



Atlas Irrigação

Uso da Água na Agricultura Irrigada

2^a Edição



AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
E SANEAMENTO BÁSICO

República Federativa do Brasil

Jair Bolsonaro

Presidente da República

Ministério do Desenvolvimento Regional

Rogério Simonetti Marinho

Ministro

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

Diretoria Colegiada

Christianne Dias Ferreira (Diretora-Presidente)

Ricardo Medeiros de Andrade

Oscar Cordeiro de Moraes Netto

Marcelo Cruz

Vitor Eduardo de Almeida Saback

Secretaria Geral (SGE)

Rogério de Abreu Menescal

Procuradoria Federal (PF/ANA)

Luís Carlos Martins Alves Júnior

Corregedoria (COR)

Maurício Abijaodi Lopes de Vasconcellos

Auditoria Interna (AUD)

Eliomar Ayres da Fonseca Rios

Chefia de Gabinete (GAB)

Thiago Serrat

Gerência Geral de Estratégia (GGES)

Nazareno Marques de Araújo

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica (SGH)

Marcelo Jorge Medeiros

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL



ATLAS IRRIGAÇÃO

USO DA ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA

2^a edição

Superintendência de Operações e

Eventos Críticos (SOE)

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)

Tibério Magalhães Pinheiro

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)

Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Regulação (SRE)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Alan Vaz Lopes

Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)

Luis André Muniz

BRASÍLIA - DF

ANA

2021

COMITÊ DE EDITORAÇÃO

Diretor

Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendentes

Humberto Cardoso Gonçalves

Joaquim Guedes Correa Gondim Filho

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Secretário Executivo

Rogério de Abreu Menescal

As ilustrações, tabelas e gráficos sem indicação de fonte foram elaborados pela ANA.

Informações, críticas, sugestões, correções de dados: cedoc@ana.gov.br

Disponível também em: <http://www.ana.gov.br>

Todos os direitos reservados

É permitida a reprodução de dados e de informações contidos nesta publicação, desde que citada a fonte.

Catalogação na fonte - CEDOC/Biblioteca

A265a	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. - 2. ed. -- Brasília: ANA, 2021. 130 p.: il. ISBN: 978-65-88101-10-0 1. Água - Uso. 2. Irrigação Agrícola. I. Título.
CDU 631.67(084.4)	

**Agência Nacional de Águas
e Saneamento Básico**

Coordenação Geral

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Coordenação Técnica

Thiago Henriques Fontenelle

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Marco Vinícius Castro Gonçalves

Colaboradores

Adalberto Meller

Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira

Carlos Alberto Perdigão Pessoa

Flávio Hadler Tröger

Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez

Marcela Ayub Brasil

Marcus André Fuckner

Mariane Moreira Ravanello

Paulo Marcos Coutinho dos Santos

Saulo Aires de Souza

Wagner Martins da Cunha Vilella

Estagiários(as)

Anna Piza da Costa

Débora Silva Tonelli

Janaína Vieira da Rocha

Mateus de Almeida de Souza

Roberta Capim Rocha

Colaboradores Externos

Gustavo Chaves Machado (Consultor)

Hugo do Nascimento Bendini (INPE)

Jaqueline Coelho Visentin (Consultora)

Leila Maria Garcia Fonseca (INPE)

Thais da Silva Dornelas (Consultora)

Parceiros

Ministério do Desenvolvimento Regional

Adriana Melo Alves

Antônio Felipe Guimarães Leite

Frederico Cintra Belém

Companhia Nacional de Abastecimento

Candice Mello Romero Santos

Fernando Arthur Santos Lima

Rafaela dos Santos Souza

Lucas Barbosa Fernandes

Patrícia Maurício Campos

Társis Rodrigo de Oliveira Piffer

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Daniel Pereira Guimarães

Elena Charlotte Landau

Lineu Paiva Rodrigues

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff

Daniel Alves de Aguiar

Joel Risso

Marciano Saraiva

Moisés Pereira Galvão Salgado

Universidade Federal do Paraná

Irani dos Santos

Cesar Augusto Crovador Siefert

Cynthia Roberti

Fernando Marangon

Gilson Bauer Schultz

Universidade de São Paulo - GPP/ESALQ

Durval Dourado Neto

Alberto G.O.P. Barreto

Arthur Nicolaus Fendrich

José Lucas Safanelli

Marcela Almeida de Araujo

Pedro Alves Quilici Coutinho

Rodrigo Fernando Maule



SUMÁRIO



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

- 1** A IRRIGAÇÃO E O ATLAS
- 2** HISTÓRICO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL

- 3** ÁREAS IRRIGADAS

- 4** ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL

- 5** USO DA ÁGUA

- 6** POLOS DE AGRICULTURA IRRIGADA

- 7** SÍNTSE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7

11

25

33

57

67

90

115

125



APRESENTAÇÃO

Cultivo de arroz no município de Cachoeira do Sul (RS)
Bernardo Rudorff / Banco de imagens ANA



APRESENTAÇÃO

A prática da irrigação no mundo ocorre desde as antigas civilizações, notadamente nas que se desenvolveram em regiões secas como no Egito e na Mesopotâmia. Em territórios com características físico-climáticas mais favoráveis, a agricultura desenvolveu-se inicialmente em regiões onde a quantidade e a distribuição espacial e temporal das chuvas são capazes de suprir a necessidade das culturas, de forma que a irrigação passou a emergir em períodos mais recentes.

Esse é o caso do Brasil, onde a irrigação teve início na década de 1900 para a produção de arroz no Rio Grande do Sul. A expressiva intensificação da atividade para outras regiões ocorreu a partir das décadas de 1970 e 1980. Com crescimento forte e persistente, novos polos surgiram nas últimas décadas.

Diversos fatores contribuem para a necessidade de irrigação. Em regiões afetadas pela escassez contínua de água, como no Semiárido brasileiro, a irrigação é fundamental, ou seja, uma parte importante da agricultura só se viabiliza mediante a aplicação artificial de água. Em regiões afetadas por escassez em períodos específicos do ano, como na região central do País (entre maio e setembro), diversas culturas e a terceira safra viabilizam-se apenas com a aplicação suplementar de água nos meses secos, embora a produção possa ser realizada (sem ou com pouca irrigação) no período chuvoso (primeira e segunda safras).

Embora o crescimento da atividade resulte, em geral, em aumento do uso da água, diversos **benefícios** podem ser observados, tais como o aumento da produtividade, a melhoria da qualidade dos produtos, a redução de custos unitários, a atenuação dos impactos da variabilidade climática e a otimização de insumos e equipamentos. A irrigação também é fundamental para o aumento e a estabilidade da oferta de alimentos e consequente aumento da **segurança alimentar e nutricional** da população brasileira. Tomate, arroz, pimentão, cebola, batata, alho, frutas e verduras são exemplos de alimentos produzidos sob alto percentual de irrigação. Do ponto de vista do uso racional da água, exigências legais e instrumentos de gestão, como a outorga de direito de uso de recursos hídricos (autorização para o uso da água) e a cobrança pelo uso, buscam garantir a sustentabilidade da atividade, o aumento da eficiência e a consequente redução do desperdício.

Dado o dinamismo da agricultura irrigada em um país de dimensões continentais e de grande biodiversidade, o conhecimento de base e o monitoramento da atividade são um grande desafio. Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA tem promovido estudos e parcerias cujos resultados têm auxiliado tanto no planejamento e na gestão dos recursos hídricos no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH quanto nas tomadas de decisão setoriais. Parte dos resultados tem sido publicada nos últimos anos nos Relatórios e Informes de Conjuntura

dos Recursos Hídricos no Brasil e, mais recentemente, em publicações específicas, como no [Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil](#), no [Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil](#) e no [Mapeamento do Arroz Irrigado no Brasil](#).

Diante das diferentes iniciativas visando suprir a carência de informações sobre a agricultura irrigada, bem como os novos dados secundários disponíveis, surgiu a necessidade de integração do conhecimento disponível em um produto único, configurando a base técnica da agricultura irrigada na sua interface com os recursos hídricos, em escala nacional. É nesse contexto que a ANA lançou em 2017 a primeira edição do [Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada](#) - que nessa segunda edição tem seu escopo atualizado e ampliado.

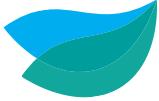
Os avanços no conteúdo do Atlas Irrigação foram possíveis a partir de uma rede ampla de [parcerias](#), incluindo o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), a Companhia Nacional de Abastecimento, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Agrosatélite Geotecnologia Aplicada, a Universidade Federal do Paraná e a Universidade de São Paulo. A [articulação setorial](#), com a maior proximidade da ANA com a política setorial e participação em fóruns e eventos - como nos comitês de bacia e em câmaras técnicas sobre irrigação no MDR e no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) - permitiram oprimoramento do conteúdo e da forma de apresentação dos resultados do Atlas.

Essa [base técnica](#) construída nos últimos anos, e que continuará sendo objeto de aprimoramento contínuo, é de fundamental importância para a estimativa de uso da água e para a atualização dos balanços hídricos, subsidiando a tomada de decisão e as análises de risco com vistas à [segurança hídrica](#) da agricultura irrigada e à garantia dos usos múltiplos da água. O Atlas ganha ainda mais importância ao tornar-se base comum tanto para a [Política Nacional de Irrigação](#) quanto para a [Política Nacional de Recursos Hídricos](#), considerando ainda a elaboração em andamento do [Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040](#).

As bases de dados e outros materiais adicionais encontram-se disponíveis no Portal do [Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH](#) (www.snirh.gov.br) e em <http://atlasirrigacao.ana.gov.br/>.



Plantações às margens do rio Pardo na divisa entre Jaborandi (SP) e Morro Agudo (SP)
Raylton Alves / Banco de imagens ANA



A IRRIGAÇÃO E O ATLAS



1 A IRRIGAÇÃO E O ATLAS

Área rural com irrigação na bacia do rio Paranapanema
Raylton Alves/ Banco de imagens ANA

A irrigação corresponde à prática agrícola que utiliza um conjunto de equipamentos e técnicas para suprir a deficiência total ou parcial de água para as plantas. A irrigação está no nosso cotidiano, seja nos gramados de campos de futebol e de condomínios residenciais; ou quando consumimos arroz, feijão, legumes, frutas e verduras – alimentos produzidos em grande medida sob irrigação.

A irrigação é imprescindível em regiões áridas e semiáridas, a exemplo do Semiárido brasileiro, onde a segurança produtiva é bastante afetada pela escassez contínua de água, minimizada apenas no período mais úmido, entre dezembro e março, onde algumas culturas de sequeiro ainda podem ser desenvolvidas.

Já em regiões afetadas pela escassez de água em períodos específicos do ano, como na região Sudeste e, principalmente, Centro-Oeste, algumas culturas e safras só se viabilizam com a aplicação suplementar de água nestes períodos. E embora a produção possa ser realizada com menores riscos climáticos no período chuvoso, é cada vez mais frequente a ocorrência de veranicos (períodos secos dentro do período chuvoso), que ocasionam sérios prejuízos às culturas de sequeiro nestas regiões.

Embora possa apresentar excelentes resultados de forma isolada, essa prática é geralmente implementada em meio a outras melhorias no **pacote tecnológico** do produtor rural, ou seja, tende a ser acompanhada ou antecedida por aperfeiçoamentos em outros insumos, serviços, máquinas e implementos – melhorias que em conjunto resultam em diversos benefícios.

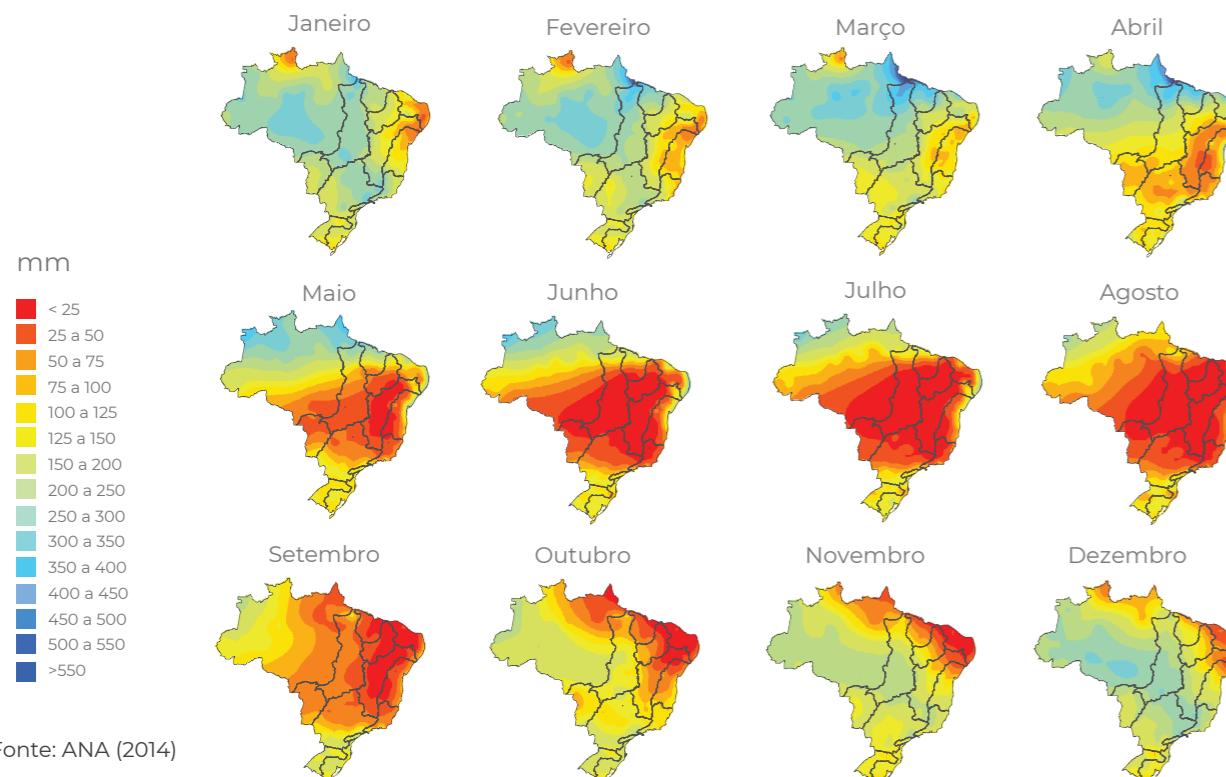
Os **métodos de irrigação** podem ser agrupados de acordo com a forma de aplicação da água, destacando-se quatro métodos principais: irrigação por superfície, subterrânea, por aspersão e localizada. No primeiro método a água é dispensada na superfície do solo e seu nível é controlado para aproveitamento das plantas. No método subterrâneo (ou subsuperficial), a água é aplicada abaixo da superfície do solo, formando ou controlando o lençol freático, na região em que pode ser aproveitada pelas raízes das plantas. Na irrigação por aspersão, a água é aplicada sob pressão acima do solo, por meio de aspersores ou orifícios, na forma de uma chuva artificial. O método localizado (ou microirrigação) consiste na aplicação em uma área bastante limitada, utilizando pequenos volumes de água, sob baixa pressão, com alta frequência. Existem diferentes sistemas para cada um desses métodos, como o sistema por inundação na irrigação superficial; o sistema de pivô central na irrigação por aspersão; e o sistema de gotejamento que ocorre nos métodos subterrâneo e localizado.

Não existe um método ou sistema de irrigação ideal a priori. A irrigação superficial exige menos investimento e apresenta menos tecnologia atrelada.

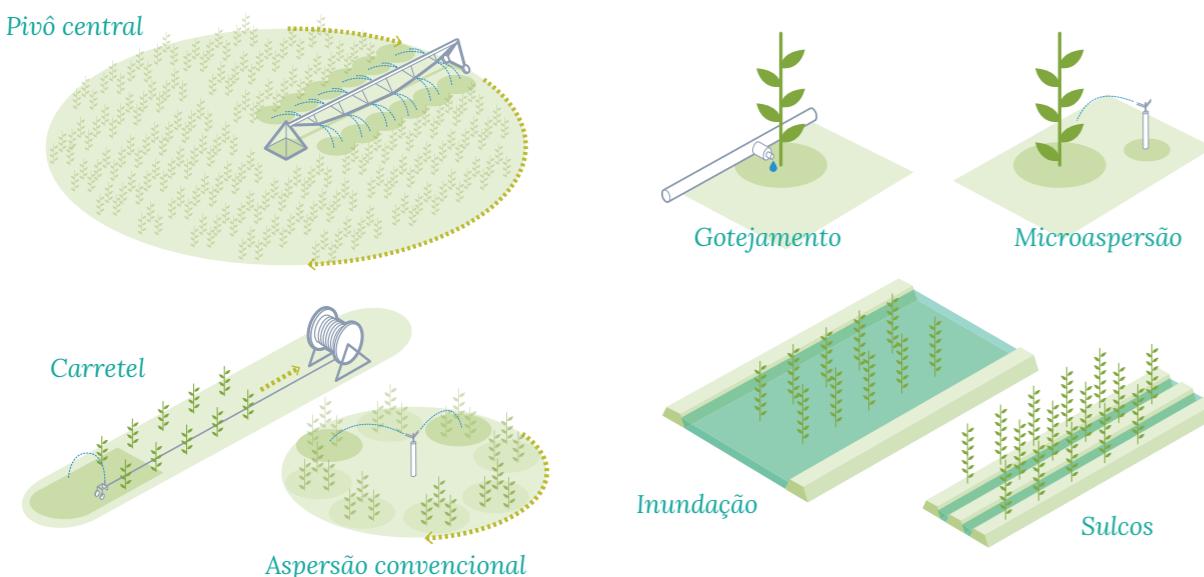
Mas um terreno com alta taxa de infiltração e maior declividade não é favorável a esse método, mas pode ser para a aspersão que, por sua vez, não será adequada para regiões com ventos fortes. Os métodos localizados, em que pese as altas eficiências, não são ideais para culturas temporárias (milho, feijão, arroz, soja), requerem boa qualidade da água e possuem alto custo de implantação e manutenção.

Esses exemplos realçam que a seleção do método do sistema para determinado local passam por uma avaliação integrada de componentes socioeconômicos e ambientais, incluindo a disponibilidade e a qualidade da água. Após a seleção de método e do sistema, a eficiência qualquantitativa do uso da água passa a ser função do manejo adequado das culturas, dos equipamentos e dos recursos ambientais.

Precipitação média mensal no Brasil



Representação dos principais sistemas de irrigação



Segundo dados da FAO (2020), o Brasil está entre os dez países com a maior área equipada para irrigação do mundo. Os líderes mundiais são a China e a Índia, com cerca de 70 milhões de hectares (Mha) cada, seguidos dos EUA (26,7 Mha), do Paquistão (20,0 Mha) e do Irã (8,7 Mha). O Brasil aparece na sexta posição com 8,2 Mha, seguido por países que possuem área entre 4 e 7 Mha, como Tailândia, México, Indonésia, Turquia, Bangladesh, Vietnã, Uzbequistão, Egito, Itália e Espanha. O mapa global das áreas equipadas para irrigação apresenta um panorama geral e as regiões com principais concentrações.

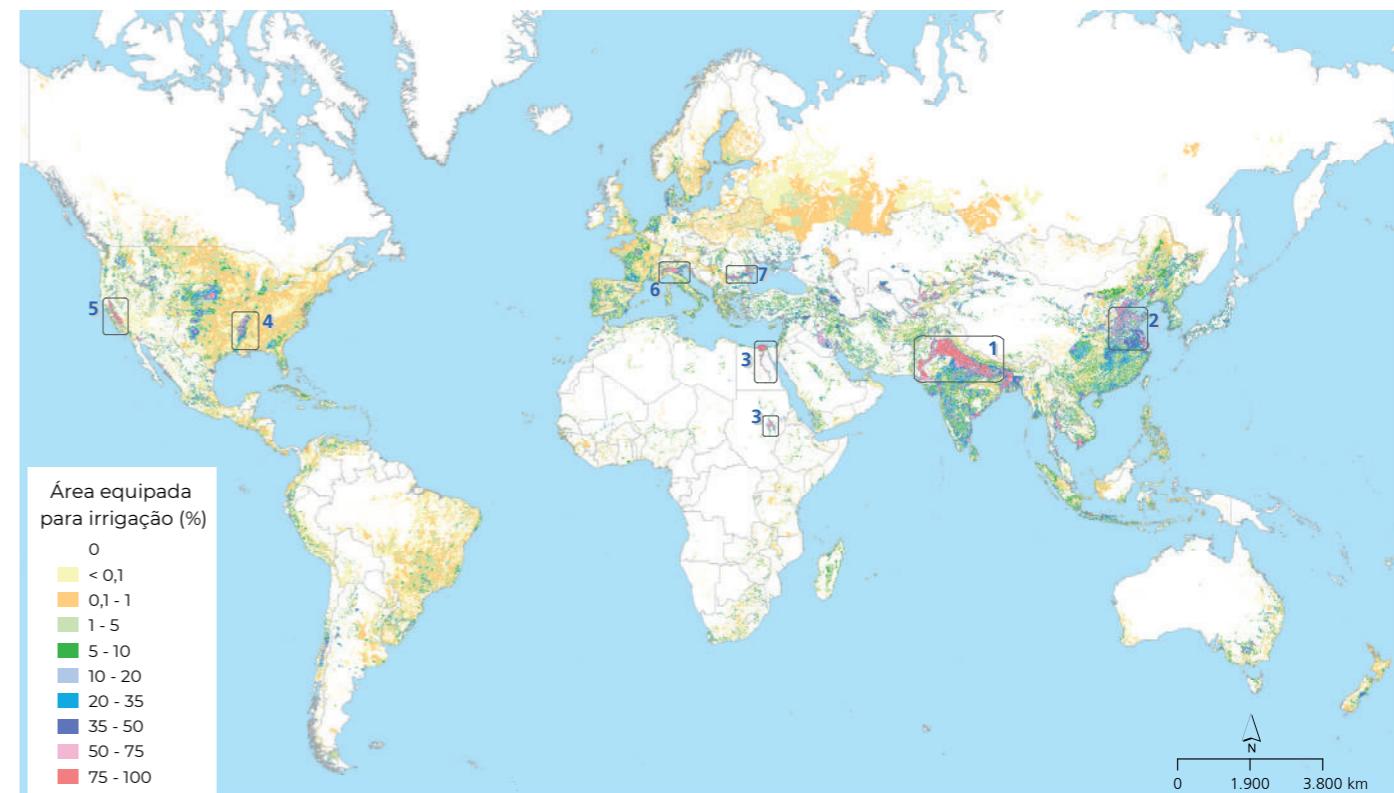
Apesar do destaque mundial, **a irrigação no nosso País é considerada modesta** frente ao potencial estimado, à área agrícola total, à extensão territorial e

ao conjunto de fatores físico-climáticos favoráveis, inclusive a boa disponibilidade hídrica. Esse panorama é o oposto do verificado nos demais países líderes em irrigação, já que, de forma geral, estão mais próximos do esgotamento de seu potencial estimado.

Por outro lado, as séries históricas demonstram que os incrementos anuais de área irrigada no Brasil têm sido fortes e persistentes nas últimas décadas, intensificando-se nos últimos anos, indicando que o potencial tem sido cada vez mais aproveitado.

Esse desenvolvimento crescente da agricultura irrigada no Brasil deve-se a alguns fatores-chave, em especial: a expansão da agricultura para regiões

Mapa Global de Áreas Irrigadas



Maiores áreas de irrigação contíguas

1. Norte da Índia e Paquistão ao longo do rio Ganges e Indo
2. Na China, nas bacias dos rios Hal He, Huang e Yangtze
3. No Egito e no Sudão ao longo da bacia do rio Nilo
4. Na bacia do rio Mississippi-Missouri
5. Em partes do estado da Califórnia (EUA)
6. No norte da Itália, na planície do rio Pó
7. Ao longo do baixo curso do rio Danúbio

Fonte: FAO (2013)

Distribuição da área equipada para irrigação por continente (em milhões de hectares)

África	15,6
América do Norte e Central	36,1
América do Sul	16,0
Ásia	232,7
Europa	21,4
Oceania	3,3

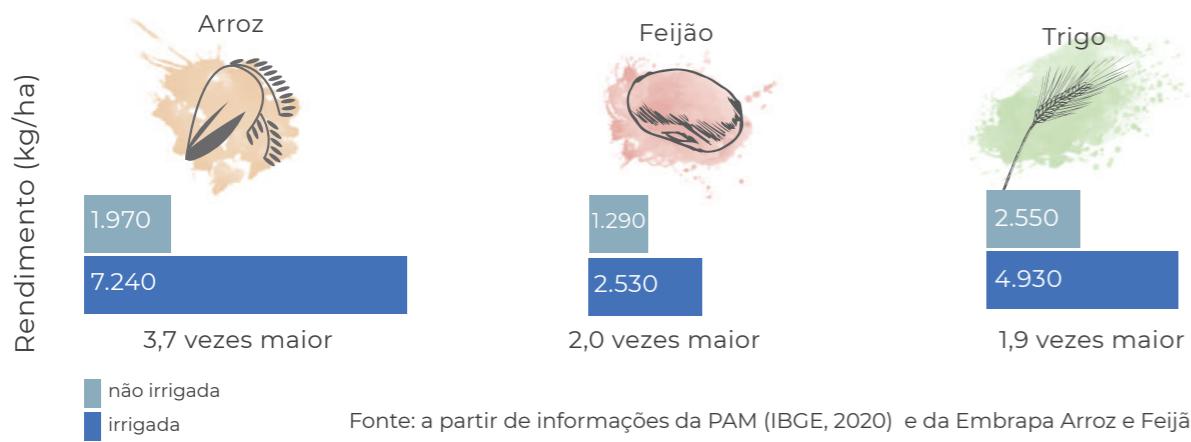


com clima desfavorável (em parte ou durante todo o ano); estímulos governamentais de desenvolvimento regional; e benefícios observados na prática com boa disponibilidade de financiamentos.

Dentre os potenciais **benefícios da irrigação**, pode-se destacar: aumento da produtividade da ordem de 2 a 3 vezes em relação à agricultura de sequeiro; redução do custo unitário de produção; utilização do solo durante todo o ano com até três safras ao ano; utilização intensiva de máquinas, implementos e mão-de-obra; aplicação de agroquímicos e fertilizantes por meio do mesmo equipamento da irrigação (quimigação); aumento na oferta e na regularidade de alimentos e outros produtos agrícolas; atenuação do fator sazonalidade climática e dos riscos de produção associados; preços mais favoráveis para o produtor rural; maior qualidade e padronização dos produtos agrícolas; abertura de novos mercados, inclusive no exterior; produção de sementes e de culturas nobres; elevação da renda do produtor rural; regularidade na oferta de empregos; modernização dos sistemas de produção, estimulando a introdução de novas tecnologias; plantio direto com sementes selecionadas; e maior viabilidade para criação de polos agroindustriais (ANA & Embrapa, 2019).

Assim como a agricultura de forma geral, a agricultura irrigada brasileira é bastante **dinâmica e diversificada**. Em outorgas de direito de uso de recursos hídricos emitidas pela ANA em rios de domínio da União, por exemplo, há registros de 70 diferentes culturas irrigadas, associadas a diferentes métodos/sistemas, portes, manejos e regiões.

Rendimento em condição predominantemente irrigada e não irrigada - Brasil



Em que pese a diversidade, é possível extraír alguns **padrões de larga escala** entre métodos/sistemas e culturas, tais como: a forte correlação entre a inundação e o arroz; entre o gotejamento e o café e a fruticultura; entre aspersão com carretéis enroladores (*hydro roll*) e a cana-de-açúcar; e entre os pivôs centrais e a produção de algodão e de grãos, em especial feijão, milho e soja.

Embora se reconheça todos os benefícios relacionados à irrigação, ainda há dificuldades de se dimensionar sua importância na quantidade produzida atual e o seu **papel na segurança alimentar e nutricional** da população brasileira devido à indisponibilidade de dados ou à impossibilidade de disagregação em relação à agricultura de uma forma geral (dados médios que englobam o sequeiro).

Indicadores de produtividade para arroz, feijão e trigo – importantes grãos presentes no hábito alimentar do brasileiro – mostram que a produção predominantemente irrigada apresentou, respectivamente, rendimentos 3,7, 2,0 e 1,9 vezes superiores à produção de sequeiro (média 2010-2019).

A terceira safra de feijão ocorre em grande parte sob irrigação, uma vez que o calendário coincide com períodos secos das regiões produtoras, com primeiros plantios iniciando em abril e colheitas até outubro (Conab, 2016). A safra concentra-se no Oeste da Bahia, em Mato Grosso e na região do Distrito Federal e municípios goianos e mineiros vizinhos (região de Cristalina/GO e Unaí/MG). Com os elevados rendimentos obtidos com a irrigação, o feijão

3ª safra alcançou, em 2019, 8,9% da área colhida total de feijão no Brasil, mas respondeu por 22,6% da quantidade produzida (655,4 mil toneladas em 245,6 mil ha).

A quantidade de feijão atualmente produzida é muito ajustada ao consumo (Conab, 2016) – preocupação que pode ser minimizada com maiores estímulos à produção irrigada.

O arroz brasileiro vem demonstrando menor destinação de área nos últimos anos, com queda sistemática das áreas de sequeiro, porém, com constante incremento na produtividade média, especialmente pela maior proporção das lavouras irrigadas. Dessa forma, houve melhoria no pacote tecnológico utilizado, além de maior eficiência no uso da água, perfazendo uma produção com valores relativamente estáveis, em uma menor área plantada, reflexo de melhores níveis de rendimento da cultura.

Em 2018, as áreas de sequeiro alcançaram a mínima histórica com 482 mil ha ocupados, enquanto as áreas irrigadas permaneceram estabilizadas nos últimos anos entre 1,3 e 1,4 milhão de hectares. Com melhorias no manejo do solo, da água e dos insumos, a irrigação proporciona ao arroz mais que o triplo da produtividade observada em áreas de sequeiro.

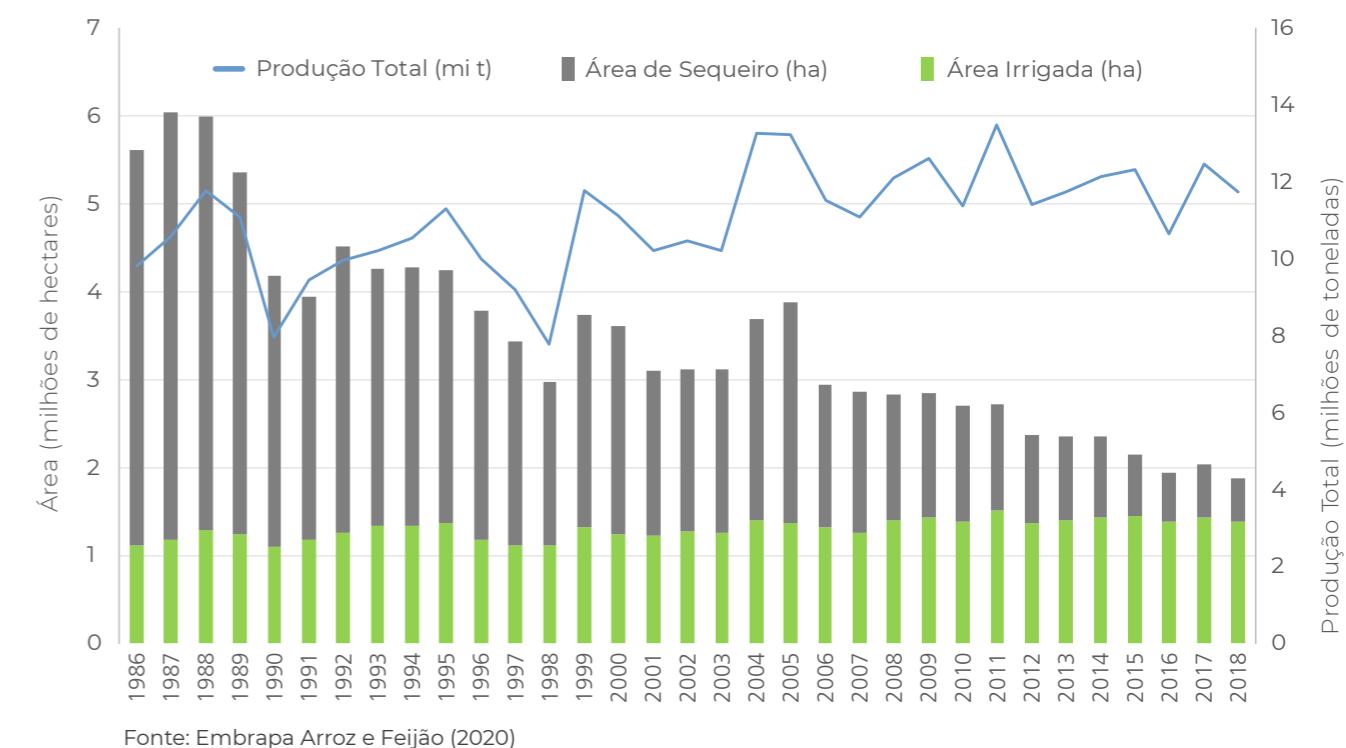
Com isso, o sequeiro representa 25% da área, mas apenas 10% da produção, enquanto o arroz irrigado concentra 75% da área total e 90% da produção.

A produção de arroz que atualmente se concentra sob irrigação em Santa Catarina e, principalmente, Rio Grande do Sul, possui boas perspectivas de incremento em outros Estados que utilizam o plantio irrigado, uma vez que se observa experiências acumuladas e infraestrutura (Conab, 2016), como em Goiás, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão, Piauí, Alagoas e Sergipe.

A soja e o milho tendem a apresentar rendimentos adicionais similares sob irrigação (2 a 3 vezes mais que o sequeiro). Mesmo no período de 1ª safra, correspondente a melhores condições climáticas para o desenvolvimento, a irrigação tem demonstrado sua viabilidade econômica devido aos ganhos expressivos de produtividade e à minimização de riscos climáticos e meteorológicos, tais como veranicos.

Além dos exemplos destacados anteriormente, vale lembrar a relevância da agricultura irrigada no abastecimento de outros alimentos para o mercado interno, tais como na produção de café, tomate, pimentão, cebola, batata, alho, frutas e verduras em geral, ou seja, da sua importância para a segurança

Evolução da área de arroz (irrigada e sequeiro) e produção total - Brasil





ATLAS IRRIGAÇÃO

alimentar e nutricional da população brasileira.

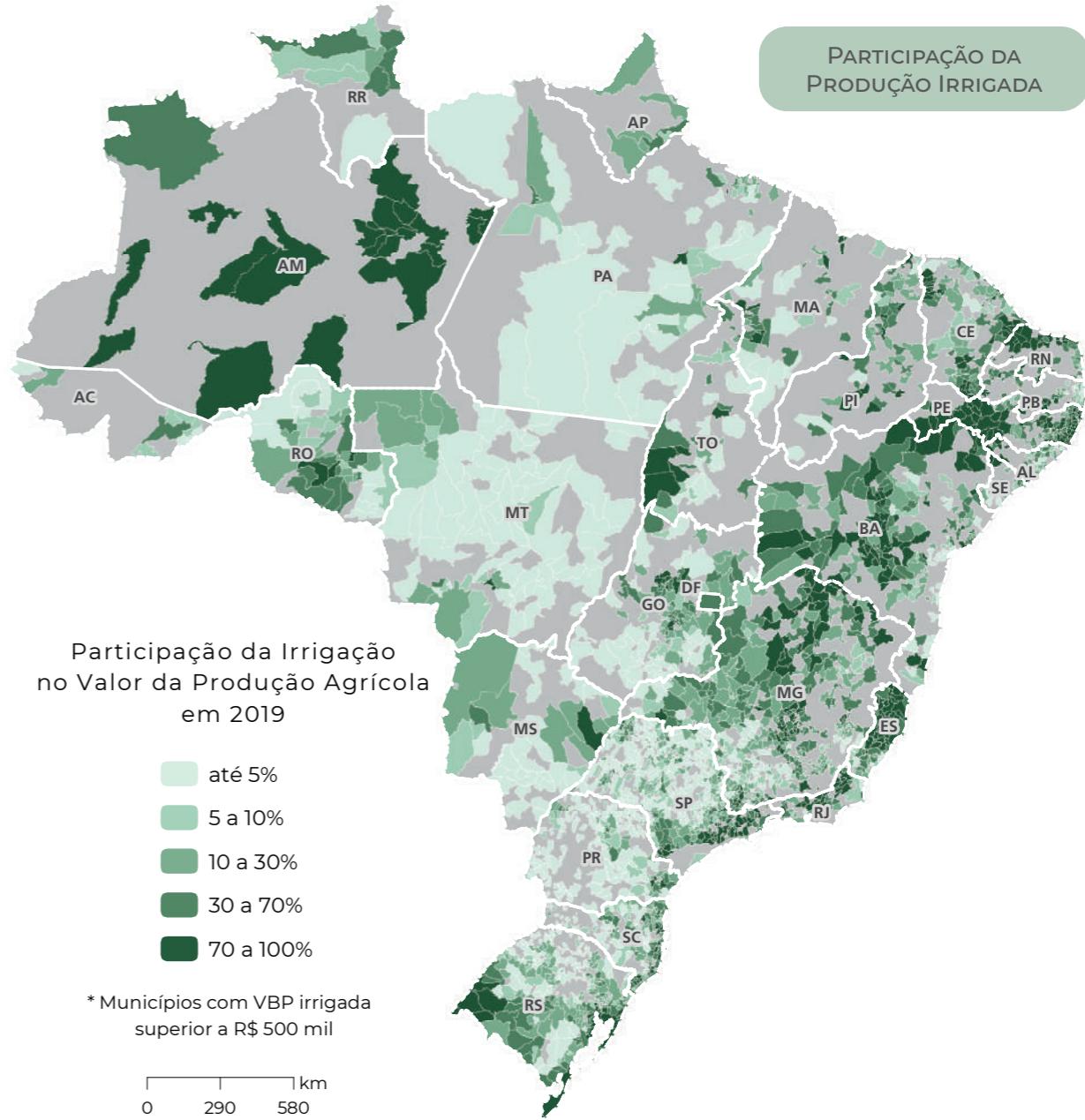
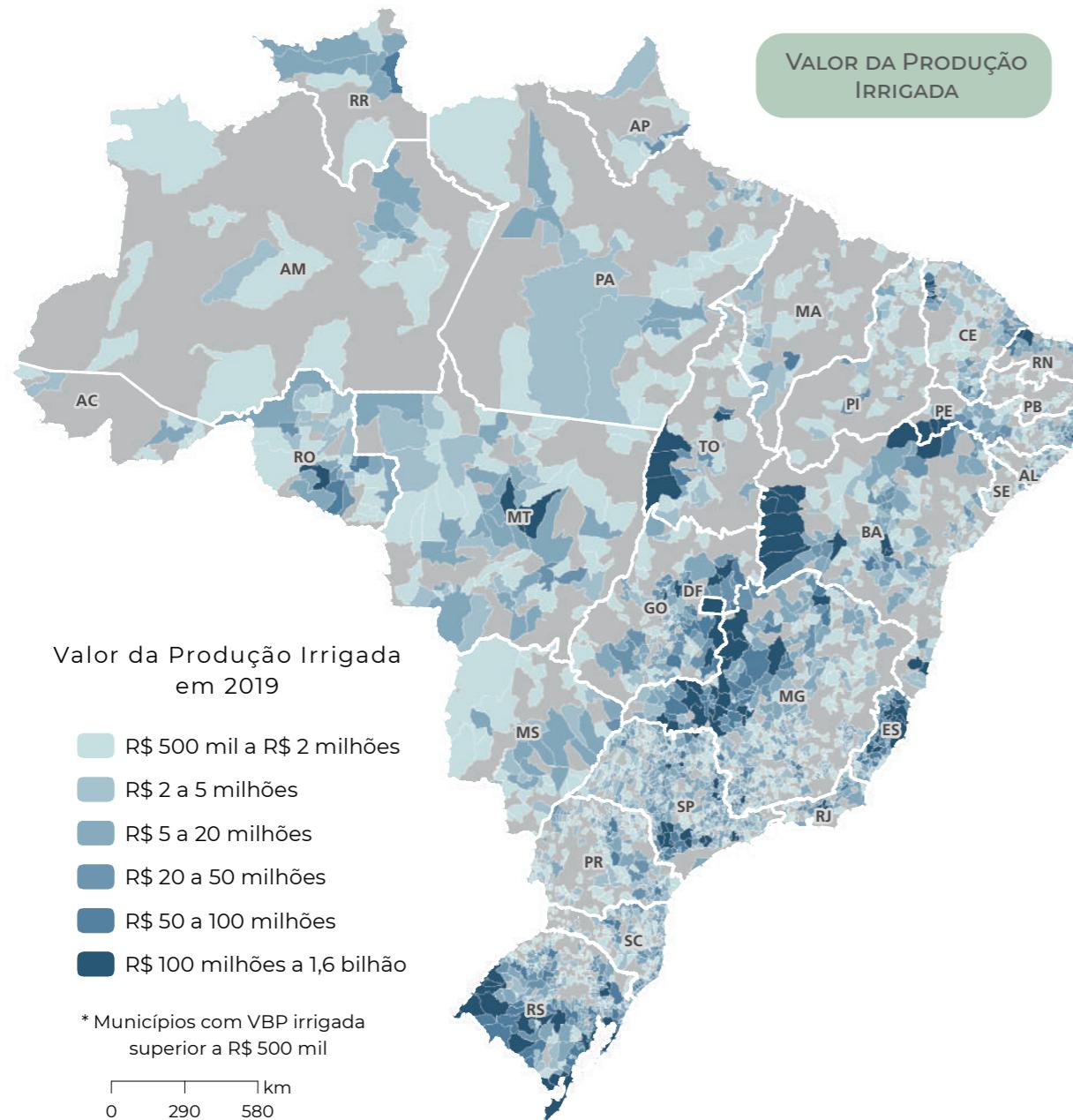
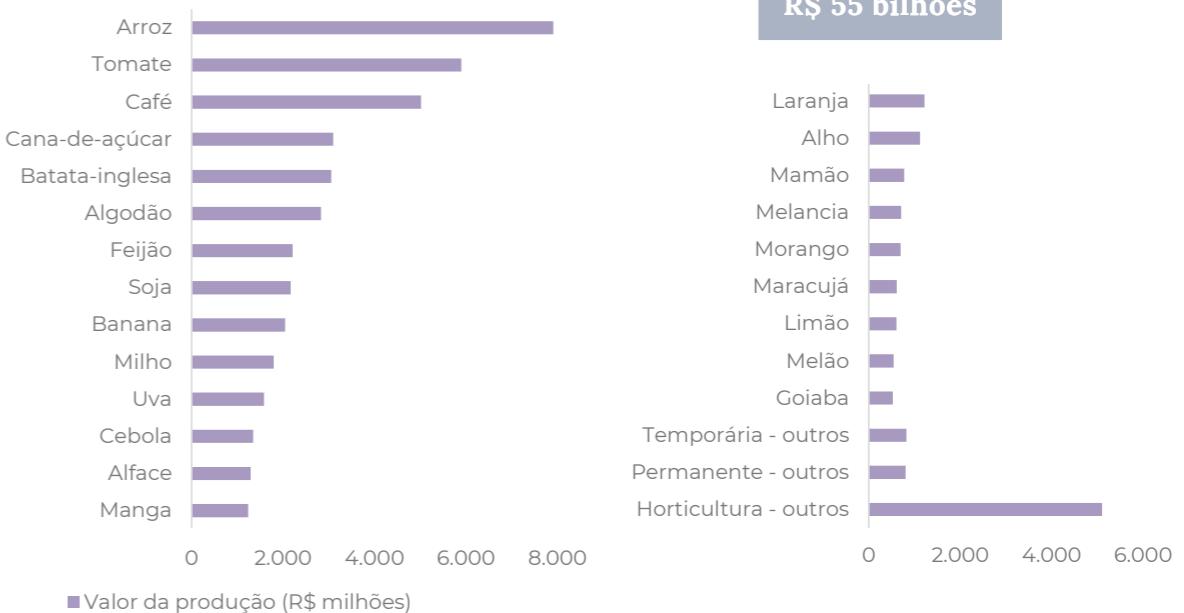
Essas outras culturas tendem a agregar mais valor do que a produção irrigada de grãos, que apresentam valores absolutos expressivos na quantidade produzida e no valor total, mas agregam menos valor à economia (R\$ por ha ou R\$ por m³ de água) do que produtos irrigados da horticultura e da fruticultura, por exemplo.

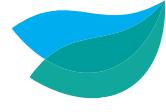
O **Atlas** estimou o **valor da produção irrigada** no Brasil a partir de microdados de pesquisas agrícolas cedidos pelo IBGE (Censo Agropecuário e Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - LSPA).

Estima-se que entre 7 e 9% da produção física da agricultura ocorra em áreas irrigadas, que agregam entre 13 e 15% do valor da produção pela possibilidade de produção de mais de uma safra no mesmo local e ano-safra; e pela produção irrigada ter maior valor agregado (maior qualidade e culturas proporcionalmente mais rentáveis). Em 2019, o valor da produção irrigada foi de **R\$ 55 bilhões** - 16 produtos apresentaram valor anual superior a R\$ 1 bilhão.

Grãos como arroz, feijão, milho e soja, assim como a cana, destacam-se pela produção física, mas agregam menos valor à economia por unidade de área (entre R\$ 4 e 7 mil por hectare irrigado). O café e o

Valor da produção irrigada - Brasil





algodão possuem áreas expressivas, mas menores que as culturas mencionadas anteriormente, e agremiam da ordem de R\$ 11 a 13 mil por hectare. Culturas de menor área ocupada surgem no ranking da economia da produção irrigada pelos seus maiores valores proporcionais: laranja e melancia (da ordem de R\$ 17 a 19 mil/ha); banana e manga (da ordem de R\$ 25 mil/ha); mamão, cebola e batata (superam R\$ 40 mil/ha); alho, tomate e uva (superam R\$ 100 mil/ha).

Proporcionalmente ao valor total da produção agrícola, a irrigação é ainda mais relevante nos polos de arroz e de café; nos municípios do entorno de grandes centros urbanos que os abastecem com produtos da horticultura; e no Semiárido onde a necessidade de irrigar é alta e há boa participação de produtos de maior valor unitário (R\$ /ha ou R\$ /kg).

Esse é um primeiro panorama do valor da produção irrigada. A estimativa é conservadora na medida em que não foi possível, com os dados disponíveis, captar plenamente o valor agregado - por exemplo, pela possibilidade da venda mais favorável em momentos de entressafra da agricultura de sequeiro; ou pela qualidade superior de determinados produtos.

A irrigação no Brasil necessita de maiores **estudos econômicos** no sentido de revelar em maior profundidade sua importância como setor da economia (interna e exportação) e na interface com outros setores, como a agroindústria. É importante incluir indicadores relativos ao uso da água que subsidiem os instrumentos de gestão e a alocação negociada em situações de escassez (empregos, valor da produção, arrecadação e quantidade produzida por m³ de água, dentre outros).

Processo de Elaboração do Atlas

Esse contexto de relevância e de desenvolvimento crescente e persistente das últimas décadas se acelerou nos últimos 15 anos no Brasil, mesmo na contramão de períodos instáveis e negativos da economia brasileira e mundial.

O monitoramento e a consolidação de uma base técnica comum permanecem como grande desafio para a agricultura irrigada e as políticas públicas. O Atlas Irrigação busca cobrir essas lacunas ao apresentar

uma retrospectiva e um panorama atual da agricultura irrigada brasileira, além de uma visão de futuro e caminhos para o fortalecimento da segurança hídrica.

O **Atlas Irrigação** foi elaborado entre 2018 e 2020 a partir de um planejamento de etapas e de estratégicas de execução traçado em 2017. Foram definidas atividades e parcerias que foram sendo elaboradas de forma paralela ou integrada, a depender da natureza do tema. Esse processo de elaboração pode ser sintetizado nas seguintes macroatividades, que serão detalhadas em sua metodologia e resultados ao longo do documento: áreas irrigadas, demanda hídrica, potencial de expansão e análise integrada.

