, Casa Civil, Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República e outras instituições públicas necessárias na estruturação e gestão de uma política integrada de agricultura irrigada.

2. Agilizar o alinhamento da Política Nacional de Irrigação com as políticas da agricultura como um todo e elaborar mapa estratégico para agricultura irrigada.
3. Buscar apoio para agilizar a aprovação do Projeto de Lei nº 6.381/2005 da Política Nacional de Irrigação em tramitação no Congresso Nacional.
4. Resgatar a Associação Brasileira de Agricultura Irrigada – ABRAI e revitalizar as diversas associações que atuam com a agricultura irrigada.
5. Definir instância mais elevada para a unidade de irrigação dentro da estrutura administrativa do Governo Federal.

B - Diretrizes para a elaboração de planos, de programas de agricultura irrigada e definição de projetos prioritários e ações essenciais

6. Planejar o uso sustentável e racional dos recursos de água e solo e planos nacional e regionais de agricultura irrigada, dentro do conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento.
7. Elaborar tais planos com intensa participação dos Estados e do Distrito Federal de modo que tenham adequada inserção regional, contribuindo para a criação de uma infraestrutura regional correlata de transportes, energia, reservatórios e comunicações, estudos de mercado, entre outras.

8. Dar especial atenção à identificação dos destinatários das vantagens e dos inconvenientes dos planos e intervenções, governamentais e privados, principalmente quando da implementação de grandes projetos, com vistas a avaliar se estão atendidos os interesses locais e regionais.
9. Resgatar normas e manuais técnicos atualizando-os e exigindo sua aplicação efetiva nas diversas parcerias e atividades que envolvam alocação de recursos federais para agricultura irrigada.

C - Diretrizes para ações preventivas e ações corretivas e de recuperação nas áreas e bacias críticas

10. Incluir a imprescindível participação dos segmentos representativos da agricultura irrigada em todos os processos de decisão que visem ao uso racional, à proteção, à conservação dos recursos hídricos e do controle de cheias.
11. Alinhar os planos e programas de agricultura irrigada com iniciativas como as de Pagamento por Serviços Ambientais tal como Produtor de Água, tendo em vista o aumento da produtividade agrícola associada com a proteção e conservação dos recursos naturais, e práticas de desenvolvimento sustentável.
12. Assegurar especial atenção ao uso racional, à proteção e à conservação da quantidade e qualidade das águas subterrâneas.

D - Diretrizes para o suprimento seguro de água e proteção à prática da agricultura irrigada

13. Integrar a Política Nacional de Irrigação com a política ambiental e as de recursos hídricos orientada para defender sua segurança de oferta de água nas bacias hidrográficas de maior potencial para a agricultura irrigada, num contexto maior de desenvolvimento econômico sustentável, com inclusão social, geração de emprego e redistribuição de renda.

14. Mobilizar recursos institucionais, econômicos e financeiros, tendo-se em vista assegurar água disponível para agricultura irrigada dentro do conceito de múltiplo uso, e integrar o uso racional da água nas culturas irrigadas e sempre que viável assegurar o reuso planejado da água.

E - Diretrizes para educação, desenvolvimento científico, tecnológico, institucional e capacitação de pessoal em agricultura irrigada

15. Fortalecer a agricultura irrigada com a capacitação de entidades públicas e privadas para o desenvolvimento de atividades multidisciplinares, de forma descentralizada, integrada e participativa de maneira a consolidar efetivamente o setor. Essa capacitação deve-se apoiar em tecnologias apropriadas às peculiaridades da região.

16. Implementar um programa de formação de equipes técnicas multidisciplinares como condição básica para o fortalecimento e a consolidação da política nacional de agricultura irrigada.

17. Implantar um plano prioritário de capacitação de educadores e multiplicadores para efetivação da educação dos atores estratégicos da agricultura irrigada, em todos os níveis de educação com qualidade.

18. Desenvolver campanhas públicas de disseminação dos produtos oriundos da agricultura irrigada, conscientizando a população a seu respeito e sua importância para a sociedade.

19. Incentivar o desenvolvimento científico e tecnológico aplicado à agricultura irrigada.

20. Fortalecer o Comitê Nacional Brasileiro da International Commission on Irrigation & Drainage - ICID, representado pela Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem - ABID, para o maior aproveitamento possível desse fórum internacional, viabilizando-se a participação brasileira.