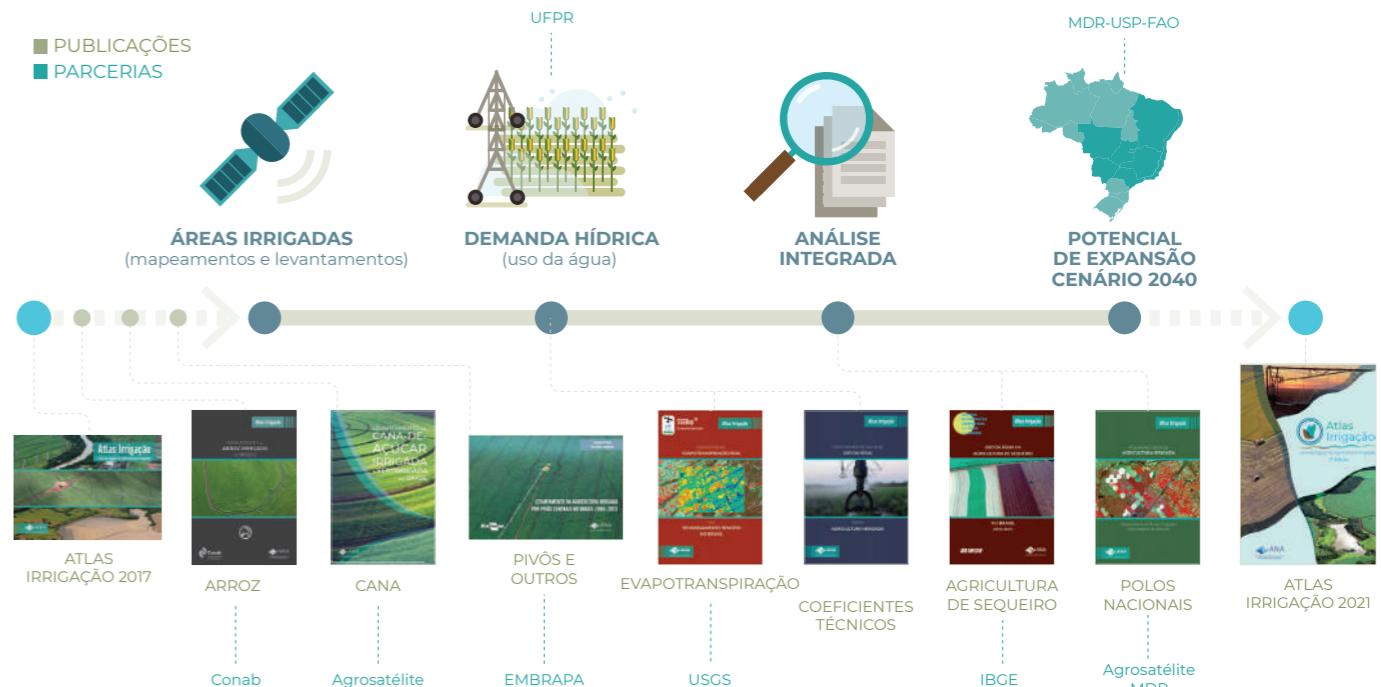
O mapeamento das **áreas irrigadas** norteia as demais análises do Atlas e por isso grande esforço é aplicado nessa macroatividade. Com a Companhia Nacional de Abastecimento - **Conab** foram mapeadas as áreas de arroz e café irrigados nos principais estados produtores; com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Embrapa**, foi publicada a série histórica de pivôs centrais (1985-2017, atualizada pela ANA para 2019); com o apoio da **Agrosatélite** Geotecnologia Aplicada, foram identificadas as áreas irrigadas e fertirrigadas de cana-de-açúcar e construídas ferramentas de apoio ao mapeamento de outras áreas irrigadas difusas no Semiárido; a **ANA** executou mapeamentos complementares em perímetros públicos e outras tipologias que fogem aos padrões anteriormente mencionados, e que se concentram no Nordeste e outros polos específicos (em especial de fruticultura e horticultura); dados auxiliares do Censo Agropecuário 2017 do **IBGE** complementaram o panorama das áreas irrigadas no Brasil.

A conversão de áreas irrigadas em **demandas hídricas** baseia-se na estimativa do balanço nas áreas irrigadas - assim como é feito pelo irrigante em sua propriedade. Esse cálculo requer um conjunto de informações e de parâmetros adicionais sobre calendários de plantio/colheita, duração de ciclos, coeficientes de cultivo e dados climáticos, dentre outros. Essa etapa valeu-se do conhecimento adquirido e publicado pela ANA no Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil e nos Coeficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada. Contou ainda com a parceria da Universidade Federal do Paraná - **UFPR** na atualização e na consistência das bases de dados de evapotranspiração potencial e de chuva.

O **potencial de expansão** da agricultura irrigada, em área e em uso da água, é outro bloco central no Atlas e no planejamento do setor como um todo. Em parceria com o **MDR** e com a **ESALQ/USP**, com apoio da **FAO**, foram atualizadas as estimativas de área adicional irrigável no território brasileiro, seguindo-se um esforço de conversão de áreas em demanda e de projeção desse desenvolvimento potencial no horizonte de planejamento adotado (2040).

Na **análise integrada**, busca-se a consolidação das etapas anteriores em seus indicadores mais relevantes como subsídio ao planejamento e às tomadas de

Macroatividades e parcerias na elaboração do Atlas Irrigação



Estudos e Ferramentas para a Agricultura Irrigada

As iniciativas para ampliação do conhecimento sobre a agricultura irrigada na sua interface com os recursos hídricos, ou seja, sobre áreas e culturas irrigadas e seu reflexo na demanda de água e no balanço hídrico atual e futuro, resultaram em uma base técnica atualizada, sintetizada no Atlas. A continuidade desses esforços deve ajudar no reconhecimento da importância da irrigação na expansão e na sustentabilidade da produção agrícola, assim como dos estímulos específicos e diferenciados que o setor necessita em relação aos demais produtores.

decisão. Nessa atividade também há um esforço de comunicação e de disponibilização de informações adicionais e conteúdos interativos no SNIRH, o que torna o conteúdo do Atlas mais amplo do que a publicação em si.

Os resultados do Atlas e a interlocução estabelecida com o setor nos últimos anos permitiram ainda consolidar **contribuições ao planejamento e à execução de políticas públicas**, notadamente as de implementação das Políticas Nacionais (Agrícola, de Irrigação e de Recursos Hídricos).

Todos os caminhos para a segurança hídrica da irrigação exigem informação atualizada, sistematizada e acessível aos usuários e tomadores de decisão.

Dada a complexidade, a contínua expansão e o caráter difuso e dinâmico da irrigação brasileira, a busca por dados deve ocorrer em diferentes frentes de trabalho, com metodologias e frequências diferentes. Levantamentos subjetivos sistemáticos e levantamentos com base em geotecnologias (sensoriamento remoto) configuram-se como experiências promissoras, que devem ser integradas e ampliadas.

Além desses grupos, ressalta-se a importância dos **levantamentos de campo**. A definição de redes amostrais em polos de agricultura irrigada traria ganhos expressivos na qualidade das informações e na validação de dados obtidos em levantamentos subjetivos e por geotecnologias. A eficiência de uso da água (ou eficiência de irrigação), entendida como a relação entre o volume de água necessário às plantas e o volume captado nos corpos hídricos (perdas), guarda correlação com o sistema de irrigação adotado, mas é altamente influenciada pelas práticas locais de manejo e uso da água e do solo. Desta forma, é um importante exemplo de parâmetro a ser monitorado em levantamentos de campo.

Os **levantamentos sistemáticos** relacionados à agricultura brasileira são fundamentais para o conhecimento da realidade atual e das tendências de expansão, sendo essenciais ao planejamento geral, ao fomento ao crédito e à previsão e acompanhamento de safras. De forma geral, esses levantamentos utilizam uma rede de informantes para coleta de dados (metodologia subjetiva), embora possam ser apoiados por informações obtidas por métodos diretos, tais como mapeamentos. O Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA, a pesquisa Produção Agrícola Municipal – PAM e os Censos Agropecuários são exemplos deste tipo de levantamento.

Além desses levantamentos nacionais, cabe destacar a existência de registros administrativos em órgãos estaduais, associações de agricultores e instituições responsáveis por projetos públicos (em especial o DNOCS, a Codevasf e o MDR). A maior parte destas informações é utilizada internamente pelas instituições, ou é disponibilizada de forma dispersa ou restrita. O mesmo se aplica às inúmeras pesquisas científicas e de sistematização acadêmica que não alcançam níveis de consolidação e de divulgação aplicáveis à gestão.

Neste sentido, para avanço na produção de dados sobre a irrigação brasileira, deve-se priorizar a inserção ou adaptação de levantamentos já existentes em instituições como o IBGE e a Conab, além da consolidação de dados dispersos em outras instituições, para ampliação dos dados sistemáticos sobre a agricultura irrigada. Pode-se, desta forma, aprovei-

tar as redes de coleta e o conhecimento já existentes, otimizando a aplicação de recursos.

A frequência e o nível de detalhamento dos levantamentos subjetivos sistemáticos devem ser melhorados, mas se propõe muito mais a um retrato periódico da agricultura do que ao seu monitoramento com o nível de detalhe espacial e temporal necessário.

O **sensoriamento remoto**, associado a outras **geotecnologias**, permite relevante ganho de escala em levantamentos relacionados à agricultura irrigada. Pode-se destacar a interpretação visual ou automatizada de imagens de satélite para identificação de áreas irrigadas e as estimativas diretas de consumo de água pela irrigação como aquelas de maior potencial de desenvolvimento para aplicação nos polos de irrigação brasileiros.

A interpretação visual de imagens de satélite permanece como importante ferramenta de levantamento de dados sobre a agricultura irrigada. Com a grande oferta de imagens (históricas e atuais), muitas delas gratuitas e préprocessadas, é possível estabelecer critérios objetivos para identificação de áreas irrigadas e reservatórios associados. Esse método tem sido utilizado pela ANA e pela Embrapa no monitoramento de pivôs centrais de irrigação no território nacional (ANA, 2019); e pela ANA e pela Conab no mapeamento do arroz e do café irrigados (ANA, 2020).

A interpretação visual é mais viável em regiões onde: (a) predominam sistemas de irrigação com geometrias bem definidas, tais como os pivôs centrais; (b) a agricultura só se viabiliza mediante irrigação (total ou em determinado período do ano), como no Semiárido brasileiro; ou (c) há conhecimento aprofundado da realidade de campo ou possibilidade de validação in loco. O principal esforço consiste na determinação dos melhores tipos de imagens, das melhores composições de bandas das imagens, do período do ano mais adequado, dos processamentos adicionais necessários e outros dados auxiliares (tais como modelos digitais do terreno, dados censitários e índices de vegetação). O treinamento de analistas também é fator-chave no processo.

A identificação de determinados tipos de irrigação demanda análises de séries temporais de imagens de satélite em grandes áreas, o que só se viabiliza com a aplicação de processos automatizados ou semiautomaticados.

Séries de índices de vegetação (IVs) – um tipo de produto disponibilizado a partir do processamento de imagens de satélite – têm sido importante insu-
mo para identificação de culturas agrícolas e mudanças de uso da terra. O índice de vegetação mais conhecido é o NDVI, que varia de -1 a +1, sendo que os menores valores indicam pouca ou nenhuma biomassa (vegetação), enquanto os maiores valores indicam maior presença de biomassa verde. A partir da análise dos IVs no tempo é possível extrair padrões que caracterizam determinada cultura ou grupo de culturas, ou ainda determinada dinâmica de uso da terra (mudança de uma cultura para outra, por exemplo). Transformando os padrões em rotinas de programação e processamento de uma série de imagens, esse tipo de mapeamento pode ser realizado em larga escala. Essa técnica foi aplicada no mapeamento da **Cana-de-açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil** (ANA, 2020), que foi uma evolução do Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (ANA, 2017). Foi aplicada também na avaliação de metodologias de mapeamento de outras áreas irrigadas em polos de irrigação (ANA, 2020), tendo resultados promissores especialmente no Semiárido.

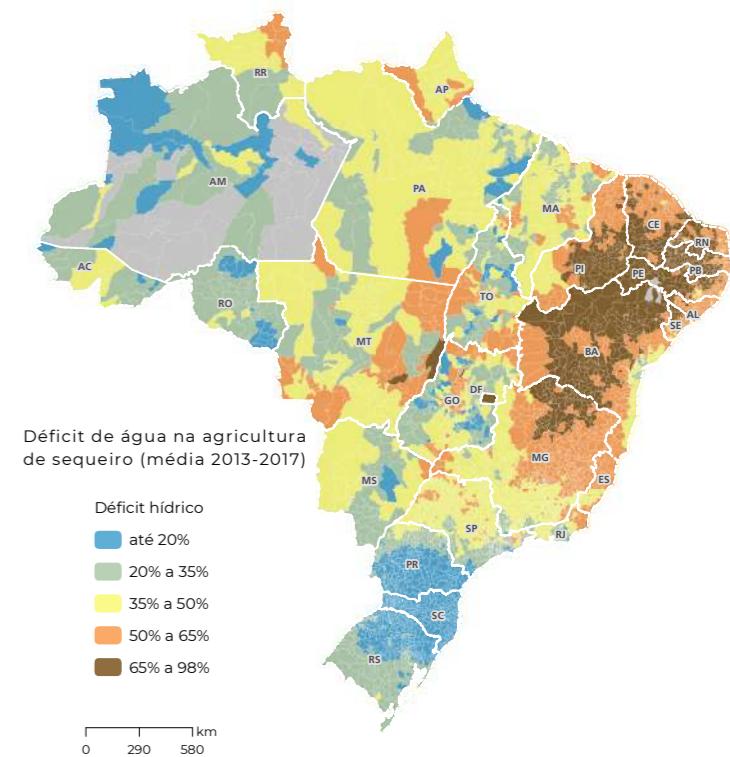
Dados de sensoriamento remoto também podem ser utilizados para estimativa direta do consumo da água pela agricultura irrigada. Um dos caminhos é por meio da estimativa da evapotranspiração real (ETr), ou seja, a quantidade de água que evapora do solo e é transpirada pela vegetação, conjuntamente. A ETr é útil para estimar a água usada pelas plantas, não diferenciando as contribuições proporcionais das diferentes fontes. Com dados medidos ou estimados do que é suplementado pelas fontes naturais (chuva, solo), é possível estimar a parcela aplicada artificialmente (irrigação). Recentemente, a ANA lançou o **aplicativo SSEBop-BR** (Operational Simplified Surface Energy Balance), desenvolvido em parceria com o USGS (United States Geological Survey), disponível no SNIRH e que permite a estimativa da

ETr em qualquer ponto do território nacional, desde 1985 até o último período disponível de imagens Landsat (em geral, alguns dias atrás). O trabalho está documentado na publicação **Estimativas de Evapotranspiração Real por Sensoriamento Remoto no Brasil** (ANA, 2020).

Ainda relacionado às estimativas de uso da água, a ANA lançou em 2019 os **Coefficientes Técnicos de Uso da Água para a Agricultura Irrigada**, que apresenta valores de referência com grande relevância para o planejamento e a gestão da irrigação, inclusive como apoio à outorga e ao dimensionamento de projetos e estudos. Os indicadores de uso da água – mensais, por cultura e município – são resultado de milhares de simulações com dados climáticos e parâmetros técnicos detalhados ao longo do estudo. Os resultados estão acessíveis por meio de painel interativo de indicadores no portal do SNIRH.

Lançado em parceria com o IBGE, o estudo sobre o **Uso da Água na Agricultura de Sequeiro no Brasil** (2013-2017) (ANA & IBGE, 2020) quantificou o uso da água verde (do ambiente) pela agricultura brasileira e, em especial, os déficits hídricos e consequentes

Déficit na Agricultura de Sequeiro





riscos à produção que decorreram tanto do clima mais desfavorável no período analisado (em relação às médias históricas) quanto da própria produção em áreas ou em calendários de maior risco produtivo. O monitoramento da água verde e sua relação com a água azul (irrigação) mostrou-se importante para o planejamento da agricultura ao identificar áreas onde o potencial produtivo tem sido sistematicamente prejudicado e eventualmente pode ser estimulada a irrigação, reforçado o seguro rural ou desestimulado o crédito agrícola.

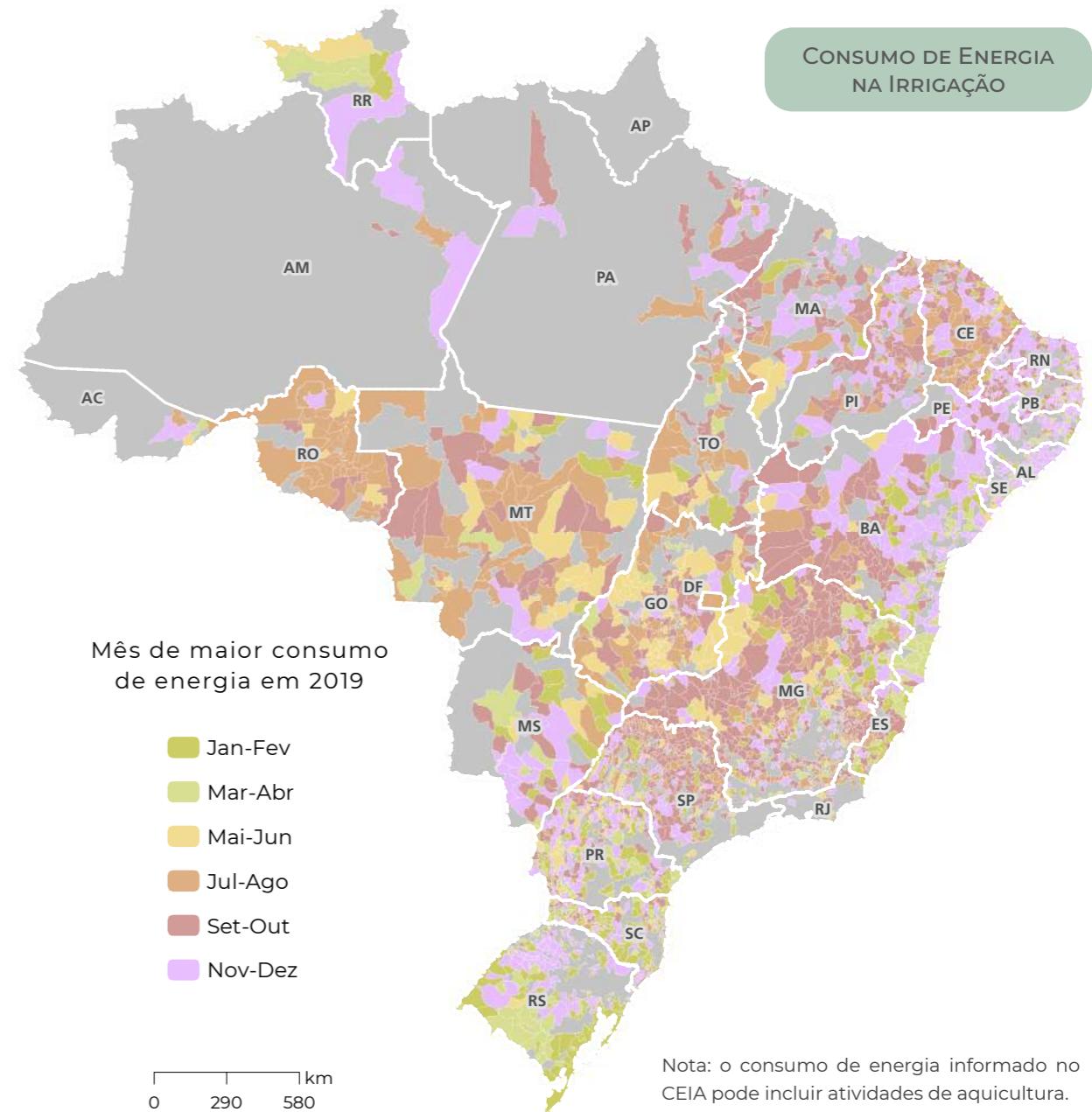
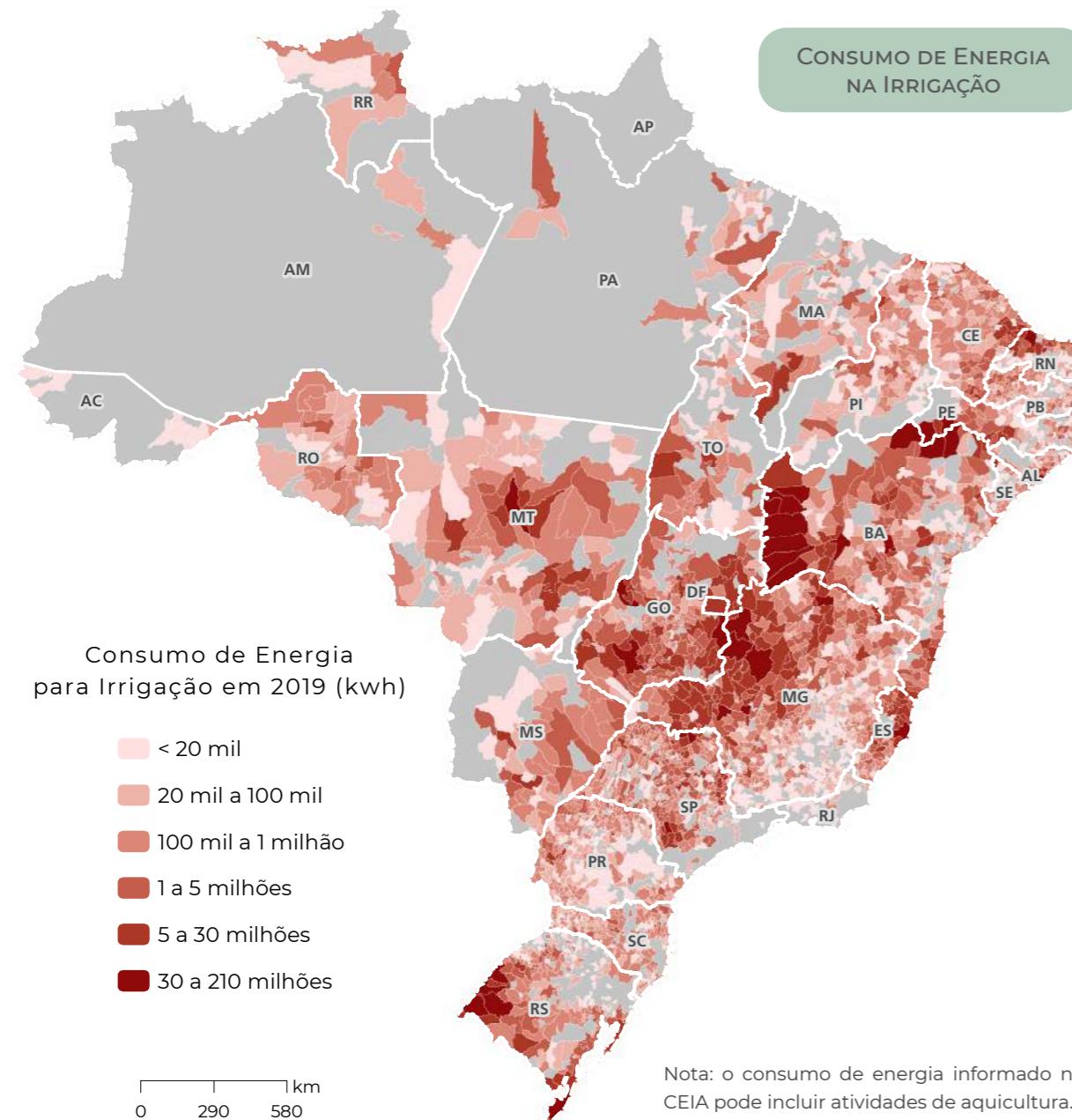
A ANA também tem envidado esforços no sentido

de monitorar o uso da água a partir do **consumo de energia**. A maior parte da água captada para irrigação utiliza energia elétrica e a legislação atual garante ao irrigante, em atividade relacionada à agropecuária, desconto especial sobre a tarifa (tarifa verde), que varia de 60% a 90%, aplicado pelo período diário contínuo de oito horas e meia, aproveitando o período noturno de menor demanda sobre os sistemas de distribuição.

Considerando o valor estratégico das informações de consumo de energia e sua possibilidade de conversão em consumo de água, ANA e ANEEL editaram

a Resolução Conjunta nº 05/2016 com o objetivo de aprimorar tanto a regulação da água quanto a de energia elétrica. A Resolução estabelece condições e procedimentos a serem observados pelas distribuidoras no fornecimento de informações de unidades consumidoras que desenvolvam atividades de irrigação ou aquicultura. Os dados são restritos e devem ser utilizados pela ANA no exercício de suas funções, sendo de especial importância nas atividades de planejamento, regulação e fiscalização. Esses dados de consumo foram utilizados no mapeamento ou na verificação de áreas irrigadas no Atlas.

Por fim, cabe lembrar que o **Cadastro Ambiental Rural** (CAR) – criado pela Lei nº 12.651/2012, no âmbito do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA) – configura-se em outra importante base de dados. Obrigatório para todos os imóveis rurais do Brasil, possuirá, por consequência, caráter censitário, armazenando informações georreferenciadas sobre áreas de preservação permanente, reserva legal, remanescentes de vegetação nativa e áreas consolidadas (agrícolas, por exemplo).





HISTÓRICO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL



2 HISTÓRICO DA IRRIGAÇÃO NO BRASIL

Áreas de Cana-de-açúcar na região de Indiaporã (SP), nas proximidades do rio Grande
Raylton Alves / Banco de imagens ANA

Praticada desde as antigas civilizações que se desenvolveram em regiões secas, a irrigação em larga escala é, entretanto, prática recente em regiões de características físico-climáticas mais favoráveis para o desenvolvimento da agricultura de sequeiro, ou seja, onde a quantidade e a distribuição espacial e temporal das chuvas são capazes de suprir satisfatoriamente a necessidade hídrica das culturas.

No Brasil, a irrigação teve início entre o fim do século XIX e o início do século XX nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul, tendo se firmado como importante polo de irrigação desde então. O início da operação do reservatório Cadro em 1903, cuja construção foi iniciada em 1881 (BRASIL, 2008), foi um importante marco desse processo. Registra-se também a ocorrência de iniciativas pontuais de irrigação no Semiárido nessa fase inicial, em especial com a construção de açudes públicos de usos múltiplos.

Em 1960, o Rio Grande do Sul ainda concentrava 57,2% da área irrigada, que totalizava 462 mil ha, enquanto já surgiam e se consolidavam novos polos de irrigação em São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Santa Catarina. Esses Estados respondiam, respectivamente, por 12,3%, 10,3%, 4,9% e 4,5% da área total em 1960.

Impulsionada pela expansão da fronteira agrícola para regiões de características físico-climáticas menos favoráveis (total ou sazonal), pela maior viabilidade econômica da irrigação mecanizada e pelos próprios benefícios observados, a irrigação se intensificou no Brasil a partir das décadas de 1970 e 1980,

Dentre as mais importantes iniciativas governamentais, destaca-se: a criação do Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola – GEIDA (1968); o Programa Plurianual de Irrigação (1969); o Programa de Integração Nacional (1970); o Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis – **PROVÁRZEAS** (1981), o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação – **PROFIR** (1982), o Programa Nacional de Irrigação – **PRONI** (1986) e o Programa de Irrigação do Nordeste – **PROINE** (1986). No Centro-Oeste, um dos programas mais importantes foi o **PRODECER** (Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados), assinado em 1974 e implementado a partir de 1979.

O Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (**DNOCS**), criado em 1945¹, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (**CODE-VASF**), criada em 1975, e a Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (**SUDENE**), criada em 1959, foram algumas das principais instituições responsáveis pela implementação de ações elencadas nos programas governamentais, não obstante a grande relevância de instituições financeiras como

¹ O DNOCS teve origem na Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), criada em 1909, denominada de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) em 1919.



o Banco do Nordeste, criado em 1952, e recursos de acordos de empréstimos com organismos internacionais.

Cabe destacar que essa fase de desenvolvimento iniciada na década de 1980 com o PRONI e o PROINE foi marcada por uma **divisão de papéis mais clara** entre ação governamental e privada no desenvolvimento de programas de irrigação (BRASIL, 2008), com protagonismo do governo na execução de obras coletivas de uso comum (como em projetos públicos), de infraestrutura básica (transmissão e distribuição de energia, macrodrenagem, logística) e de suporte (financiamento, pesquisa, extensão). À iniciativa privada caberia a complementação de ações governamentais e as demais ações para efetivação da irrigação na escala da propriedade. Essa divisão, assim como o estabelecimento de diretrizes e normas mais claras e específicas, ocorreu com a regulamentação da Lei de Irrigação em 1984 (Decreto nº 89.496) – cinco anos após sua promulgação (Lei nº 6.662/1979).

Embora as iniciativas governamentais não atingissem plenamente as metas planejadas, foram executadas diversas obras coletivas de uso comum e de infraestrutura básica, além do fornecimento de suporte legal, institucional, técnico e financeiro, o que impulsionou a expansão da atividade, em especial no estímulo ao setor privado por meio de infraestrutura básica e financiamentos.

Instituições estaduais também têm sido muito importantes no desenvolvimento da agricultura irrigada, a exemplo do Rio Grande do Sul e de São Paulo.

No Rio Grande do Sul, a atuação do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), transformado em autarquia estadual em 1940 é de reconhecida importância para o desenvolvimento da rizicultura irrigada, em articulação com outras instituições estaduais. O funcionamento da Estação Experimental do Arroz no município de Cachoeirinha desde 1939 é um símbolo de atuação na expansão e modernização da atividade. Atualmente o IRGA ainda conta com outras estações e subestações experimentais.

Em São Paulo, o Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) realizou uma série de estudos e le-

vantamentos a partir de 1972, tendo como um dos produtos o Diagnóstico Básico para o Plano Estadual de Irrigação, que detectou a existência de 4,5 milhões de hectares (Mha) de terras economicamente irrigáveis (São Paulo, 2000). O programa de implantação de Campos de Demonstração de Irrigação (CDI) foi outra iniciativa do DAEE, sendo o primeiro dos 13 CDIs implantados em Guaíra – região ainda hoje um dos maiores polos de irrigação do Brasil.

Outros fatores contribuíram para a expansão do emprego da irrigação no território paulista, que também se tornou um polo de disseminação da prática para outras regiões, tais como: surgimento no Estado de fábricas de equipamentos de irrigação; melhoria no padrão do produto agrícola principalmente frutas em geral; alto valor da terra exigindo seu melhor aproveitamento; viabilização da produção de culturas mais nobres e de maior valor comercial; antecipação ou retardamento da colheita, possibilitando melhores preços; estímulo devido aos bons resultados obtidos por agricultores vizinhos irrigantes; conhecimento e divulgação da técnica de irrigação; surgimento de equipamentos automatizados para irrigação em grandes áreas; e possibilidade de maximização de utilização de máquinas e implementos agrícolas (São Paulo, 2000). Tais fatores são comuns a boa parte dos polos brasileiros de irrigação.

A primeira **Política Nacional de Irrigação de 1979**, embora sucessivamente alterada direta ou indiretamente por normativos posteriores² esteve vigente até a edição da atual Política que tramitou por cerca de duas décadas³ até a sua promulgação em janeiro de 2013 (Lei Federal nº 12.787/2013). Entretanto, até o momento houve pouco avanço na regulamentação dos dispositivos da nova política.

A defasagem de um marco legal para o setor nas últimas décadas pode ser apontada como um importante dificultador de seu desenvolvimento, em especial quanto ao investimento privado de longo prazo, ou seja, do próprio papel do Estado como indutor e não centralizador do desenvolvimento.

² Decretos nº: 90.309/1984, 90.991/1985, 93.484/1984, e 2.178/1997; Constituição Federal de 1988; Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997) (Brasil, 2008).

³ Projeto de Lei nº 295/1995, transformado posteriormente no Projeto de Lei nº 6.381/2005.

Marcos históricos de desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil

ANO	MARCO
1903	Início da operação do reservatório Cadro para irrigação de arroz no Rio Grande do Sul
1909	Criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas (IOCS), denominada de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas (IFOCS) em 1919. Transformada no DNOCS em 1945
1926	Criação do Sindicato Arrozeiro do Rio Grande do Sul. Deu origem ao IRGA em 1940
1934	Aprovação do Código de Águas (Decreto Federal nº 24.643/1934)
1940	Criação do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA)
1945	Criação do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS)
1948	Criação da Comissão do Vale do São Francisco, denominada Superintendência do Vale do São Francisco em 1967. Transformada na CODEVASF em 1975
1952	Criação do Banco do Nordeste
1959	Criação da Superintendência para o Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)
1968	Criação do Grupo Executivo de Irrigação para o Desenvolvimento Agrícola (GEIDA) no Ministério do Interior
1969	Criação do Programa Plurianual de Irrigação (PPI)
1970	Criação do Programa de Integração Nacional (PIN)
1975	Criação da Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF ¹)
1979	Aprovação da primeira Política Nacional de Irrigação (Lei Federal nº 6.662/1979)
1979	Início da implementação do Programa de Cooperação Nipo-Brasileira para o Desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER)
1981	Criação do Programa Nacional para Aproveitamento Racional de Várzeas Irrigáveis (PROVARZEAIS)
1982	Instituído o Programa de Financiamento de Equipamentos de Irrigação (PROFIR)
1986	Criado o Programa Nacional de Irrigação (PRONI) e o Programa de Irrigação do Nordeste (PROINE)
1988	Promulgada a Constituição da República Federativa do Brasil, que trata em alguns artigos sobre uso dos recursos hídricos e da irrigação
1997	Promulgação da Lei das Águas (Lei Federal nº 9.433/1997) – estabelecimento da Política Nacional de Recursos Hídricos
2000	Criação da Agência Nacional de Águas (ANA) – Lei Federal nº 9.984/2000
2001	Aprovada a Resolução CONAMA 284, de 30/08/01, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos de irrigação
2008	Criado o Fórum Permanente de Desenvolvimento da Agricultura Irrigada pela Portaria nº 1.869/2008, pelo Ministro de Estado da Integração Nacional
2013	Promulgada a nova Política Nacional de Irrigação (Lei Federal nº 12.787/2013). Pouco avanço na regulamentação dos dispositivos

¹Nota: Atualmente, a área de atuação da Codevasf abrange diversas bacias hidrográficas, sendo as maiores as dos rios São Francisco, Parnaíba e Tocantins-Araguaia. Inclui integralmente todos os estados do Nordeste, Amapá e Tocantins; e parcialmente Pará, Mato Grosso, Goiás, Distrito Federal e Minas Gerais. A Codevasf é a operadora federal do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF).

Mais recentemente, como parte integrante da implementação da Política Nacional de Irrigação e do incentivo ao desenvolvimento regional, o Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) lançou **a iniciativa Polos de Agricultura Irrigada** (Portaria MDR nº 2.154/2020). A iniciativa é uma estratégia de alavancagem da atividade a partir de um trabalho conjunto entre as organizações dos produtores rurais irrigantes e as diversas esferas de governo, buscando soluções integradas para os principais limitadores do desenvolvimento da atividade nessas regiões.

Entre a promulgação das Políticas de Irrigação (1979 e 2013), destaca-se, em 1997, a instituição da **Política Nacional de Recursos Hídricos** – PNRH (Lei nº 9.433/1997), conhecida como **Lei das Águas**. A PNRH possui, dentre outros objetivos, assegurar à atual e às futuras gerações água em quantidade e qualidade, bem como sua utilização racional e integrada. São instrumentos da PNRH os planos de recursos hídricos, o enquadramento dos corpos de água em classes, a cobrança pelo uso, o sistema de informações e a outorga de direito de uso de recursos hídricos. A **ANA** é a entidade federal de implementação da PNRH.

A atual Política Nacional de Irrigação procura, em diversos de seus aspectos, sua compatibilização com a PNRH, tal como na determinação de que os Planos de Irrigação sejam elaborados em consonância com os Planos de Recursos Hídricos.

Apesar das limitações legais e institucionais, o fomento de crédito à irrigação prosseguiu nos últimos anos, notadamente por meio de programas governamentais de desenvolvimento regional ou dos Planos Agrícolas e Pecuários – PAPs. Em 2019, foram registradas pelo Banco Central 28.870 contratações de crédito para irrigação, perfazendo R\$ 806,6 milhões.

Os investimentos em irrigação nos **Planos Agrícolas e Pecuários** – PAPs, lançados anualmente desde a safra 2000/2001, foram centralizados mais recentemente como parte do Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (Moderinfra). O programa financia até 100% dos itens, que incluem todos aqueles inerentes aos sistemas de irrigação, inclusive infraestrutura elétrica, reserva de água e equipamento para monitoramento da umidade no solo.

As condições de financiamento à irrigação variam anualmente com os PAP, mas apresentam tendência crescente no aporte de recursos. Atualmente, as taxas de juros são de até 6% ao ano, com limite de R\$ 3,3 milhões (crédito individual) ou R\$ 9,9 milhões (crédito coletivo) e prazo de até 10 anos (com até três anos de carência). Foram programados R\$ 1,05 bilhão no Moderinfra 2020/2021. As operações são realizadas por meio de instituições financeiras credenciadas.

Como executores das políticas de crédito e de seguro agrícola, vale destacar a participação dos bancos públicos, principalmente o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, que disponibiliza recursos para outras instituições financeiras, a juros subsidiados; o Banco do Brasil S/A – BB, que é o principal operador de linhas de crédito para investimentos e custeio na agricultura irrigada, além da seguridade rural e a operação exclusiva dos recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO); o Banco do Nordeste do Brasil – BNB, que é o principal operador de crédito e de seguros agrícolas da região, operando e administrando o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste – FNE; e o Banco da Amazônia S/A – BASA, que é a principal instituição financeira de fomento da Amazônia e opera com exclusividade os recursos do Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), tendo crucial importância no financiamento de novos projetos de irrigação nos Estados de Mato Grosso e Tocantins – importantes fronteiras de expansão da agricultura irrigada.

No fomento regional, destaca-se o BNB que administra com exclusividade o maior fundo constitucional de financiamento do País (FNE⁴), criado pela Constituição de 1988. O Programa de Financiamento à Infraestrutura Complementar – FNE Proinfra é amplo, disponibilizando recursos para saneamento básico, transporte e logística até para geração e distribuição de energia elétrica e obras de oferta de água para a irrigação. O Programa de Financiamento à Agropecuária Irrigada – FNE Irrigação é ainda mais amplo, financiando desde estudos ambientais e projetos básicos/executivos de irrigação até a viabilização do projeto e a assistência técnica⁴. A projeção

de financiamento do FNE Irrigação 2020 é de R\$ 567 milhões – com prazo de até 20 anos (e até cinco anos de carência).

Apesar dos programas e das diversas instituições envolvidas, ainda não foi atendida a contento a demanda dos irrigantes por linhas de financiamento e seguro agrícolas que considerem as especificidades da agricultura irrigada. As vantagens advindas com o uso da irrigação (alterações e/ou redução das sazonalidades de produção e redução de impactos negativos da variabilidade climática) ainda não são plenamente consideradas para efeito da definição das épocas de liberação de financiamento para custeio de safras nem no cálculo de riscos dos seguros agrícolas, que obedecem principalmente ao calendário e aos critérios das culturas de sequeiro.

Fruto da conjuntura histórica sintetizada anteriormente, os dados periódicos dos Censos Agropecuários realizados pelo IBGE (1960-2017) registram o forte crescimento da atividade. A área irrigada tem crescido a taxas médias superiores a 4% ao ano desde a década de 1960. Partindo de 462 mil hectares em 1960, a marca de 1 milhão de hectares foi

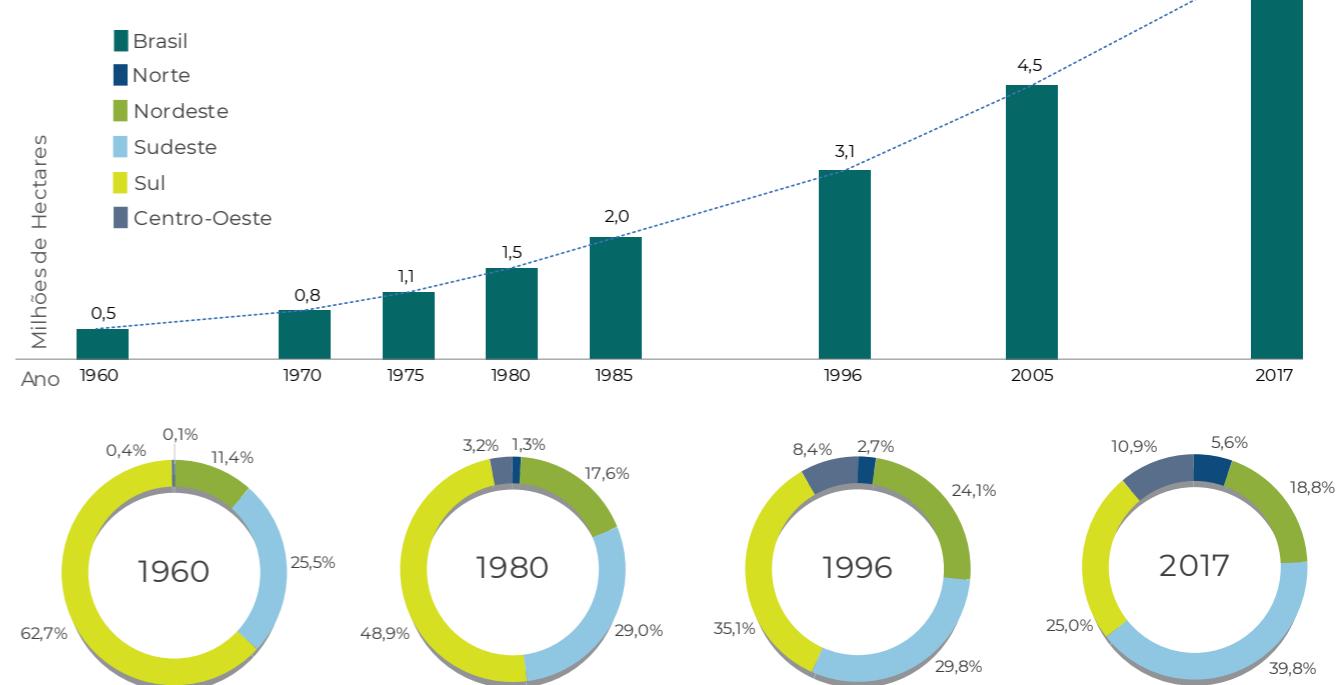
ultrapassada na década de 1970. Na década de 1990, foram ultrapassados os 3 milhões de hectares equipados para irrigação. Em 2017, o IBGE registrou 6,7 milhões de hectares irrigados.

Conforme apontado anteriormente, a irrigação se intensificou no Brasil a partir das décadas de 1970 e 1980 devido à expansão da agricultura para regiões de características físico-climáticas menos favoráveis (total ou sazonal), às políticas de desenvolvimento regional e aos próprios benefícios observados na prática. Antes desse período, o único polo de irrigação de larga escala encontrava-se no Rio Grande do Sul para produção de arroz.

Embora todas as Unidades da Federação, e consequentemente todas as regiões, tenham ampliado suas áreas irrigadas nas últimas décadas, nota-se que os aumentos são mais expressivos em São Paulo, Minas Gerais, Tocantins e Bahia, além do próprio Rio Grande do Sul e, mais recentemente, em Goiás.

A região Norte prossegue como região de baixo desenvolvimento da agricultura irrigada, com incrementos pouco expressivos. Tocantins é exceção,

Evolução da Área Irrigada no Brasil e participação das Regiões



Fonte: Censos Agropecuários (IBGE, 1960-2017)

uma vez que ocorreram investimentos expressivos em perímetros públicos e áreas privadas nos últimos 30 anos, ultrapassando a marca de 120 mil ha irrigados e aumentando a participação da região para 5,6% em 2017.

O Nordeste, por sua vez, experimentou um acelerado processo de incorporação de áreas irrigadas a partir da década de 1980, resultado de investimentos em perímetros públicos e em outras infraestruturas hídricas que impulsionaram o setor privado. Em 2006, a região ultrapassou 1 Mha irrigados. Na última década, com exceção da Bahia, nota-se a relativa estabilidade ou retração de áreas, consequência da redução dos investimentos para ampliação da infraestrutura hídrica e da própria crise hídrica experimentada nos últimos anos. Assim, o Nordeste reduziu sua participação na área total. Quanto à crise hídrica recente, estima-se que muitas das áreas equipadas entre 2015 e 2019 estavam ociosas ou aplicando lâminas de irrigação inferiores às necessidades das culturas (irrigação por déficit). A Bahia, por outro lado, apresenta forte crescimento recente, em especial em áreas de Cerrado do oeste (região de Barreiras), com forte adoção de pivôs centrais.

O Centro-Oeste, que experimentou um acelerado processo de expansão agrícola a partir da década de 1970, passou a incorporar áreas irrigadas mais expressivas a partir dos anos 1990. Foi a região de maior expansão nos últimos 20 anos, impulsionada por Goiás e nos anos mais recentes também por

Mato Grosso, em grande parte pela expansão de pivôs centrais para produção de grãos e de canhões aspersores para aplicação na cana-de-açúcar. Desta forma, observa-se relevante aumento da participação da região no total nacional.

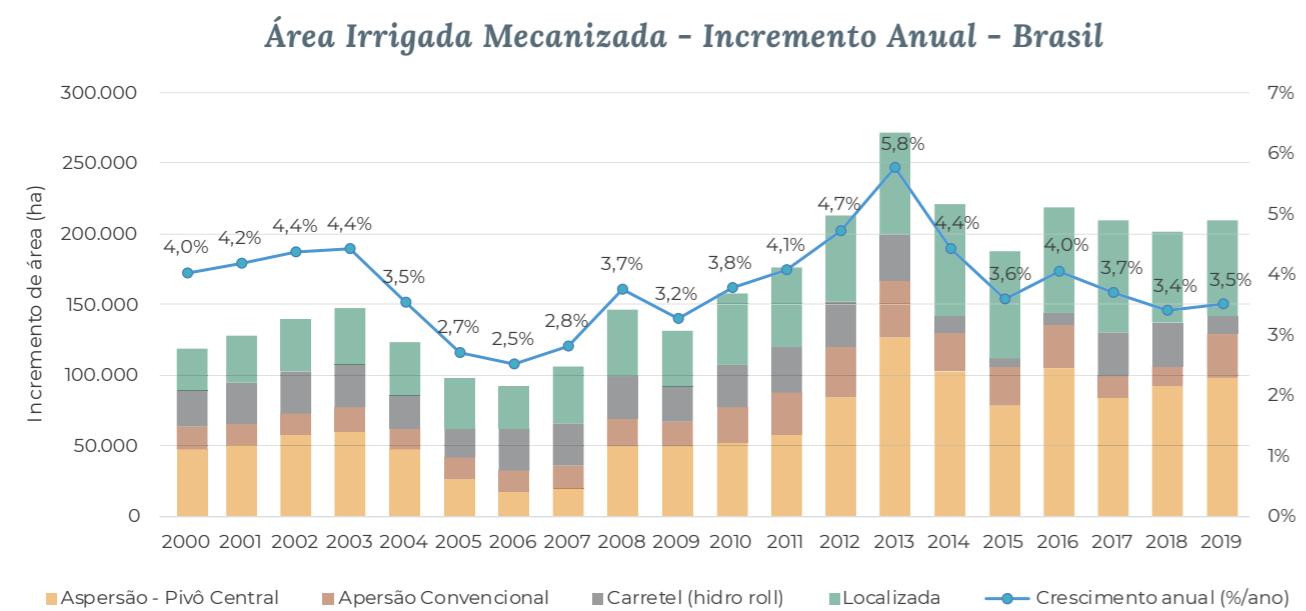
O Sudeste, por sua vez, vem apresentando incrementos sucessivos e expressivos desde a década de 1970, contando com a maior diversificação de métodos e tipos de irrigação dentre as regiões brasileiras. A região totaliza 39,8% da área irrigada - São Paulo e Minas Gerais concentram participação em valor absoluto, mas é o Espírito Santo que tem a maior participação dos cultivos irrigados na área agrícola total.

Por fim, o Sul – tradicional polo de produção irrigada – também vem apresentando ganhos expressivos em área nas últimas décadas. Entretanto, com o desenvolvimento de outras regiões em taxas mais elevadas, a participação relativa da região vem decrescendo, atingindo 25% em 2017. Permanece, contudo, como segunda maior região e conta com o Estado de maior área do País – o Rio Grande do Sul (responsável por 80% da área do Sul e 20% da área nacional). Nos últimos anos há relativa estabilidade da área irrigada de arroz, com variações positivas e negativas no curto prazo. A produção continua aumentando devido aos ganhos de produtividade. O Rio Grande do Sul também se destaca por apresentar um dos principais polos de expansão recente da irrigação

por pivôs centrais, principalmente para produção de grãos, localizado no noroeste do Estado, nas bacias dos rios Uruguai e Jacuí.

Dentre os métodos e sistemas de irrigação mecanizada (ou seja, sem o método superficial), observa-se que os grupos mais eficientes no uso da água – irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e aspersão por pivô central – representaram cerca de 70% do incremento de área irrigada entre 2006 e 2019, de acordo com a CSEI/Abimaq (ABID, 2020). Dentre os outros sistemas, destaca-se a aspersão por carretéis enroladores (*hidro roll*) com cerca de 15% do incremento de área equipada no período.

Os dados reiteram também a expansão forte e persistente da irrigação, que permanece crescendo acima dos 200 mil ha ao ano apesar da conjuntura econômica desfavorável dos anos recentes. Entre 2000 e 2011 o crescimento médio anual foi de 130 mil ha; já entre 2012 e 2019 observou-se uma taxa de 216 mil ha/ano (66% superior). O crescimento da participação da agricultura irrigada na produção física e no valor da produção de alimentos é ainda mais relevante, tendo em vista o maior rendimento e a maior qualidade do produto em relação ao sequeiro, além de viabilizar culturas de maior valor agregado e sinergias positivas com a agroindústria.



Fonte: Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação - CSEI/Abimaq (ABID, 2020)





ÁREAS IRRIGADAS



3 ÁREAS IRRIGADAS

Área de produção de sementes no município de Lucas do Rio Verde (MT)
Joel Rizzo / Banco de imagens ANA

As áreas irrigadas são parâmetros-chave nas demais etapas de análise da agricultura irrigada. O conceito aqui utilizado corresponde ao de área equipada para irrigação. Com a forte expansão observada e com o elevado potencial de crescimento, o monitoramento torna-se um desafio para uma atividade que já é carente de dados e informações de referência.

Os dados censitários, de grande valia para diversas aplicações, apresentam limitações para aplicação na gestão setorial e de recursos hídricos, tais como a metodologia subjetiva (aplicação de questionários), a temporalidade (Censos decenais), o nível de agregação dos dados (municípios ou UFs) e o sigilo (que resulta em grande número de desidentificações, ou seja, dados não disponibilizados).

Ciente desse desafio, a ANA intensificou em 2014 uma estratégia de levantamento de informações, resultando na estimativa de área irrigada equipada de 6,1 Mha em 2014 (ANA, 2016). Esse diagnóstico revelou à época não só a continuidade da forte expansão do setor em relação ao levantamento agropecuário do IBGE de 2006, mas padrões espaciais de concentração diferenciados na escala de bacias e sub-bacias hidrográficas. Ou seja, embora na média nacional o crescimento da ordem de 36% entre 2006 e 2014 não surpreendesse frente ao histórico observado, em importantes regiões para a gestão dos recursos hídricos as áreas superaram em até três vezes o levantamento censitário. Cabe ressaltar que as diferenças entre os dados não necessariamente remetem à dinâmica da irrigação no período, mas às diferenças metodológicas e conceituais atreladas aos levantamentos.

O Atlas 2017 incorporou atualizações dos produtos anteriores e dados mais recentes à época, em especial do Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (ANA, 2017), da atualização do mapeamento de pivôs centrais e de mapeamentos regionais realizados em planos de recursos hídricos, além de uma reavaliação das projeções censitárias que incluiu novos critérios de projeção e de preenchimento das desidentificações.

Para a elaboração do Atlas 2017 foram identificados os principais **grupos de áreas irrigadas** em larga escala que, devido às características específicas, exigiram diferentes estratégias e metodologias de levantamento. Assim, a irrigação de arroz, de cana-de-açúcar e de outras culturas por pivôs centrais foram identificados como os grupos mais expressivos em escala nacional, totalizando da ordem de 70% da área total e ocorrendo de forma concentrada no território em polos nacionais e regionais.

A irrigação de outras culturas fora de pivôs centrais - associadas com os sistemas localizados (microaspersão e gotejamento) e a aspersão convencional - são os principais grupos das demais culturas irrigadas por outros métodos/sistemas. Esse grupo também tende a ocorrer de forma mais difusa no território - à exceção dos perímetros públicos e outros polos regionais.



Perfis representativos da dinâmica agrícola em áreas irrigadas no Brasil

PERFIL SAFRA ÚNICA (VERÃO)

Nesta modalidade, a irrigação é suplementar, quando ocorre estiagem não usual, portanto, consome pouca água. É um perfil pouco observado, mais comum no sequeiro, já que a irrigação permite mais de uma safra, mas pode ocorrer por diversos fatores.



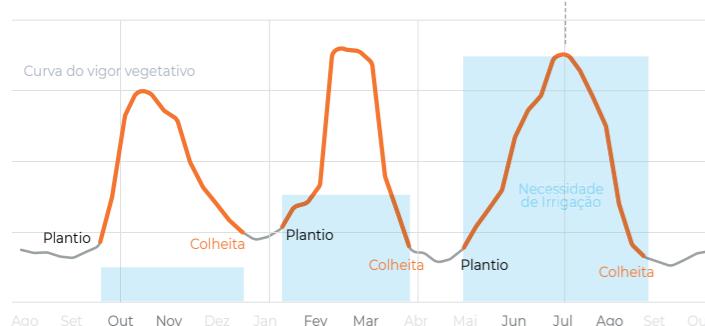
PERFIL SAFRA DUPLA (SAFRA-SAFRINHA)

Perfil mais comum em pivôs, no verão usando pouca água, e com aumento da irrigação na safrinha **pois a chuva começa a diminuir**.



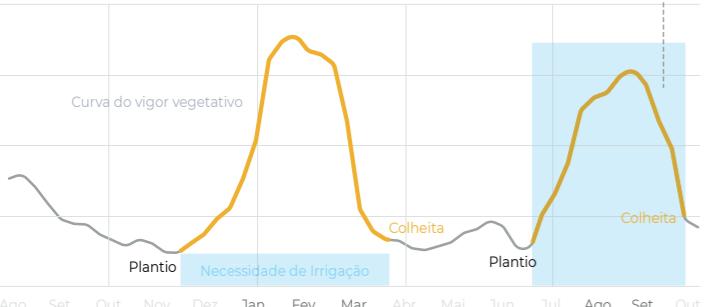
PERFIL SAFRA TRIPLA

Utiliza pouca água no verão, média água na safrinha e muita água na terceira safra, **no período seco**.



PERFIL SAFRA DUPLA (SAFRA E SAFRA DE INVERNO)

Neste perfil de sucessão de culturas, usa-se pouca água no verão, mas a **segunda safra ocorre no auge da estação seca** e usa muita água pois quase nada advém da chuva. A segunda safra pode ser uma cultura de ciclo mais curto ou mais longo.



O Atlas 2017 realizou a primeira grande sistematização desses levantamentos por tipologia, fruto de estudos próprios da ANA e de parcerias, complementada com projeções censitárias e dados secundários. Com os avanços obtidos, houve redução de incertezas quanto às áreas irrigadas, sua localização e o consumo de água associado.

Na edição atual, o Atlas atualiza e amplia as análises realizadas anteriormente, com aprofundamento do uso de geotecnologias e fortalecimento da rede de parceiros nos levantamentos. Além das tipologias trabalhadas anteriormente (arroz, cana-de-açúcar e pivôs), foi possível detalhar a ocorrência do café irrigado (principal cultura permanente irrigada), além da subdivisão da cana-de-açúcar em irrigada e fertirrigada. As demais culturas irrigadas por outros sistemas – pastagens, flores, hortaliças, legumes, frutas, florestas plantadas etc. – permanecem como tipologia agregada.

O mapa municipal destaca a tipologia de cultura(s) predominante dentre as áreas irrigadas dos municípios. Observa-se a concentração do arroz em polos no Sul e em Tocantins; da cana irrigada no

PERFIL CULTURA SEMIPERENE

A Cana pertence a esse perfil de cultura e usualmente é irrigada por aspersão por carretel. Ocorre um corte anual quando a irrigação é mais necessária. O consumo de água depende muito do **tipo de manejo** (salvamento ou suplementar), já que a cultura é resistente ao déficit.



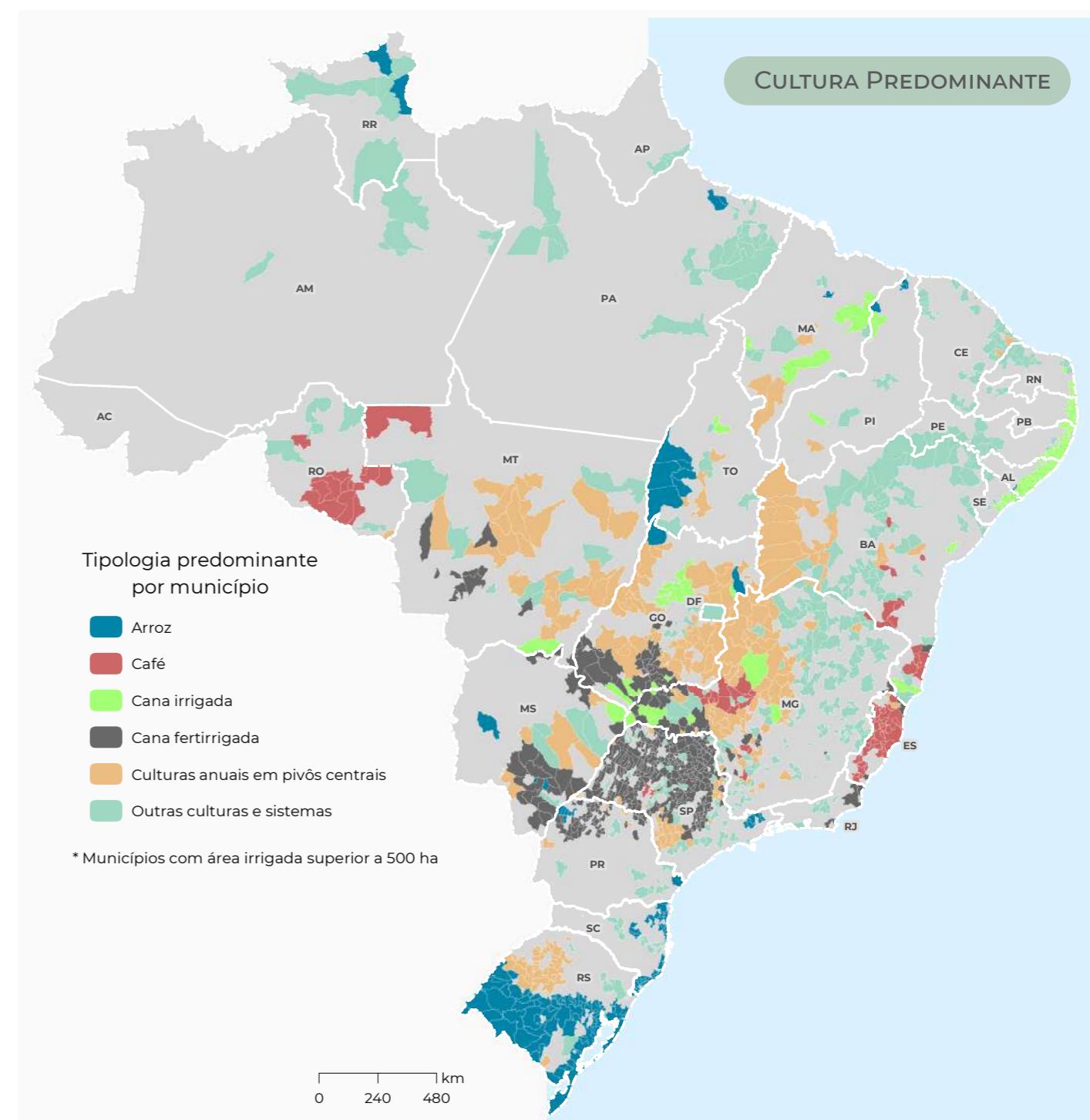
PERFIL CULTURA PERENE

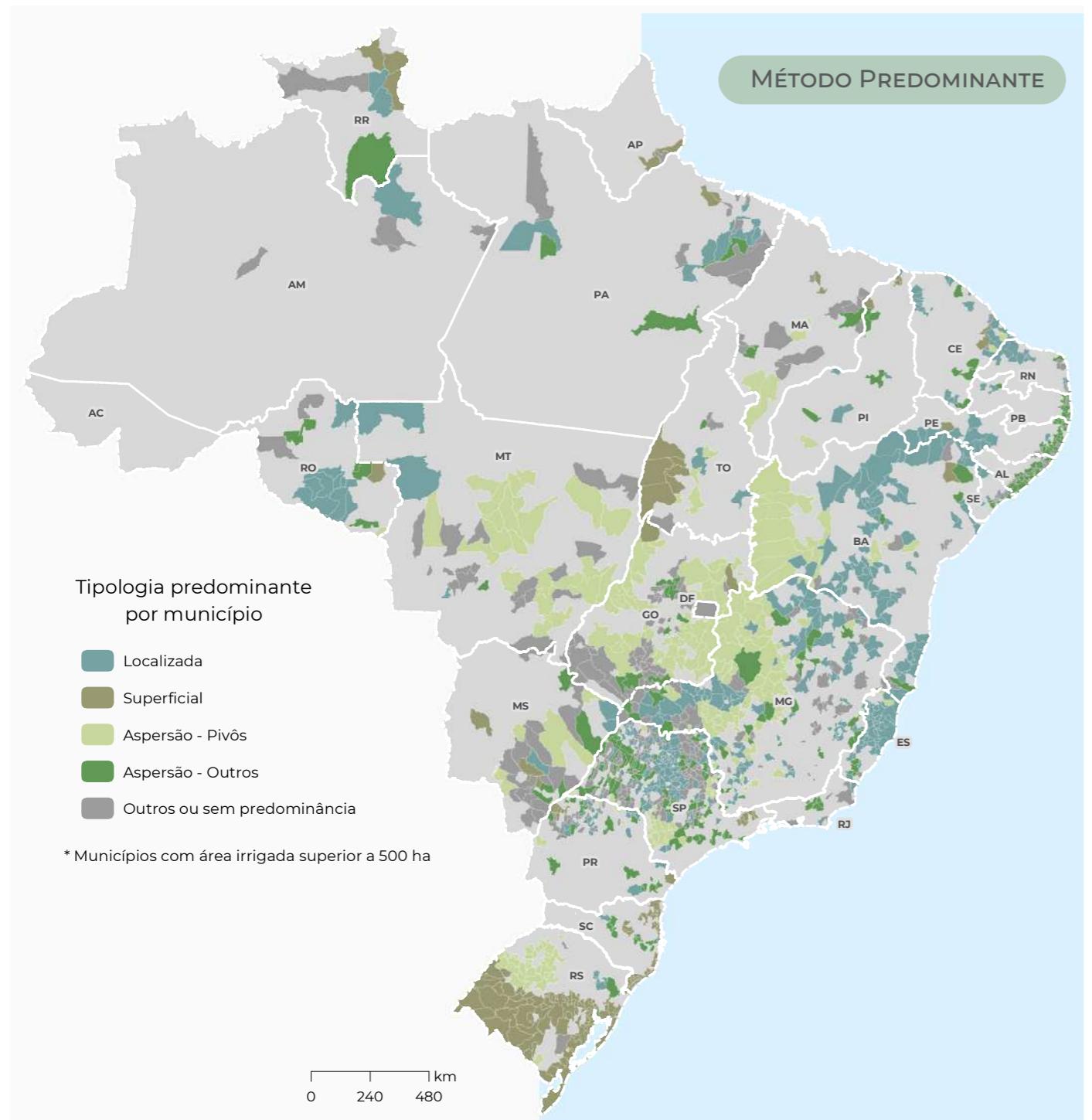
O café e algumas frutas são culturas perenes. Exigem constância de água ao longo do ano e o período de maior irrigação depende do clima local e dos estágios de crescimento. O café mantém massa foliar estável ao longo do tempo, com uma redução após a colheita.



litoral nordestino e em outros polos do Centro-Sul e Nordeste; da cana fertirrigada no Centro-Sul (São Paulo, sudoeste goiano, triângulo mineiro e sudoeste sul-mato-grossense); do café em polos do Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Rondônia; de outras culturas temporárias cultivadas sob pivôs centrais no planalto central (em especial Goiás, Minas Gerais e Bahia); e das demais culturas e sistemas no Norte e no Semiárido.

Os métodos predominantes de irrigação demonstram a correlação do arroz com o método superficial (inundação), da aspersão por pivôs com as culturas anuais, da aspersão por outros sistemas com a cana e da irrigação localizada com o café e com os polos de fruticultura do Nordeste. O mapa mostra a consolidação de métodos mais eficientes no Semiárido, com predomínio de métodos localizados, fruto de investimentos em substituição de sistemas.





A seguir, é apresentado um resumo da metodologia e dos resultados dos levantamentos das principais tipologias de áreas irrigadas adotadas no Atlas.

A **rizicultura** brasileira vem demonstrando menor destinação de área nos últimos anos, com queda sistemática das áreas de sequeiro, porém, com constante incremento na produtividade média, especialmente pela maior proporção das lavouras irrigadas – atualmente responsáveis por 90% da produção e 75% da área colhida. O arroz responde por cerca de 25% da área irrigada no Brasil e por 40% do volume de água captado – o manejo da cultura por inundação requer mais água por unidade de área do que em outros sistemas. Adicionalmente, o arroz está concentrado tanto no território quanto no calendário agrícola (realiza-se uma safra anual, com duração de 100 a 140 dias, concentrada entre outubro e abril), o que facilita sua identificação.

O mapeamento do arroz irrigado foi realizado pela ANA e pela Conab em parceria com instituições públicas e com a iniciativa privada (cooperativas, consultorias e produtores rurais) nos principais estados produtores. Foram utilizadas imagens de satélite e verificações de campo – a metodologia e os resultados encontram-se detalhados no [Mapeamento do Arroz Irrigado no Brasil](#) (ANA & Conab, 2020).

Os resultados apontam **1.298 Mha** (milhão de hectares) de arroz irrigado no Brasil – 92,8% da área encontra-se nos três maiores produtores: Tocantins (8,4%), Santa Catarina (11,5%) e, principalmente, Rio Grande do Sul (72,9%). A área identificada atualmente na safra 2019/20 representa uma redução de 16% em relação aos dados consolidados pelo Atlas Irrigação para o ano de 2015 (1.544 Mha). Essa diferença deve-se, principalmente, à redução de 255 mil ha da área irrigada no Rio Grande do Sul.

A **cana-de-açúcar** possui características peculiares de manejo da irrigação. Boa parte das regiões com cana no Brasil apresenta condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da cultura sem irrigação. Contudo, grandes expansões têm sido observadas em áreas com maior deficiência hídrica, levando à maior necessidade de irrigação suplementar. Em áreas de menor deficiência hídrica o uso da irrigação também tem se intensificado com o objetivo de ga-

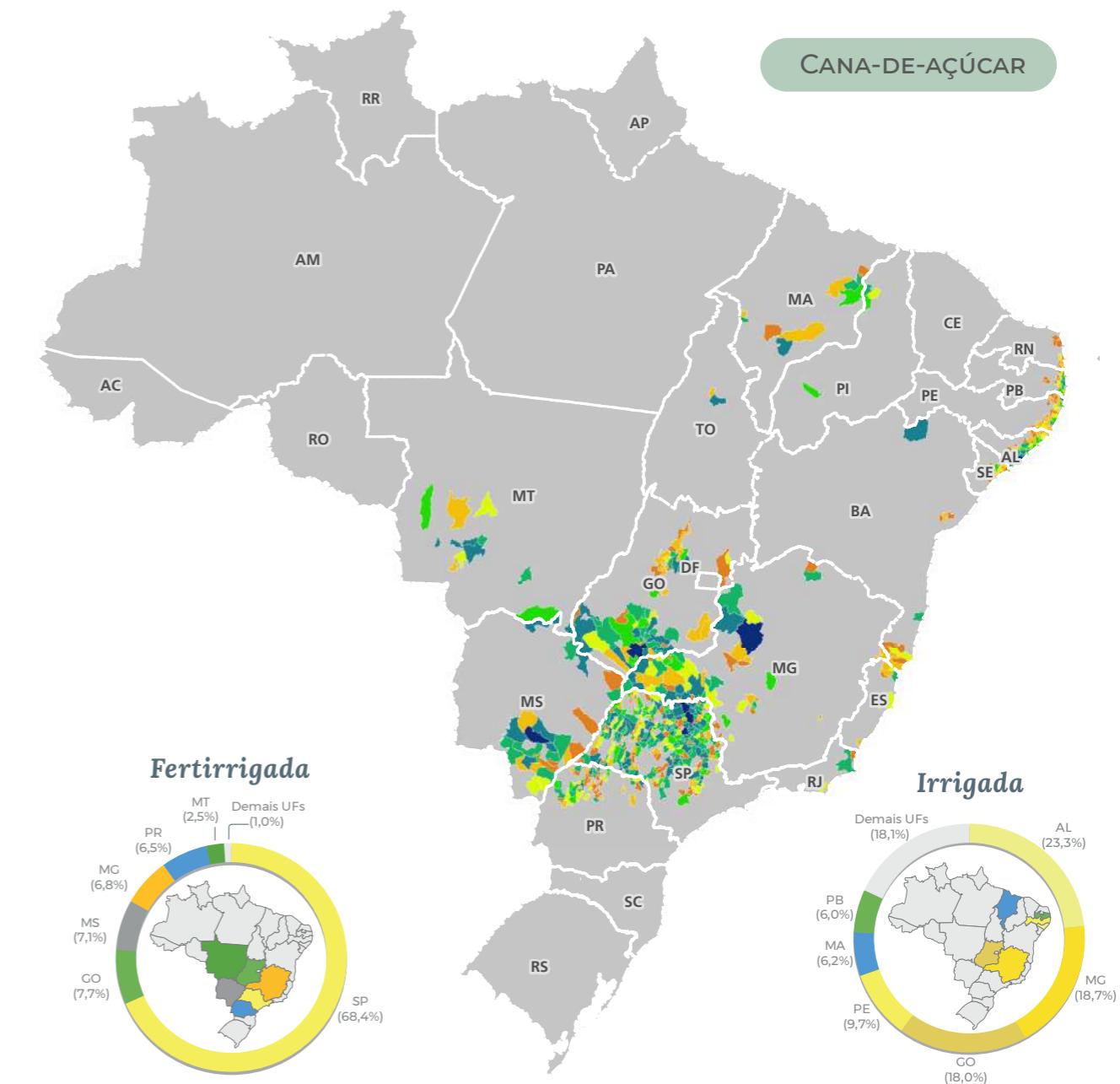
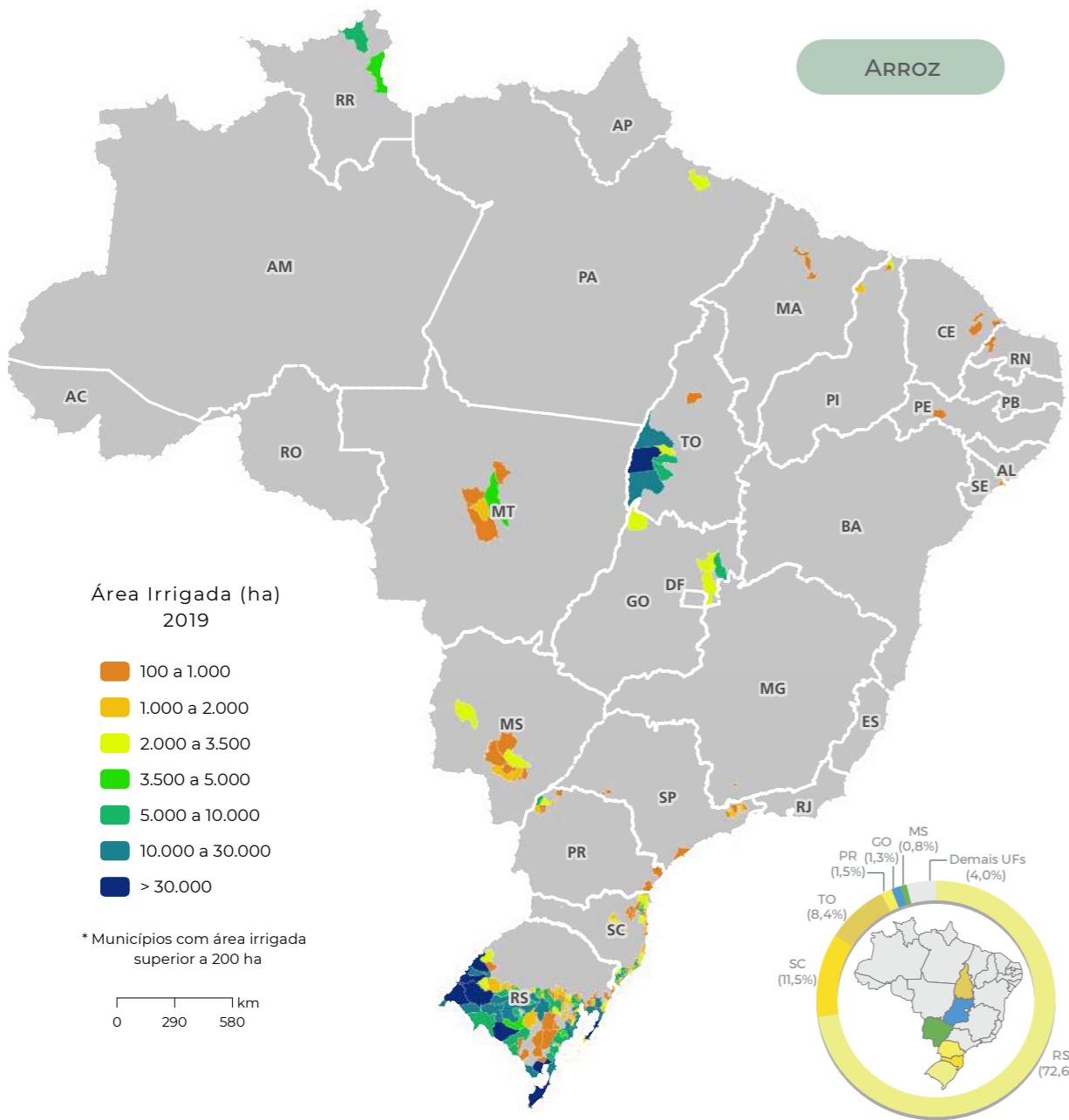
nhar produtividade ou para dispersão dos efluentes dos processos industriais (em especial a vinhaça) em consonância com as regras ambientais mais recentes, que não permitem a dispersão diretamente nos corpos hídricos.

A cultura apresenta elevada resiliência ao estresse hídrico, ou seja, a produtividade é reduzida, mas não inviabilizada economicamente. A prática da irrigação pode mitigar os impactos negativos decorrentes de estiagens prolongadas além de aumentar a longevidade do canavial, isto é, o tempo de reforma previsto para 5 ou 6 anos pode até dobrar.

A adoção da irrigação apresenta restrições de natureza econômica e ambiental. No entanto, todas as usinas do país dispõem de equipamentos de irrigação (carretéis enroladores, principalmente) para aplicação, nas lavouras de cana, da vinhaça e da água residuária advinda dos processos de produção de etanol e de açúcar, processo esse conhecido como fertirrigação. Em regiões de maior déficit hídrico, esse reuso do processo industrial é consorciado com água de mananciais, propiciando maiores aplicações de água (irrigação de salvamento). Em regiões de déficit ainda mais acentuado a produção só se viabiliza com irrigação mais abrangente (suplementar ou plena), utilizada também em usinas que decidem fazer esse tipo de investimento visando ganhos de produtividade e qualidade.

Assim, a cana apresenta diferentes manejos da irrigação: a **fertirrigação** que consiste essencialmente no reuso agronômico de efluentes do processo agroindustrial (vinhaça e águas residuárias), predominante nas áreas com deficiência hídrica de até 800 mm por ano do Centro-Sul; a irrigação de **salvamento** onde a fertirrigação ocorre misturada ou consorciada com baixos volumes de água captados em mananciais, predominante nas áreas com deficiência superior a 800 mm/ano da Zona da Mata nordestina; e as irrigações **suplementar e plena**, que ocorrem em áreas de elevado déficit hídrico, como no Semiárido, ou em usinas que decidem por esse investimento.

Atualmente, a cana-de-açúcar possui **3,66 milhões de hectares (Mha)** equipados para irrigação – a maior parte (**2,9 Mha ou 79,5%**) realiza apenas fertirrigação. Outros **749 mil hectares (20,5%)** são irrigados com



água de mananciais. Na irrigação propriamente dita, o salvamento responde por 76% da área e as áreas suplementar e plena por 24%. Com diferentes intensidades no uso da água, o volume de água utilizado ao longo de um ano em um hectare de irrigação por déficit/plena é, em média, equivalente ao aplicado em 25 hectares de fertirrigação/salvamento. A metodologia e os resultados do mapeamento estão detalhados no [Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil](#) (ANA, 2019).

Dentre os Estados, a área fertirrigada predomina em São Paulo (68,5%), Goiás (7,7%), Mato Grosso do Sul (7,0%), Minas Gerais (6,8%) e Paraná (6,5%). A área

irrigada com água de mananciais (749 mil ha) é mais relevante em Alagoas (23,3%), Minas Gerais (18,7%), Goiás (18%), Pernambuco (9,7%), Maranhão (6,2%) e Paraíba (6,0%).

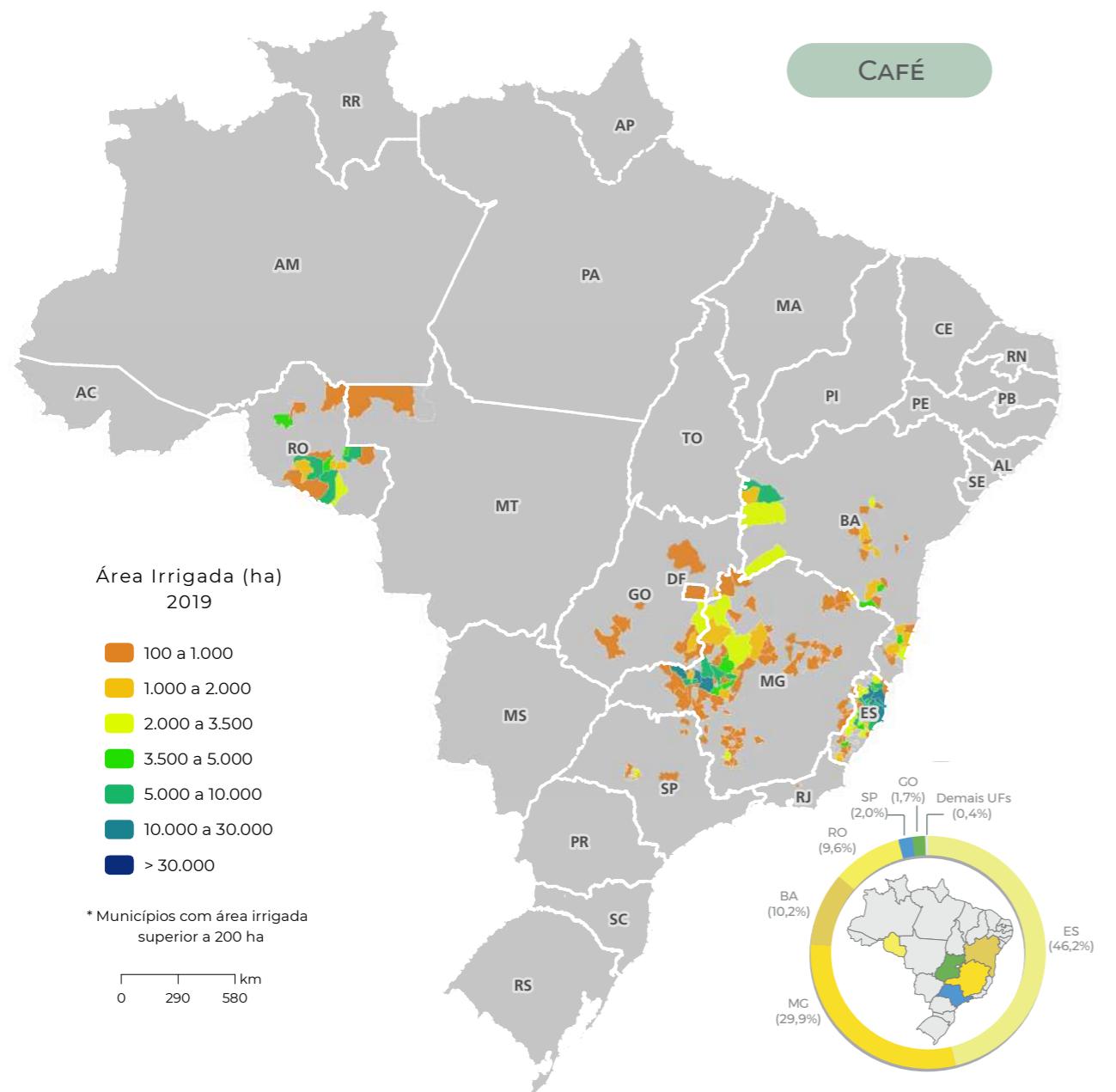
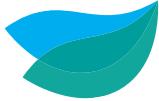
A **cafeicultura** irrigada vem crescendo e ganhando importância no cenário nacional nos últimos anos. O Brasil cultivou 1,825 Mha na safra 2019 (IBGE, 2020), parte expressiva em pequenas propriedades, o que coloca o produto como principal cultura permanente do país. Com cerca de 25% dessa área sob irrigação, é também a principal cultura permanente irrigada. É bem verdade que historicamente o café é e permanece sendo cultivado em regime de sequeiro

nas regiões mais úmidas da zona da mata mineira no sudeste de Minas Gerais e no centro-norte de São Paulo, mas a cafeicultura irrigada vem se expandindo e ganhando importância socioeconômica em outras regiões.

Na região centro-norte do Espírito Santo, centro-leste de Rondônia e sul da Bahia o *Coffea canefora* irrigado (variedades Robusta e Conilon) em sistema de gotejamento e microaspersão já é realidade entre 50 e 70% das lavouras. Em Minas Gerais, a cafeicultura irrigada está mais adensada na região sudoeste, próxima ao triângulo mineiro, mas também ocorre no sul e centro-norte de estado, em sistemas diver-

sificados de irrigação. Já em Goiás e no Distrito Federal, locais de clima seco entre os meses de maio a setembro, a cafeicultura ocorre em sistema de irrigação por pivô central com predomínio da espécie *Coffea arabica*.

Em Rondônia a cafeicultura tem se mostrado bastante dinâmica: nos últimos cinco anos as lavouras de sequeiro têm sido amplamente substituídas por café clonal irrigado, um pacote tecnológico que tem aumentado expressivamente a produtividade e movimentado a economia agrícola do estado, onde a cafeicultura está majoritariamente em pequenas propriedades de base familiar.



A diferenciação do café irrigado do não irrigado não é trivial e foi realizada aliando-se técnicas de sensoriamento remoto e contatos técnicos junto a órgãos que atuam na pesquisa, assistência técnica e levantamento de safra da cafeicultura, tais como Embrapa, Emater e Conab; como também junto a secretarias estaduais e municipais de agricultura, meio ambiente e recursos hídricos.

No Espírito Santo, a identificação das lavouras irrigadas foi realizada em âmbito municipal, a partir da classificação do mapeamento do uso e cobertura do solo do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA (2015), e sua proximi-

dade aos pontos de outorga emitidos pela Agência Estadual de Recursos Hídricos – AGERH.

Em Goiás, Distrito Federal e Oeste da Bahia, onde a cafeicultura ocorre em sua quase totalidade sob pivôs centrais, a irrigação do café é facilmente identificada, pois mantém um vigor vegetativo relativamente estável o que permite diferenciá-las nas imagens das demais culturas anuais sob pivôs, que tem ciclos curtos de vida e resposta espectral ao longo do ano bastante distintas do café. Em outras regiões da Bahia, a identificação das lavouras foi realizada pela Conab com a interpretação visual de imagens do satélite Sentinel 2A e 2B, com posterior classificação

em lavouras irrigadas e não irrigadas aliando presença de infraestrutura hídrica e vigor vegetativo.

Em Minas Gerais, o mapeamento foi realizado pela Emater/MG em parceria com a ANA e a Conab, também por interpretação visual das imagens dos satélites Landsat 8, RapidEye e Sentinel, seguido de uma extensa validação de campo por técnicos da própria Emater/MG. Nos demais estados foram adotadas estimativas derivadas do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (LSPA/IBGE), da Produção Agrícola Municipal (PAM/IBGE) e do Censo Agropecuário. Em Rondônia, houve avaliação qualitativa junto aos profissionais da Emater, Embrapa e Conab envolvidos na assistência técnica, pesquisa e fomento à cafeicultura no estado.

O levantamento consolidado pelo Atlas identificou **449,3 mil hectares** irrigados de café no Brasil (0,449 Mha) – 25% da área destinada à cultura. Em termos relativos, o Espírito Santo lidera com 46,2% da área irrigada, seguido por Minas Gerais (29,9%), Bahia (10,2%), Rondônia (9,6%), São Paulo (2,0%) e Goiás (1,7%). Proporcionalmente à área total (sequeiro + irrigada), Goiás é mais dependente da irrigação (quase 100% dos cafezais), seguido por Espírito Santo e Rondônia (60 a 70% dos cafezais são irrigados) e Bahia (40%). Minas Gerais, responsável por 50% da produção nacional, tem 14% de seus cafezais irrigados; e São Paulo apenas 4%.

Os **pivôs centrais** irrigam grande diversidade de culturas, mas há uma concentração de sua utilização para a produção de feijão, milho, soja, algodão e, em menor proporção, trigo e batata. Um mesmo pivô pode realizar até três safras no mesmo ano-safra (soja seguida de milho e feijão, por exemplo). A realização de duas safras é mais frequente (safra e safrinha; ou safra e segunda safra de longa duração ou de inverno). Há ainda exemplos de culturas diferentes simultaneamente cultivadas no mesmo pivô. Portanto, aos pivôs não cabe atribuir culturas específicas por se tratar de um consórcio, que varia intra e interanualmente em função de condições de mercado, disponibilidade hídrica e decisões diversas dos produtores.

Tipologia que lidera o crescimento da irrigação nos últimos anos, os pivôs têm sido mapeados com regularidade pela ANA e pela Embrapa. A segunda edi-

ção, revisada e ampliada, do **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil** (ANA & Embrapa, 2019) apresenta uma série histórica do mapeamento de 1985 a 2017. Para a segunda edição do Atlas Irrigação, esse levantamento foi atualizado para o ano de 2019, seguindo a metodologia publicada e com novos aprimoramentos (incorporação da análise de séries de índices de vegetação no interior da máscara de pivôs centrais).

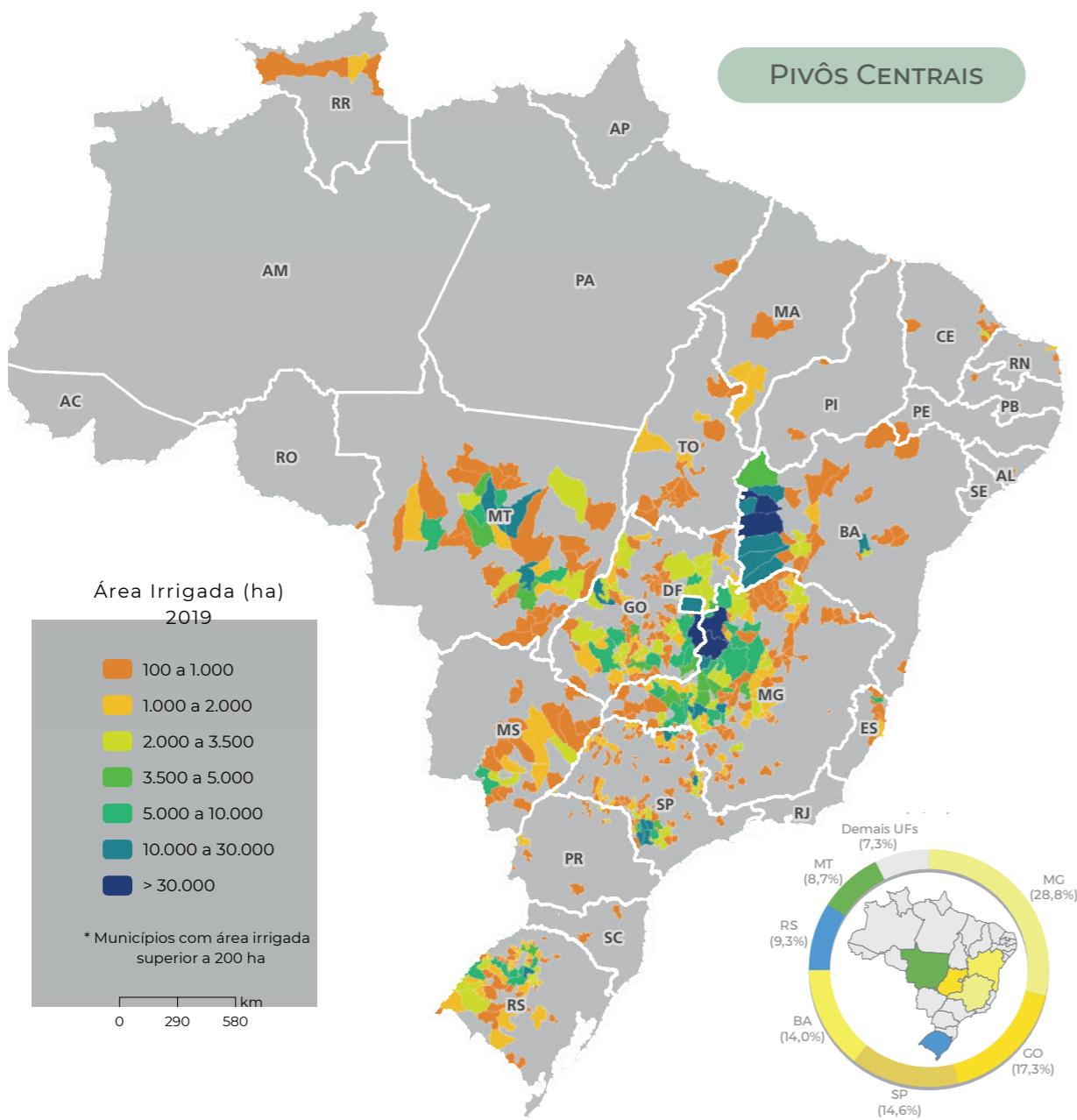
Em 2019, foram identificados **1,556 Mha** irrigados por pivôs centrais, sendo 111,1 mil hectares em cana (67,7 mil ha) ou café (43,4 mil ha). Assim, 1,445 Mha estão ocupados com culturas temporárias que variam intra e interanualmente. Ocorrem em polos bem delimitados, notadamente em Minas Gerais (28,8%), Goiás (17,3%), São Paulo (14,6%), Bahia (14,0%), Rio Grande do Sul (9,3%) e Mato Grosso (8,7%). A área atual é 50 vezes maior do que a área mapeada em 1985 e todos esses Estados apresentam crescimento expressivo no médio e curto prazo – Mato Grosso e Rio Grande do Sul crescem em ritmo superior aos demais, resultando no surgimento de polos nacionais de irrigação e na maior participação desses dois Estados no total nacional (7% em 2000, 11% em 2010 e 18% em 2019).

As **demais culturas** irrigadas por outros métodos/sistemas também são diversas. Culturas predominantemente irrigadas por pivôs centrais também são irrigadas por outros sistemas (soja, milho, feijão, algodão) em pequenas propriedades e estão incluídas nessa tipologia. Dentre as principais, destaca-se a irrigação de citros (laranja, limão e tangerina) que ocupam cerca de 85 mil ha; de banana (85 mil ha); tomate (45 mil ha); manga (44 mil ha); e melão e melancia (62 mil ha). Coco, maracujá, mamão, uva, goiaba e pimenta-do-reino ocupam em conjunto cerca de 100 mil ha irrigados. Ou seja, predominam nessa tipologia produtos da **fruticultura** e da **horticultura**, que são proporcionalmente mais irrigados (70 a 90% da área cultivada é irrigada) do que as principais culturas irrigadas em números absolutos (grãos).

O Brasil é um dos principais exportadores de frutas e a irrigação contribui com a segurança produtiva e a qualidade dos produtos. De acordo com o Anuário brasileiro de Horti&Fruti 2020 (Carvalho et. al., 2019), em 2019 foram embarcadas mais de 980 mil toneladas de frutas (+16% em relação a 2018) – o melão



ATLAS IRRIGAÇÃO



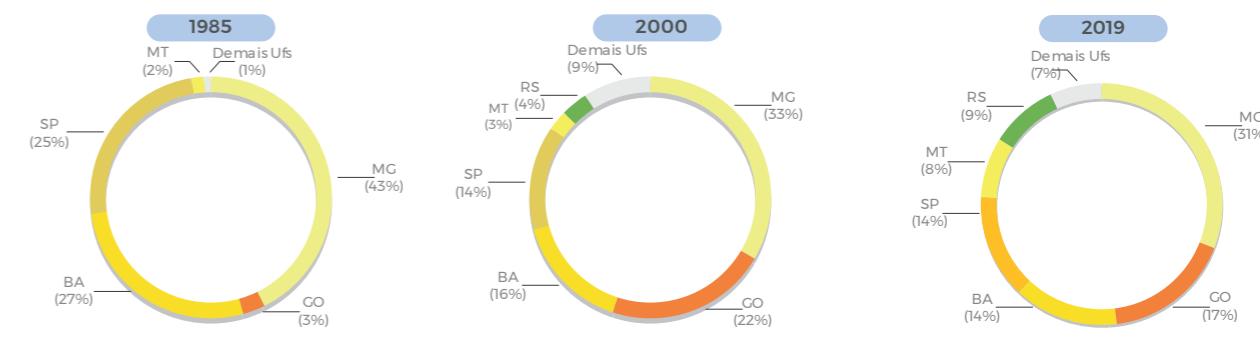
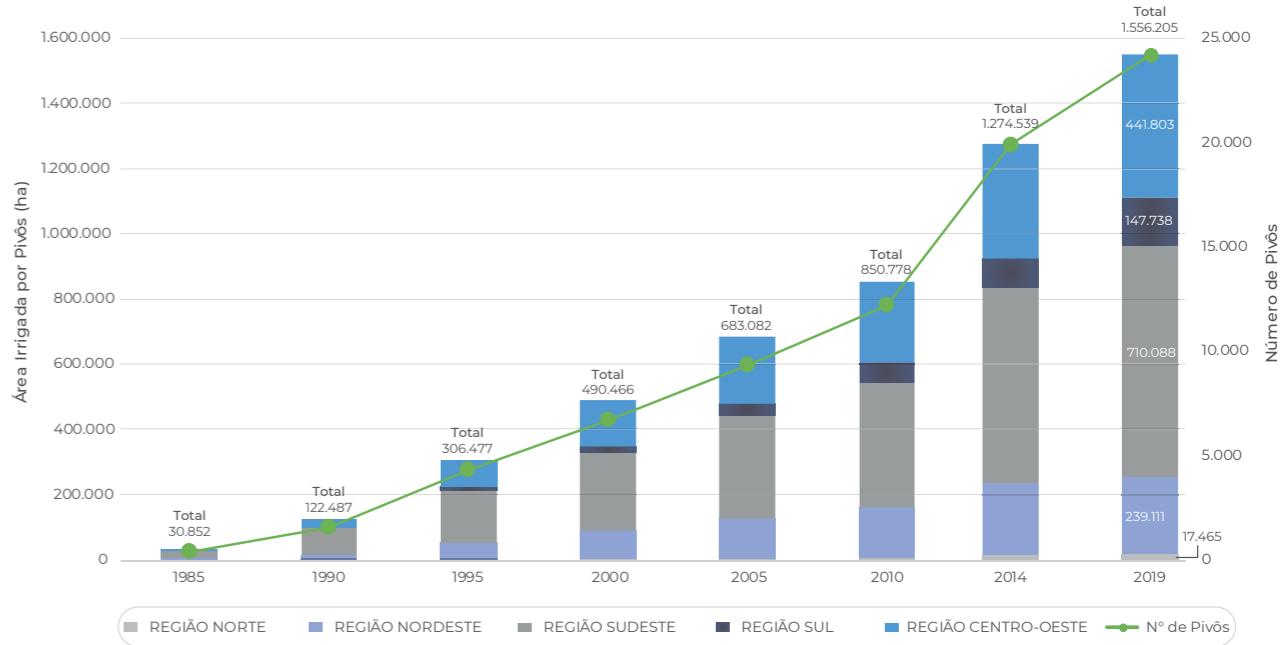
é o mais exportado em volume e a manga em valor. Destacam-se também nas exportações: uva, limão, lima, mamão, melancia, maçãs, banana e abacate. Destaca-se a produção irrigada no vale do São Francisco (maior polo, na região entre Petrolina/PE e Juazeiro/BA), Ceará e Rio Grande do Norte – mas outros Estados também possuem irrigação importante, como São Paulo na irrigação de citros e o Espírito Santo na de mamão.

A aspersão convencional e, principalmente, os sistemas localizados (microaspersão e gotejamento) são os principais métodos/sistemas associados a essa tipologia. Em menor grau e com tendência de continuidade de substituição por outros métodos mais

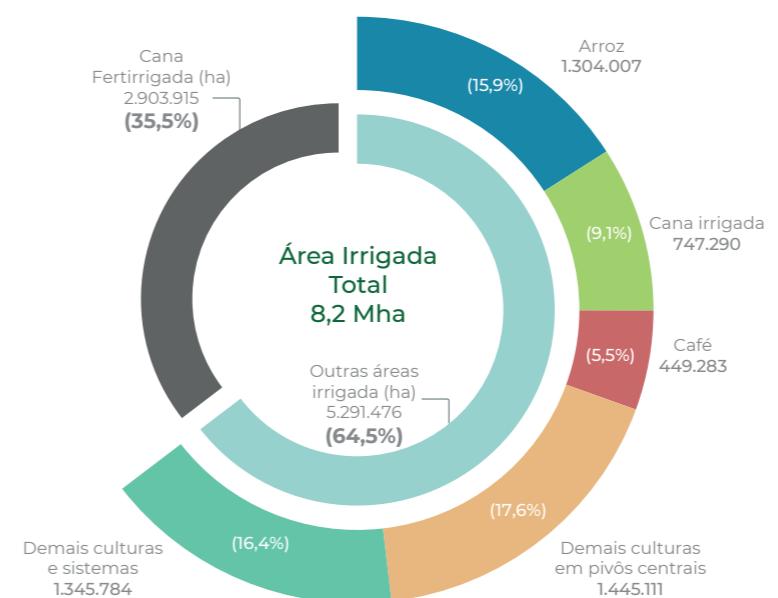
eficientes, também estão englobados métodos superficiais (sulcos e inundação).