Parte v
Bases para o
Fortalecimento da
Agricultura Irrigada

Introdução

Na Parte V, apresentam-se as bases para o fortalecimento da agricultura irrigada; algumas ações estratégicas; um breve resumo da terceira reunião ordinária do Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada e um breve relato sobre a Secretaria Nacional de Irrigação.

Agricultura Irrigada

É de conhecimento que a agricultura, em especial a agricultura irrigada, tem passado por um profundo processo de transformação tecnológica. No contexto nacional, existe uma conjunção de fatores que são favoráveis ao seu desenvolvimento, tais como: recursos humanos formados e com bom conhecimento básico; indústria competitiva e de alta tecnologia; leis de recursos hídricos consolidadas; lei da política nacional de irrigação aprovada; tecnologia disponível; legislação ambiental clara.

Além disso, existem ainda alguns fatores que são desfavoráveis ao seu crescimento: recursos humanos com pouca visão estratégica de negócios; debilidade institucional; ingerência política; controle ambiental excessivo; prevalência da visão de obra sobre as demais etapas dos projetos públicos de irrigação; falta de regulamentação da Lei de Irrigação.

A agricultura irrigada no Brasil, assim como em outros países, sempre terá grandes desafios. O irrigante no Brasil, em geral, é referência em termos do uso de tecnologias e cuidados com o ambiente e demonstra estar preparado para enfrentar as incertezas que existem no processo de produzir alimentos ambientalmente sustentáveis. Entretanto, há que se ter em mente que vários dos fatores que interferem no desenvolvimento da agricultura irrigada não dependem somente do agricultor.

Sendo assim, o que poderia ser feito para fortalecer a agricultura irrigada? Para responder a essa pergunta, poder-se-ia apresentar uma lista com diversas ações estratégicas de importância para o crescimento do setor e a maioria dos itens dessa lista seria de conhecimento geral.

Sem querer priorizar uma ação em detrimento de outra, destaca-se três ações básicas, no campo da política, técnico-científico e de infraestrutura, fundamentais para o desenvolvimento sustentável da agricultura irrigada:

- a. Política: criação do Conselho Nacional de Irrigação.
- b. Técnico-científica: manejo e gestão de recursos hídricos.
- c. Infraestrutura: energia.

O Conselho contribuirá para fortalecer a agricultura irrigada, pois a proposta é que ele seja um órgão colegiado de caráter permanente, consultivo e deliberativo, integrante da estrutura regimental da instituição responsável por conduzir a política nacional de irrigação. É um dos instrumentos da Política Nacional de Irrigação, conforme prevê o Inciso X, do Art. 5º, e o Art. 21, ambos da Lei Nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013, sendo composto por representantes do governo e da sociedade civil organizada, cujas decisões, quando consubstanciadas em resoluções, são homologadas pelo Ministro da instituição, atualmente o Ministro de Estado do Ministério da Integração Nacional.

O Conselho tem, entre outras, as seguintes competências:

- a. Atuar na formulação de estratégias, no controle e no monitoramento da implementação da Política Nacional de Irrigação e seus instrumentos, em consonância com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional.
- b. Contribuir com a articulação da Política Nacional de Irrigação e com as demais políticas setoriais que impactem direta ou indiretamente no desenvolvimento da agricultura irrigada no país.
- c. Acompanhar a elaboração e a implementação do Plano Nacional de Irrigação.

A agricultura irrigada é uma atividade altamente intensiva em termos de uso de recursos hídricos e concorre com outros usuários pelo uso

desse recurso. Em virtude disso, é fundamental que estratégias técnico-científicas, voltadas para o manejo e a gestão de recursos hídricos em escala de bacia hidrográfica, sejam desenvolvidas, contribuindo para reduzir a possibilidade de ocorrência de conflitos pelo uso da água. Os conflitos geralmente surgem em regiões com grande vocação para o desenvolvimento da agricultura irrigada e podem ser considerados os principais riscos ao seu desenvolvimento. A construção de infraestruturas hídricas, como barragens, que garantam a reservação de água em períodos de escassez, é uma importante estratégia técnico-científica a ser adotada no sentido de garantir segurança hídrica e reduzir conflitos.