A área da tipologia **outras culturas e sistemas** foi estimada com: resultados do estudo Polos Nacionais de Agricultura Irrigada (ANA, 2020), mapeamentos complementares realizados pela ANA para o Atlas (esforço concentrado no Semiárido), mapeamento realizado pela ADASA para o Distrito Federal (ADASA, 2020) e informações do Censo Agropecuário do IBGE. Em regiões com divergências entre fontes de dados, também foram consultadas prefeituras e entidades estaduais (EMATER, Secretarias etc.) em busca de informações qualitativas que auxiliassem na definição da área irrigada municipal.

Área equipada para irrigação por pivôs centrais - 1985-2019

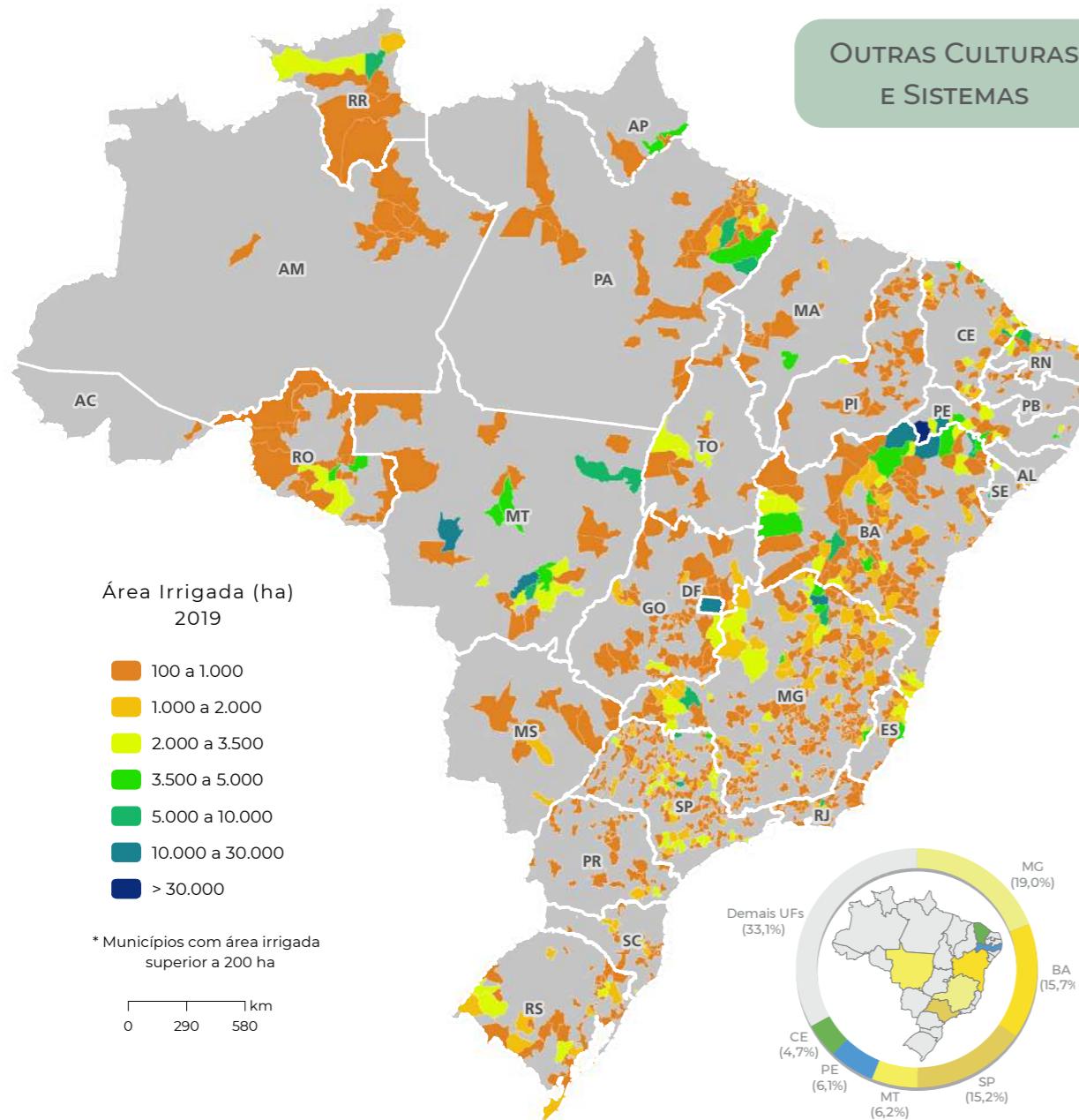


Área equipada para irrigação no Brasil - 2019



Com isso, foram identificados **1.346 Mha** irrigados concentrados no Norte-Nordeste e no norte de Minas Gerais; e também pulverizados no entorno dos mercados consumidores (aglomerados urbanos). Dentre os estados, destacam-se Minas Gerais (19,0% da área irrigada nessa tipologia), Bahia (15,7%), São Paulo (15,2%), Mato Grosso (6,2%), Pernambuco (6,1%) e Ceará (4,7%).

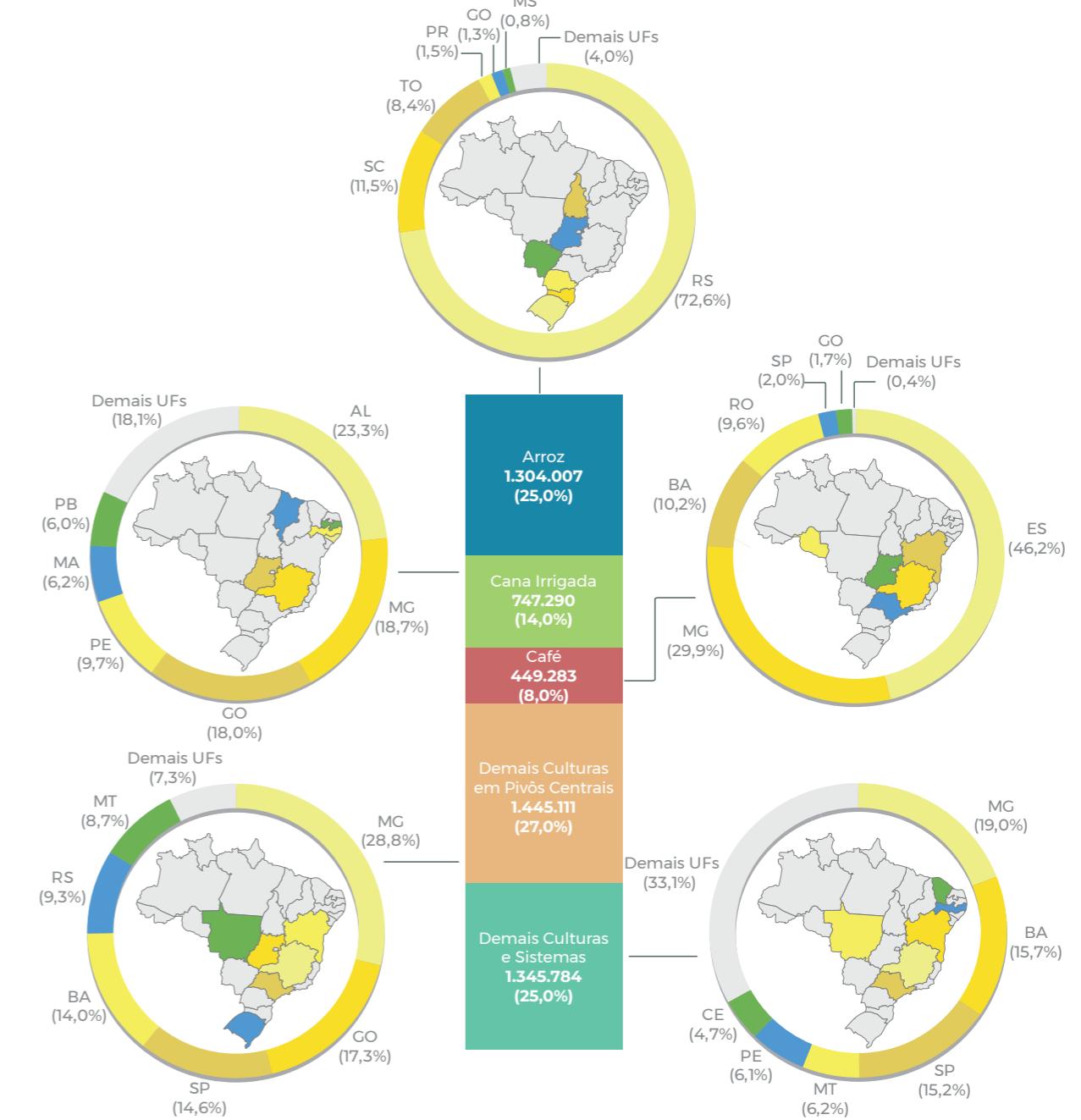
Agrupando as tipologias detalhadas anteriormente, o Brasil totaliza **8,2 milhões de hectares equipados para irrigação** - 35,5% (2,9 Mha) com fertirrigação com água de reuso e 64,5% (5,3 Mha) com irrigação com água de manan-



cias. Os mapas de área irrigada total e de densidade de ocupação destacam as principais características de concentração nos municípios e polos de irrigação nacionais.

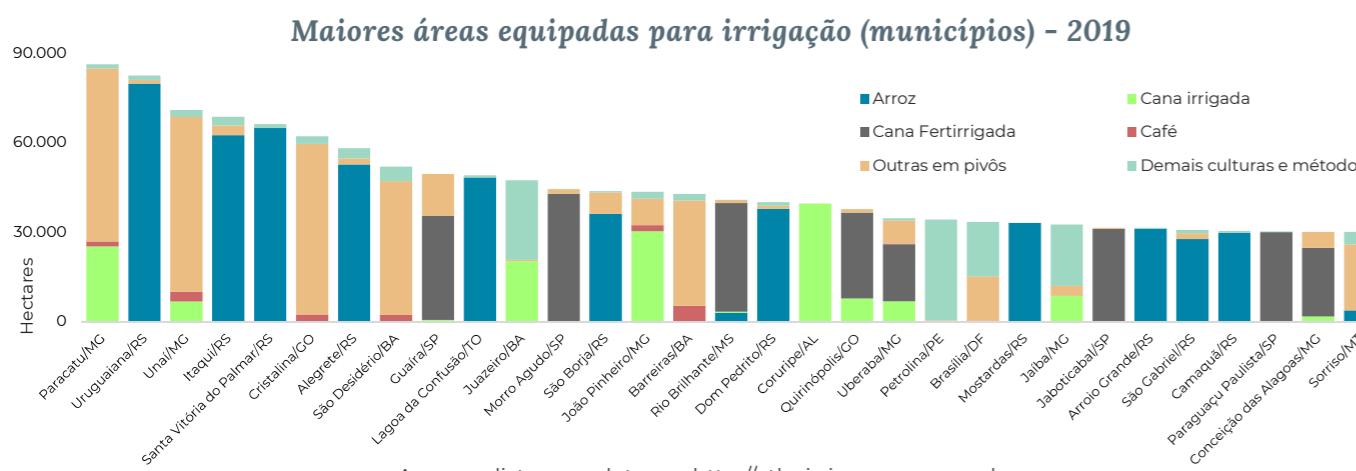
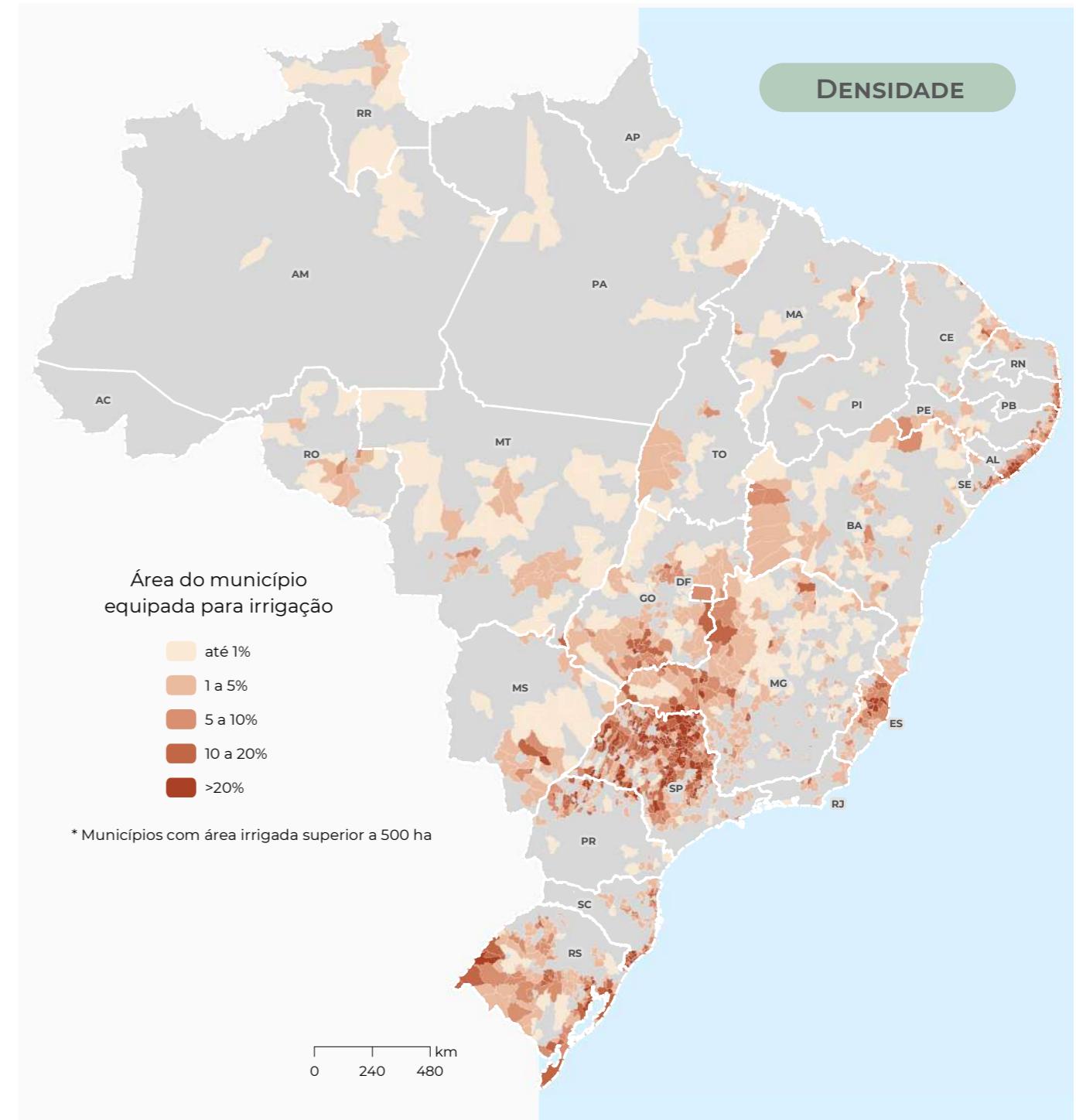
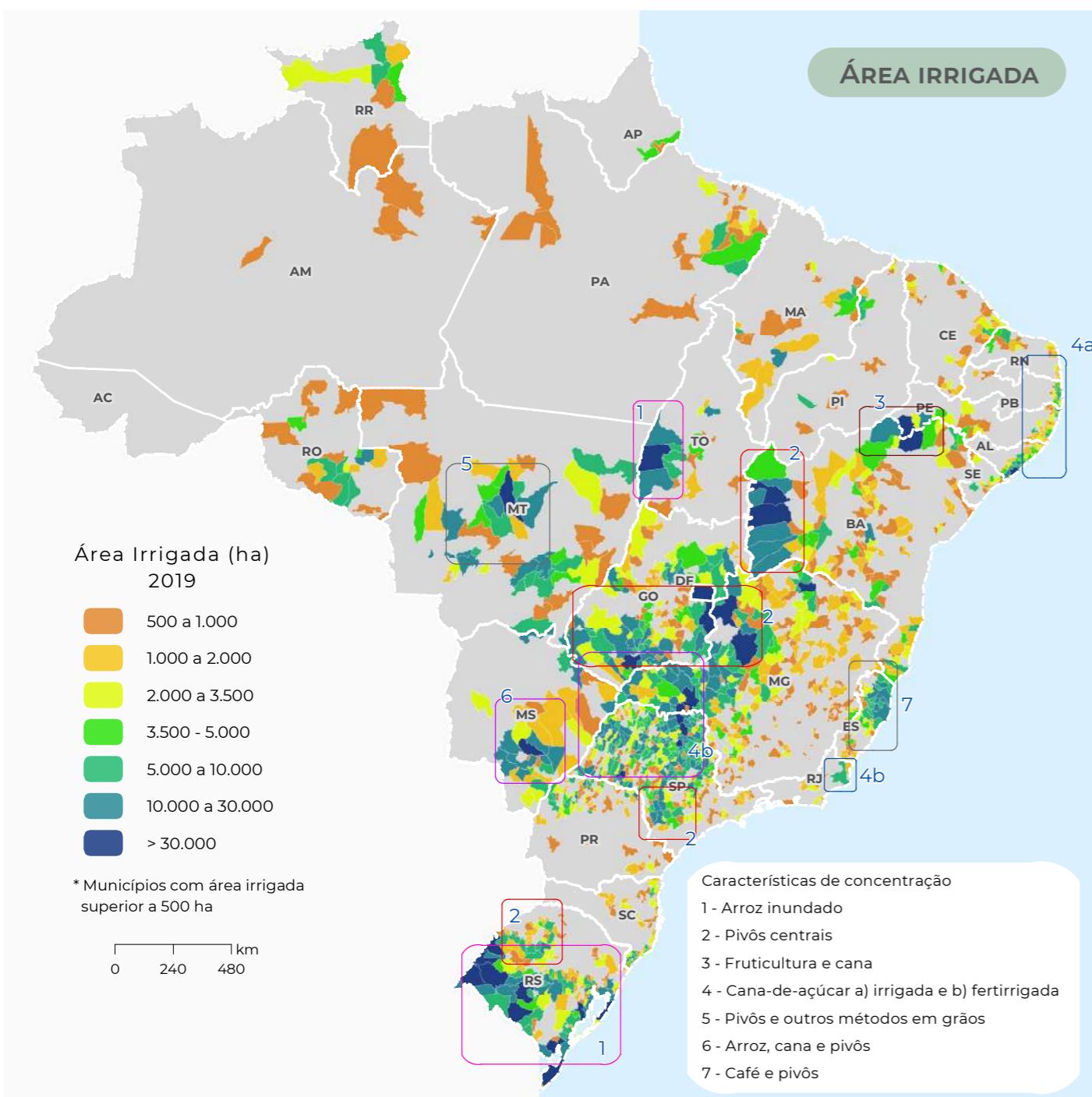
Considerando a distribuição das áreas irrigadas propriamente ditas (excluindo as fertirrigadas), o Brasil totaliza **5,3 milhões de hectares equipados para irrigação** - o arroz ocupa 25% do total; a cana 15%; o café 8%; as culturas anuais em pivôs centrais 27%; e as demais culturas e sistemas 25%. A geografia da distribuição entre as unidades da federação é diferenciada e deve se alterar no futuro na medida em que se estima crescimento diferenciado entre essas tipologias e diferentes potenciais de expansão da atividade no território nacional.

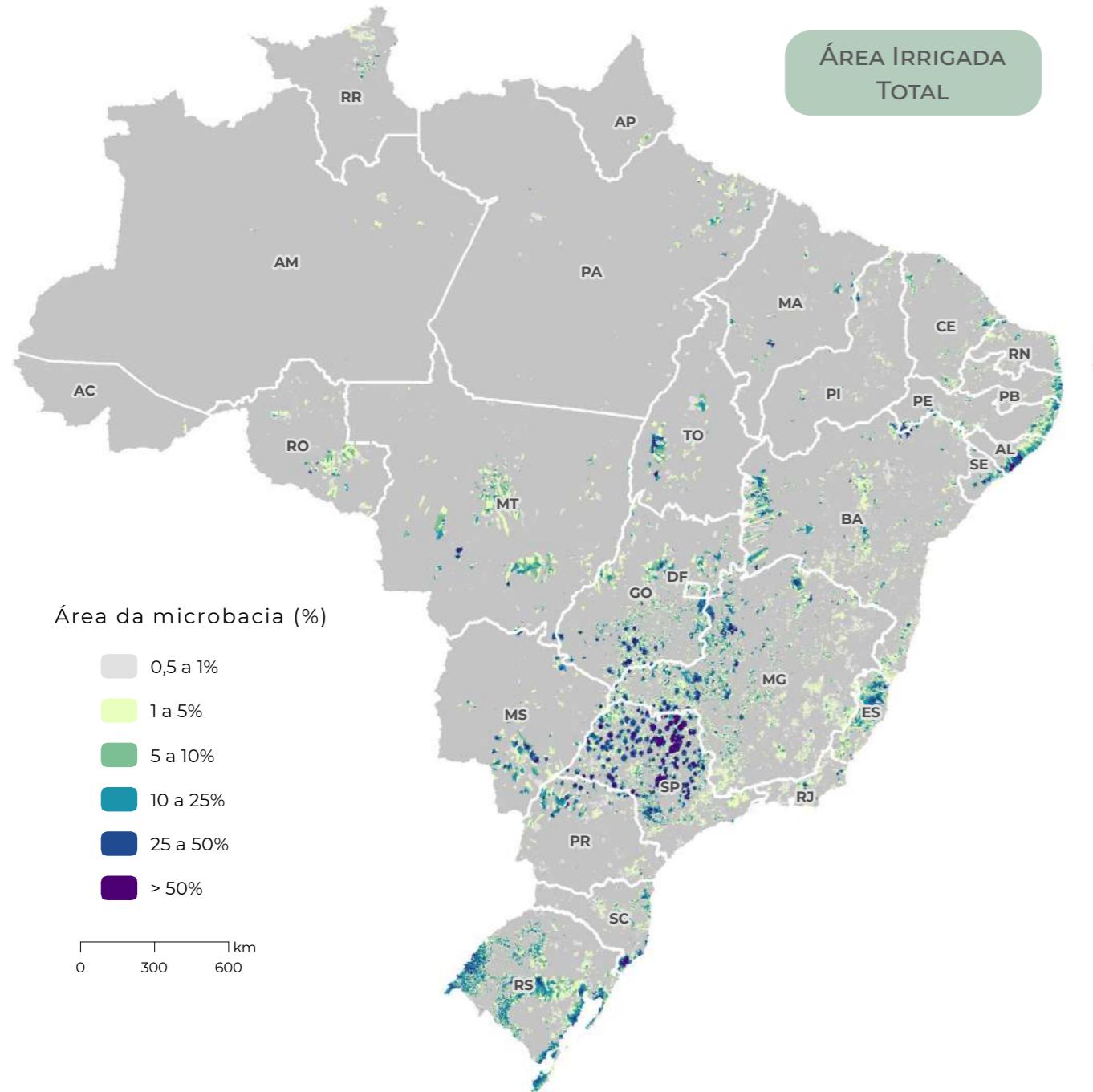
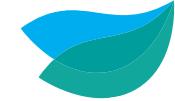
Área equipada para irrigação no Brasil, exceto fertirrigação - 2019





ATLAS IRRIGAÇÃO



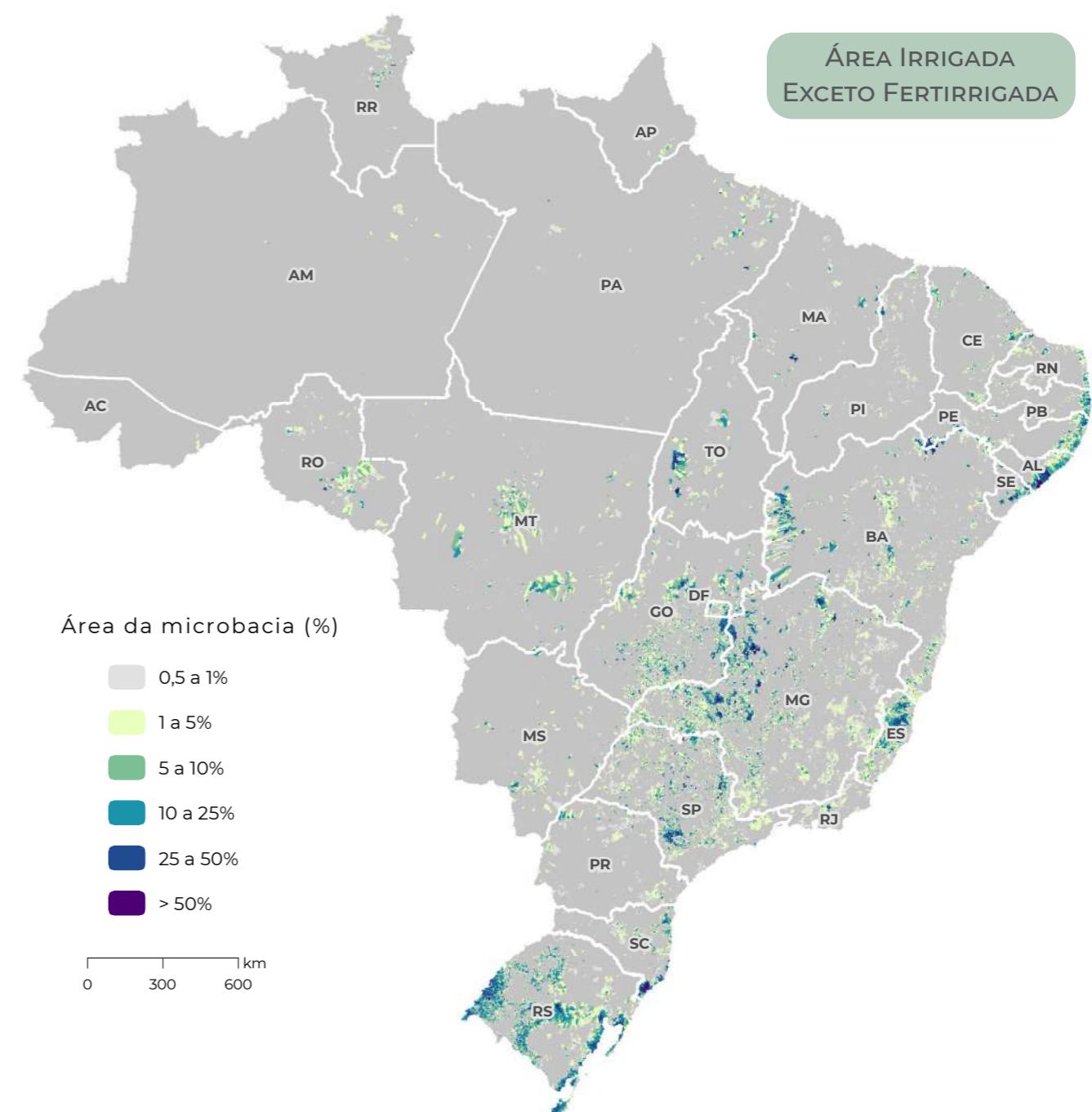


Além das estimativas por município e por tipologia apresentadas anteriormente, o Atlas buscou modelar, de forma inédita, a presença das áreas irrigadas e fertirrigadas nas microbacias - escala essa mais adequada às estimativas de balanço hídrico nos mananciais (oferta x demanda).

Nesse processo, foi adotada a Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 5k (BHO5k), produzida pela ANA, que subdivide o território brasileiro em cerca de 400 mil microbacias (ou ottobacias), que

são as áreas de contribuição de cada trecho de drenagem da rede hidrográfica.

Esses resultados detalham de forma mais localizada a presença da agricultura irrigada dentro dos municípios e em suas sub-bacias hidrográficas, permitindo maiores avanços nas estimativas de potencial de ampliação de áreas irrigada e de uso da água associado - temas que serão explorados detalhadamente nos próximos capítulos.





Projetos Públicos

Importantes expressões de iniciativas de desenvolvimento regional, notadamente no Semiárido brasileiro, os projetos públicos permanecem como importantes polos locais e regionais de irrigação, concentrando-se principalmente no Semiárido (região de baixa disponibilidade hídrica).

Atualmente, os projetos irrigam cerca de **200 mil hectares em 79 projetos e 88 municípios**. A maior parte dos perímetros é de responsabilidade do DNOCS ou da Codevasf.

Em 2003/04, a área irrigada em perímetros públicos era de 162,1 mil ha (SRH/MMA, 2006), passando a 173 mil ha em 2007. O resultado em 2019 indica, portanto, que a expansão de áreas em operação tem sido

inferior a 3 mil hectares ao ano, em média, na última década. O ritmo é muito inferior ao registrado pelo setor privado, em que pese os elevados investimentos realizados nos últimos anos para a modernização dos projetos, em especial na substituição de métodos e sistemas de irrigação por outros mais eficientes, notadamente da irrigação superficial pela pressurizada (geralmente microaspersão e localizada). Em função desta conjuntura, os perímetros públicos de irrigação reduziram sua participação na área irrigada do País de 4,7% em 2003/04 (SRH/MMA, 2006) para 2,4% em 2019.

Registra-se ainda cerca de 100 mil ha de áreas implantadas em projetos públicos, mas que não apresentaram produção em 2019. A área implantada re-

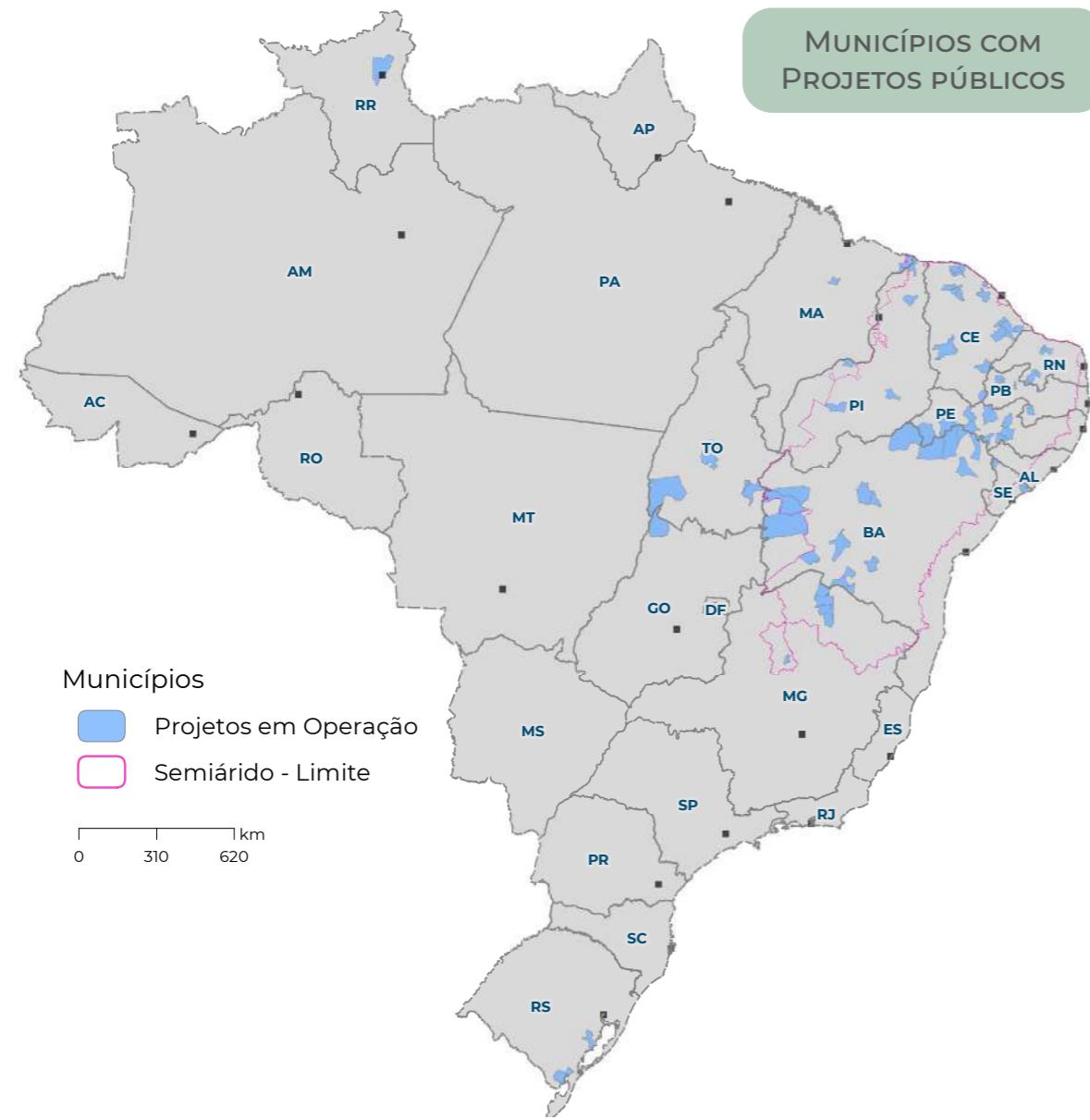
presenta a área irrigável já contemplada com todas as obras de infraestrutura de irrigação de uso comum que são necessárias ao início da operação, mas que enfrentam dificuldades diversas para sua efetiva ocupação.

Dentre os 79 projetos com produção em 2019, os 34 que produziram acima de mil hectares totalizaram 176 mil ha (90% da área total). Nos quadros a seguir são apresentados os principais dados dos projetos, tais como localização, área ocupada e entidade responsável; principais culturas, sistemas de irrigação e infraestrutura associada.

Observa-se que, pela relação entre área implantada e área cultivada, muitos perímetros apresentam ainda grande capacidade de expansão no curto prazo, como os de Jaíba/MG, Formoso/BA, Tabuleiros de Russas/CE e Baixo Acaraú/CE. Outros perímetros, por outro lado, já apresentam maior aproveitamento de sua área implantada sob cultivo, como os de Senador Nilo Coelho/PE-BA, Luiz Alves do Araguaia/GO e Platôs de Neópolis/SE.

Com base nos dados de perímetros sob responsabilidade da Codevasf, estima-se que a cada 100 hectares irrigados em produção são gerados 116 empregos diretos e 172 empregos indiretos. Dessa forma, estima-se que os perímetros são responsáveis por cerca de **580 mil empregos** (40% diretos e 60% indiretos).

A **emancipação** dos projetos, ou seja, a transferência da gestão aos produtores com sustentabilidade econômica, política e social, tem sido um desafio para os produtores e as instituições responsáveis. Muitos projetos foram concebidos sem o completo arranjo produtivo local e o arranjo institucional necessários para a sustentabilidade no longo prazo. Na gestão moderna, a infraestrutura do tipo *Supply Driven*, ou seja, concebida primordialmente para induzir o desenvolvimento a partir da oferta de água, deve ser precedida de um completo plano de desenvolvimento regional, conforme preconizado pelo **Plano Nacional de Segurança Hídrica** (ANA & MDR, 2019), seguido de uma estratégia de efetivação do arranjo produtivo local com os demais elos da cadeia produtiva (dos insumos ao consumidor).





Projetos públicos: localização, área ocupada, valor da produção e responsável

Projeto Público	Início de Operação	Município(s)	UF	Área total (ha)	Área implantada (ha)	Área em produção	VBP (milhões R\$)	Responsável
Arroio Duro	1967	Camaquã	RS	58.623	20.406	20.406	R\$ 181	MDR
Rio Formoso	1980	Formoso do Araguaia	TO	27.787	23.000	20.000	R\$ 250	Estado de Tocantins
Senador Nilo Coelho	1984	Casa Nova, Petrolina	BA/PE	55.525	23.486	21.797	R\$ 1.555	Codevasf
Tourão	1979	Juazeiro	BA	14.567	14.677	14.677	R\$ 134	Codevasf
Jaíba - Etapa I	1975	Jaíba, Matias Cardoso, Verdelândia	MG	32.754	21.889	13.348	R\$ 248	Codevasf
Formoso (BA)	1989	Bom Jesus da Lapa	BA	15.505	11.772	8.337	R\$ 246	Codevasf
Chasqueiro	1985	Arroio Grande	RS	25.738	19.619	7.314	R\$ 14	MDR
Platô de Neópolis	1995	Neópolis; Japoatã; Pacatuba; Santana do São Francisco	SE	10.432	7.230	6.860	-	Estado de Sergipe
Jaguaribe Apodi	1989	Limoeiro do Norte	CE	9.606	5.658	5.658	R\$ 31	DNOCS
Baixo Acaraú	2001	Bela Cruz; Acaraú; Marco	CE	13.909	8.439	5.277	R\$ 65	DNOCS
Caraíbas/Fulgêncio	1998	Santa Maria da Boa Vista, Orocó	PE	33.437	4.728	4.728	-	Codevasf
Curaçá	1980	Juazeiro	BA	15.234	4.708	4.708	R\$ 160	Codevasf
Betume	1978	Propriá, Cedro do São João, Telha	SE	8.481	4.671	4.671	R\$ 9	Codevasf
Manicoba	1980	Juazeiro	BA	11.786	4.847	3.913	R\$ 156	Codevasf
Salitre	1998	Juazeiro	BA	67.400	5.099	3.601	R\$ 79	Codevasf
Luiz Alves do Araguaia	2000	São Miguel do Araguaia	GO	8.148	2.742	2.742	R\$ 24	Estado de Goiás
Curu-Paraipaba	1974	Paraipaba	CE	6.913	3.357	2.733	R\$ 16	DNOCS
Boacica	1984	Igreja Nova	AL	5.484	2.762	2.299	R\$ 14	Codevasf
Icó-Mandantes	1994	Petrolândia	PE	26.097	2.187	2.187	-	Codevasf
Baixo Açu	1994	Ipanguaçu; Afonso Bezerra; Alto do Rodrigues	RN	6.000	5.168	2.099	-	DNOCS
Platôs de Guadalupe	1993	Guadalupe	PI	16.879	3.196	2.080	R\$ 36	DNOCS
Tabuleiros de Russas	2004	Russas; Limoeiro do Norte; Morada Norte	CE	18.915	10.766	2.055	R\$ 42	DNOCS
São Desidério/Barreiras Sul	1978	São Desidério, Barreiras	BA	4.322	1.934	1.934	R\$ 5	Codevasf
Bebedouro	1968	Petrolina	PE	7.484	2.418	1.892	R\$ 49	Codevasf
Cotinguiba/Pindoba	1982	Neópolis, Japoatã, Propriá	SE	3.086	2.232	1.708	R\$ 6	Codevasf
Mirorós	1996	Gentio do Ouro, Ibipeba	BA	4.870	1.772	1.701	R\$ 20	Codevasf
Gorutuba	1978	Nova Porteirinha	MG	8.487	4.800	1.683	R\$ 34	Codevasf
Varzeas de Sousa	2006	Sousa; Aparecida	PB	6.336	4.404	1.600	R\$ 5	Estado da Paraíba

Continua

Continuação

Projeto Público	Início de Operação	Município(s)	UF	Área total (ha)	Área implantada (ha)	Área em produção	VBP (milhões R\$)	Responsável
Brumado	1986	Livramento de Nossa Senhora	BA	8.302	4.313	1.509	R\$ 12	DNOCS
Vaza Barris	1973	Canudos	BA	11.677	1.487	1.487	R\$ 23	DNOCS
Brígida	1994	Santa Maria da Boa Vista, Orocó	PE	8.685	1.436	1.436	-	Codevasf
Morada Nova	1970	Morada Nova; Limoeiro do Norte	CE	11.166	4.474	1.268	R\$ 1	DNOCS
Itiúba	1978	Porto Real do Colégio	AL	1.296	900	1.198	R\$ 7	Codevasf
São João	2010	Porto Nacional	TO	5.139	3.027	1.048	R\$ 7	Estado de Tocantins

Fontes: Compilação a partir de dados do MDR, SISPP/MI, Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC), Codevasf e DNOCS.

Notas: Ano de referência das informações: 2018/2019

VBP: Valor produto da produção (anual), em milhões de reais.

Área Total: inclui áreas de preservação permanente - APPs, reserva legal e infraestrutura de uso comum, além da área irrigável e de sequeiro;

Área Irrigável Implantada: área onde todas as obras de infraestruturas (de irrigação de uso comum e sistemas de irrigação e drenagem parcelar, no caso dos lotes destinados ao pequeno irrigante) necessárias ao início da operação do projeto e da produção agropecuária dos lotes estão concluídas;

Área em Produção: área irrigável implantada que está sendo efetivamente utilizada para exploração agropecuária.



Plantação irrigada próxima de Parnaíba (PI)
Zig Koch / Banco de Imagens ANA



Projetos públicos: culturas, sistemas de irrigação e infraestrutura

Projeto Público	Culturas principais	Sistemas Principais	Infraestrutura
Arroio Duro	Arroz	Inundação	-
Rio Formoso	Arroz	Inundação e subsuperficial	-
Senador Nilo Coelho	Manga (40%), uva (24%), coco (11%), banana (8%), goiaba (7%) e acerola (5%)	Microaspersão, aspersão e gotejamento	976 km de canais; 818 km de adutoras, 711 km de estradas; 263 km de drenos; 39 estações de bombeamento
Tourão	Cana-de-açúcar (96%) e menor produção de frutíferas	Superfície, gotejamento, microaspersão e aspersão.	65 km de canais; 45 km de drenos, 42 km de estradas; 5 estações de bombeamento
Jaíba - Etapa I	Culturas permanentes ocupam 79% da área. Mais de 50% é fruticultura, com destaque limão, manga e banana.	Microaspersão e a aspersão.	548 km de canais; 385 km de adutoras; 533 km de estradas; 3 km de drenos; 11 estações de bombeamento
Formoso (BA)	91% banana	Microaspersão e aspersão	286 km de canais; 175 km de adutoras; 148 km de estradas; 120 km de drenos; 23 estações de bombeamento
Chasqueiro	Arroz	Inundação	-
Platô de Neópolis	Cana-de-açúcar (~50%) e fruticultura, em especial coco (~25%)	Microaspersão	-
Jaguaribe Apodi	Permanentes ocupam 23% (banana 17%). Temporárias ocupam 77% (milho 51% e soja 18%)	Pivô central (predominante), microaspersão e gotejamento	-
Baixo Acaraú	Permanentes ocupam 64% (coco 26%, banana 11% e laranja 10%). Temporárias ocupam 36% (melancia 8%, mandioca 12% e feijão 6%)	Microaspersão e gotejamento	-
Caraíbas/Fulgêncio	Permanentes ocupam 71%, com predomínio da fruticultura. Banana ocupada 56% da área.	Aaspersão	39 km de canais; 200 km de estradas; 1206 km de drenos
Curaçá	Manga 57%, coco (20%) e uva (13%)	Microaspersão e aspersão	165 km de canais; 167 km de drenos, 172 km de estradas; 11 estações de bombeamento
Betume	Arroz (100%)	Superfície 100%	148 km de rede de irrigação; 134 km de drenos, 88 km de estradas; 24,8 km diques, 9 estações de bombeamento (somente 4 para irrigação)
Manicoba	Predominância de manga (59%), uva (5%) e cana-de-açúcar (20%)	Superfície, aspersão, microaspersão e, em menor escala, gotejamento	156 km de canais; 8 km de adutoras; 97 km de drenos; 223 km de estradas; 3 estações de bombeamento.
Salitre	Banana, cebola, cana-de-açúcar, manga, goiaba e coco	Gotejamento, superfície e microaspersão.	41,57 km de canais; 159,5 km de drenos; 116,3 km de estradas; 6,38 km de adutoras; 6 estações de bombeamento (EB); e 8 reservatórios
Brumado	Manga (90%)	Aaspersão convencional, microaspersão	7 km de canais de adução, 7,6 km de canais primários; 31,5 km de drenos e 8,4km de estradas principais
Curu-Paraipaba	Permanentes ocupam 91%, com predomínio do coco (82%).	Aaspersão (principal), microaspersão, gotejamento e pivô central	8 estações de bombeamento, 845m de canais de adução, 7km de canal principal de drenagem; 17,09km de estrada principal
Luiz Alves do Araguaia	Arroz, melão, abóbora, melancia, milho e soja	Inundação e subsuperficial	-

Continua

Continuação

Projeto Público	Culturas principais	Sistemas Principais	Infraestrutura
Boacica	Cana-de-açúcar (51%), arroz (45%) e banana (4%)	Superfície e aspersão	150 km de canais; 146 km de drenos, 122 km de estradas; 46,6 km diques, 3 estações de bombeamento
Icó-Mandantes	Fruticultura, em especial abóbora (24%), melancia (23%) e coco (19%). Temporárias ocupam 72% da área	Aaspersão convencional	90 km de estradas; 610 km de drenos
Baixo Açu	Permanentes ocupam 45% (banana 34%). Temporárias ocupam 55% (semente de milho (21%) e feijão 14%).	Aaspersão convencional e pivô central	-
Platôs de Guadalupe	Permanentes ocupam 87% (banana 70%) e goiaba 13%). A melancia (temporária) ocupa 13% da área	Pivô central, aspersão convencional, microaspersão e gotejamento	-
Tabuleiros de Russas	Predomina a fruticultura, em especial melancia e melão. Dentre as temporárias, destaca-se o feijão	Microaspersão e gotejamento	-
São Desidério/Barreiras Sul	Pastagem, milho verde, mandioca, banana, coco e feijão	Superfície	99 km de canais; 95 km de drenos superficiais, 6 ha de drenos subterrâneos, 155 km de rede viária
Bebedouro	Predomina a fruticultura (uva 74% e manga 16%)	Superfície, microaspersão e gotejamento.	31 km de canais; 45 km de estradas; 64 km de drenos; 5 estações de bombeamento
Cotinguiba/Pindoba	Arroz (68%) e o milho (16%)	Superfície e aspersão.	96 km de rede de irrigação (57 km em canais e 39 km em tubulação); 63 km de drenos, 48 km de estradas; 13 km diques, 16 estações de bombeamento
Mirorós	Banana (89% do VBP e 72% da área)	Microaspersão e gotejamento	31 km de canais; 116 km de adutoras; 35 km de drenos; 112 km de estradas; 6 estações de bombeamento
Gorutuba	Predomina a fruticultura (banana 74%). Culturas permanentes ocupam 99% da área cultivada	Microaspersão, aspersão convencional, e de superfície	134 km de canais; 320 km de estradas; 136 km de drenos
Varzeas de Sousa	Coco (40%) e banana (26%).	Aaspersão (42%) e localizada (58%)	-
Vaza Barris	Permanentes ocupam 84%, com predomínio da banana (82%). As temporárias ocupam 16%.	Superfície/Sulcos	-
Brígida	Banana (35%) e mandioca (55%). Temporárias ocupam 51% da área	Aaspersão convencional	6 km de canais; 85 km de estradas; 610 km de drenos
Morada Nova	Arroz, feijão, banana, acerola, coco, goiaba, graviola, capim e sorgo	-	-
Itiúba	Arroz, cana-de-açúcar	-	-
São João	Abacaxi	-	-

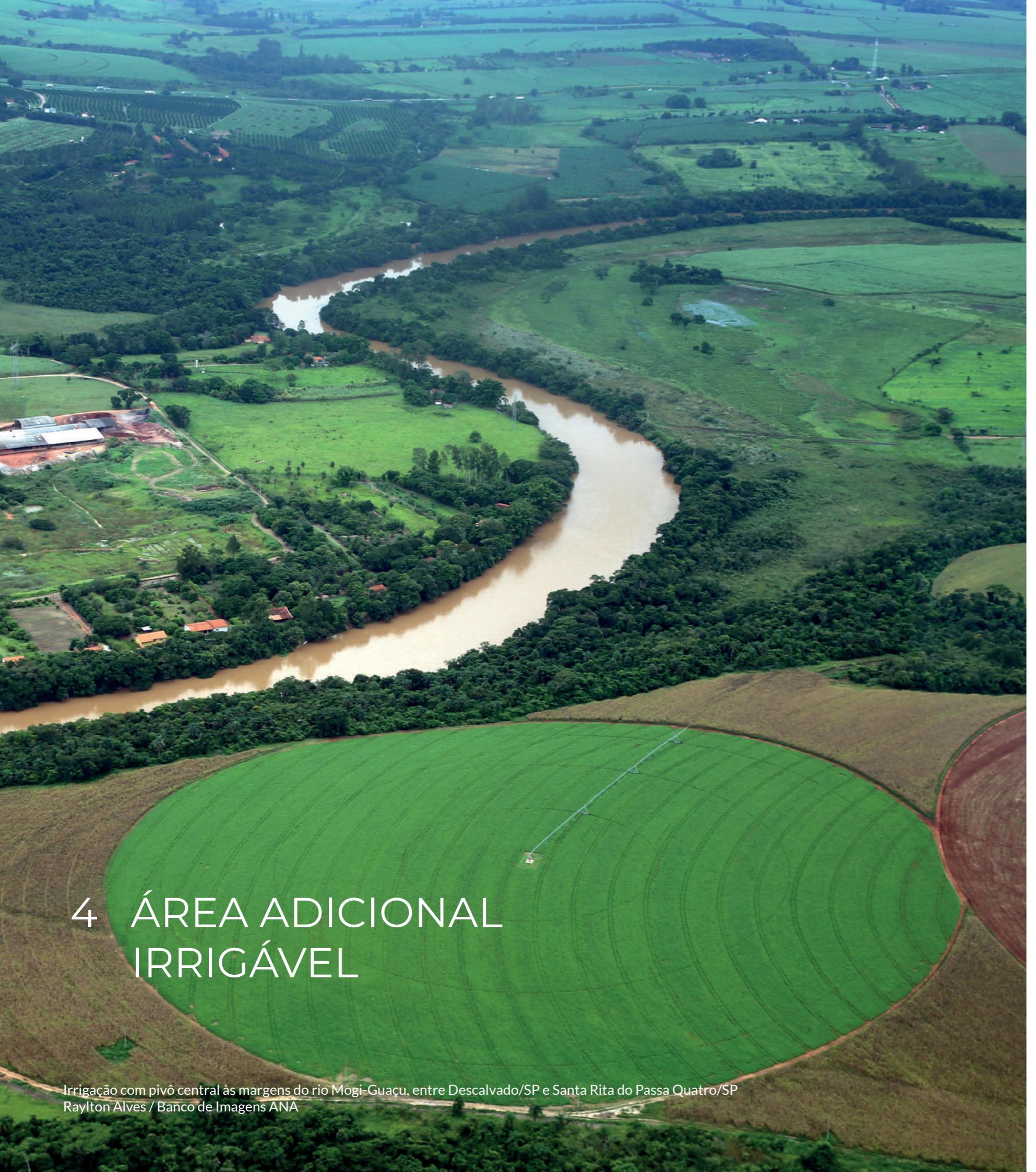
Fontes: Compilação a partir de dados do MDR, SISPP/MI, Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC), Codevasf e DNOCS.

Notas: Ano de referência das informações: 2018/2019

Nos projetos da Codevasf, os percentuais das culturas principais referem-se ao valor bruto da produção, exceto quando expresso como percentual de área ocupada.



ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL



4 ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL

Irrigação com pivô central às margens do rio Mogi-Guaçu, entre Descalvado/SP e Santa Rita do Passa Quatro/SP
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

As análises de **potencial de expansão e intensificação** da agricultura irrigada reúnem variáveis explicativas na tentativa de apontar áreas passíveis de instalação da agricultura irrigada. Tendem a focar em aspectos físico-ambientais e carecem da aplicação de modelos econômicos robustos, assim como de pesquisas em campo, mas fornecem perspectivas e direcionamento tanto para o setor privado quanto para as políticas públicas.

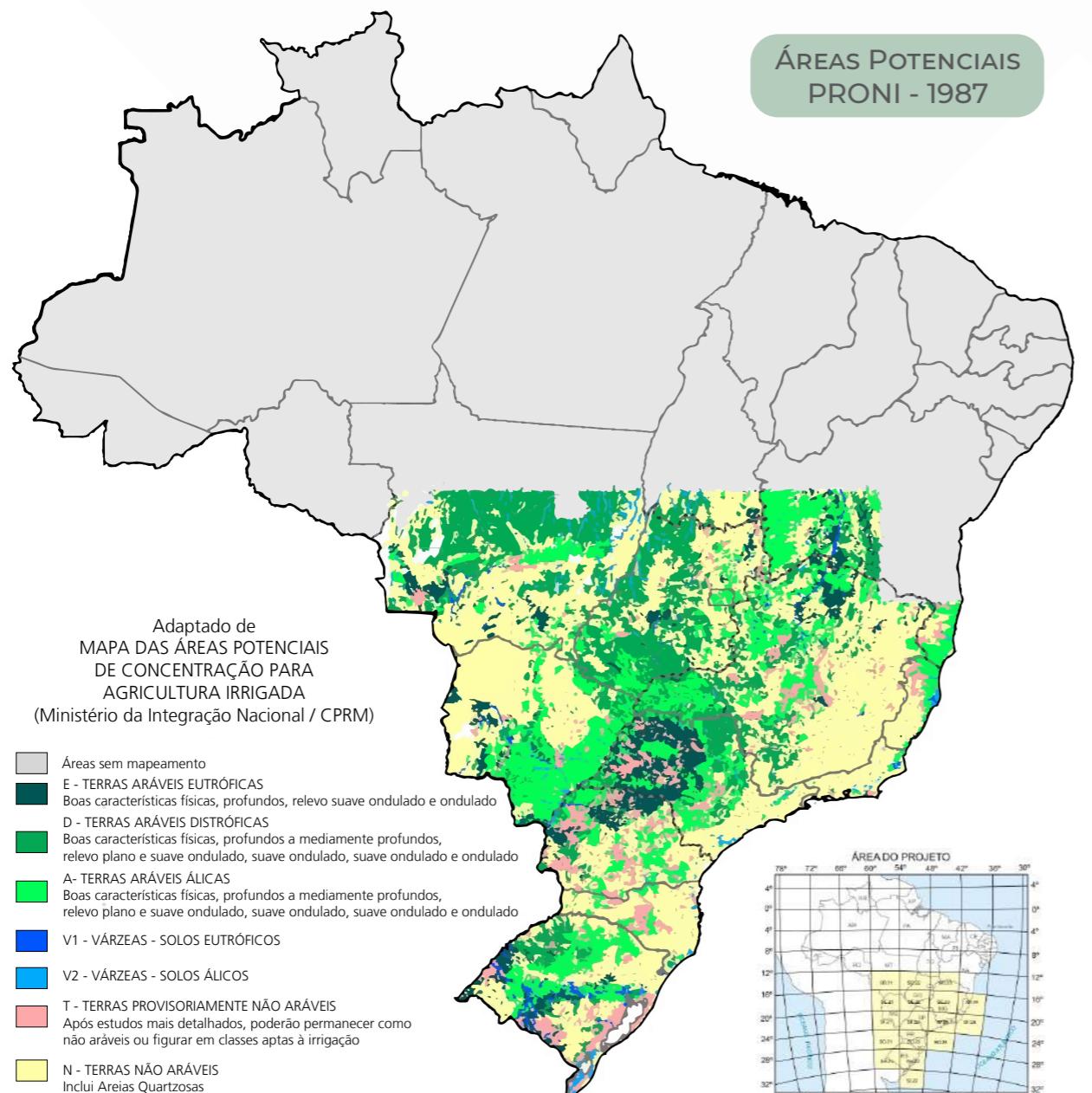
No âmbito do Programa Nacional de Irrigação – **PRONI**, foi publicado em 1987 o mapeamento de Áreas Potenciais de Concentração para a Agricultura Irrigada, executado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e pela Fundação de Apoio para Projetos de Pesquisa de Ciência e Tecnologia Espacial (FUNCATE) e, em 2009, recuperado e digitalizado em parceria do Ministério da Integração com a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. O trabalho original compreendeu o Centro-Sul e envolveu análise de imagens de satélite, consolidação de bases cartográficas, trabalhos de campo e sobrevoos.

O levantamento estabeleceu uma classificação de terras aráveis e seu enquadramento em categorias de maior ou menor potencialidade para a agricultura irrigada, entretanto, não traz informações espacialmente explícitas de disponibilidade de água para irrigação, sendo mais focado na qualidade das terras para agricultura em geral (BRASIL, 2014).

Ainda no âmbito do PRONI, foram realizados, em 1989, estudos para hierarquização de áreas para irrigação privada na região Nordeste. Com base em informações de potencial de solo e de água, e de fatores agrícolas e socioeconômicos, foi identificado um potencial de 362 mil ha para desenvolvimento da irrigação privada na região (BRASIL, 2006) - concentrado no vale do rio Parnaíba (PI/MA – 113 mil ha) e seu afluente rio Balsas (MA – 54 mil ha); e no vale do alto-médio rio São Francisco (MG/BA – 75 mil ha).

Posteriormente, no final da década de 1990, estudos conduzidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente estimaram um potencial dos solos para desenvolvimento da irrigação de 29,56 milhões de hectares, dos quais cerca de 50% estariam na região Norte. Essa avaliação considerou a aptidão dos solos (classes 1 a 4), a disponibilidade de água e o atendimento à legislação ambiental da época.

Em 2014, o Ministério da Integração Nacional, atual MDR, publicou em parceria com a USP/ESALQ o estudo **Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil** (BRASIL, 2014), que avaliou a área adicional irrigável do País utilizando como unidade territorial de análise as ottobacias (microbacias). O procedimento de cálculo da área irrigável foi semelhante ao utilizado no dimensionamento de projetos de irrigação no campo, levando em consideração: (i) a demanda hídrica das culturas de referência (milho e feijão); (ii) o balanço quantitativo entre usos da água e disponibilidade hídrica superficial; (iii) e a área disponível para atividades agropecuárias. Para a definição de classes territoriais foram ainda analisados outros aspectos, tais como dinâmica fundiária, qualidade logística e importância ambiental.



Esse estudo de 2014 foi adaptado e utilizado como referência na primeira edição do Atlas Irrigação. O potencial total foi estimado em 76,19 milhões de hectares (Mha), distribuído em classes de aptidão solo-relevo: 21,80 Mha adicionáveis irrigáveis com alta aptidão; 25,86 Mha com média aptidão; e 28,53 Mha com baixa aptidão. O Centro-Oeste destacava-se pela concentração de 43,1% das áreas adicionais irrigáveis com alta aptidão no Brasil.

Com base no banco de dados modificado do estudo, foi elaborado à época do Atlas 2017 um indicador de potencial efetivo de expansão, considerando apenas

as áreas com aptidão de solos alta ou média; aptidão de relevo alta; qualidade logística alta (existência de escoamento da produção e de energia elétrica); exclusão de outras áreas de proteção ambiental; e classes territoriais que indicam expansão da irrigação, ou seja, combinações em que existem tanto o potencial de expansão adicional quanto a agricultura irrigada já estabelecida (remetendo à presença de infraestrutura, serviços de apoio, tecnologia e assistência técnica). Esse potencial foi estimado em 11,12 Mha, concentrado no Centro-Sul do Brasil, explicitando de forma mais precisa as potencialidades de expansão no curto e médio prazo.

Potencial de solos para irrigação - Levantamento de 1999

Região / UF	ÁREA POTENCIAL (1.000 HA)	ÁREA POTENCIAL (%)
NORTE	14.598	49,4%
AC	615	2,1%
AM	2.852	9,6%
AP	1.136	3,8%
PA	2.453	8,3%
RO	995	3,4%
RR	2.110	7,1%
TO	4.437	15,0%
NORDESTE	1.304	4,4%
AL	20	0,1%
BA	440	1,5%
CE	136	0,5%
MA	244	0,8%
PB	36	0,1%
PE	235	0,8%
PI	126	0,4%
RN	39	0,1%
SE	28	0,1%
SUDESTE	4.229	14,3%
ES	165	0,6%
MG	2.345	7,9%
RJ	207	0,7%
SP	1.512	5,1%
SUL	4.507	15,2%
PR	1.348	4,6%
RS	2.165	7,3%
SC	994	3,4%
CENTRO-OESTE	4.926	16,7%
DF	18	0,10%
GO	1.297	4,4%
MS	1.222	4,1%
MT	2.390	8,1%
BRASIL	29.564	-

Fonte: MMA/SRH/DDH (1999). Revisado por Christofidis (2002) (apud. Brasil, 2006).

A **Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil** foi atualizada entre 2019 e 2020 em novo esforço conjunto da ANA com o MDR e a USP/ESALQ (Grupo de Políticas Públicas-GPP). Foram adotadas bases de dados mais atualizadas, critérios técnicos mais refinados e simulações mais explícitas de balanço hídrico dos mananciais superficiais e subterrâneos. A atualização é parte, simultaneamente, do Plano de Ação Imediata da Agricultura Irrigada no Brasil (em elaboração pelo MDR) e da nova edição do Atlas Irrigação.

A metodologia atual parte da consolidação de mapas de **uso da terra**, sendo consideradas passíveis de irrigação apenas usos agropecuários consolidados, ou seja, sem considerar a abertura de novas áreas, mesmo que atendendo à legislação atual. Esse pressuposto justifica-se tanto pela sustentabilidade (não prever novas conversões de uso) quanto pela limitação da disponibilidade hídrica – os mananciais locais suportam, com sustentabilidade, a irrigação de apenas parte da área agropecuária atual de 248,6 milhões de hectares (73,9 Mha de agricultura e 174,7 Mha de pastagens).

A adoção da irrigação com água superficial sobre áreas de agricultura de sequeiro foi denominada como de **intensificação**; já a conversão potencial de pastagens para agricultura irrigada foi denominada como de **expansão**. Adicionalmente, com o objetivo de servir de apoio às regiões com maior limitação hídrica superficial, foram estimadas as áreas agropecuárias remanescentes (sequeiro + pastagens) que poderiam se expandir com água subterrânea.

O segundo componente da metodologia refere-se à **demandas hídricas das culturas de referência** (arroz, cana-de-açúcar, feijão e milho), estimada nas microbacias a partir do uso consolidado, do balanço hídrico climatológico e de critérios técnicos de conversão em vazão unitária de projeto. A demanda hídrica foi simulada para os 36 decêndios do ano (de 10 em 10 dias), sendo adotado como referência o decêndio mais crítico, ou seja, na época de menor satisfação hídrica e Kc máximo (época do florescimento, no caso das culturas anuais). Esses critérios são capazes de nortear o dimensionamento do sistema de irrigação com maior segurança – procedimento similar é adotado na avaliação de projetos para fins de outorga de uso da água para irrigação.

O terceiro bloco da metodologia consolida as etapas anteriores (vazão necessária para irrigar toda a área de agricultura e pastagens disponível na microbacia). As áreas já irrigadas são descontadas, mas as áreas apenas fertirrigadas não são excluídas do potencial, podendo ser intensificadas com irrigação propriamente dita.

Na sequência, é simulado o **balanço hídrico nos mananciais** (relação demanda potencial x oferta de água nos rios). A oferta é caracterizada pela vazão de referência com 95% de garantia ($Q_{95\%}$) obtida de séries de vazões diárias observadas em estações fluviométricas ou séries de vazões modeladas em locais específicos. Antes da simulação, são descontadas a demanda já instalada da irrigação e as demandas atuais e projetadas dos demais usos da água (uso humano urbano e rural, abastecimento animal, indústria, mineração e termoeletrociade).

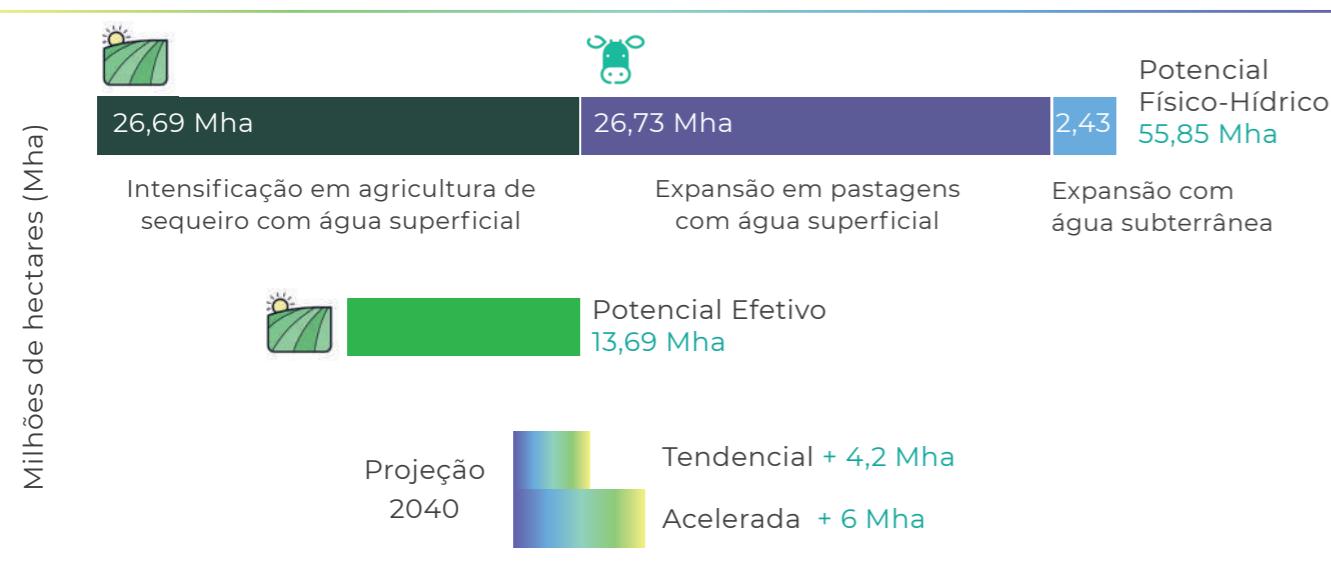
Adicionalmente, o estudo produziu outros indicadores que balizam análises complementares de potencial efetivo, tais como os de **aptidão solo-relevo** e de **infraestrutura** (energia, transporte rodoviário e ferroviário e capacidade de armazenamento de produtos agrícolas).

Como resultado, estima-se uma área adicional irrigável no Brasil de **55,85 Mha**, sendo 26,69 Mha sobre áreas com agricultura de sequeiro (36% da área de agricultura consolidada). Outros 26,73 Mha podem ser irrigados sobre áreas de pastagens (15% da área

Área Adicional Irrigável - Modelagem Territorial



Área Adicional Irrigável sobre usos agropecuários no Brasil



Área adicional irrigável (potencial total e efetivo) - por Região e UF

Região / UF	ÁREA ADICIONAL IRRIGÁVEL - TOTAL (1.000 ha)				POTENCIAL EFETIVO	
	Água superficial	Água Subterrânea	Total	Total (%)	(1.000 ha)	(%)
NORTE	797	10.142	347	11.287	20,2%	294
AC	0	691	0	691	1,2%	-
AM	7	1.420	7	1.434	2,6%	-
AP	26	70	4	99	0,2%	-
PA	230	4.267	181	4.678	8,4%	84
RO	159	2.240	99	2.497	4,5%	-
RR	14	207	2	224	0,4%	-
TO	361	1.248	54	1.663	3,0%	210
NORDESTE	1.112	2.104	105	3.321	5,9%	279
AL	22	21	2	46	0,1%	18
BA	633	879	49	1.560	2,8%	129
CE	78	92	1	171	0,3%	25
MA	197	944	23	1.164	2,1%	72
PB	13	23	0	36	0,1%	4
PE	32	63	0	95	0,2%	9
PI	97	52	27	176	0,3%	19
RN	32	13	2	47	0,1%	3
SE	9	16	0	26	0,0%	1
SUDESTE	8.150	4.116	672	12.938	23,2%	2.593
ES	329	40	20	389	0,7%	88
MG	3.407	3.241	385	7.033	12,6%	1.181
RJ	326	265	27	618	1,1%	26
SP	4.088	570	239	4.898	8,8%	1.299
SUL	7.706	540	353	8.599	15,4%	4.293
PR	3.587	275	219	4.082	7,3%	2.030
RS	2.904	42	65	3.011	5,4%	1.896
SC	1.215	223	69	1.507	2,7%	366
CENTRO-OESTE	8.929	9.824	954	19.707	35,3%	6.227
DF	30	19	3	53	0,1%	30
GO	1.988	2.397	183	4.567	8,2%	1.415
MS	1.670	2.867	189	4.725	8,5%	848
MT	5.241	4.541	579	10.362	18,6%	3.934
BRASIL	26.694	26.726	2.431	55.851	-	13.687

Nota: células destacadas em verde indicam os estados com maior participação no potencial total ou efetivo.



consolidada de pastos). A área adicional sobre áreas agropecuárias sem disponibilidade superficial, mas com disponibilidade subterrânea, é de 2,43 Mha.

Com isso, conclui-se que apesar da área ser expressiva em números absolutos, apenas **22% da área atualmente antropizada com agricultura e pastagens no Brasil pode ser irrigada** por conta de limitações na disponibilidade hídrica dos mananciais locais.

Como potencial efetivo, que explicita de forma mais precisa as potencialidades de curto e médio prazo no território brasileiro, são consideradas as áreas de intensificação sobre a agricultura de sequeiro que apresentam aptidão de solo-relevo média ou alta; e

o indicador mais favorável de infraestrutura (classe alta). Adicionalmente, são excluídas do potencial efetivo áreas atuais de cana-de-açúcar com déficit hídrico climático inferior a 400 mm ao ano.

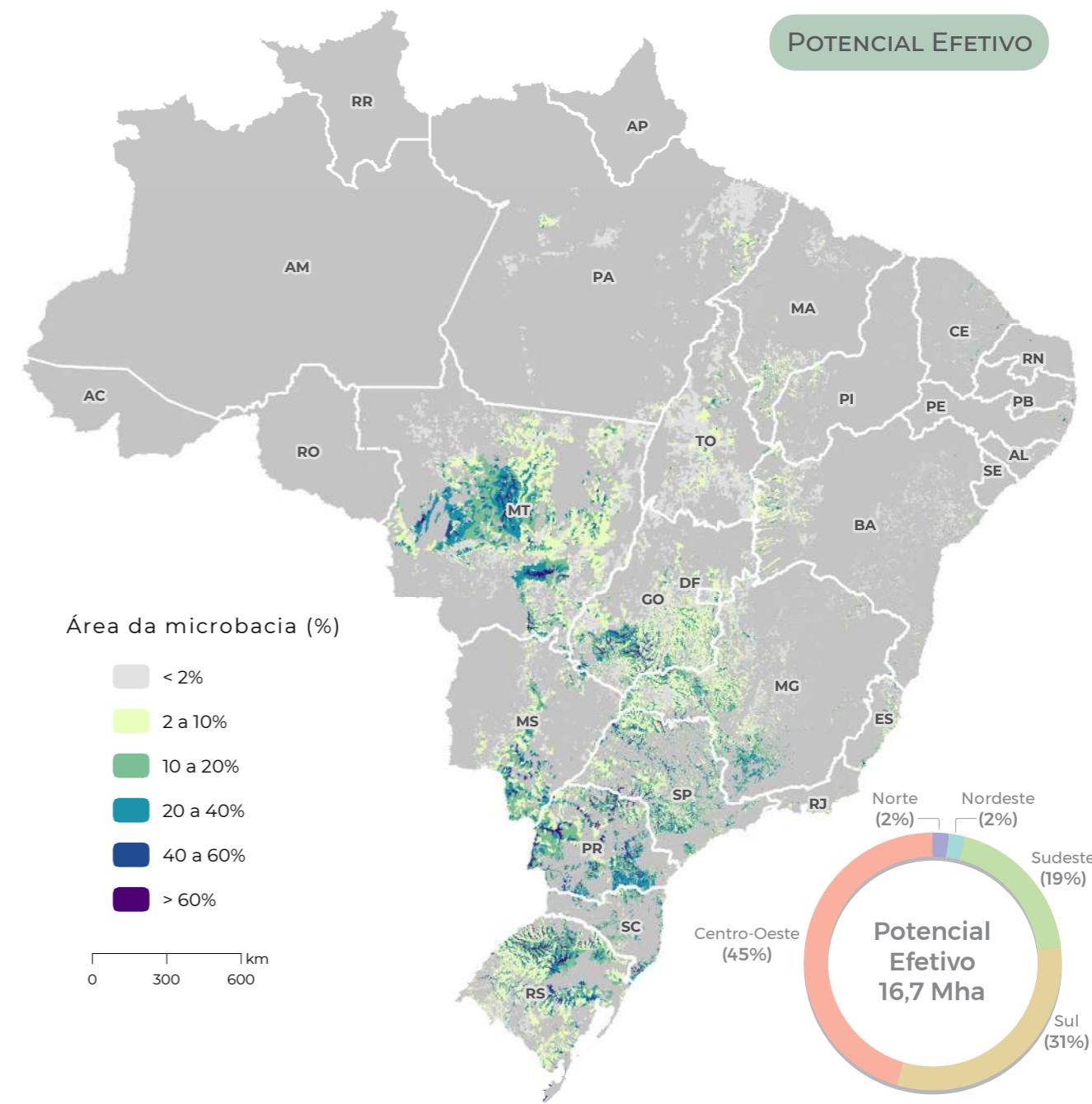
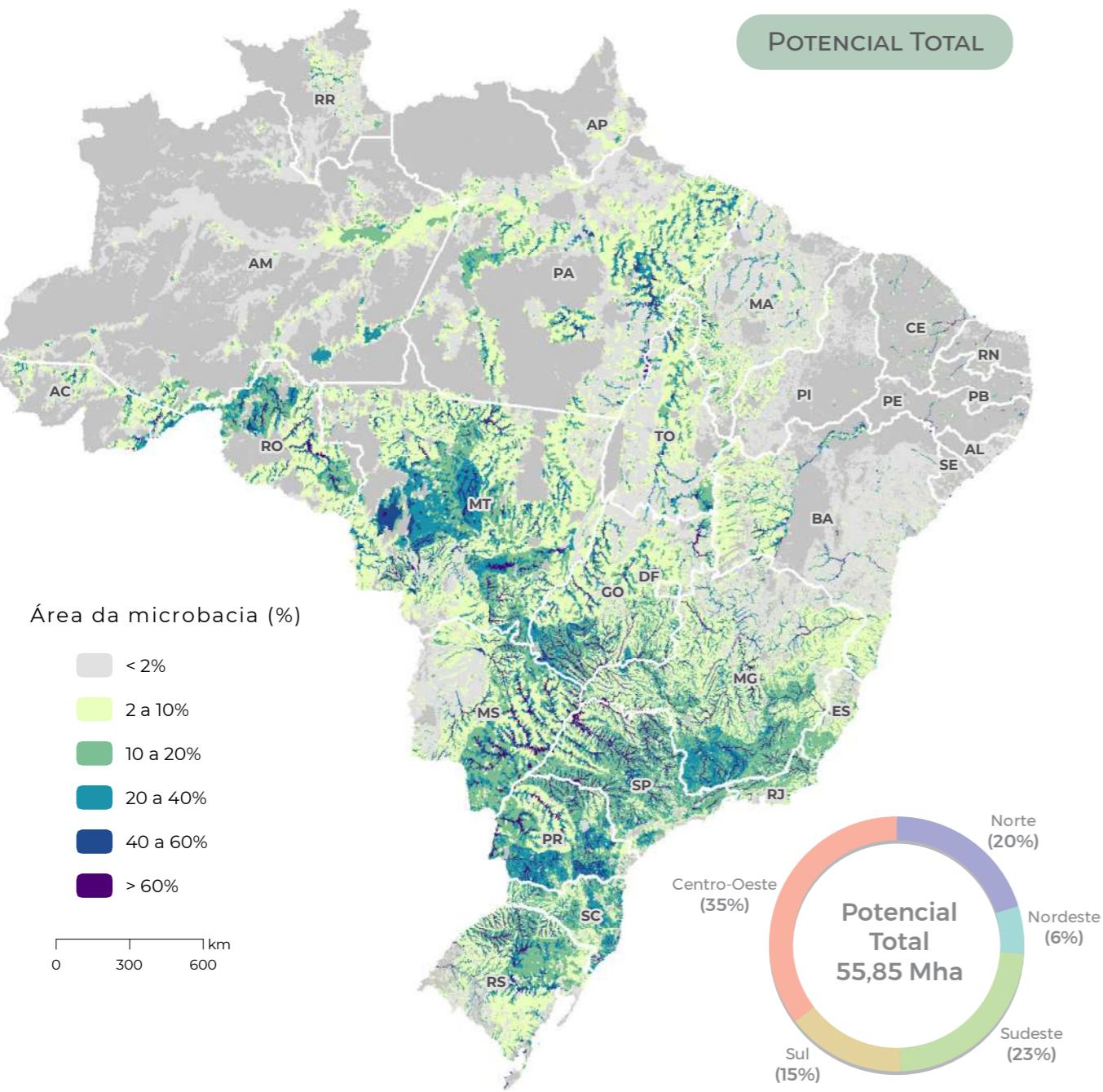
O **potencial efetivo é de 13,7 Mha** e concentra-se no Centro-Oeste (45%), Sul (31%) e Sudeste (19%). Dentre os estados, Bahia, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Rio Grande do Sul e Santa Catarina apresentam maior potencial de incremento das áreas irrigadas. Essas regiões já se destacam pelos fortes crescimentos de área irrigada nos últimos anos, em especial Goiás, Bahia, Mato Grosso e Rio Grande do Sul.

O potencial de instalação da irrigação (total e efetivo) **deve ser observado com cautela**, sendo útil para o planejamento geral, zoneamentos e o monitoramento do setor. Particularidades locais, expansão da infraestrutura e obras de infraestrutura hídrica podem alterar a estimativa de área adicional irrigável, especialmente quando a oferta de água é aumentada por meio de transferências de outras bacias. Além disso, a modelagem territorial deve ser aprimorada, em especial quanto às ferramentas de balanço hídrico nos mananciais e quanto às informações de outros usos atuais e projetados da água.

Além do potencial de ampliação de áreas irrigadas, é importante observar as tendências de médio pra-

zo, a fim de se estimar as regiões prioritárias e as perspectivas de aproveitamento desse potencial nos próximos anos. Há poucos indicadores que apontem tendências de expansão da irrigação no Brasil – indicadores relacionados à agricultura geralmente são agregados com as áreas de sequeiro. Como essas áreas são em geral muito superiores às irrigadas, os indicadores não caracterizam a dinâmica da agricultura irrigada.

De modo a suprir a carência de projeções, apresenta-se a seguir o cenário tendencial de crescimento das áreas irrigadas no horizonte **2040**. Tendencialmente, estima-se que as políticas públicas e as condições de financiamento e fomento à agricultura irrigada



não sofrerão alterações expressivas no médio prazo; ou ainda que eventuais mudanças mais expressivas não produzirão efeitos de larga escala no horizonte considerado. Assim, as tendências observadas no passado recente e a análise da conjuntura atual podem ser utilizadas para projeções nos próximos 20 anos. As mesmas tendências observadas no Atlas 2017 mantêm-se atualmente, mas os dados apresentados nessa edição permitem um refinamento das estimativas.

Não se considerou um cenário de aumento das áreas fertirrigadas, tanto por não captar diretamente água de mananciais quanto pela tendência de reuso agronômico cada vez mais eficiente, pelo aumento da eficiência industrial (gerando menos efluentes) e com técnicas de aplicação mais otimizadas (a exemplo da concentração da vinhaça). Estima-se, assim, que haverá mudanças na geografia da fertirrigação pelo território, mas a área total sofrerá pouca alteração, mantendo-se em 2040 próxima dos 2,9 Mha.

As projeções indicam a **incorporação de 4,2 milhões de hectares irrigados até 2040** – média da ordem de **200 mil hectares ao ano** –, aproximando o País da área total de 12,4 milhões de hectares irrigados. Esse incremento corresponde a um aumento de 51% sobre a área atual (irrigada + fertirrigada) ou de 79% considerando as áreas irrigadas exceto fertirrigação. Esse incremento corresponde também ao aproveitamento de 30% do potencial efetivo e apenas 7% do potencial total.

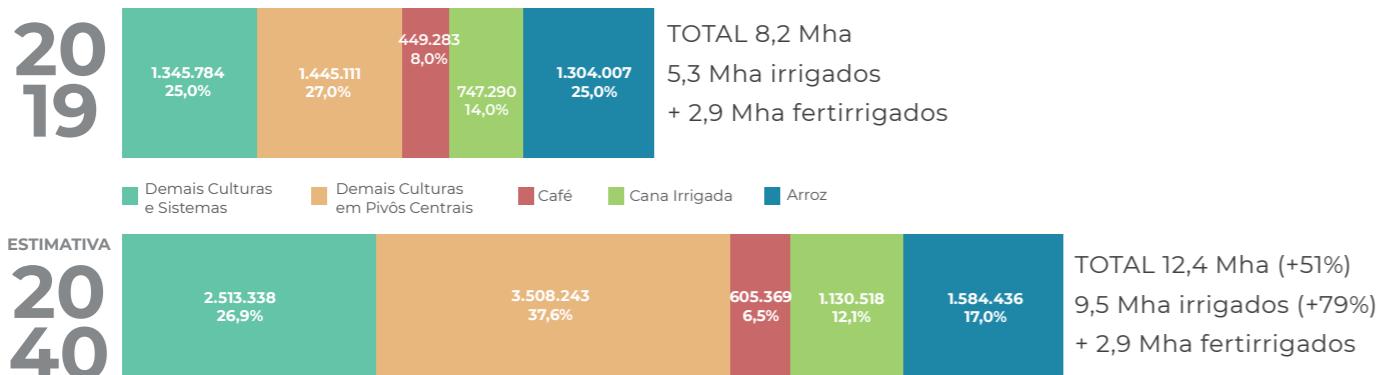
Os métodos mais eficientes no uso da água – irrigação localizada (gotejamento e microaspersão) e a aspersão por pivô central – deverão ser responsáveis por cerca de 75% desse crescimento. A asper-

são convencional e a com carretel enrolador (*hydro roll*) também devem se manter importantes neste cenário de expansão. Métodos de irrigação por superfície (sulcos, faixa e inundação) devem prosseguir numa tendência de retração, à exceção para o arroz inundado, que apresenta tendência de estabilidade a curto prazo, mas tendência de ampliação no longo prazo nos principais polos produtores, em especial com a recuperação de áreas no Sul onde o arroz sofreu uma retração de 250 mil ha nos últimos anos.

As culturas temporárias cultivadas sob pivôs continuarão liderando a ampliação da irrigação com cerca de 100 mil ha adicionais ao ano, em média (50% do crescimento). Arroz, cana-de-açúcar e café devem contribuir com média da ordem de 40 mil ha ao ano. Outras culturas, com destaque para a fruticultura, devem somar entre 50 e 60 mil ha ao ano de ampliação.

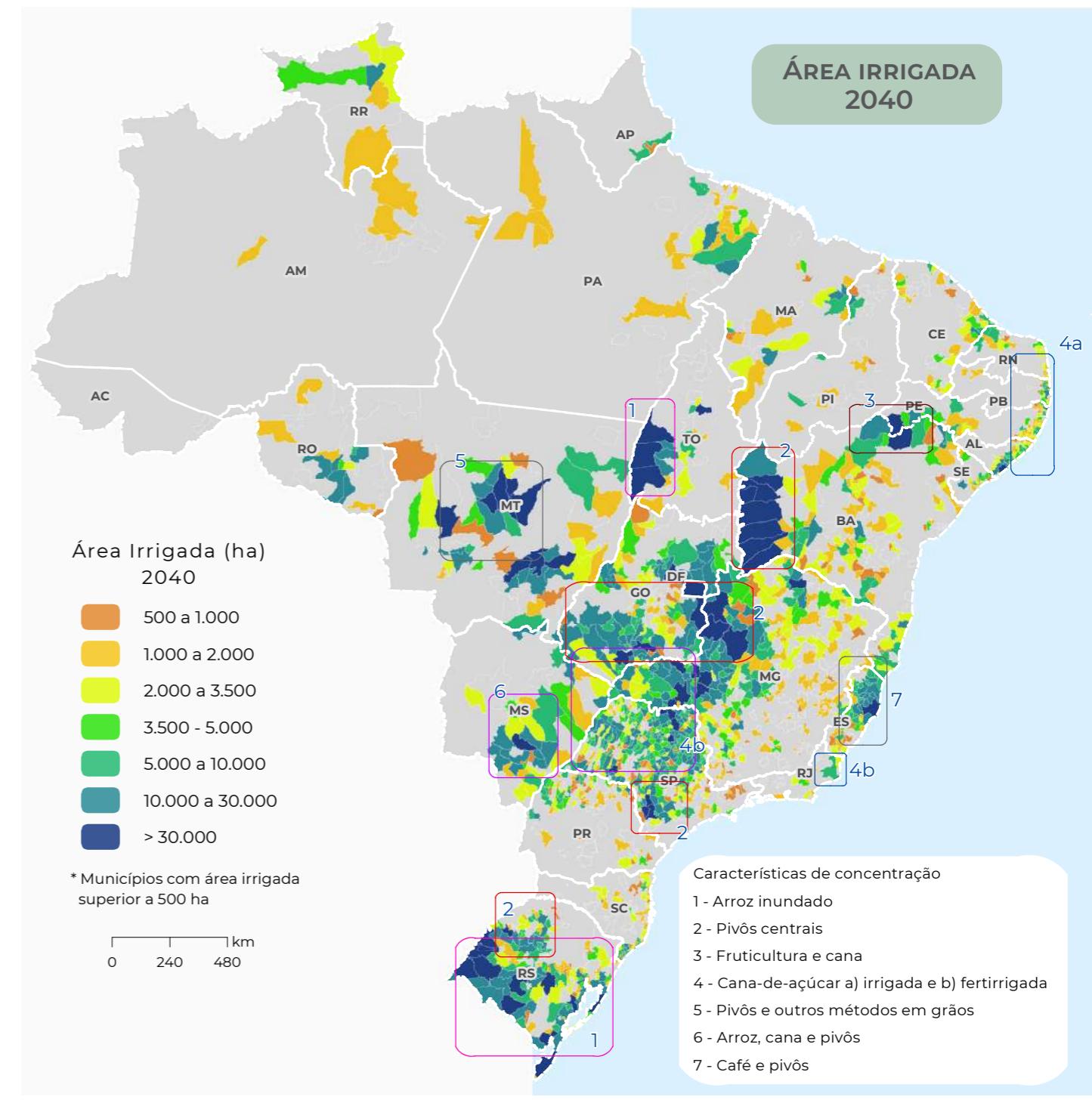
Dessa forma, embora todas as tipologias apresentem crescimento absoluto, a participação relativa se alterará. Desconsiderando a fertirrigação, o arroz inundado tende a reduzir sua participação em área de 25% em 2019 para 17% em 2040; a cana deverá reduzir levemente sua participação de 14% para 12,1%, assim como o café (de 8% para 6,5%); os pivôs centrais tendem a aumentar sua participação de 27% para 37,6%; e as demais culturas em outros sistemas deverão oscilar de 25% para 26,9%. Quanto a esse último grupo, cabe ressaltar que o saldo do crescimento estimado deve se concentrar na irrigação localizada e na microaspersão, enquanto os métodos de superfície (sulcos, faixas e inundação, exceto arroz) devem apresentar retração (áreas com irrigação desativada ou substituição por outros métodos).

Área Irrigada no Brasil por tipologia - 2019 e 2040



As perspectivas de crescimento são compatíveis com as séries históricas analisadas, tais como: áreas irrigadas dos Censos Agropecuários (IBGE); culturas e safras com alta participação da irrigação nas Produções Agrícolas Municipais – PAM (IBGE); estimativas do setor de venda de equipamentos (CSEI/Abimaq, 2020); e projeções setoriais para o agronegócio (FIESP, 2019). A CSEI/Abimaq (2020), por exemplo, estimou um incremento médio anual de 211 mil hectares nos últimos anos (2011-2019), com variação entre 176 mil ha, em 2011, e 272 mil ha, em 2013. Em 2019, a expansão foi estimada em 210 mil ha.

Embora a expansão estimada seja compatível com as taxas recentes, há desafios para sua manutenção nos próximos 20 anos, em especial quanto ao crédito, às mudanças/variabilidades climáticas e à capacidade de suporte ambiental e hídrica dos polos de irrigação. Há, ao mesmo tempo, oportunidades de acelerar essa ampliação com sustentabilidade, levando a um novo patamar de crescimento da ordem de 300 mil ha ao ano, o que poderia levar o Brasil à incorporação de 6 Mha até 2040 (43% maior do que os 4,2 Mha projetados no cenário tendencial).





5 USO DA ÁGUA

Pivô central com cana-de-açúcar em Juazeiro/BA
Bernardo Rudorff / Banco de imagens ANA



USO DA ÁGUA

Contexto

A irrigação é um **uso consuntivo** da água, ou seja, altera suas condições na medida em que é armazenada, retirada do ambiente e a maior parte é consumida pela evapotranspiração dos cultivos, não retornando diretamente aos corpos hídricos. Embora o ciclo hidrológico seja fechado, esse consumo significa que a água é indisponibilizada para outros usos naquela localidade e tempo.

Atualmente, a irrigação é responsável por cerca de 50% da captação de água bruta em mananciais superficiais e subterrâneos no Brasil (o abastecimento urbano, por exemplo, responde por 24% da retirada total). Essa participação da irrigação é semelhante à observada na média global.

Existem diversas técnicas para cálculo da demanda de água pela agricultura irrigada, sendo mais comum o emprego de métodos indiretos baseados na necessidade de água da cultura, em um dado estágio de desenvolvimento e em um determinado local. Esse tipo de estimativa simplifica os processos que ocorrem na interface agricultura irrigada - ciclo hidrológico, baseando-se na disponibilidade de informações climáticas e nas características das culturas e dos sistemas de irrigação.

Os **dados climáticos** informam qual o suprimento de água da chuva para as plantas e qual a evapotranspiração potencial de uma região. Para a estimativa atual, foram consultadas cerca de 10 mil estações pluviométricas (dados de chuva), das quais 3,7 mil apresentaram número relevante de dados consistentes para utilização nas estimativas. O número de estações meteorológicas foi ampliado de 524 para 654 - as variáveis e o resultado do cálculo de evapotranspiração potencial passaram por um amplo processo de consistência em parceria da ANA com a Universidade Federal do Paraná - UFPR. No Atlas, são apresentadas estimativas tanto com o clima observado nas séries históricas até 2019 quanto com o clima médio obtido a partir dessas séries.

Cada **cultura** necessita de uma quantidade de água e em cada fase de desenvolvimento da mesma cultura essa quantidade varia. Essa informação é agregada para se calcular a evapotranspiração real da cultura, ou seja, o suprimento hídrico necessário para seus processos fisiológicos naquele clima local. O clima e a cultura, em conjunto com informações sobre o **solo**, auxiliam na estimativa da disponibilidade de água no solo e da precipitação efetiva (água da chuva que a planta consegue efetivamente aproveitar). A irrigação visa complementar o que a planta necessita, ou seja, complementa o que é fornecido pelas demais fontes (solo e chuva).

Por fim, é necessário conhecer a eficiência do **sistema de irrigação** adotado para que se estime as perdas que ocorrem entre o volume de água captado e o volume de água utilizado pela planta. A eficiência do uso da água é abordada ao final desse capítulo.



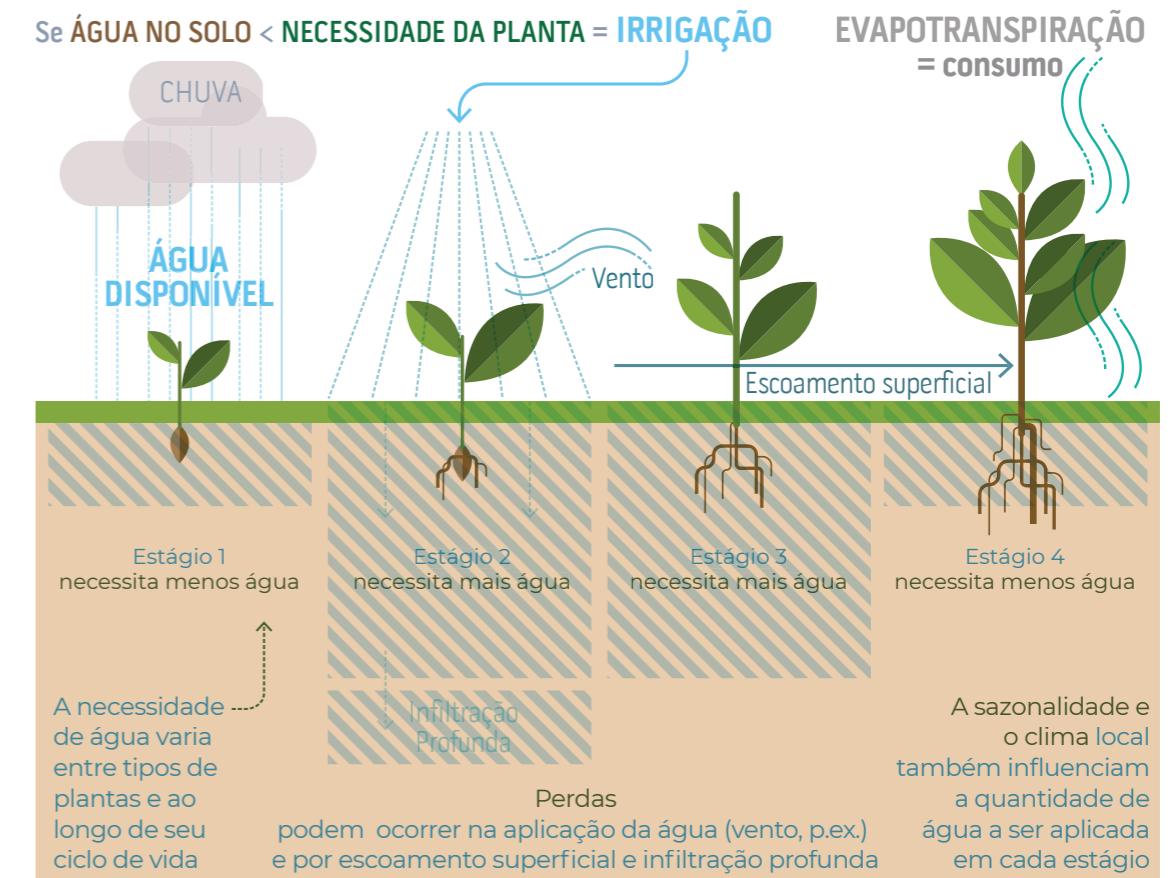
Demandas de captação de água no Brasil em 2019



O cálculo da demanda de água é complexo - envolve dezenas de variáveis, constantes e equações que resultam em uma necessidade de irrigação específica de cada cultura naquele local e período do ano, ou seja, no volume de água a ser aplicado para o pleno desenvolvimento das lavouras. Essas lâminas específicas são então multiplicadas pela **área irrigada** - daí a importância dessa variável na estimativa de uso da água.

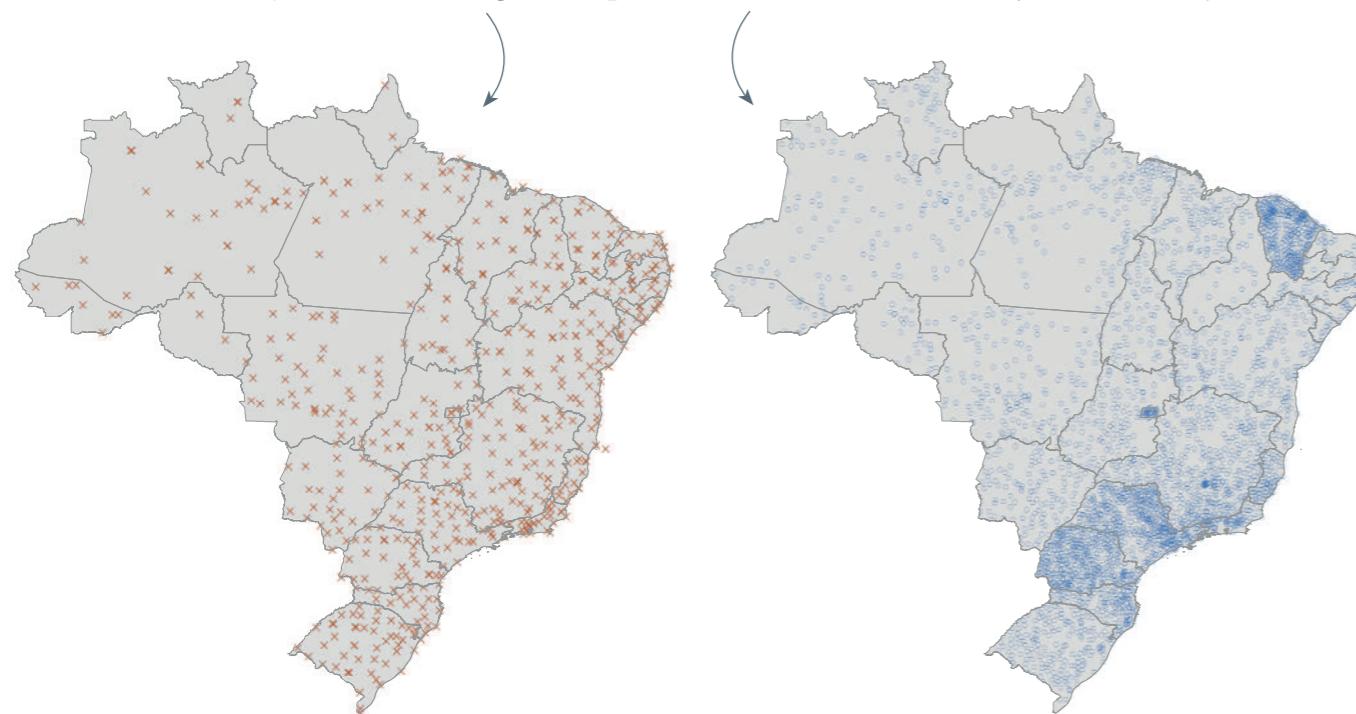
Maiores informações sobre a metodologia das estimativas podem ser encontradas no **Manual de Usos Consuntivos da Água** (ANA, 2019) e nos **Coeficientes Técnicos para a Agricultura Irrigada no Brasil** (ANA, 2020). Cabe destacar que, além do método geral para todas as culturas, a ANA adota adaptações metodológicas para a estimativa de demandas do arroz sob inundação e da cana-de-açúcar, por apresentarem dinâmicas distintas de uso e manejo da água.