A agricultura irrigada é também altamente intensiva no uso de energia, sendo esse fator um importante limitador ao seu crescimento. A disponibilização de energia, em quantidade e qualidade, possibilitará a expansão de grandes áreas que apresentam potencialidades para irrigação, a exemplo do que aconteceu com a instalação do “Linhão” de energia na região de Cristalina, GO, que se constitui, atualmente, no maior polo de irrigação por aspersão por pivô-central na América Latina.

Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada

Durante o Seminário, foi realizada também a terceira reunião ordinária do Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada. Diversos temas foram tratados nessa reunião, com destaque para os seguintes itens:

- a. Andamento do Projeto de Lei de revisão da Lei de Irrigação (PL 6.381/2005), que, desde agosto de 2009, possuía parecer favorável de todas as comissões e estava aguardando apenas a votação em plenário.
- b. Tramitação do PL 2.641/2007, que tinha como proposta a ampliação dos benefícios do REIDI, que estava na Comissão de Tributação e Fi-

nanças desde 19/3/2009 e que teria que ser apreciado pela Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania, para somente depois ser votado em Plenário.

Secretaria Nacional de Irrigação - SENIR

Desses debates, foi consolidada a necessidade da estruturação de um setor de irrigação específico e robusto, no âmbito do setor público federal, com responsabilidades pela agricultura irrigada e não somente dos projetos públicos de irrigação.

Em 4 de maio de 2011, por Decreto nº 7.472, foi criada a Secretaria Nacional de Irrigação – SENIR, definindo como atribuição principal da Secretaria, no contexto político e institucional, a promoção, a implementação, o acompanhamento e a avaliação da Política Nacional de Irrigação. No período de estruturação, enquanto discutia-se o Plano Nacional de Irrigação, a Secretaria elaborou o primeiro Plano Estadual de Agricultura Irrigada para o Estado de Minas Gerais.

A SENIR, que veio para representar os anseios de representatividade do setor, foi extinta com pouco mais de 6 anos de existência. Quais fatores podem ter levado à sua extinção? O objetivo aqui não é buscar um responsável pelo fato ocorrido, mas fazer uma análise dos fatos.

Na atuação dos dois Ministérios com os quais a irrigação mais diretamente se relaciona, fica clara a distinção de filosofia de ação: intervencionismo pelo lado do Ministério da Integração Nacional (MI) e posições mais liberais do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Enquanto o MI assumia a responsabilidade direta por aspectos significativos do desenvolvimento regional por meio de obras, o Mapa buscava afirmar um perfil de atuação de mínima intervenção na esfera privada.

O MI, diretamente ou por meio de suas entidades vinculadas, atuava verdadeiramente como agente público na irrigação. Assim, a SENIR não

teve condições de distanciar-se muito dessa forma de atuar, apesar da criação de uma Diretoria voltada para a política de irrigação: as obras “estão no DNA do Ministério”.

A Lei nº 12.787, de 11 de janeiro de 2013, que dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação, apesar de introduzir orientações para estímulo a irrigação privada, deixa evidente a preocupação maior com a irrigação pública.

Dessa forma, mesmo com a disposição inicial, demonstrada por meio da condução do Fórum, para dinamizar a elaboração de estudos, e apoio à formulação de Planos Estaduais com a participação de representações do setor, articulação com a ANA e com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), prevaleceu no MI o “olhar para as obras públicas de irrigação”.

Acredita-se que o progressivo distanciamento da SENIR do setor privado tenha sido uma das principais razões da sua extinção este ano (2017). Com isso, foram descontinuadas as ações do Plano Nacional e dos Planos Estaduais de irrigação, deixando a agricultura irrigada sem uma referência e sem uma instituição responsável por conduzir a Política Nacional de Irrigação.

Sem a orientação dos Planos de Irrigação, o setor fica sem um norte, pois os Planos de Irrigação são documentos balizadores que definem ações estratégicas para o setor e visam orientar o planejamento e a implementação da Política Nacional de Irrigação.

Sem uma instituição de referência a tendência é que ocorra uma desarticulação e um enfraquecimento do setor. Assim, é importante que os agricultores se mobilizem, se organizem em associações, cooperativas e participem efetivamente dos comitês e conselhos de forma a influenciar nas decisões que interferem no desenvolvimento da irrigação.

É importante estar ciente dos desafios e das oportunidades e não perder de vista estratégias que constituem as bases para uma agricultura irrigada sustentável.