Representação esquemática da necessidade hídrica na irrigação



Fonte: adaptado de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2017)

Estações meteorológicas e pluviométricas utilizadas (clima médio)



Uso da água no arroz inundado

Na rizicultura por inundação, a evaporação da lâmina d'água é um fator crítico a ser considerado no cálculo, bem como os diferentes tipos de manejo – agrupados nos sistemas convencional e pré-germinado. No primeiro caso, a semeadura é realizada em solo não inundado, e a inundação é iniciada alguns dias após a emergência das plantas. No sistema pré-germinado, a irrigação se inicia antes da semeadura, durante os procedimentos finais de preparo do solo. Após esta etapa, a altura da lâmina d'água é elevada até um determinado nível e mantida assim até a semeadura, que ocorre em solo inundado. Devido a estas peculiaridades, considera-se nos períodos de enchimento dos quadros e de pré-semeadura que a demanda de água é a de evaporação, uma vez que a cultura ainda não está estabelecida.

Considerando um ciclo médio de 122 dias, o sistema convencional exige entre 80 e 100 dias de irrigação até alcançar o momento de esvaziamento dos tabuleiros e preparação para a colheita. No pré-germinado, a irrigação inicia-se cerca de 25 dias antes da semeadura, totalizando da ordem de 100 a 125 dias de irrigação. Apesar da diferença no número de dias sob irrigação, o consumo de água é equivalente, pois no pré-germinado a necessidade de reposição de água por perdas de percolação é menor que no sistema convencional.

O suprimento de água necessário ao arroz sob inundação varia de 6 a 12 mil m³ por hectare (vazão de 0,7 a 1,75 litro por segundo por hectare) (SOSBAI, 2018). Nas estimativas realizadas pela ANA (2017), a média nacional é de 8,9 mil m³/ha. As condições de manejo, de solo, de declividade, de clima e os cultívares selecionados condicionam diferentes volumes de água aplicados pelos produtores. Um cultivar de ciclo mais longo em solo mais arenoso, com maior declividade, em anos mais secos demandará mais água, por exemplo.

Uso da água na cana-de-açúcar

Com relação à cana-de-açúcar, consideram-se três formas distintas de manejo da água captada em mananciais: irrigação plena, irrigação suplementar e irrigação por salvamento, sendo esta última a predominante.

A irrigação plena consiste na aplicação da lâmina de água para suprir o déficit hídrico total da cultura, conforme calculado para as demais culturas. Entretanto, no décimo mês do ciclo da cultura a irrigação deve ser suspensa para favorecer a maturação, significando um corte no uso da água. A irrigação suplementar consiste em suprir parcialmente a deficiência hídrica (cerca de 50%), além de também prever o corte da irrigação no décimo mês do ciclo. A irrigação por salvamento, que corresponde a mais de 80% da área irrigada de cana, consiste na aplicação de água em um período relativamente curto.

O salvamento é realizado com carretel enrolador (*hydro roll*) ou com pivô rebocável, sendo aplicadas lâminas da ordem de 20 a 80 mm/ano, em geral após cada corte anual da cana, favorecendo sua recuperação, produtividade e longevidade. Esse manejo varia entre usinas e safras – o valor médio obtido no levantamento do Atlas foi de 58 mm, distribuído majoritariamente em duas aplicações após o corte.

O salvamento é consorciado (misturado ou alternado) com a fertirrigação propriamente dita, que consiste no reuso agronômico de efluentes industriais dos processos de produção de açúcar e etanol. Por essa característica, não é possível distinguir com precisão os volumes especificamente captados e os de reuso aplicados nas áreas de salvamento. Em média, ocorre a proporção 1:1 ou 1:2.

Nas áreas identificadas como de fertirrigação, não são estimadas demandas hídricas. Trata-se de áreas presumivelmente com reuso apenas – sendo a demanda de captação já contabilizada no setor agroindustrial. A lâmina aplicada média é de 20 mm, mas com elevada dispersão – há usinas trabalhando com vinhaça concentrada da ordem de 2 a 4 mm até usinas que aplicam lâminas superiores similares às do salvamento.

A fertirrigação realizada com vinhaça e água resíduária decorre de decisões de manejo agrícola e industriais, de forma integrada e dependente. Esta modalidade de irrigação realizada amplamente pelo setor sucroenergético tem como finalidades principais o aproveitamento racional do potencial fertilizante dos efluentes da indústria e o atendimento aos normativos e às práticas setoriais de sustentabilidade. A fertirrigação é realizada seguindo critérios técnicos de nutrição canavieira e normas ambientais específicas que regulamentam a sua adoção. Essa prática normalmente se dá mediante a aplicação de pequenas lâminas para redução do estresse hídrico e melhoria das condições de crescimento e desenvolvimento da cana, notadamente após o corte, entretanto, esse efeito é sutil no vigor vegetativo da cana em imagens de satélite analisadas, em comparação com áreas vizinhas que não receberam aplicação.

O macrofluxo da água no processo agroindustrial de produção de açúcar e etanol no Brasil é apresentado no infográfico. Os valores de referência buscam retratar padrões encontrados na literatura e em consulta a especialistas, mas em unidades industriais específicas os números poderão desviar significativamente em função das tecnologias empregadas, boas práticas de uso e reuso, proporção de produção de etanol e açúcar, dentre outros fatores.

Frente às normas ambientais, 100% do lançamento tende a ser reutilizado agronomicamente com valores de referência entre 800 e 1.100 litros por tonela-

da de cana processada. A meta de captação de água (“água azul”) para valores da ordem de 1.000 litros/t cana no Centro-Sul vem sendo alcançada pelo setor – esses valores já foram da ordem de 15 a 20 mil litros/t cana há cerca de quatro décadas, decorrente dos circuitos de uso da água abertos. Adicionalmente, 700 litros/t cana entram no fluxo agroindustrial provenientes da própria cana.

Considerando a aplicação de água nos canaviais, o Brasil possui atualmente 2,9 milhões de ha (Mha) fertirrigados (79,5%) e 749 mil ha irrigados (20,5%), totalizando 3,66 Mha. O volume de água aplicado anualmente supera 2,1 bilhões de m³ (ou 2,1 trilhões de litros), sendo 27,7% destinado às áreas fertirrigadas (582,6 milhões de litros) e 72,3% destinados às áreas irrigadas. Os resultados reiteram a associação de baixos volumes por unidade de área na fertirrigação e no salvamento; e de maiores volumes na irrigação por déficit e plena.

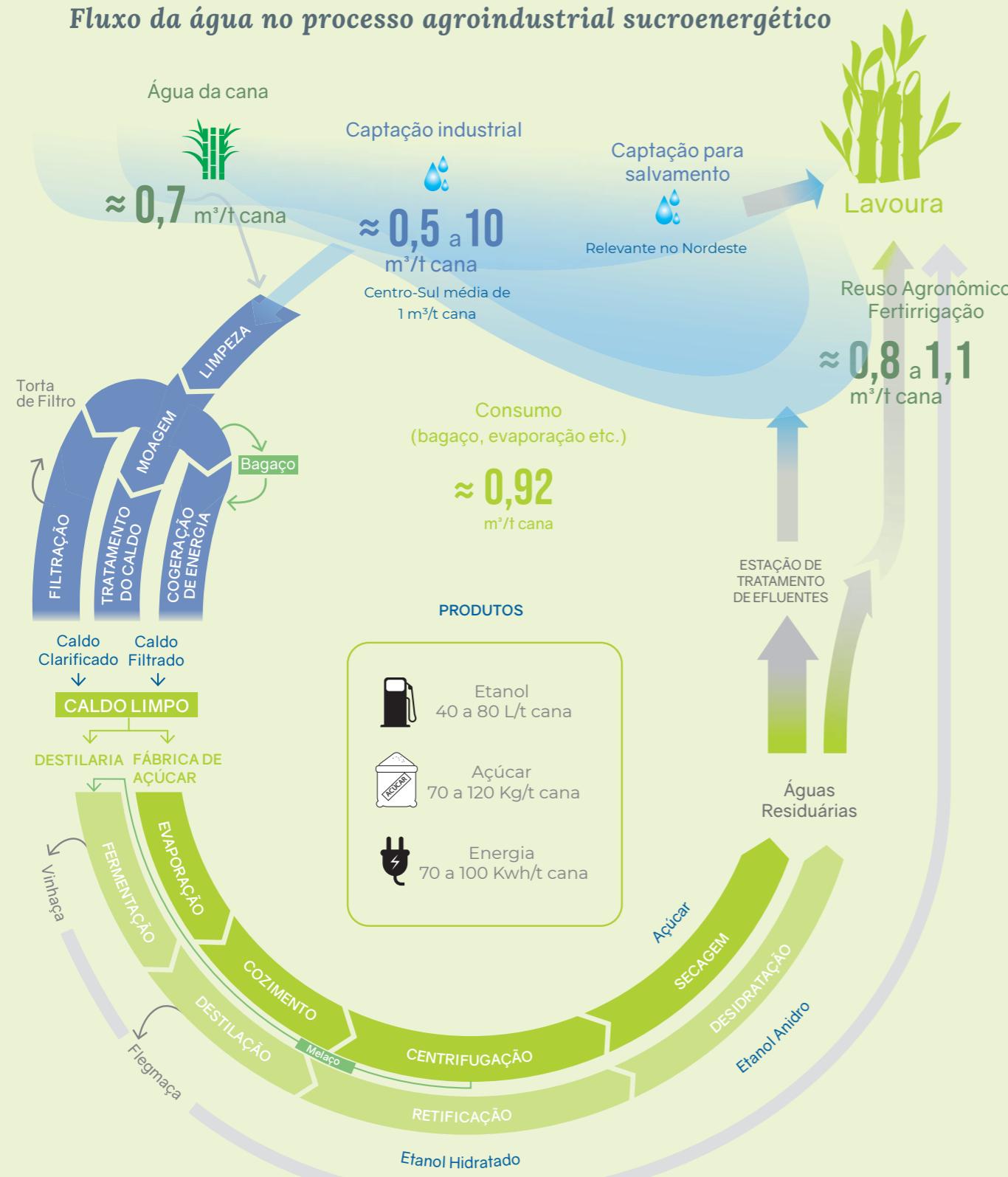
A importância do primeiro grupo reside na grande área de aplicação que chega a 3,48 Mha (95% do total) e à localização de grandes áreas no litoral norte, destino, em bacias hidrográficas costeiras de menor disponibilidade hídrica. Já o grupo de maior hidrointensidade (déficit e plena), embora ocupando apenas 5% da área, é responsável por 56,7% do volume de água que é demandado de um número restrito de mananciais.

Área de cana irrigada e fertirrigada e volume de água médio anual





Fluxo da água no processo agroindustrial sucroenergético



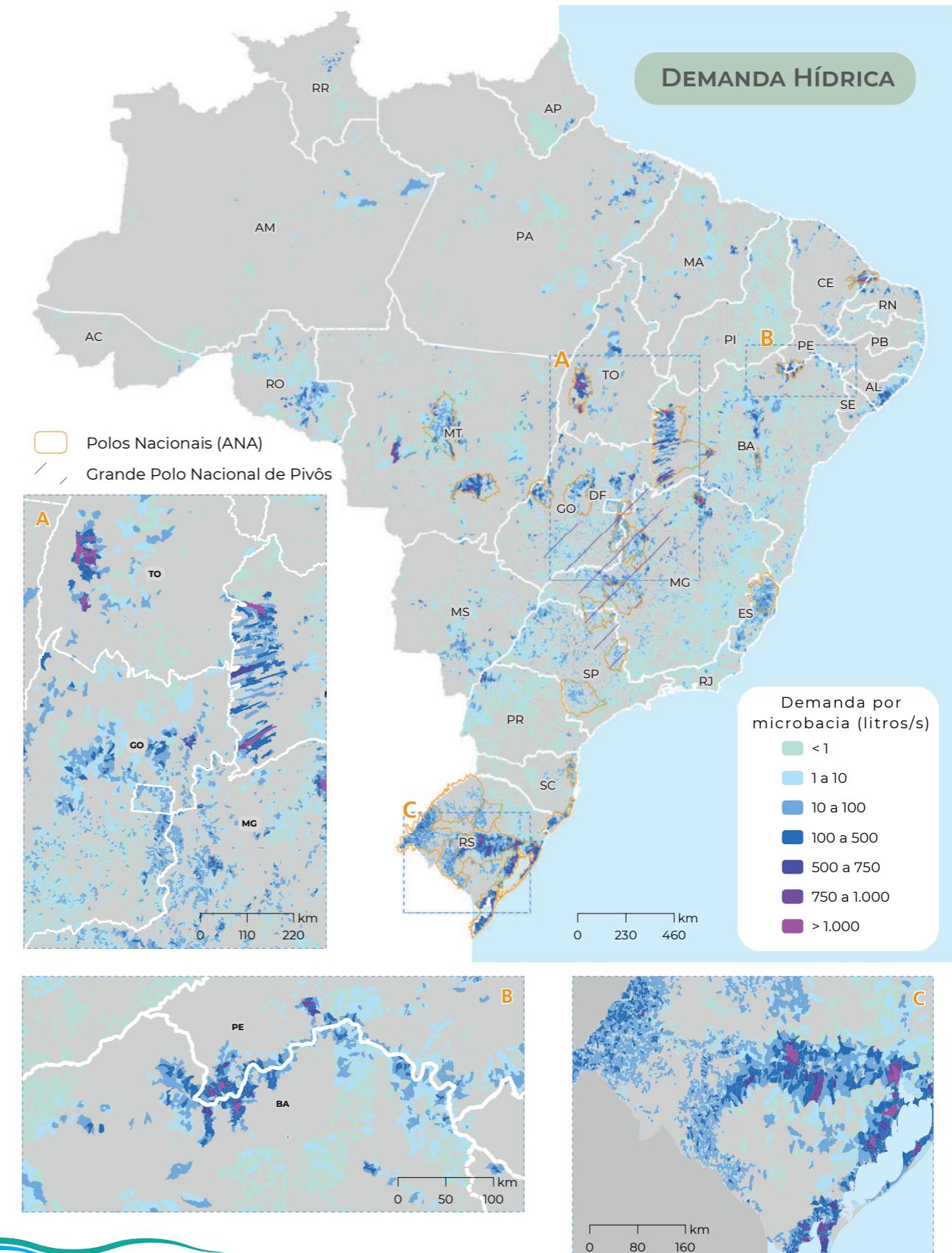
Fonte: Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil (ANA, 2020) e Indústria na Bacia do Rio Paranapanema: uso da água e boas práticas (ANA, 2020).

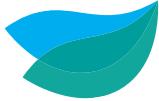
Nota: valores de referência podem desviar significamente em unidades sucroenergéticas específicas, em função das tecnologias empregadas, boas práticas de uso e reuso, proporção de produção de etanol e açúcar etc.

Demanda Hídrica

A demanda hídrica atualizada pelo Atlas, assumindo um cenário de clima médio em 2019, aponta um uso da água pela agricultura irrigada de $965 \text{ m}^3/\text{s}$ - $941 \text{ m}^3/\text{s}$ são captados em mananciais (água azul) e cerca de $24 \text{ m}^3/\text{s}$ representam o reuso agronômico de efluentes (água cinza) em áreas de cana-de-açúcar (fertirrigação e salvamento).

Dentre as tipologias adotadas no Atlas, o arroz demanda de mananciais $357 \text{ m}^3/\text{s}$ (ou 38% da demanda em 2019). Os demais sistemas e culturas (classe com elevada participação da fruticultura no Nordeste e da horticultura) demandam $276 \text{ m}^3/\text{s}$ (29%), seguido das culturas anuais cultivadas em pivôs centrais (167





m³/s ou 18%). O café (97 m³/s ou 10%) e a cana (44 m³/s ou 5%) completam as tipologias mais relevantes da demanda hídrica nacional.

Em termos de intensidade hídrica (demanda por hectare), o arroz, a cana irrigada por déficit ou plena, o café e as culturas localizadas no Semiárido demandam proporcionalmente mais água que as culturas sob pivôs. O manejo do arroz por inundação, embora concentrado em apenas 100 a 120 dias ao ano, é bastante hidrointensivo, enquanto nos demais casos trata-se de culturas (semi)perenes, que precisam de complementação hídrica durante todo o ano, e/ou de regiões de menor disponibilidade de água do ambiente.

No horizonte 2040 é prevista uma maior participação dos pivôs centrais e da irrigação localizada (concentrada na tipologia outras culturas e sistemas) nas demandas da agricultura irrigada. Esses métodos são mais eficientes no uso da água. Embora **todos os grupos devam apresentar crescimento em área e demanda**, esses setores devem continuar crescendo a taxas mais expressivas.

Assim, com o aumento da participação de sistemas mais eficientes, estima-se **crescimento da área irrigada de 76% até 2040**, enquanto **a demanda hídrica deverá crescer 66%**.

Dentre as tipologias, prevê-se para o arroz inundado tendência de recuperação de áreas perdidas nos últimos anos, o que levará a um aumento na demanda (+21%), mas com redução de sua participação de 38% para 27% em 2040.

A cana e o café também devem ampliar suas demandas hídricas (+67% e +89%, respectivamente). A cana deve manter em grande parte as características de menor uso unitário da água (salvamento e fertirrigação), enquanto o café deve continuar avançando na conversão de áreas de sequeiro em irrigadas nas próximas décadas.

As culturas anuais em pivôs centrais terão o maior crescimento (+133%) elevando sua participação na demanda hídrica de 18% para 25% em 2040. Os pivôs demandam lâminas médias anuais menores que as demais classes (exceto cana salvamento), devido ao caráter temporário (com entressafra e menos de 30% dos pivôs ativos no período mais seco) e por se

concentrarem em áreas de irrigação suplementar onde as chuvas contribuem com parte importante da necessidade das culturas.

A tipologia demais culturas e sistemas está concentrada em áreas de menores chuvas e maiores evapotranspirações, além de englobar muitas culturas perenes (banana, uva, manga, laranja etc.) - o que resulta em lâminas médias anuais proporcionalmente maiores. A demanda dessa tipologia deverá crescer 79% até 2040, aumentando sua participação na demanda hídrica total de 29% para 31%.

A geografia do uso da água revela mais claramente o aumento expressivo da demanda nas regiões com concentração de métodos mecanizados (em especial pivôs e irrigação localizada). A possibilidade de intensificação do uso é notável em polos produtores atuais – principalmente no oeste baiano e no noroeste mineiro (regiões de nascentes de afluentes do rio São Francisco); região central da Bahia (região de Mucugê-Ibicoara, em região de nascentes dos rios Paraguaçu e de Contas); leste goiano e triângulo mineiro (nascentes dos rios Grande e Paranaíba, formadores do rio Paraná); e sudeste paulista (nascentes do rio Paranapanema, importante afluente do Paraná). Polos ainda em desenvolvimento tendem a apresentar demandas ainda mais expressivas até 2040, em especial nas fronteiras agrícolas consolidadas de Mato Grosso e de Goiás e no noroeste do Rio Grande do Sul (bacias dos rios Uruguai e Jacuí).

Sazonalidade do Uso

As vazões médias anuais caracterizam o uso da agricultura irrigada para diversas aplicações e facilitam o comparativo com os demais usos da água. Por outro lado, há forte sazonalidade na atividade, variando com as características climáticas locais e com os **calendários e tipos de cultivo**. Diversas práticas de **manejo** também influenciam a sazonalidade do uso, tal como o vazio sanitário da soja - período em que o produtor não pode ter plantas vivas de forma a evitar a ferrugem asiática.

No caso do arroz inundado, o uso concentra-se no período da única safra anual (na maior parte dos polos produtores), e que ocorre entre setembro/outubro (plantio) e fevereiro/março (colheita) nos principais polos. O uso médio mensal da água mostra que

Uso da água (m³/s) para irrigação por tipologia e UF (clima médio)

UF	2019				2040			
	Arroz	Cana	Café	Demais culturas	Arroz	Cana	Café	Demais culturas
RO			8,2	2,1			14,4	3,7
AC				0,2				0,3
AM				0,5				0,9
RR	4,1			2,8		1,2		5,0
PA	0,7			7,8		2,1		13,8
AP				0,7				1,3
TO	20,8	0,7		3,0	34,7	1,0		8,2
MA	0,4	5,3		4,2	0,4	8,2		7,1
PI	1,7	2,1		6,4	0,8	3,3		11,1
CE	0,3			32,0				52,7
RN	0,3	0,6		10,0		0,6	0,9	16,3
PB		0,9		1,8			1,3	3,3
PE	0,2	1,3		34,8	0,0	1,8		55,0
AL	1,0	8,1		0,5		11,3		1,0
SE	2,3	1,3		3,9		1,8		5,8
BA	0,0	9,9	13,4	106,3	0,1	16,9	26,8	199,8
MG	0,3	12,7	34,0	92,5	0,2	25,0	72,4	189,8
ES		0,0	36,2	5,5		0,0	59,3	9,3
RJ			0,0	3,1			0,0	5,4
SP	1,4	0,0	1,4	40,6	0,6	0,1	2,4	80,4
PR	4,8	0,0	0,0	2,6	6,0	0,0	0,1	5,3
SC	31,2			0,7	35,9			1,3
RS	277,7			16,4	346,1			47,0
MS	3,0	0,2		4,5	1,0	0,3		11,6
MT	1,6	0,1	0,2	21,9	0,5	0,1	0,4	64,5
GO	5,1	5,9	2,8	34,4	0,9	10,4	5,6	76,1
DF			0,7	3,9			1,2	6,7
BRASIL	356,9	49,1	96,9	443,2	431,0	82,2	182,7	882,9

em apenas dois meses (novembro e março) ocorrem vazões similares à média anual, sendo o uso bastante superior à média entre dezembro e fevereiro, e bastante inferior entre abril e agosto.

O café demanda mais irrigação, em escala nacional, entre maio e outubro, quando as vazões médias mensais são superiores à média anual. Entre novembro e março, com mais chuvas nas principais áreas produtoras, a vazão para irrigação é inferior à média anual.

No caso das demais culturas, exceto arroz, café e cana, a média mensal de uso é altamente influen-

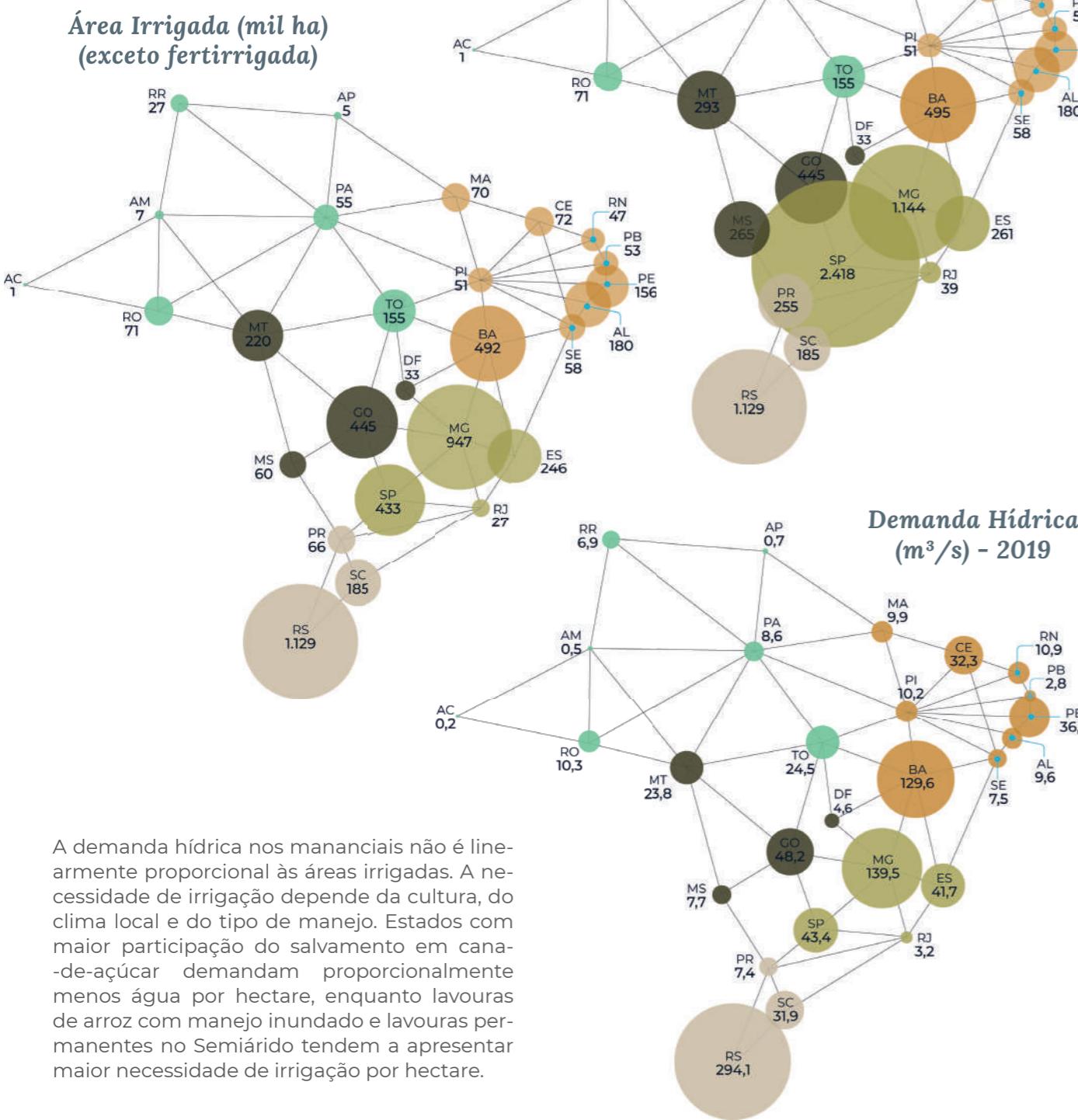
ciada pela produção no Cerrado e no Nordeste. A sazonalidade possui desvios mensais menos acentuados em relação à média. Observa-se também que em apenas dois meses do ano o uso se aproxima da média anual, sendo superior entre maio e setembro (período de maior déficit hídrico das principais regiões produtoras) e inferior entre novembro e março (período chuvoso, de menor déficit hídrico). A maior demanda converge com os períodos de menor chuva nessas regiões produtoras.

No mapa de demandas médias mensais por microbacia, nota-se de forma mais clara os aspectos relacionados à sazonalidade, em especial com a alta



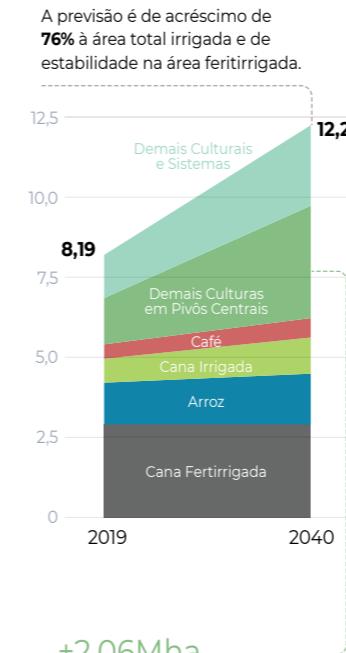
demandas nas regiões de arroz (RS, SC, TO) entre setembro e fevereiro; a demanda durante todo o ano na região Centro-Sul - sendo maior nos meses de maior déficit hídrico (maio a outubro); e as deman-

das de cana concentradas principalmente em meses onde ocorre o corte, quando se aplica, via de regra, a irrigação de salvamento.

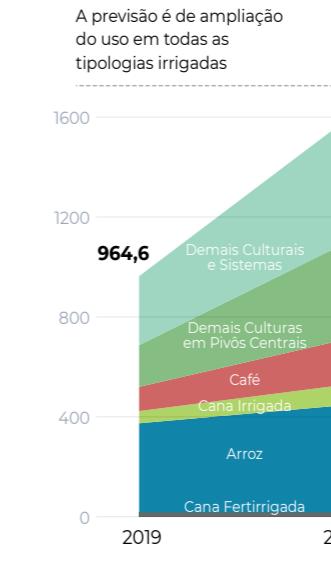


SÍNTESE DAS ÁREAS EQUIPADAS PARA IRRIGAÇÃO E DO USO DA ÁGUA - 2019 a 2040

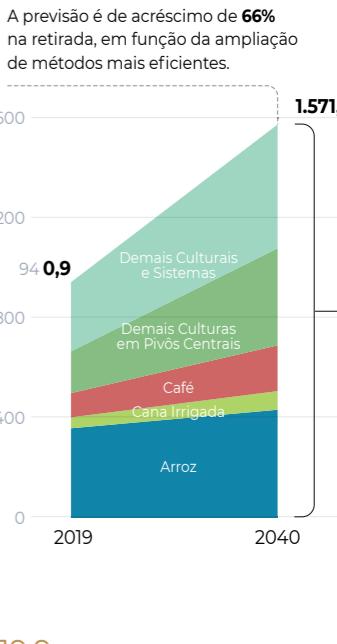
TOTAL DE ÁREA PLANTADA
Em milhões de hectares (Mha)



USO DA ÁGUA NA IRRIGAÇÃO
Em milhares de litros por segundo



CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA PARA IRRIGAÇÃO
Em milhares de litros por segundo



A previsão é de acréscimo de **76%** à área total irrigada e de estabilidade na área fertirrigada.

A previsão é de ampliação do uso em todas as tipologias irrigadas

A previsão é de acréscimo de **66%** na retirada, em função da ampliação de métodos mais eficientes.

+2,06Mha

os pivôs centrais liderarão a ampliação das áreas irrigadas, aumentando sua participação de **27% para 38%**

97,5%

da água usada na irrigação é captada em mananciais e **2,5%** tem origem no reuso agronômico

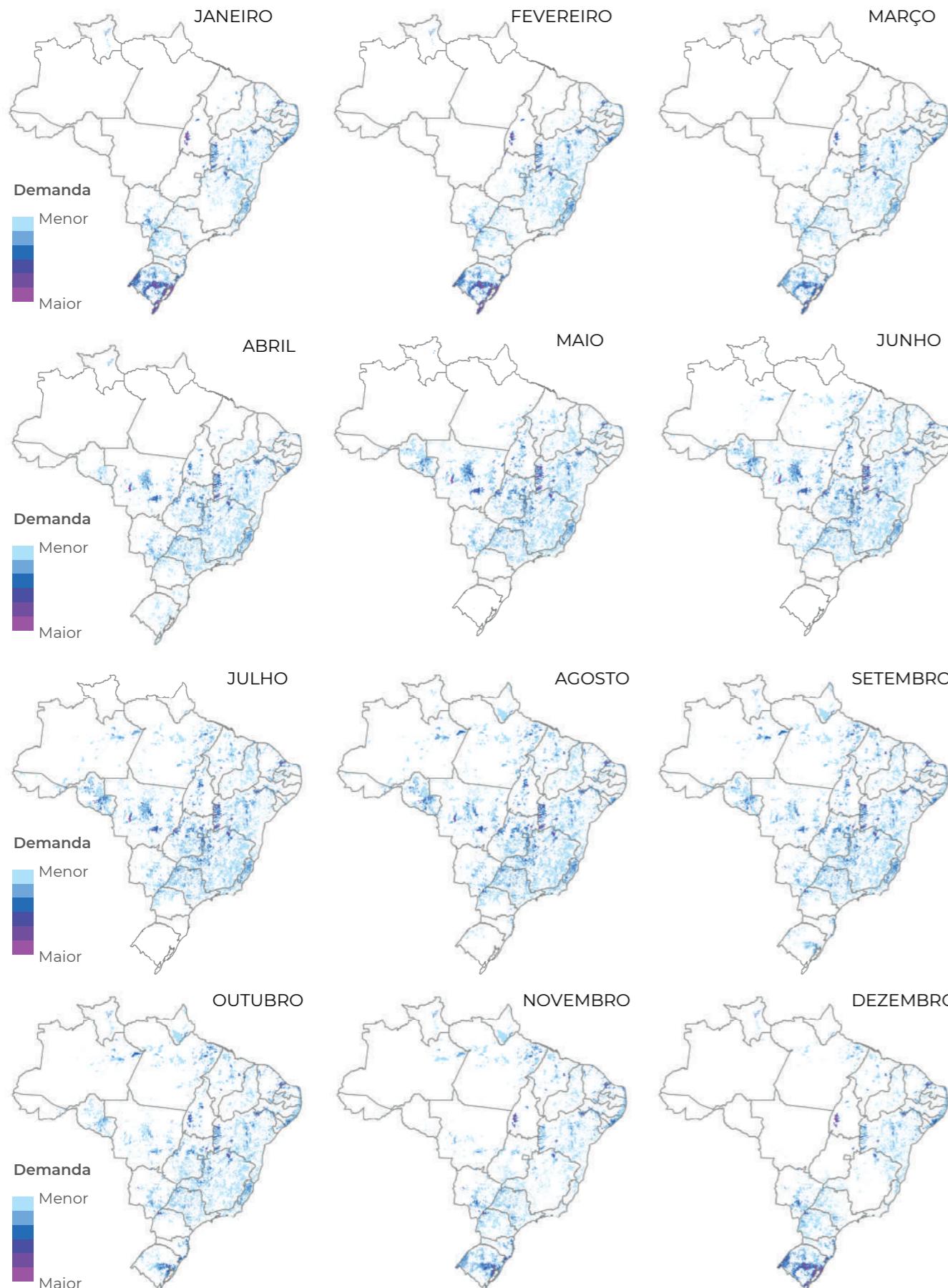
19,9

trilhões de litros ao ano a **mais** em relação à 2019 serão destinados às áreas irrigadas

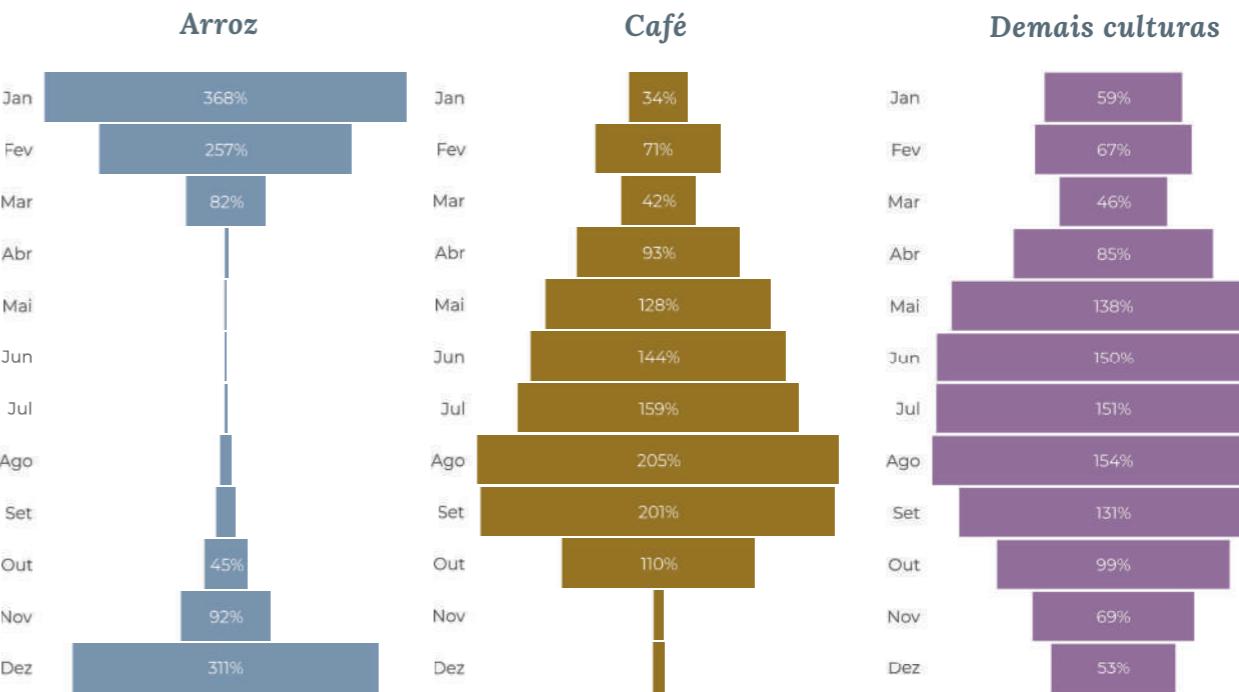




Sazonalidade do uso da água para irrigação



Uso mensal da água em relação à média anual (clima médio)



Demanda hídrica e Chuva

O balanço hídrico climático para a estimativa de demanda hídrica das culturas é bastante afetado pela precipitação, já que a irrigação ([água azul](#)) busca complementar a necessidade da cultura não suprida pela chuva armazenada no solo ([água verde](#)). A precipitação apresenta ainda forte variação no espaço e no tempo, incluindo altos desvios intra e interanuais em relação à média histórica, tornando sua estimativa desafiadora no território nacional.

A densidade de estações pluviométricas apresenta grande heterogeneidade, sendo que as regiões Norte e Centro-Oeste apresentam as menores coberturas. Quanto menor a densidade de estações e maior a variação de parâmetros físicos, como o relevo, maiores as incertezas relacionadas à interpolação da chuva entre estações. As estações apresentam ainda problemas de falhas, inconsistências, diferentes abrangências temporais e defasagem de tempo entre a coleta e a disponibilização das séries de dados.

Produtos de [sensoriamento remoto](#) provenientes de estações orbitais apresentam potencial de mitigar a falta de dados com frequência, resolução e abrangência temporal e acurácia adequada aos estudos.

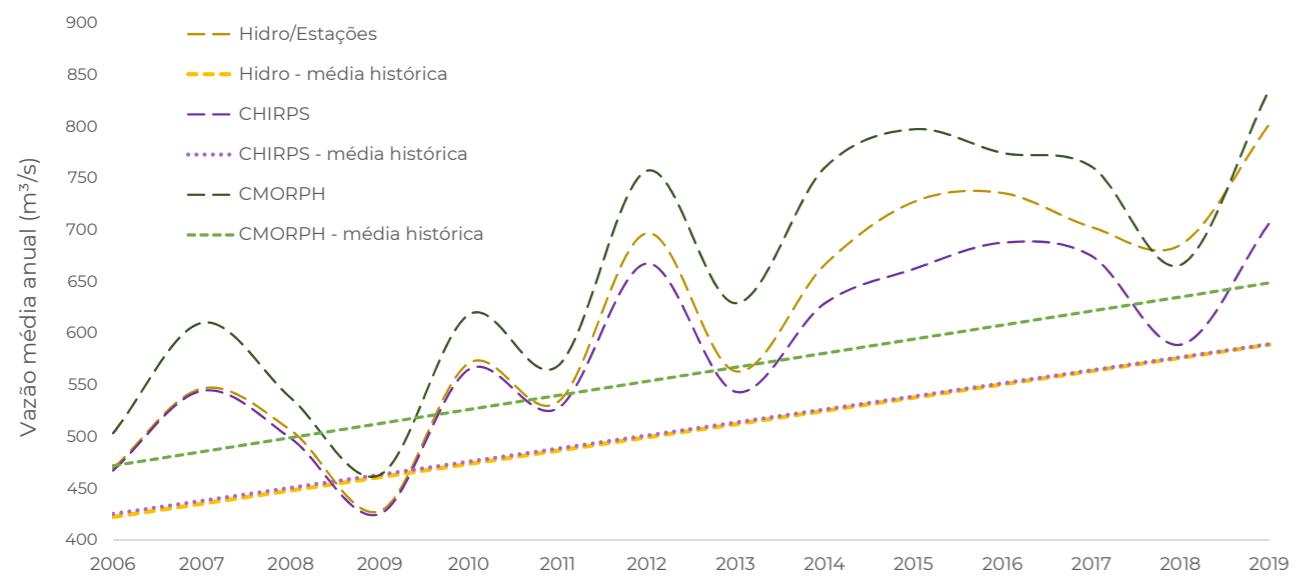
Esses produtos podem substituir ou serem complementares aos dados da [rede de monitoramento](#). Em uma avaliação conduzida pela ANA e pela UFPR sobre o desempenho de 10 produtos de sensoriamento remoto no Brasil (2000-2017), destacaram-se os produtos CHIRPS v0.2 (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Stations) (FUNK et al., 2015) e CMORPH - CDR (Center Morphing Method - Climate Data Record) (XIE et al.; 2017).

De forma a destacar a importância da chuva nas estimativas de demanda para irrigação, o Atlas procedeu à simulação da demanda hídrica (2006-2019) utilizando as três fontes de dados: a rede de monitoramento e suas interpolações, CHIRPS e CMORPH; e considerando os cenários [clima médio histórico](#) e [clima observado](#). Todos os demais parâmetros de cálculo são idênticos nas simulações.

O monitoramento local é sempre desejável e trará uma melhor estimativa para o produtor em sua propriedade, mas para grandes superfícies os satélites apresentam vantagens em relação à dados interpolados entre estações distantes, portanto, não há uma simulação que seja mais correta a priori.

Nota-se o forte impacto da variabilidade da chuva nas demandas da agricultura irrigada - o que se agrava com a redução da oferta nos mananciais. À exceção de 2009, as chuvas médias nas regiões produtoras foram inferiores às séries históricas, impulsionando a demanda hídrica, especialmente em 2007, 2010 e 2012. O período 2014-2019 tem sido especialmente desafiador pela **persistência de chuvas abaixo da média**, à exceção de 2018 que foi menos severo.

Demandânia hídrica da agricultura irrigada 2006-2019 (exceto arroz) com diferentes cenários de precipitação



Demandânia hídrica e Mudanças do Clima

A persistência de variabilidades climáticas desfavoráveis para a agricultura no Brasil pode ser um indicativo de **mudanças permanentes**? As mudanças climáticas passaram a ter nas últimas décadas grande visibilidade pública e passaram a ocupar um espaço considerável nas agendas ambientais, políticas e sociais em todo o mundo. Os sucessivos relatórios do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), formado em 1988, têm reafirmado o **aumento da temperatura global** devido às emissões antropogênicas de carbono e alertado para os riscos dessa mudança.

De acordo com o IPCC (2013), mudanças climáticas são as variações significativas no estado médio do clima ou em sua variabilidade, persistindo por um período extenso. Essas mudanças podem acontecer

Observa-se o relevante impacto de diferentes fontes de precipitação nas estimativas de um mesmo ano. Os dados interpolados da rede de monitoramento gerenciada pela ANA (proveniente do Hidro) e o CHIRPS apresentam chuva média e no período 2006-2014 similares, mas as estimativas se descolam nos anos recentes (2015-2019). O CMORPH apresenta as menores chuvas médias nas regiões irrigadas, resultando em maior demanda.

demandânia unitária e com a possibilidade de redução de água nos mananciais, pode haver uma expressiva **redução do potencial de expansão** de áreas irrigadas por restrições hídricas.

Para mitigar alguns desses impactos, a irrigação continua sendo uma estratégia eficiente e secular utilizada para se adaptar às condições adversas do clima, além de ainda ser um dos meios mais importantes usados para garantir a produção de alimentos no mundo. Com isso, a irrigação tanto pode ser prejudicada em algumas regiões, como é uma das principais medidas de adaptação às mudanças, o que é um desafio para o setor produtivo e a gestão dos recursos hídricos.

Com relação aos **eventos extremos** que afetam a agricultura, o plano nacional de adaptação às mudanças climáticas (MMA, 2016) apontou uma expectativa de aumento na frequência de ondas de calor em todo o Brasil, com temperaturas máximas diárias acima de 32°C que são responsáveis pela queda da produção agrícola, uma vez que interferem nas fases do ciclo fenológico das culturas e no desenvolvimento de órgãos vitais das plantas. Espera-se também que por volta de 2050 a produtividade da maior parte das culturas agrícolas sofrerá decréscimo acentuado devido ao excesso de calor. Com relação a veranicos, o plano apontou o aumento na frequência dos períodos de estiagem, acompanhado por calor, forte insolação e baixa umidade relativa em plena estação chuvosa ou em pleno inverno. O cultivo da soja pode se tornar cada vez mais difícil na região Sul e alguns estados do Nordeste podem perder significativamente sua área agricultável. Por fim, espera-se aumento da frequência de chuvas e tempestades fortes na região Sul, podendo causar problemas para a mecanização agrícola devido à inundação das áreas cultivadas. Plantações de cana-de-açúcar, trigo e arroz também podem sofrer perdas devido a ventos fortes, o que leva ao acamamento dessas culturas. A pulverização com defensivos contra pragas e doenças será dificultada devido a ventos fortes ou chuva intensa.

Para o **Atlas Irrigação**, foi elaborado um estudo sobre o impacto das mudanças climáticas na demandânia da agricultura irrigada em 2040. Ou seja, mantendo-se todas as demais variáveis (área, culturas, calendários etc.), o quanto a demandânia pode variar apenas

em função de alterações do clima em relação ao clima médio mensal atualmente observado nas séries históricas. Esse estudo continuará sendo detalhado no contexto do **Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040**, que se encontra em elaboração.

Nessa análise, foram utilizados **40 cenários de clima futuro**, resultantes da combinação de dois cenários de emissão de gases de efeito estufa (RCP4.5 e RCP8.5, correspondentes às forças radiativas de 4,5 e 8,5 W/m², respectivamente) e de 20 modelos climáticos publicados no projeto NASA Earth Exchange Global Daily Downscaled Projections – NEXGDDP. Esse projeto realizou um amplo downscaling estatístico de modelos climáticos globais (MCGs) utilizados na quinta fase do IPCC denominado de CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5), disponibilizando os resultados em uma grade única com resolução de 0,25° grau (cerca de 25 km x 25 km)¹. Os resultados do NEXGDDP passaram por correção adicional de viés por meio de dados observados de estações climáticas e foram expressos, no horizonte 2040 no Brasil, em termos de anomalia de precipitação e de anomalia de evapotranspiração potencial (ET0).

De modo geral, os resultados evidenciaram o consenso entre os cenários de que as temperaturas estão aumentando e por consequência, a demandânia evapotranspirométrica (evapotranspiração potencial) – a magnitude dessa variação oscila desde sutil a extrema entre os cenários. Já quanto à precipitação, os cenários apontam tanto redução como aumento, com diferentes magnitudes sazonais e médias anuais.

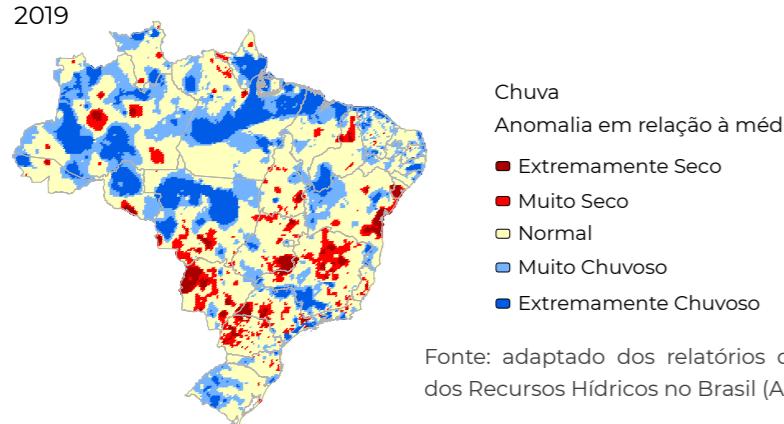
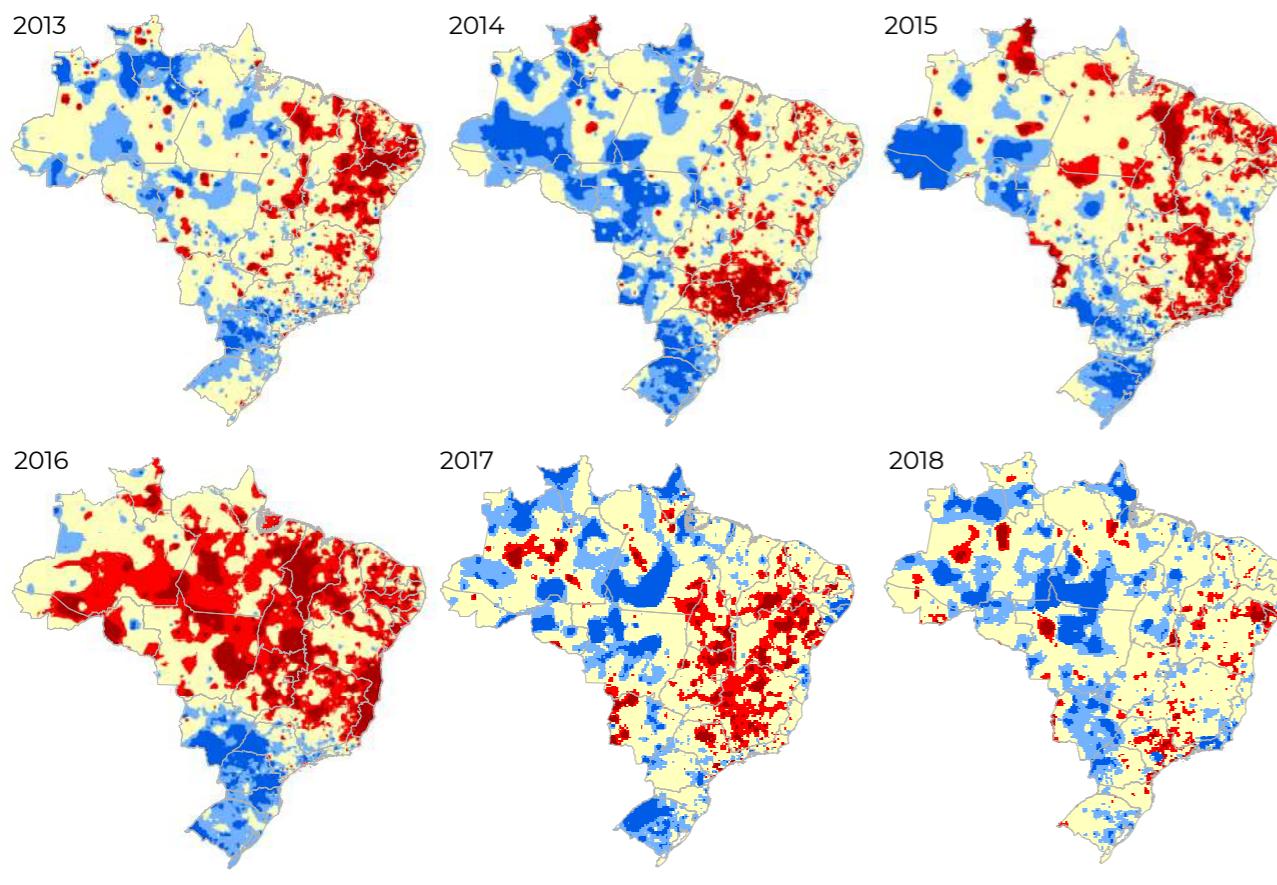
Três dos 40 cenários avaliados foram escolhidos como referenciais por – além de terem tido bom desempenho em representar o clima presente (sendo assim bons candidatos a representar o clima futuro) – representarem duas situações-limite e uma intermediária. O cenário composto pelo modelo BCC-CSM11 e pelo cenário de emissão RCP8.5 é propenso a maiores aumentos da demandânia de irrigação, já que resultou em menores chuvas e maiores evapotranspirações nas regiões com irrigação. O cenário inter-

¹ Maiores detalhes do projeto e de como efetuar o download dos dados podem ser obtidos em: <https://www.nccs.nasa.gov/services/data-collections/land-based-products/nex-gddp>



ATLAS IRRIGAÇÃO

Anomalias de precipitação em relação à média histórica - 2013-2019



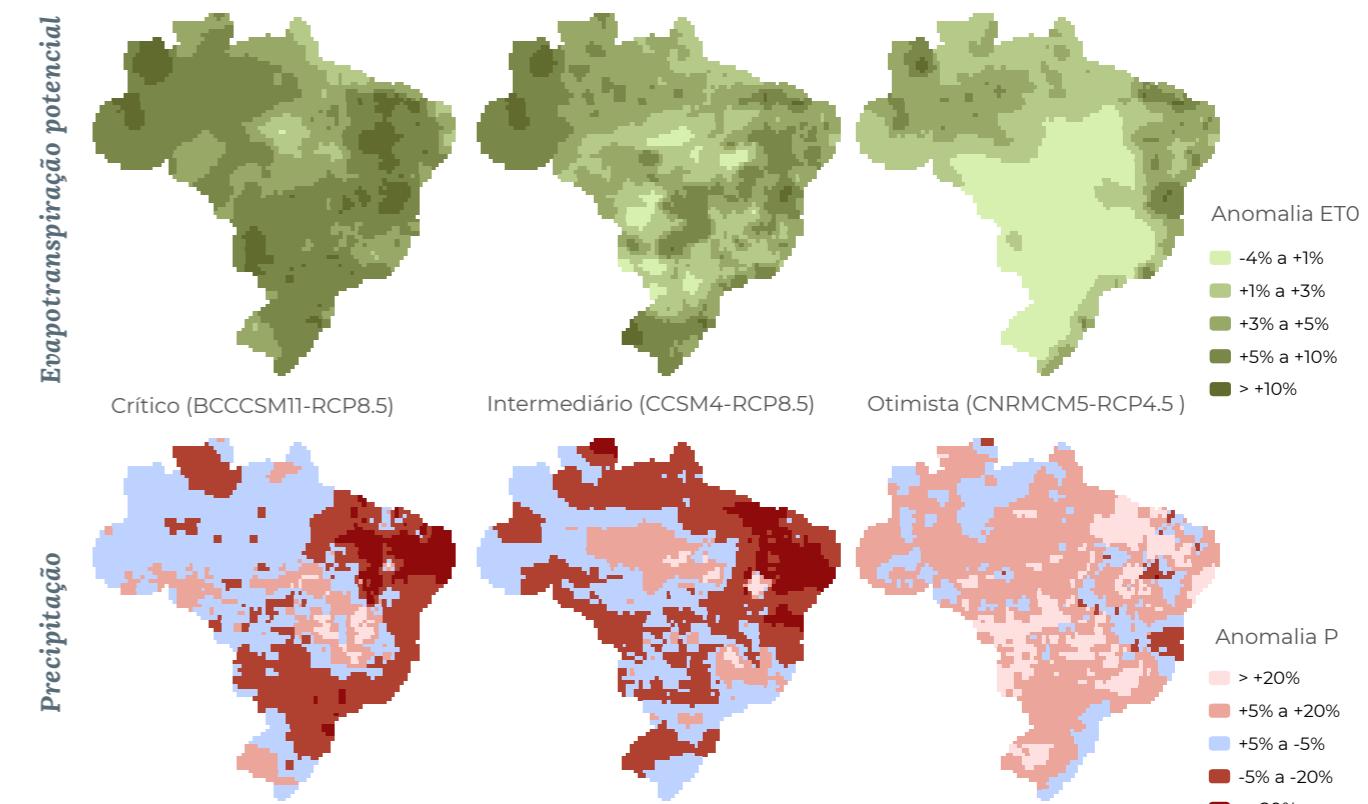
mediário CCSM4_RCP8.5 sinaliza menores chuvas que o cenário BCCCSM11-RCP8.5, no entanto, há uma mudança menos intensa na evapotranspiração. Já o cenário CNRMCM5-RCP4.5 seria aquele considerado otimista sob o ponto de vista da irrigação, pois estima chuvas mais favoráveis e aumentos sutis de evapotranspiração.

As anomalias de evapotranspiração potencial e precipitação nos cenários de referência apontam para **mudanças importantes na geografia do clima no Brasil em 2040**, com tendência de **impactos negativos**.

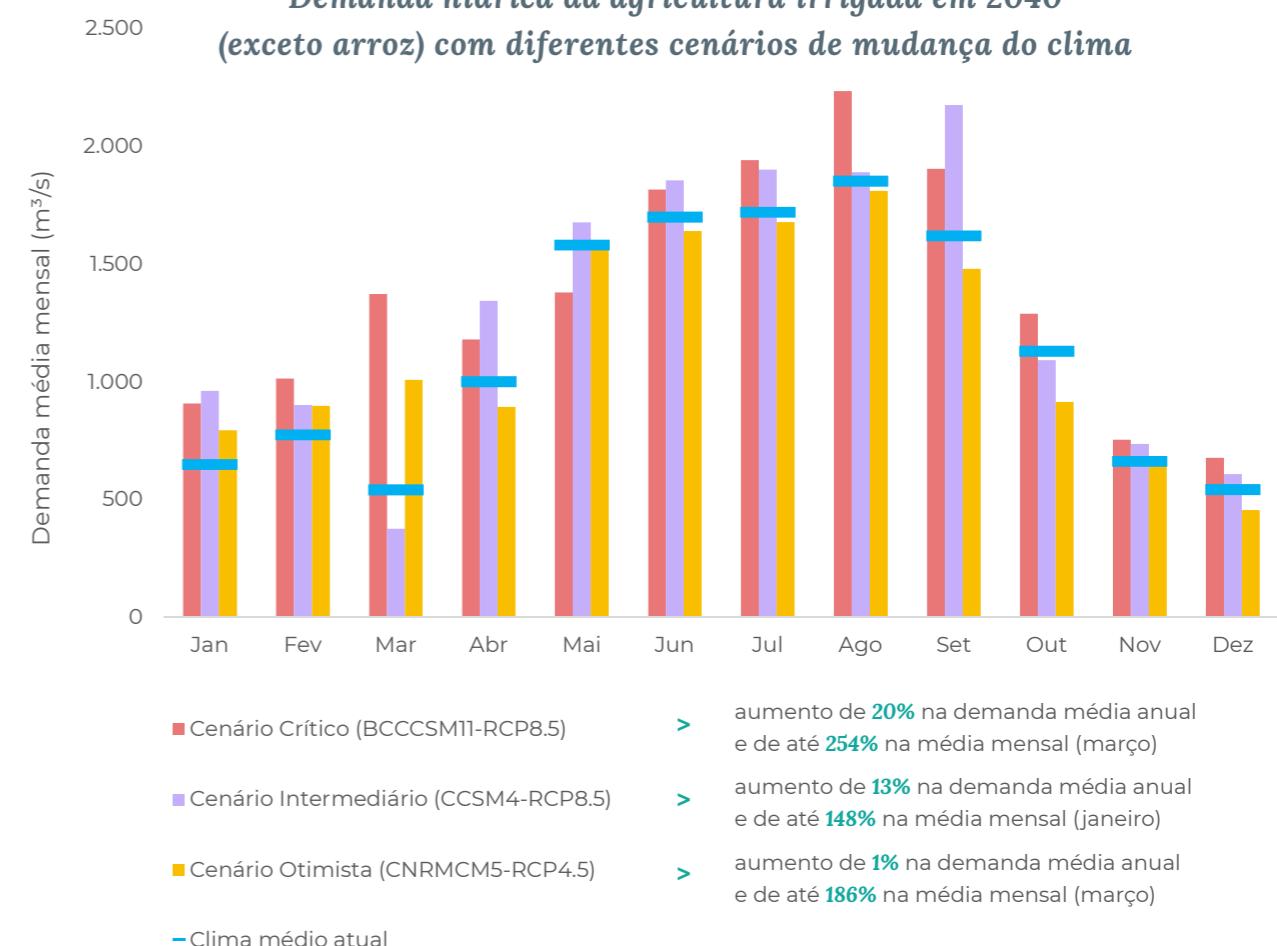
sobre a agricultura (irrigada e de sequeiro).

Em termos de magnitude de aumento da demanda hídrica média anual, os cenários apontam entre +1% no cenário otimista a +20% no cenário crítico, sendo o aumento de +13% no cenário intermediário. Além disso, a sazonalidade é afetada em diferentes magnitudes e proporções, com aumento máximo da demanda média mensal de 254% no cenário crítico e de 186% no cenário otimista (ambos os picos ocorrem em março). Já no cenário intermediário, a máxima variação mensal foi verificada em janeiro (+148%).

Anomalias de evapotranspiração potencial e precipitação nos cenários - 2040



Demanda hídrica da agricultura irrigada em 2040 (exceto arroz) com diferentes cenários de mudança do clima



Outorga, Cadastro e Alocação de Água

Para a captação de água em mananciais superficiais ou subterrâneos, a regularização (outorga e/ou cadastro) é obrigatória junto aos órgãos gestores de recursos hídricos dos Estados e do Distrito Federal ou, em corpos hídricos de domínio da União, da ANA. Podem ser dispensados de outorga os usos de baixa expressão considerados insignificantes (captações pequenas), mas o cadastro junto ao respectivo órgão gestor segue obrigatório.

Dentre os aspectos mais relevantes de aprimoramento das **outorgas e cadastros** para os irrigantes, pode-se destacar: automatização e digitalização do processo, sazonalidade da autorização, outorgas coletivas e preventivas, alocação e marcos regulatórios. Deve-se destacar ainda que a maior parte dos irrigantes capta água em mananciais gerenciados pelos Estados e o Distrito Federal (76% das interferências). Por outorgar em rios de maior porte, a ANA concentra 42% do volume das captações regularizadas, referente a 24% dos usuários. Cerca de 40% do número de interferências regularizadas pela ANA estão no Semiárido, em função dos principais corpos hídricos serem de domínio da União (rios e reservatórios da União em rios estaduais).

A outorga e o cadastro vêm sendo aprimorados conceitual e operacionalmente desde a promulgação da Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) e das políticas estaduais de recursos hídricos. Uma das iniciativas

de aprimoramento ocorre por meio do Programa de Consolidação do **Pacto Nacional pela Gestão das Águas - Progestão**, que disponibiliza um incentivo financeiro com pagamento por alcance de metas definidas entre a ANA e os Estados. Criado para fortalecer a gestão das águas em território nacional, de forma integrada, descentralizada e participativa, o Progestão também tem como objetivo promover o uso múltiplo e sustentável dos recursos hídricos. A outorga e o cadastro possuem metas recurrentes por seu papel central como instrumento das políticas de recursos hídricos (mais informações: <http://progestao.ana.gov.br>).

O **Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos** (CNARH) foi criado para conter os registros dos usuários de recursos hídricos (superficiais e subterrâneos) que captam água, lançam efluentes ou realizam demais interferências diretas em corpos hídricos (rio ou curso d'água, reservatório, açude, barragem, poço, nascente etc.). A ANA é a responsável por manter o CNARH e armazenar as informações dos usuários de domínio federal (da União) e estadual, além de disponibilizar ferramentas computacionais para a gestão dos dados por parte dos órgãos gestores. A inserção de informações no CNARH é de responsabilidade dos respectivos órgãos gestores, conforme Resolução ANA nº 1.935/2017. A ANA alimenta o CNARH com as interferências em corpos hídricos de domínio da União e os estados podem adotar o CNARH como seu sistema oficial de cadas-

tro de usuários (assim como a ANA) ou inserir essas informações no formato do sistema a partir de seus sistemas próprios de cadastro.

O abastecimento contínuo e recorrente do CNARH (<http://cnarh.ana.gov.br>), precedido de análises de consistência dos dados tabulares e espaciais, é essencial à segurança da outorga e dos irrigantes. Com o cadastro de usuários é possível conhecer a real demanda já comprometida pelos usuários instalados, evitando conflitos e eventualmente estimulando a proposição de ajustes na outorga do conjunto de usuários de uma bacia para permitir a entrada de novos usuários com segurança hídrica. Ou seja, a regularização dos usuários é insuficiente sem a consolidação dos registros em uma base comum de usuários que permita a visão em escala de bacia, as análises de balanços hídricos e a incorporação na tomada de decisão dos técnicos que analisam os pedidos.

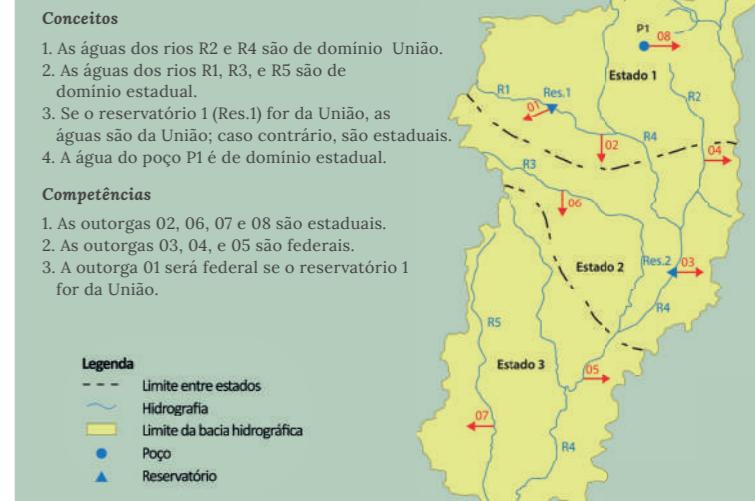
A emissão de outorgas pela ANA ocorre por meio do **Sistema Federal de Regulação de Uso** (REGLA) – o cadastro (CNARH) e a solicitação de regularização acontecem concomitantemente. Esse Sistema, lançado em 2017, tornou mais ágil o processo de solicitação, acompanhamento e análise dos pedidos, que passaram a ser realizados 100% online e, na maior parte das finalidades, sem a necessidade de envio de documentos em papel. A partir das informações apresentadas pelo usuário, o REGLA estima a quantidade de água que o empreendimento precisará – havendo aceitação desses valores e dependendo do nível de comprometimento do corpo hídrico e do porte/tipo do empreendimento, o REGLA faz o processamento eletrônico da solicitação de outorga e o resultado é publicado em poucas semanas. Não atendendo aos critérios ou não havendo concordância sobre a quantidade de água estimada, ou havendo discordância das informações geográficas apresentadas pelo sistema, o usuário será instado a fornecer informações mais detalhadas e a sua solicitação de outorga será submetida à análise detalhada (ou específica) pelos técnicos da Agência.

No caso da irrigação, o fluxo automático do REGLA é adotado quando a área irrigada é menor que 100 ha, o comprometimento coletivo do manancial (balanço hídrico) é menor do que 70% da vazão de referência e o sistema é mecanizado (ou seja, não inclui os mé-

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). A outorga corresponde a uma autorização para uso da água, seja para captação ou lançamento de efluentes, tendo como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Por meio da outorga, busca-se assegurar o uso racional dos recursos hídricos e a compatibilização dos usos múltiplos. Em algumas situações, tal como em captações de pequenos volumes em bacias com boa disponibilidade, o irrigante pode ser dispensado da outorga, mas precisa estar cadastrado junto à autoridade competente.

A outorga é concedida pelo órgão gestor de recursos hídricos em função da dominialidade das águas. Nas águas de domínio da União, como em rios que atravessam mais de um Estado ex.: rio São Francisco), a competência para a emissão é da ANA. Em rios de domínios dos Estados e do Distrito Federal, como em rios que nascem e desaguam no mesmo Estado, a autoridade é do respectivo órgão gestor estadual e distrital. As águas subterrâneas são de domínio estadual. A Figura representa uma bacia hidrográfica hipotética, com três Estados e diversos rios e pontos de captação, ajudando a compreender o domínio das águas e a respectiva competência para outorga.



Mais informações: www.snirh.gov.br >
Regulação e Fiscalização

Panorama dos usuários de irrigação em 2020 Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos - CNARH

CNARH	≈ 31	trilhões de litros/ano
	42% União (ANA)	58% Estados e DF
≈ 53	mil interferências	
	24% União (ANA)	76% Estados e DF
	Água subterrânea	Água superficial
	7% do volume	93%
	24% das interferências	76%
	Uso insignificante (cadastro)	Outorga e cadastro
	1% do volume	99%
	16% das interferências	84%



todos superficiais). Caso o usuário concorde com os cálculos de demanda, é dispensado da análise técnica manual, ou seja, a análise e emissão da outorga são automáticos.

O REGLA incorporou melhorias nos aspectos de digitalização (processo online), automatização (para interferências de menor impacto no comprometimento coletivo dos mananciais) e sazonalidade (valores são mensais).

A **alocação negociada** de água é outro importante instrumento de planejamento e de regulação, e que aprimora os processos de outorga e cadastro, principalmente em sistemas hídricos (reservatórios e trechos de rios) com situações de escassez de água e conflitos de uso. São termos de compromisso celebrados entre a autoridade outorgante e os usuários, com a participação do comitê da bacia, quando houver, visando a distribuição dos recursos hídricos da respectiva bacia hidrográfica. Costuma ser empregado para disciplinar os usos em sistemas hídricos assolados por estiagens intensas, com emergência ou forte potencial de conflito. O termo de alocação é pré-requisito para o estabelecimento de marco regulatório, que formaliza o processo por meio de resolução conjunta da ANA e do(s) Estado(s), aumentando a segurança jurídica das regras definidas para cada sistema hídrico específico.

Ao definir critérios e limites mais específicos para a outorga, estabelecer estados hidrológicos (normal, de atenção e crítico), definir as regras de alocação para cada estado hidrológico e exigir planos de contingência para o abastecimento público e outros usos, a alocação é também um poderoso instrumento de prevenção de conflitos e de organização da gestão pelos usuários em escala de bacia ou sistema hídrico. É um modelo a ser fortalecido não apenas nos moldes atuais, mas como inspiração para a autogestão das associações de irrigantes. Deve ser também adaptado para polos de irrigação privados em regiões úmidas onde predomina a pequena reservação de água, onde a alocação torna-se ainda desafiadora já que a oferta de água não fica concentrada em um grande reservatório ou trecho perenizado de uso comum, o que dificulta o monitoramento da água disponível e a própria negociação entre usuá-

rios. A alocação negociada pode se configurar como uma oportunidade de aprofundar a outorga sazonal, com mais autorizações no período de chuvas e menos autorizações de uso em períodos secos.

Nessa mesma abordagem (alocação e autogestão dos irrigantes), a **outorga coletiva e preventiva** pode ser repensada, buscando caminhos normativos que a viabilizem. Indiretamente, esse modelo já ocorre em grandes outorgas de projetos públicos, quando a outorga na infraestrutura comum é dada a um gestor (Codevasf, DNOCS etc.) que administra a distribuição, a cobrança e a garantia dos termos da outorga junto aos irrigantes que ocupam lotes familiares ou empresariais. A Associação dos Usuários do Perímetro de Irrigação do Arroio Duro (AUD) que administra o perímetro Arroio Duro/RS desde 1990, possui a outorga do poder outorgante e administra a captação junto aos mais de 400 produtores de arroz, a maioria com pequenas propriedades (<http://aud.org.br/>).

Outro exemplo é das outorgas preventivas emitidas pela ANA para o extinto Ministério da Pesca. Com base na capacidade de suporte dos reservatórios, a outorga preventiva permite ao órgão solicitante buscar os investimentos e as parcerias com o setor privado para o efetivo desenvolvimento da atividade.

No setor elétrico, as outorgas preventivas permitem a reserva do potencial hidráulico de um corpo hídrico, descontados os usos consuntivos atuais e os projetados para o futuro - são emitidas em nome da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL e convertidas em outorga para o empreendedor após o processo de concessão/autorização.

Os mecanismos de outorga preventiva, outorga coletiva e alocação negociada podem evoluir nos polos de produção irrigada e contribuir para a segurança hídrica setorial e dos usos múltiplos.

Eficiência no Uso e Qualidade da Água

A agricultura irrigada depende de **adequada disponibilidade** e de **boa qualidade** da água. Da mesma maneira em que pode afetar esses parâmetros, a irrigação também pode ser afetada pela ineficiência e poluição resultantes de outros usos da água.

Embora a prática possa causar impactos negativos de ordem econômica, social e ambiental, observa-se que a irrigação tende a se instalar em áreas anteriormente já ocupadas com pastagens ou agricultura de sequeiro. O **pacote tecnológico** que acompanha a irrigação, ou seja, os aperfeiçoamentos em insumos, serviços, máquinas e implementos, resultam em melhorias relativas na qualidade ambiental dessas regiões, como com a adoção de técnicas mais adequadas de manejo, plantio direto e melhor aproveitamento do solo (com menor exposição aos processos erosivos).

Por outro lado, aumentam as preocupações relacionadas aos recursos hídricos. Problemas de quantidade e qualidade da água tendem a ocorrer de forma interligada: o mesmo excesso de água aplicado em uma área irrigada, não sendo aproveitado pelas culturas, é o que pode retornar aos corpos d'água superficiais e subterrâneos com sais solúveis e defensivos agrícolas. Em uma outra perspectiva, o desperdício de outros setores usuários pode limitar a disponibilidade de água para a irrigação, assim como a água que chega ao meio rural poluída pode limitar ou inviabilizar a atividade.

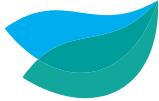
Assim, a eficiência do uso da água e a poluição hídrica são temas entrelaçados. Exigências e estímulos legais para o controle da eficiência e da poluição ocorrem nos processos de licenciamento ambiental e de outorga de uso de recursos hídricos dos empreendimentos, além da cobrança pelo uso. Por exemplo: projetos que incorporem equipamentos e métodos de irrigação mais eficientes têm prioridade no **licenciamento** (Resolução CONAMA nº 284/2001); e os órgãos gestores de recursos hídricos exigem eficiências mínimas de uso da água para concessão da outorga (ANA, 2013). A **outorga** procura ainda garantir que a quantidade de água requerida pelo irrigante seja compatível com a disponibilidade hídrica existente e com os demais usos atuais e futuros,

tanto em escala local quanto de bacia hidrográfica. Sabe-se, por outro lado, que há grande espaço para melhorias e maior avanço na implementação desses instrumentos, bem como no fomento e na conscientização dos produtores.

Na área de recursos hídricos, o termo **eficiência de uso da água** é empregado como sinônimo de eficiência de irrigação (ANA, 2013), exprimindo a relação entre o volume de água necessário para as plantas e o volume de água captado no corpo hídrico. A diferença pode ser considerada como perda, ou seja, a parcela de água retirada do corpo hídrico que não é aproveitada pelas plantas. As **perdas** podem ocorrer por vazamentos na distribuição e no armazenamento, evaporação, arraste ou deriva pelo vento, escorramento superficial e percolação profunda. As perdas não expressam necessariamente desperdício de água, pois nenhum equipamento garante 100% de eficiência e não é possível controlar com precisão todas as variáveis em condições de campo (exemplo do vento). Parte das perdas pode retornar diretamente aos corpos hídricos.

A eficiência de irrigação tem correlação com o método e o sistema de irrigação adotado, mas em condições de campo é também muito influenciada pelas práticas locais de operação e manutenção dos equipamentos e de manejo da água e do solo. A eficiência é também comumente afetada por erros nas etapas de planejamento e de implementação da irrigação na propriedade. Motobombas mal dimensionadas, equipamentos com baixa qualidade, má ancoragem de bombas e tubulações, entrada de sujeiras nas tubulações durante a montagem, falta de manutenção e instalação diferente do projeto concebido são algumas das falhas mais comuns nestas etapas (Testezlaf, 2017).

Não existe um método ou sistema de irrigação ideal a priori, devendo haver uma avaliação integrada de componentes socioeconômicos e ambientais – dos quais a eficiência é uma das variáveis. Para os sistemas de irrigação mais comuns – e em boas condições de instalação, manejo e operação – os valores de referência de eficiência do uso da água variam de 60% (inundação) a 95% (gotejamento).



Indicadores de eficiência de uso de água para sistemas de irrigação

Método	Sistema de irrigação	Eficiência de Referência (%)	Perdas (%)
Superfície	Sulcos abertos	65	35
	Sulcos fechados ou interligados em bacias	75	25
	Inundação	60	40
Subterrâneo	Gotejamento subterrâneo ou enterrado	95	5
	Subirrigação ou elevação do lençol freático	60	40
Aspersão	Convencional com linhas laterais ou em malha	80	20
	Mangueiras perfuradas	85	15
	Canhão autopropelido/Carretel enrolador	80	20
	Pivô central (fixo ou rebocável)	85	15
	Linear	90	10
Localizado	Gotejamento	95	5
	Microaspersão	90	10

Fonte: adaptado de ANA (2013)

Há elevado desconhecimento sobre as eficiências efetivamente praticadas no Brasil. Estudo mais abrangente conduzido na bacia do rio São Francisco avaliou a eficiência de aplicação da água em 55 projetos, sendo 33 com método localizado (gotejamento e microaspersão) e 22 em aspersão (convencional, canhão e pivô central). As eficiências médias foram, respectivamente, de 79,1% e 70,3% (ANA, 2003). O estudo destacou a baixa adequação das lâminas aplicadas em relação às requeridas pelas plantas, havendo lâminas superiores ou, na maioria dos casos, inferiores às requeridas.

A parcela das perdas (ou da ineficiência) da irrigação que não é evapotranspirada e retida no solo pode levar sais, sedimentos, matéria orgânica e poluentes aos corpos hídricos superficiais e subterrâneos, contribuindo para sua contaminação. Embora a agricultura possa poluir pontualmente (descarte direto de pesticidas em canais, por exemplo), geralmente a poluição ocorre de forma indireta, difusa e complexa.

A **salinização do solo** (aumento da concentração de sais) e a **diminuição da capacidade de infiltração** são subprodutos do manejo inadequado de equipamentos e de recursos ambientais. A fonte dos sais é da própria água utilizada pela irrigação ou por meio da

elevação do lençol freático. Diversas áreas irrigadas do mundo são afetadas por esse processo, ocasionando reduções expressivas de produtividade, abandono das áreas agrícolas e salinização dos próprios cursos d'água com impactos em outros usos da água e na biodiversidade. Embora no Brasil seja uma preocupação crescente, grande parte das áreas irrigadas está em regiões com boa lixiviação e drenagem do solo e utiliza água de boa qualidade, o que atenua o processo de salinização. No Nordeste, onde os solos não apresentam estas características, o processo já ocorre de forma mais avançada. As culturas possuem diferentes tolerâncias à concentração de sais.

Quanto ao carreamento de **defensivos agrícolas**, o quadro é preocupante quando se observa que a expansão e a modernização da agricultura brasileira têm sido acompanhadas por uma intensificação no uso de fertilizantes. Entre 2009 e 2014, a comercialização de fertilizantes no Brasil cresceu 20,3%, enquanto a área plantada total cresceu 11,8%.

A má qualidade da água que chega para a agricultura irrigada pode ocasionar limitações para o seu desenvolvimento. Um exemplo comum é no entorno de áreas urbanizadas. Embora se verifique avanços no saneamento básico nos últimos anos, apenas 61% da população urbana brasileira é atendida com co-

leta de esgoto e 43% com tratamento (ANA, 2017). As plantas possuem sensibilidades diferentes aos contaminantes presentes no solo e na água. Dependendo das concentrações, pode haver queda relativa do rendimento ou a inviabilização total ou parcial da atividade.

A **deterioração dos equipamentos** de irrigação e da infraestrutura associada (canais e reservatórios) é outro problema comum da má qualidade da água, ocasionando corrosão, incrustação, entupimento de aspersores etc. Além dos impactos econômicos, essa deterioração tende a diminuir a eficiência de irrigação, o que pode ocasionar mais poluição dos recursos hídricos.

Reuso de Efluentes da Indústria e do Saneamento

A agricultura irrigada pode ser uma importante aliada para diminuição ou mitigação da poluição hídrica da indústria e das cidades.

O setor sucroenergético realiza o maior reuso agroindustrial do Brasil com a fertirrigação da cana-de-açúcar a partir dos efluentes gerados no processamento da cana. O lançamento desses efluentes nos rios era um dos principais problemas ambientais do País, tendo sido equacionado por adequações nas normas ambientais e pelo compromisso de sustentabilidade do setor. Atualmente, todas as usinas do país dispõem de equipamentos de irrigação (carretéis enroladores, principalmente) destinando, anualmente, cerca de 600 milhões de litros de efluentes para os canaviais. Com isso, esse volume deixa de ser lançado em corpos hídricos, sendo reutilizado como insumo no próprio canavial.

Para que a **fertirrigação** expresse todo o seu potencial e não seja apenas realizada como descarte de efluente no solo, deve seguir critérios técnicos de nutrição canavieira e normas ambientais específicas. Programas, regulamentos e estudos específicos devem ser fortalecidos pelas instituições responsáveis no sentido de aprimorar e ampliar o potencial da fertirrigação na minimização de problemas ambientais e no aumento da produtividade, qualidade e longevidade dos canaviais.

A cana e outras culturas industriais são os principais focos para reuso de efluentes de outros setores, em especial de outras agroindústrias e das cidades. O **novo papel da ANA na regulação do saneamento**, trazido pela Lei Federal nº 14.026/2020, deve trazer sinergias, em especial na discussão do uso do efluente sanitário tratado na agricultura. Espera-se que essa prática diminua problemas de qualidade de água nos corpos receptores, especialmente em regiões de cabeceira, atenuar a demanda dos mananciais e fortalecer o agronegócio.

Estudo de 2017 do atual MDR (2017) – Elaboração de Proposta do Plano de Ações para Instituir uma Política de Reuso de Efluente Sanitário Tratado no Brasil – estimou um potencial de reuso no curto-médio prazo no Brasil de aproximadamente 410 bilhões de litros ao ano (equivalente a 13 m³/s - à época da estimativa o reuso atual foi estimado em 1,6 m³/s), com mais da metade desse potencial concentrado na região Sudeste. O potencial considera que o tratamento secundário seria o nível de tratamento mínimo desejável para reuso.

Adicionalmente, o estudo apresentou experiências internacionais e boas práticas encontradas em projetos de reuso globais e as dificuldades enfrentadas no Brasil na implantação de projetos de reuso.

As ações identificadas nestes projetos relacionadas às boas práticas de reuso para as diferentes modalidades, e lições aprendidas quanto ao nível de tratamento exigido por modalidade de reuso da água e as tecnologias de tratamento de esgoto sanitário utilizadas, bem como a formação de parcerias poderão fomentar a construção de uma agenda positiva para o desenvolvimento de uma política de reuso realista e sustentável.



POLOS DE AGRICULTURA IRRIGADA

6 POLOS DE AGRICULTURA IRRIGADA

Plantações em Ribeirão Preto /SP
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA



Em um país de dimensões continentais e de grande geodiversidade, a gestão de recursos hídricos é um grande desafio. Neste sentido, é importante avançar na implementação das políticas e seus instrumentos de forma ampla, mas também definir **áreas especiais** onde a gestão possa ser realizada de forma diferenciada em prol da segurança hídrica, de acordo com as condições específicas destas áreas e com a escala de atuação das instituições. Para que a gestão seja diferenciada, a base técnica de informações e de monitoramento dessas áreas também deve ser diferenciada.

A maior parte das bacias hidrográficas com indicadores de criticidade quantitativa tem como maior uso consuntivo a agricultura irrigada. Os conflitos ou usos competitivos podem ocorrer de forma intrassetorial (entre os irrigantes) ou com outros setores tais como o abastecimento urbano e a geração de energia. A criticidade ocorre devido às altas demandas da irrigação, mas também em regiões com demandas moderadas, mas com baixa disponibilidade hídrica, a exemplo do Semiárido. Com a perspectiva de aumento do uso da água na irrigação em até 66% no horizonte 2040, é necessário um esforço crescente de planejamento e gestão.

A agricultura irrigada é o mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos no Brasil e no mundo e importante vetor de desenvolvimento regional. Se por um lado o crescimento da irrigação significa maior uso de água, por outro os investimentos nesse setor resultam também em aumento substancial da produtividade e do valor da produção, diminuindo a pressão pela incorporação de novas áreas para cultivo e contribuindo para a segurança alimentar da população e a segurança produtiva do setor agroindustrial. O importante, portanto, é que a **expansão ocorra com segurança hídrica** para o próprio setor e para os demais usos da água.

Os dados consolidados no **Atlas Irrigação 2017** permitiram uma primeira identificação de áreas especiais de gestão dos recursos hídricos para a agricultura irrigada em escala nacional. Posteriormente, e em consonância com a política setorial de irrigação, essas áreas foram denominadas polos nacionais de agricultura irrigada. A identificação e classificação dos polos foi aprimorada no estudo **Polos Nacionais de Agricultura Irrigada: mapeamento de áreas irrigadas com imagens de satélite** (ANA, 2020) – a publicação detalhou informações em seis polos nacionais utilizando metodologias inovadoras de análise de imagens de sensoriamento remoto, apoiadas por saídas de campo. As metodologias foram posteriormente aplicadas a outras áreas como parte da elaboração do Atlas 2020.

Nessa edição do Atlas – e com base na área irrigada total, na concentração/densidade de ocupação, no potencial de crescimento e no crescimento observado a curto e médio prazos – são identificados **28 Polos Nacionais**, ou seja, áreas especiais de gestão dos recursos hídricos para a agricultura irrigada em escala nacional. Esses polos **concentram 50% da área irrigada e 60% da demanda hídrica atual**. A classificação dos polos nacionais é dinâmica e pode ser ajustada de acordo com objetivos específicos de análise ou com as



políticas públicas específicas a serem desenvolvidas. Polos regionais, estaduais e locais também podem ser identificados com base nas informações do Atlas, e podem ser detalhados em trabalhos específicos nesses recortes territoriais. A delimitação dos polos considera a **divisão hidrográfica**, levando em conta que a gestão dos recursos hídricos adota a bacia hidrográfica como unidade territorial.

Dentre os 28 Polos Nacionais de Agricultura Irrigada identificados na presente edição, 09 possuem como tipologia predominante o arroz por inundação e em 15 predominam os pivôs centrais. As tipologias não indicam exclusividade do método ou da(s) cultura(s) irrigada(s), mas o padrão predominante.

O **arroz inundado** é a tipologia mais presente em tradicionais áreas produtoras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, além do sudoeste do Tocantins nas bacias dos rios Javaés e Formoso, totalizando nove polos - muitos deles limítrofes, mas em bacias hidrográficas diferentes. Nesses polos consolidados há menor perspectiva de expansão da irrigação e parte de seu potencial estimado pode estar relacionado, na verdade, à própria rotação de uso da terra onde áreas vizinhas rotacionam o cultivo do arroz.

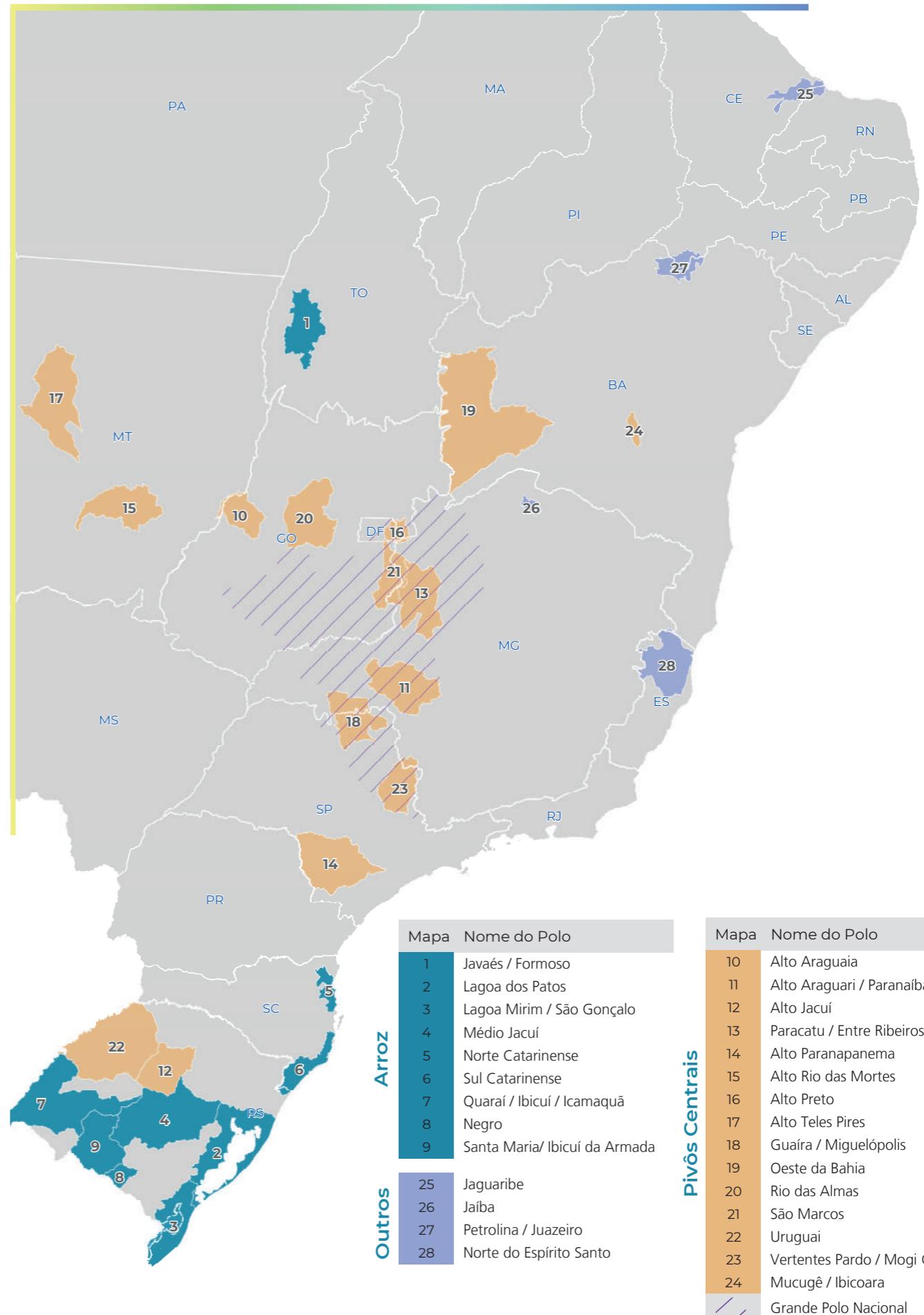
Os 15 polos nacionais de **pivôs centrais** dedicam-se

predominantemente à produção de grãos (soja, milho, feijão, algodão etc.), sendo a maior parte deles no Cerrado, mas também em regiões de transição entre o Cerrado e a Amazônia (Alto Teles Pires) e entre a Mata Atlântica e o Pampa (Uruguai e Alto Jacuí), além de Mucugê-Ibicoara na Caatinga. Os polos estão distribuídos em sete unidades da federação (BA, DF, GO, MT, MG, SP e RS). No polo Paracatu/Entre Ribeiros (MG) a irrigação de cana-de-açúcar por pivôs e outros métodos de aspersão também é relevante; e no polo Mucugê-Ibicoara o perfil de culturas é diferente dos demais, predominando a batata e o café.

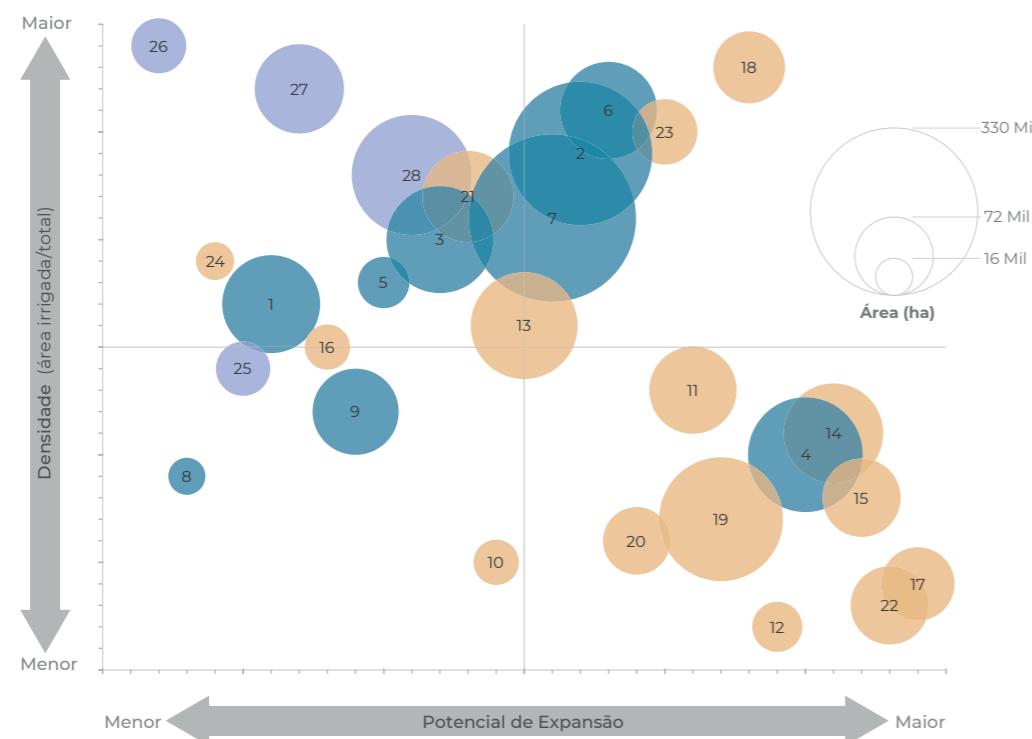
O crescimento recente e o elevado potencial de expansão permitem também delimitar um Grande Polo Nacional de irrigação por pivôs, formados por seis polos nacionais na região central do Brasil e outras áreas próximas de expansão, nas regiões hidrográficas dos rios Paraná e São Francisco. Nessa grande mancha a expansão é acelerada e novos polos estão em formação.

Nos demais quatro polos nacionais, três estão localizados no Semiárido: predomina a fruticultura e a cana-de-açúcar em Petrolina/Juazeiro (PE/BA) e em Jaíba (MG); e a fruticultura no Jaguaribe e bacias costeiras vizinhas (CE/RN). No Norte do Espírito

POLOS NACIONAIS DE AGRICULTURA IRRIGADA



Polos Nacionais de Agricultura Irrigada - Densidade e Potencial



Santo, predomina o café e há também expansão de pivôs centrais. Os métodos de irrigação são também diversificados nesses polos, sendo mais expressiva a irrigação localizada (microaspersão e gotejamento).

Polos Nacionais - Arroz Irrigado

O calendário de plantio/colheita do arroz é similar nos polos, com a safra durando entre agosto e maio. O arroz tem um ciclo médio de 110 a 125 dias, o que exige no sistema convencional entre 80 e 100 dias de irrigação até alcançar o momento de esvaziamento dos tabuleiros e preparação para a colheita. No pré-germinado, a irrigação inicia-se cerca de 25 dias antes da semeadura, totalizando da ordem de 100 a 125 dias de irrigação.

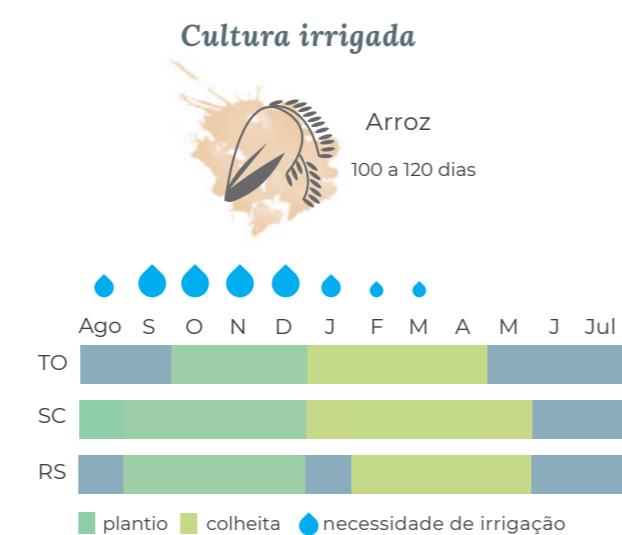
Dos nove polos, seis estão localizados no Rio Grande do Sul - quatro em região de fronteira. Dois polos estão localizados em Santa Catarina, sendo que o Sul Catarinense possui uma pequena área no Rio Grande do Sul. No Tocantins, destaca-se o polo Javaés-Formoso.

No manejo da água, observa-se o domínio do pré-germinado em Santa Catarina e do convencional em Tocantins. No Rio Grande do Sul, de acordo com o IRGA, 9% da área irrigada foi destinada ao pré-germinado e 91% ao convencional na safra 2019/2020.

Parte importante do potencial estimado nos polos de arroz (total e efetivo) pode já estar em uso para

A seguir, são detalhadas as principais características dos polos nacionais com os indicadores elaborados no Atlas. Informações adicionais podem ser consultadas em <http://atlasirrigacao.ana.gov.br>.

a rotação com o próprio arroz, podendo não apresentar viabilidade de implantação, além de outras limitações econômicas e ambientais que afetam o potencial. O polo de maior potencial de expansão é o do Médio Jacuí (RS) cujo potencial também pode ser diminuído pelo consumo de água a montante – a região do Alto Jacuí é polo de pivôs e é um daqueles de maior crescimento recente e potencial de expansão.



Arroz irrigado em imagens de satélite

Imagem A - Arroz irrigado por inundação da fase de plantio.

Divisa entre os municípios de Araranguá e Maracajá/SC - Polo de Irrigação Mampituba. Imagem Sentinel 2 RGB 11/8A/4

Imagem B - Arroz irrigado por inundação da fase de pousio.

Divisa entre os municípios de Araranguá e Maracajá/SC - Polo de Irrigação Mampituba. Imagem Sentinel 2 RGB 11/8A/4

Imagem C - Formoso do Araguaia/TO - Polo de Irrigação Javaés-Formoso. Imagem Planetscope RGB 3/2/1 de 06/2020.





Polos Nacionais - Arroz Irrigado

Legenda

- Demanda hídrica atual
- Área irrigada atual
- Potencial físico-hídrico total
- Potencial efetivo

LAGOA DOS PATOS



11% do território é irrigado

2,2 trilhões de litros/ano

243 mil ha

148 mil ha

98 mil ha

Manejo 77% convencional e 23% pré-germinado

Principais municípios irrigantes: Mostardas, Camaquã, Viamão,

Tapes, Arambaré, Palmares do Sul, Santo Antônio da Patrulha,

Eldorado do Sul, Capivari do Sul, Barra do Ribeiro, Pelotas



10% do território é irrigado

2,9 trilhões de litros/ano

331 mil ha

146 mil ha

107 mil ha

Manejo 98% convencional e 2% pré-germinado
 Principais municípios irrigantes: Uruguaiana, Itaqui, Alegrete, São Borja, Maçambará, Barra do Quaraí, Quaraí, São Vicente do Sul, Rosário do Sul e Cacequi

1,3 trilhão de litros/ano

135 mil ha

97 mil ha

65 mil ha

Manejo 100% convencional
 Principais municípios irrigantes: Santa Vitória do Palmar, Arroio Grande, Rio Grande, Jaguarão, Capão do Leão, Pelotas

LAGOA MIRIM / SÃO GONÇALO



9% do território é irrigado

Manejo 99% convencional
 Principais municípios irrigantes: Dom Pedrito, Sant'Ana do Livramento, Lavras do Sul, São Gabriel, Rosário do Sul e Cacequi

SANTA MARIA / IBICUÍ DA ARMADA



6% do território é irrigado

799 bilhões de litros/ano

88 mil ha
51 mil ha
31 mil ha

NORTE CATARINENSE



8% do território é irrigado

182 bilhões de litros/ano

31 mil ha
75 mil ha
28 mil ha

Manejo 100% pré-germinado
 Principais municípios irrigantes: Massaranduba, Guaramirim, Joinville, Ilhota, Gaspar, Araquari, Itajaí



5% do território é irrigado

1,3 trilhão de litros/ano

155 mil ha
425 mil ha
297 mil ha

Manejo 81% convencional e 19% pré-germinado
 Principais municípios irrigantes: Cachoeira do Sul, Restinga Seca, São Sepé, Formigueiro, Agudo, Rio Pardo, Santa Maria, Candelária, Santa Margarida do Sul e São Gabriel

Manejo 100% pré-germinado

Principais municípios irrigantes: Turvo, Meleiro, Forquilhinha, Nova Veneza, Jacinto Machado, Araranguá, Tubarão



14% do território é irrigado

Manejo 100% convencional
 Principais municípios irrigantes: Bagé, Aceguá, Hulha Negra

153 bilhões de litros/ano

16 mil ha
6,5 mil ha
3,5 mil ha

5% do território é irrigado

NEGRO

JAVAÉS / FORMOSO



8% do território é irrigado

664 bilhões de litros/ano

113 mil ha
31 mil ha
5 mil ha

Manejo 100% convencional
 Principais municípios irrigantes: Lagoa da Confusão, Formoso do Araguaia e Pium



Polos Nacionais - Pivôs Centrais

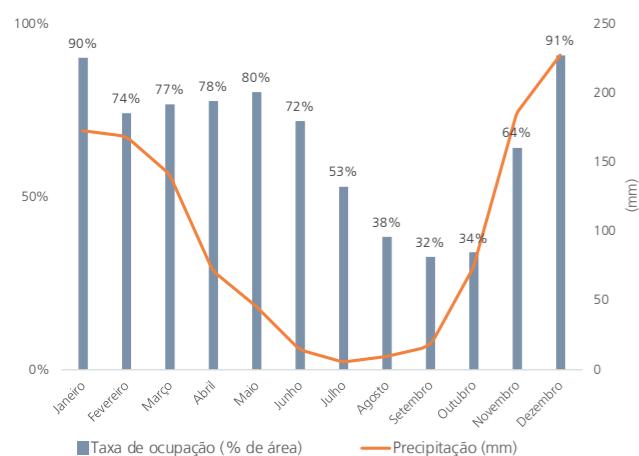
Os polos de pivôs têm sido os principais motores de expansão da irrigação no Brasil e essa tendência deve prosseguir. Pode-se observar, por outro lado, que já há polos consolidados com menor perspectiva de expansão, devido: ao esgotamento relativo de seu potencial físico-hídrico; a limitações econômico-financeiras; ou por usos competitivos da água com outros usos ou por regras de operação.

O calendário de plantio/colheita e de irrigação é muito dinâmico nos polos de pivôs centrais: por se tratar majoritariamente de culturas temporárias (soja, milho, feijão, algodão etc.), é comum a realização de 4 a 5 safras ao longo de dois anos-safra. A dinâmica do clima e do mercado influenciam essa dinâmica anualmente.

Dentre os padrões mais comuns de rotação, há a safra com soja (1ª safra de verão) seguida da safrinha com milho (2ª safra); safra com soja, seguida de safrinha com milho e 3ª safra de feijão; 1ª safra (milho ou soja), seguida de safra de longo período (algodão – 180 dias). Há ainda da ordem de 8% da área de pivôs ocupada com culturas (semi)perenes, em especial com café e cana-de-açúcar.

Os produtores buscam minimizar o cultivo em períodos de maior déficit hídrico, maximizando a produção no período chuvoso e de transição para o período seco. Com isso, a sazonalidade e a ociosidade no uso da água são ainda mais acentuadas na dinâmica da irrigação sob pivôs centrais. Em 2017, por exemplo, observou-se taxas de ocupação da ordem

Pivôs Centrais - Sazonalidade



de 90% nos meses de maior incidência de chuvas, ou seja, de baixa necessidade de acionamento dos equipamentos. Essa conhecida estratégia visa reduzir os custos relacionados com a aplicação da água de irrigação, em especial o de energia elétrica, que é onerosa nesses sistemas de produção.

Na safrinha, que nas áreas de pivôs ocorre majoritariamente de fevereiro/março até maio/junho, a taxa média de ocupação da área equipada oscila entre 72% e 80%. A safrinha tende a ser o período de maior demanda hídrica ao associar taxas de ocupação altas com necessidades de irrigação por hectare intermediárias (não tão altas quanto no período seco, mas bastante superiores às do período chuvoso). Assim, os dados reforçam que a ativação de pivôs centrais tem sido utilizada principalmente para o aumento da produção e da produtividade na segunda safra. Apesar das chuvas já terem diminuído no final da segunda safra (safrinha), o solo ainda dispõe de reservas hídricas e a colheita é feita em época de baixa precipitação, o que contribui para as operações mecanizadas e baixa incidência de pragas e doenças nos cultivos.

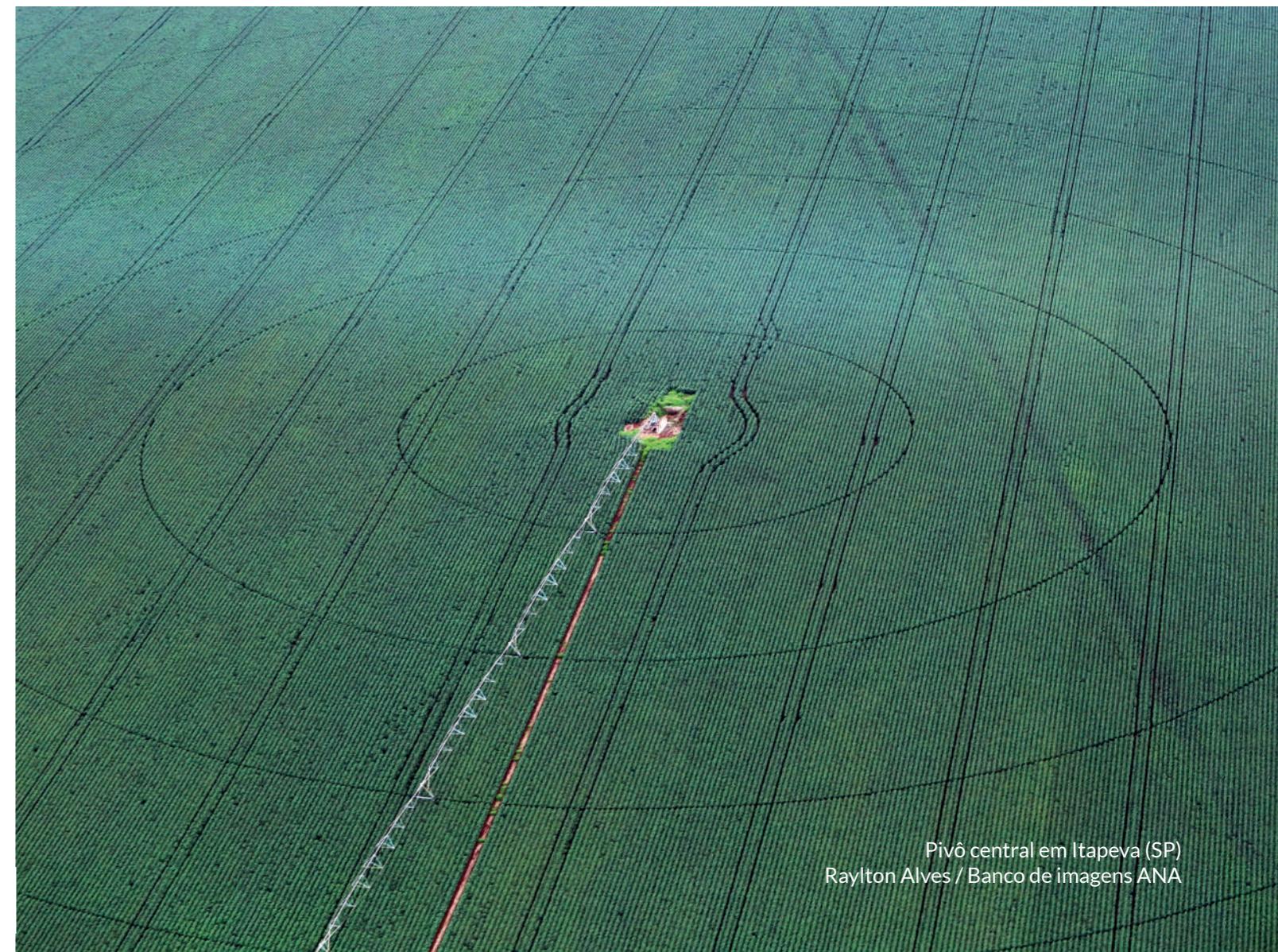
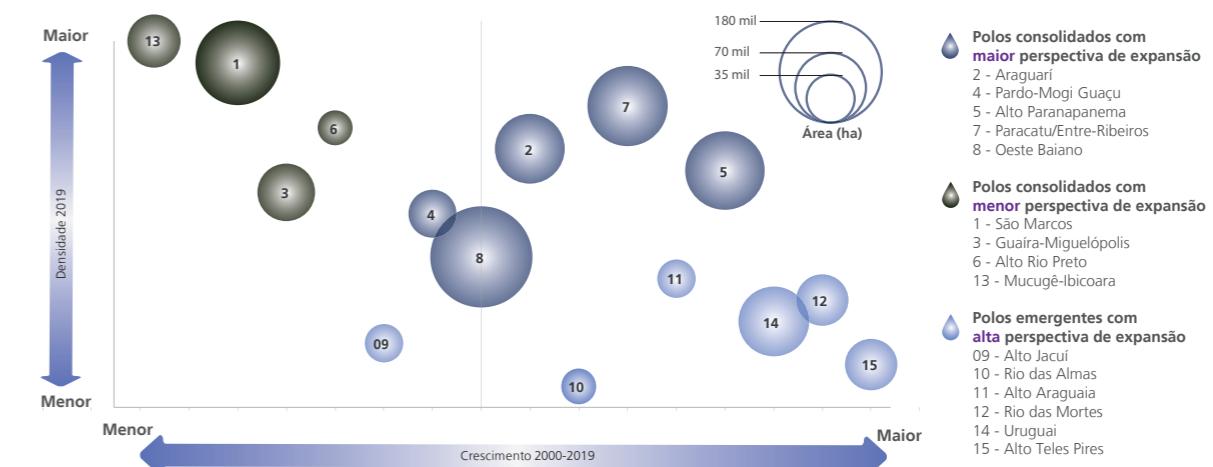
Na terceira safra, que avança no período mais seco dessas regiões irrigadas (julho a setembro), a precipitação praticamente cessa e a água armazenada no solo é drasticamente reduzida. Nesse período, há uma redução da taxa de ocupação de pivôs para níveis da ordem de 30% a 40%. Além da redução da disponibilidade hídrica, contribuem para as menores taxas de ocupação as altas temperaturas, a elevação de custos e os vazios sanitários da soja e do feijão. Ainda assim, o uso da água é significativo, pois a lâmina de água requerida por hectare atinge níveis elevados.

Os 15 polos de irrigação com predomínio de pivôs centrais estão distribuídos em todas as regiões (exceto o Norte) e em sete unidades da federação (BA, DF, GO, MT, MG, SP e RS). Quatro polos – São Marcos, Alto Preto, Guaira-Miguelópolis e Pardo-Mogi Guaçu – extrapolam uma unidade da federação e também contêm corpos hídricos de domínio da União, exigindo ainda mais esforço integrado de planejamento e gestão.

Os polos de pivôs, incluindo o Grande Polo Nacional, representam a principal fronteira de expansão atual e futura da irrigação no País. Entretanto, o potencial físico-hídrico estimado (total e efetivo) pode ser limitado por restrições econômicas, ambientais e de

alocação de água entre diferentes usos – além de questões conjunturais. Além disso, alguns polos consolidados já exploram áreas maiores que o potencial efetivo adicional estimado, indicando a proximidade de suas capacidades de suporte.

Dinâmica recente nos polos de pivôs centrais



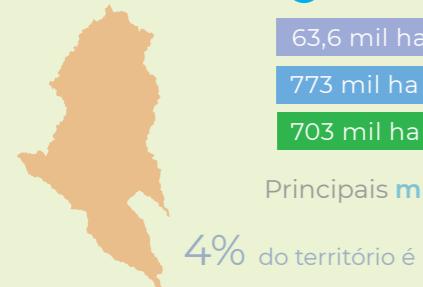


Polos Nacionais - Pivôs Centrais

Legenda

- Demanda hídrica atual
- Área irrigada atual
- Potencial físico-hídrico total
- Potencial efetivo

ALTO TELES PIRES



Principais municípios irrigantes: Sorriso, Lucas do Rio Verde, Vera, Ipiranga do Norte

4% do território é irrigado

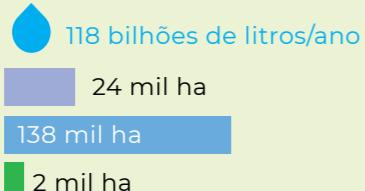
ALTO RIO DAS MORTES



Principais municípios irrigantes: Primavera do Leste, Campo Verde
Poxoréu, Dom Aquino, Novo São Joaquim, General Carneiro, Santo
Antônio do Leste

ALTO ARAGUAIA

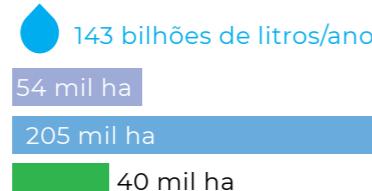
ALTO PRETO



3% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes:

Goianésia, São Luiz do Norte,
Itaberaí, Santa Isabel, Nova
Gloria, Santa Rita do Novo
Destino, Itapaci



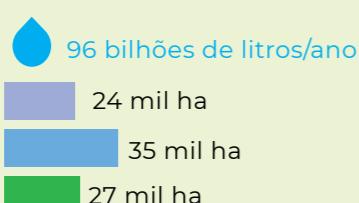
Principais municípios irrigantes: Jussara, Santa
Fé de Goiás, Britânia

RIO DAS ALMAS



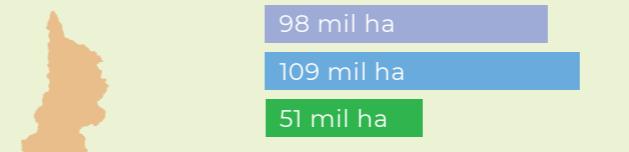
Principais municípios irrigantes: Brasília,
Cabeceira Grande, Cabeceiras, Formosa

ALTO TELES PIRES



7,5% do território é irrigado

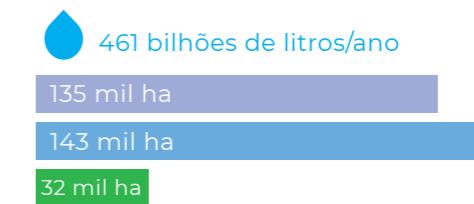
SÃO MARCOS



11% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes: Unaí,
Cristalina, Paracatu

PARACATU / ENTRE-RIBEIROS

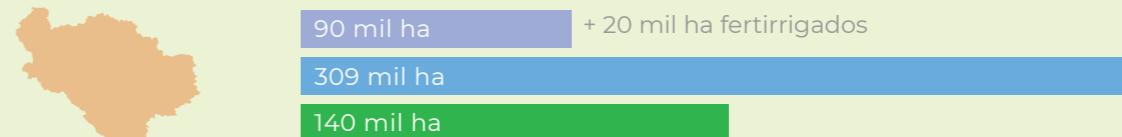


8% do território é irrigado



9% do território é irrigado

ALTO ARAGUARI-PARANÁIBA



6% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes: Uberaba, Perdizes, Patrocínio, Santa Juliana, Rio Paranaíba, Indianópolis



23% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes:

Guaíra, Morro Agudo, Conceição das
Alagoas, Colômbia, Frutal, Miguelópolis,
Ipuã, Campo Florido, Barretos, Guará,
Pirajuba, Colina, Ituverava, Planura

VERTENTES DO RIO PARDO E MOGI GUAÇU



12% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes:
Casa Branca, Mococa, Santa Cruz
das Palmeiras, Porto Ferreira, Leme,
Vargem Grande do Sul, Mogi Guaçu,
São João da Boa Vista, Aguaí

ALTO PARANAPANEMA

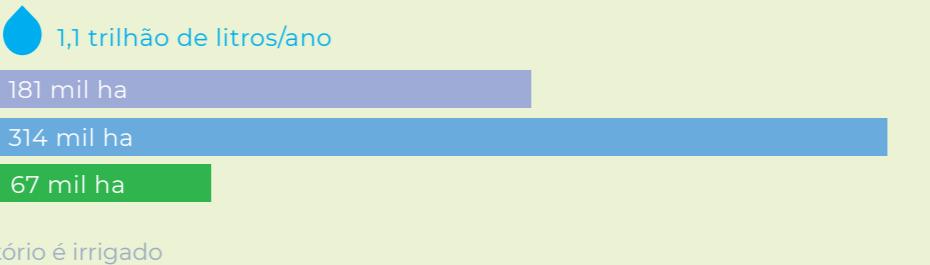


6% do território é irrigado

ATLAS IRRIGAÇÃO



Principais municípios irrigantes: São Desidério, Barreiras, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães, Riachão das Neves, Correntina



Principais municípios irrigantes:
Mucugê e Ibicoara



2% do território é irrigado

Principais municípios irrigantes: Cruz Alta, Tupanciretã, Santa Bárbara do Sul, São Luiz Gonzaga, São Miguel das Missões, Santo Antônio das Missões, Palmeira das Missões, Jóia, Boa Vista do Cadeado



Principais municípios irrigantes: Cruz Alta, Tupanciretã, Santa Bárbara do Sul, Boa Vista do Incra, Salto do Jacuí, Fortaleza dos Valos, Ibirubá, Júlio de Castilhos



Imagens A e B - Comparação do avanço da expansão de pivôs centrais no polo irrigado da bacia hidrográfica do Rio das Mortes. Novo São Joaquim/MT - Polo de Irrigação Alto Rio das Mortes. Imagem Sentinel 2 RGB 11/3/4 de 29/04/2016 e 02/07/2020.

Imagen C - Pivôs centrais com culturas diversas em diversas fases de desenvolvimento vegetativo. Casa Branca/SP - Polo de Irrigação Vertentes do Rio Pardo e Mogi Guaçu. Índice da Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) obtido com imagem Sentinel 2 de 15/01/2020.

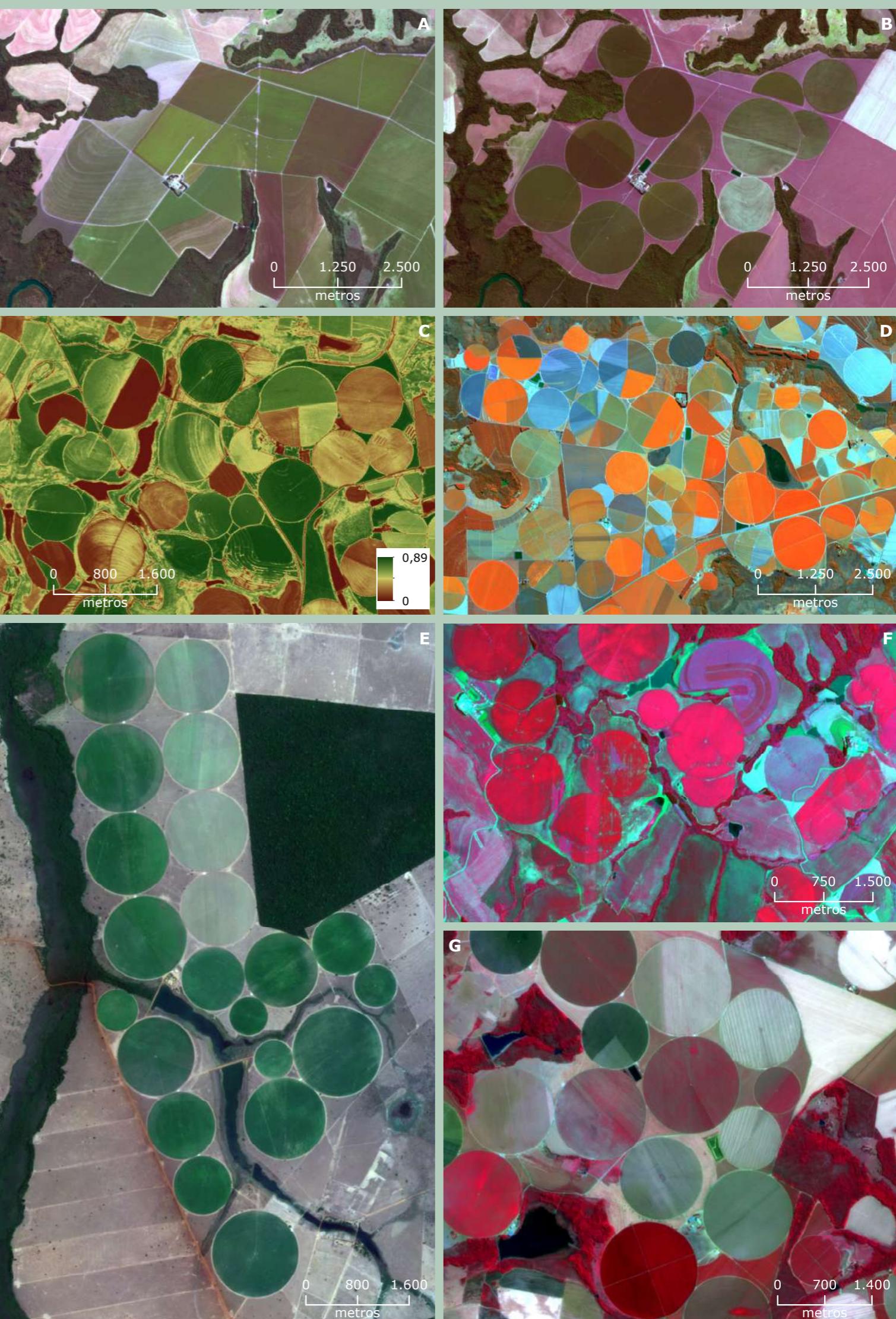
Imagen D - Pivôs centrais com culturas diversas em diversas fases de desenvolvimento vegetativo. Divisa entre os municípios do Rio Paranaíba e Campos Altos/MG - Polo de Irrigação

Alto Araguaí-Paranaíba. Imagem Sentinel 2 RGB 8/3/4 de 03/07/2020.

Imagen E - Pivôs centrais com culturas diversas. Jussara/GO - Polo de Irrigação Alto Araguaia. Imagem PlanetScope RGB 3/2/1 de 09/2020.

Imagen F - Pivôs centrais com culturas diversas. Palmeira das Missões/RS - Polo de Irrigação Uruguai. Imagem Sentinel 2 RGB 8/4/3 de .

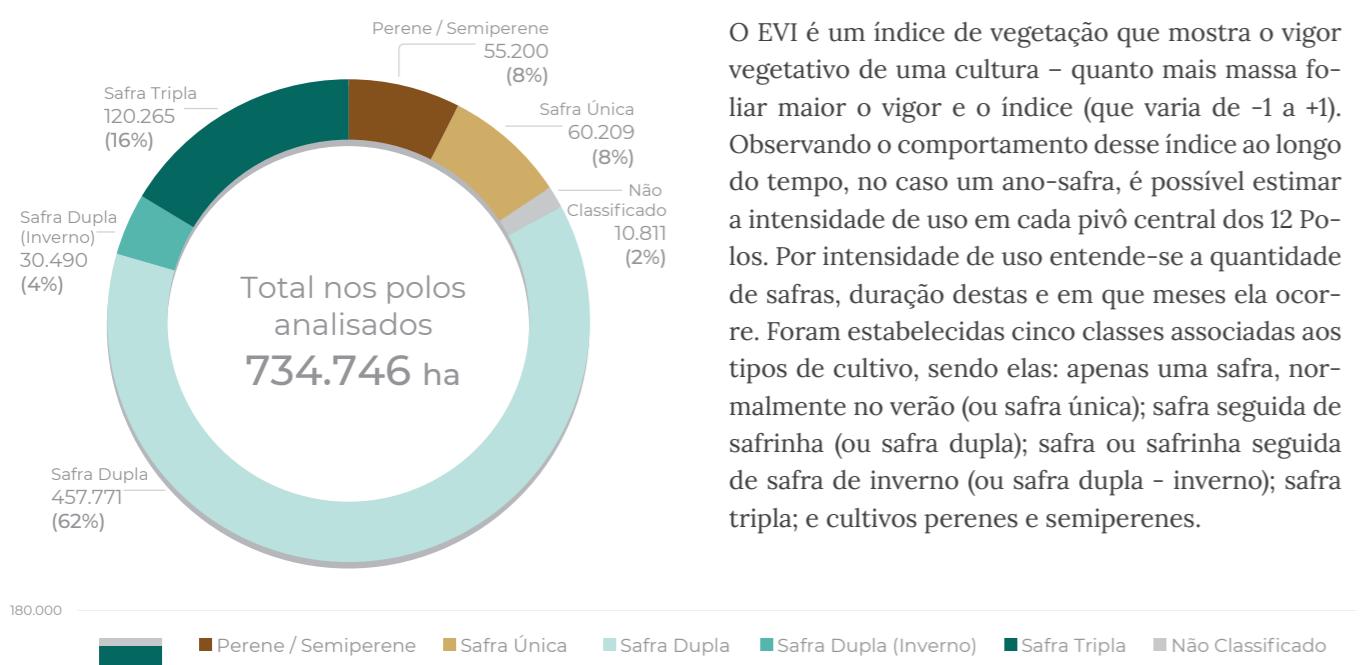
Imagen G - Pivôs centrais predominantemente inativos de culturas diversas. Nota-se na imagem, um único pivô central de café em avançado desenvolvimento vegetativo. Unaí/MG - Polo de Irrigação Rio São Marcos. Imagem PlanetScope RGB 4/3/2 de 07/2020.



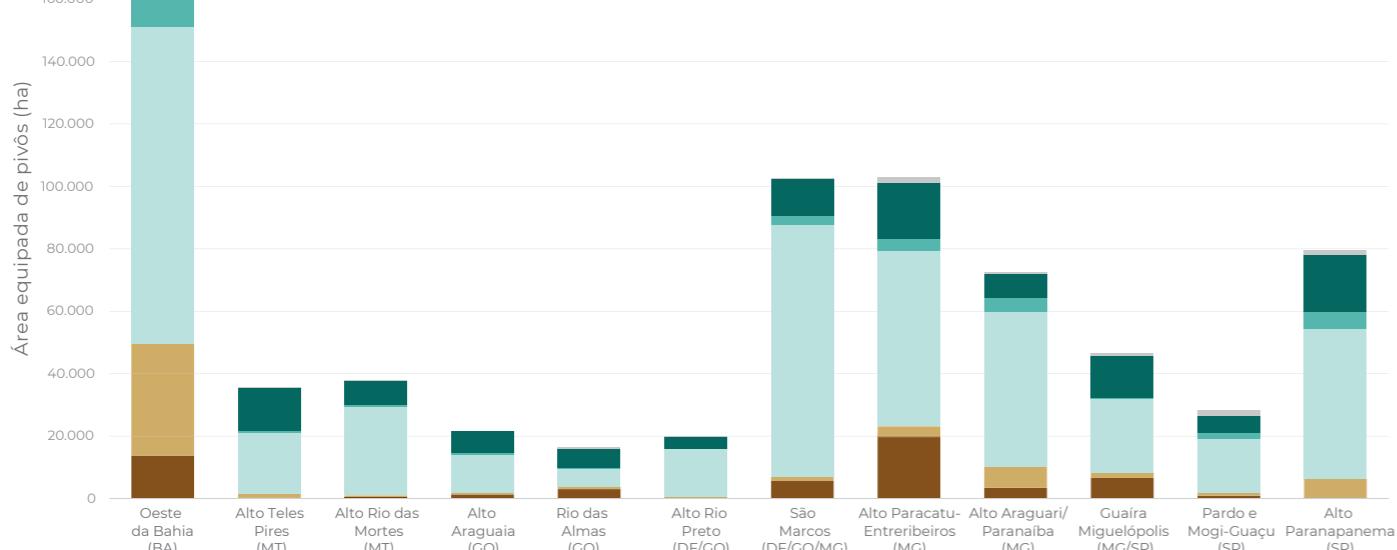
Dentre os 1,55 milhão de hectares plantados sob pivô central no Brasil, 73% (1,14 Mha) estão localizados no bioma Cerrado, incluindo doze dos quinze Polos Nacionais de pivôs centrais. Tais polos concentram 64% (735 mil ha) de área equipada por esse sistema de irrigação.

Ao contrário da agricultura de sequeiro que ocorre majoritariamente no período chuvoso e o agricultor colhe de uma a duas safras (safra e/ou safrinha), na agricultura em pivô central o usual é ter em média duas ao ano ou cinco a cada dois anos. Ou seja, por ter maior segurança hídrica durante todo o ano, o agricultor se planeja para fazer duas a três safras de

Dinâmica de uso dos pivôs no Brasil e nos Polos - safra 2018/19



O EVI é um índice de vegetação que mostra o vigor vegetativo de uma cultura – quanto mais massa foliar maior o vigor e o índice (que varia de -1 a +1). Observando o comportamento desse índice ao longo do tempo, no caso um ano-safra, é possível estimar a intensidade de uso em cada pivô central dos 12 Polos. Por intensidade de uso entende-se a quantidade de safras, duração destas e em que meses ela ocorre. Foram estabelecidas cinco classes associadas aos tipos de cultivo, sendo elas: apenas uma safra, normalmente no verão (ou safra única); safra seguida de safrinha (ou safra dupla); safra ou safrinha seguida de safra de inverno (ou safra dupla - inverno); safra tripla; e cultivos perenes e semiperenes.



Os resultados reiteram a intensidade do uso nas áreas de pivôs – 62% da área ocupada realiza safra dupla (safra seguida de safrinha) e 16% realiza safra tripla. Apenas 8% realizou safra única na safra 2018/19. Ou seja, a irrigação viabiliza mais safras e elas tendem a ocorrer no período chuvoso e de transição para o período seco, aumentando a segurança hídrica da produção e evitando os períodos mais secos, onde os custos também aumentam sobremaneira.

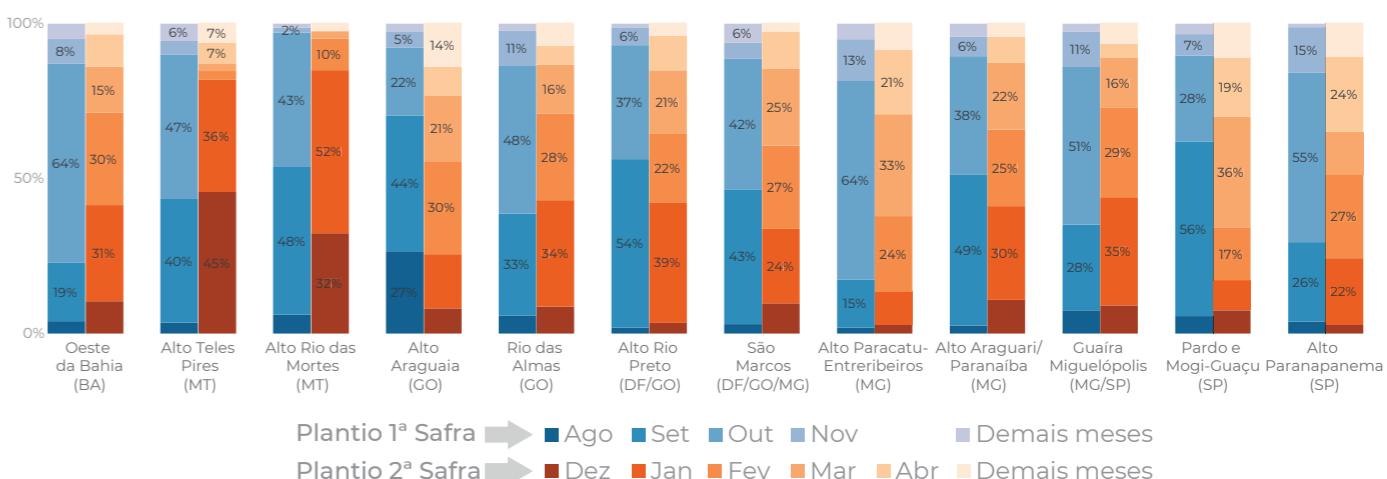
Ao se desagregar a informação nos 12 Polos Nacionais estudados, observa-se que a safra dupla possui uma área expressiva em todos, representando mais de 50% da área equipada. A safra tripla prevalece sobre culturas perenes/semiperenes e sobre a safra única. Em polos como o Alto Teles Pires/MT, onde os índices pluviométricos são mais elevados quando comparado aos demais, a safra tripla é bastante comum e ocupa uma área mais expressiva. Em regiões onde há uma estação seca prolongada, como no polo do Oeste da Bahia, a safra única tem maior relevância. A área de cultivo semiperene também se destaca onde o cultivo na cana irrigada é maior, como são os casos dos polos de Rio das Almas/GO, Paracatu e Entre-Ribeiros/MG e Guairá-Miguelópolis (MG/SP).

Dado que a safra dupla é o manejo majoritário em todos os 12 polos, analisou-se em que períodos do ano estas safras ocorrem. O conhecimento dessa sazonalidade da agricultura irrigada é crucial no planejamento e na gestão de recursos hídricos, posto que as demandas de irrigação são distintas no período seco e chuvoso. Nota-se que o plantio da primeira safra ocorre entre os meses de agosto e novembro, mas principalmente nos meses de setembro e outubro, início do período chuvoso. A segunda safra é plantada entre dezembro a abril, concentrando-se

em janeiro e fevereiro, meses de maior precipitação. Isso ocorre porque apesar do irrigante dispor de água via irrigação para suprir a demanda da cultura, há um alto custo envolto na operação da irrigação. A operação de pivôs em período seco, maio a agosto, é extremamente onerosa, dado que quase a integralidade na demanda hídrica deve ser suprida via irrigação, por isso poucos irrigantes cultivam no período seco.

As quatro principais culturas anuais plantadas em pivô central no Brasil são soja, milho, feijão e algodão. O ciclo do feijão e da soja precoce varia entre 90 a 100 dias; soja tardia e milho cerca de 120 dias; e o algodão de 150 a 180 dias. Dessa forma o agricultor rotaciona tais culturas em um ano safra, em função do preço de insumos, condições agroclimatológicas e preço no mercado interno e externo. Uma das práticas bastante comum é a rotação da soja precoce na primeira safra seguida de milho na segunda safra (safrinha); ou soja tardia seguida de algodão. De forma geral, nos polos com melhor precipitação (mais meses chuvosos), o agricultor planta mais cedo e faz de duas a três safras de grãos, pois tem na irrigação a suplementação de eventuais déficits das culturas, podendo rotacionar entre milho, soja e feijão nesse período – como é o caso do polo Alto Teles Pires/MT. Já em regiões mais secas, como no Oeste da Bahia, a estação chuvosa se inicia mais tarde, em outubro, concentrando-se majoritariamente entre dezembro e abril. Assim a rotação da soja precoce com o milho safrinha é mais comum para lidar com o calendário mais curto de chuvas. A soja com o algodão é outro padrão importante – o algodão tem um ciclo longo, mas é tolerante a certo déficit hídrico, especialmente nos meses que antecedem a colheita, que normalmente se dá no período seco.

Pivôs com safra dupla - meses de plantio na primeira e segunda safras





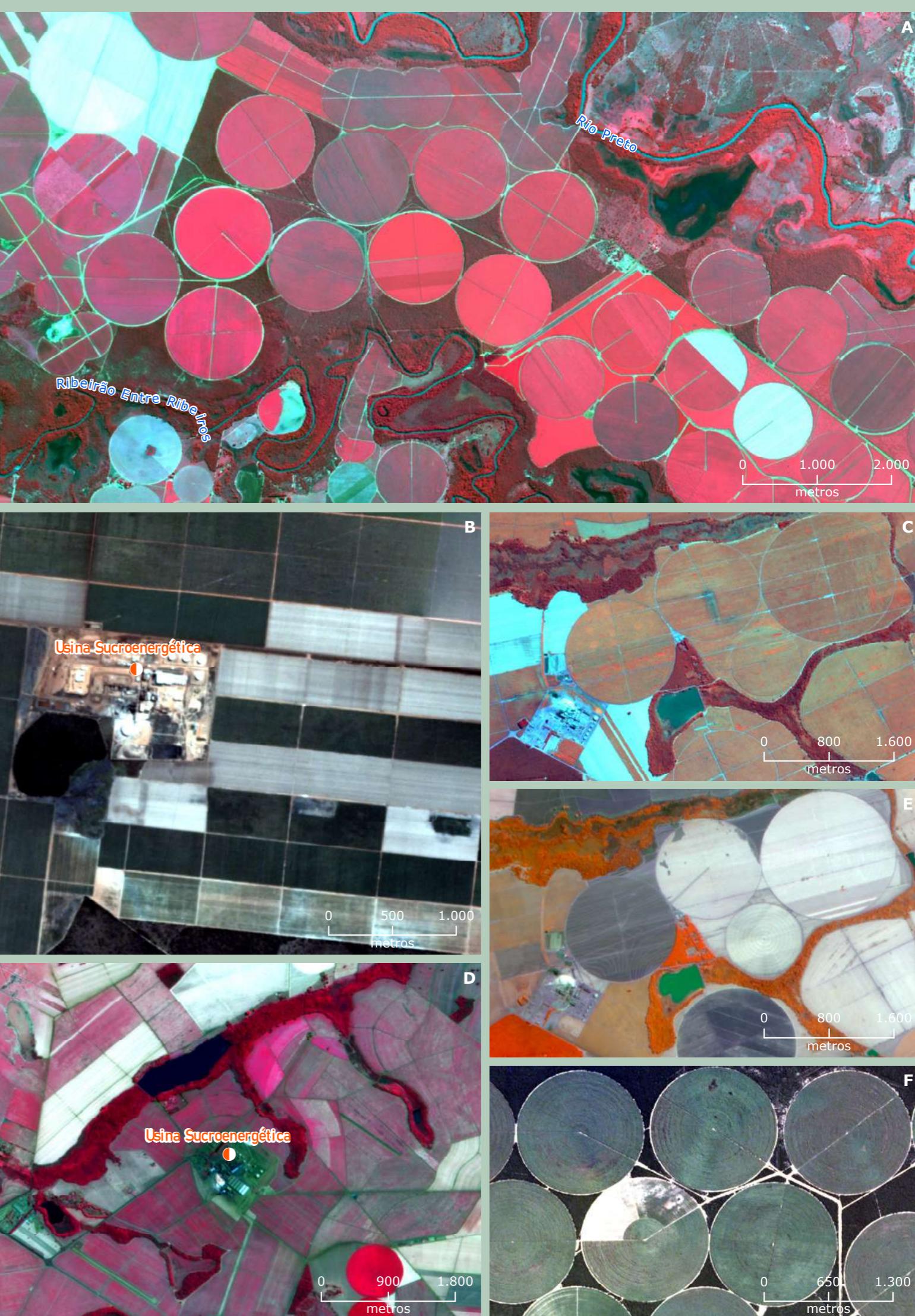
Áreas de cana-de-açúcar em Mesópolis (SP)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

A cana-de-açúcar irrigada em imagens de satélite

A cana irrigada não é predominante nos polos, mas ocupa áreas importantes nos polos de pivôs Rio das Almas/GO, Paracatu e Entre-Ribeiros/MG e Guaíra-Miguelópolis/MG/SP; e nos polos diversificados Jaíba e Petrolina-Juazeiro.

Imagem A - Divisa entre os municípios de João Ribeiro, Unaí e Paracatu/MG - Polo de Irrigação Alto Paracatu - Entre Ribeiros. Imagem Planetscope RGB 4/3/2 de 12/2019.

Imagem B - Divisa entre os municípios de Brasilândia de Minas e João Pinheiro/MG - Polo de Irrigação Alto Paracatu - Entre Ribeiros. Imagem Planetscope RGB 3/2/1 de 12/2019.



Polos Nacionais - Outras Tipologias

A região agrícola de Petrolina/PE e Juazeiro/BA é a mais desenvolvida do vale do rio São Francisco. Sete perímetros de irrigação administram a distribuição de água que chega até as lavouras por meio de uma densa infraestrutura de canais, cuja implantação teve início na década de 1960 com a finalidade de desenvolver essa região situada no clima mais seco do Brasil. São os perímetros: Bebedouro, Mandacaru, Manicoba, Curaçá, Nilo Coelho, Tourão e Salitre. A fruticultura é atualmente a principal atividade (2/3 da área total) com destaque para a uva e a manga, mas a cana-de-açúcar também possui expressiva área irrigada com elevado uso da água, em função da elevada taxa de evapotranspiração e do baixo índice pluviométrico.

O polo de Jaguaribe, cujo início remonta a 1989 quando foi instituído pelo DNOCS como perímetro público Jaguaribe-Apodi, está situado às margens no rio Jaguaribe, a jusante do Açude Castanhão - CE até quase sua foz no Atlântico, tendo seu limite oeste a área de influência do rio Banabuiú a jusante do açude Arrojado Lisboa e o limite leste formado pela bacias dos Córregos da Mata e Gangorra (bacias costeiras entre as bacias do Jaguaribe e do Apodi). Os principais municípios situados do polo são Limoeiro do Norte, Quixeré, Jaguaruana e Russas no Estado do Ceará, e Tibau, Mossoró e Baraúna no Rio Grande do Norte. É um polo diversificado em termos de culturas e sistemas de irrigação, possuindo desde culturas anuais de milho e arroz plantados em pivôs de pequeno a grande porte (12 a 120 ha), a fruticultura, em especial melão, banana, melancia e mamão, irrigados majoritariamente por microaspersão e gotejamento.

Polos em imagens de satélite

Imagem A - Conceição da Barra/ES - Polo de Irrigação Norte do Espírito Santo. Imagem Sentinel 2 RGB 11/8/3 de 09/07/2020.

Imagem B - Petrolina/PE - Polo de Irrigação Petrolina - Juazeiro. Imagem Planetscope RGB 3/2/1 de 06/2019.

Imagem C - Divisa entre os municípios de Aracati (CE), Icapuí (CE) e Tibau (RN) - Polo de Irrigação Jaguaribe. Imagem CBERS 4A RGB 4/3/2 de 02/08/2020.

A exemplo do polo do Jaguaribe, o polo de Jaíba também se iniciou como perímetro público, instituído pela CODEVASF em 1975 no extremo norte de Minas Gerais às margens do rio São Francisco. Tem suas áreas irrigadas concentradas nos municípios de Jaíba, Matias Cardoso e Itacarambi. Se, inicialmente, o polo era caracterizado por irrigação por microaspersão e gotejamento de fruticultura, em especial manga, limão e banana, hoje é mais diversificado, possuindo milho e extensos canaviais irrigados sob pivô central.

O quarto e último polo onde há uma diversidade de culturas e sistemas de irrigação é o Norte do Espírito Santo. Uma área bastante extensa, que abrange quase a totalidade dos municípios entre Linhares no centro-norte do estado a Montanha no extremo norte, englobando as bacias dos rios Itaúnas, São Mateus, Barra Seca e São José como seus principais mananciais. Em termos de área irrigada, há uma forte predominância da cultura do café, variedade conilon, em sistemas de microaspersão e gotejamento; mas mamão, coco, pimenta-do-reino e abacaxi também são importantes. Já a irrigação sob pivô central está concentrada no extremo norte do Estado na bacia do rio Itaúnas, produzindo cana, café e grãos.

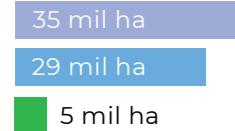
Os três polos do Semiárido não apresentam potencial efetivo significativo, necessitando de avaliação detalhada quanto à oferta hídrica e às alternativas de reuso e de transferência de água de bacias vizinhas. O polo do Espírito Santo possui áreas mais expressivas passíveis de análise para expansão.




Polos Nacionais - Outras Tipologias
**JAGUARIBE /
CHAPADA DO APÓDII**


7% do território é irrigado

446 bilhões de litros/ano



Principais municípios irrigantes: Limoeiro do Norte/CE, Mossoró/RN, Quixeré/CE, Baraúna/RN, Aracati/CE, Tibau/RN e Russas/CE

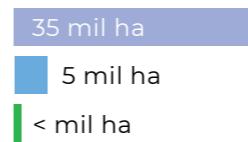
Legenda

- Demanda hídrica atual
- Área irrigada atual
- Potencial físico-hídrico total
- Potencial efetivo

Polos Nacionais - Outras Tipologias
JAÍBA


24% do território é irrigado

397 bilhões de litros/ano


Culturas irrigadas


banana, cana-de-açúcar, limão, milho e manga

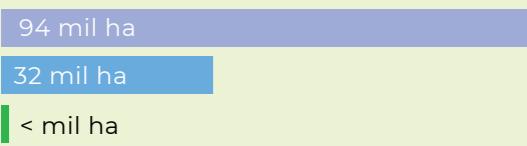


Principais municípios irrigantes: Jaíba, Matias Cardoso, Itacarambi

PETROLINA / JUAZEIRO


15% do território é irrigado

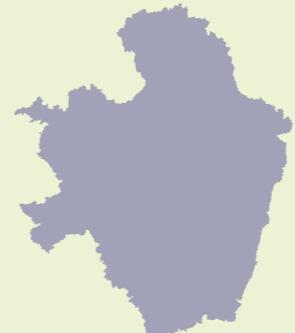
1,5 trilhão de litros/ano



Principais municípios irrigantes: Juazeiro/BA, Petrolina/PE e Casa Nova/BA

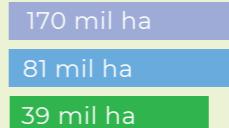
Culturas irrigadas


melão, banana, melancia, mamão e arroz


NORTE DO ESPÍRITO SANTO


11% do território é irrigado

908 bilhões de litros/ano


Culturas irrigadas


café, pimenta-do-reino, mamão, coco e banana



Principais municípios irrigantes: Linhares, São Mateus, Rio Bananal, Pinheiros, Vila Valério, Jaguáre, Nova Venécia, Governador Lindenberg, Boa Esperança, Montanha, Águia Branca, São Domingos do Norte, Sooretama, São Gabriel da Palha

Legenda

- Demanda hídrica
- Área irrigada
- Potencial físico-hídrico total
- Potencial efetivo



Polos de Agricultura Irrigada - MDR

A identificação de **áreas especiais de gestão** e o levantamento de informações mais detalhadas nessas regiões, em especial quanto à oferta e às demandas por água, subsidiam tomadas de decisão com vistas à compatibilização dos usos múltiplos e à segurança hídrica da atividade produtiva. O refinamento do balanço hídrico fornece também dados mais detalhados para as estimativas de riscos dos usuários, podendo resultar tanto em aumento quanto em diminuição da água contabilizada pelos órgãos gestores nos processos de autorização pelo uso (outorga).

Cabe destacar a atuação do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) na recente iniciativa **Polos de Agricultura Irrigada** (Portaria MDR nº 1.082/2019, substituída pela Portaria MDR nº 2.154/2020) - parte integrante da implementação da Política Nacional de Irrigação e do incentivo ao desenvolvimento regional. Consiste em uma importante estratégia de alavancagem da atividade, por meio de um trabalho conjunto entre as organizações dos produtores rurais irrigantes e as diversas esferas de governo.

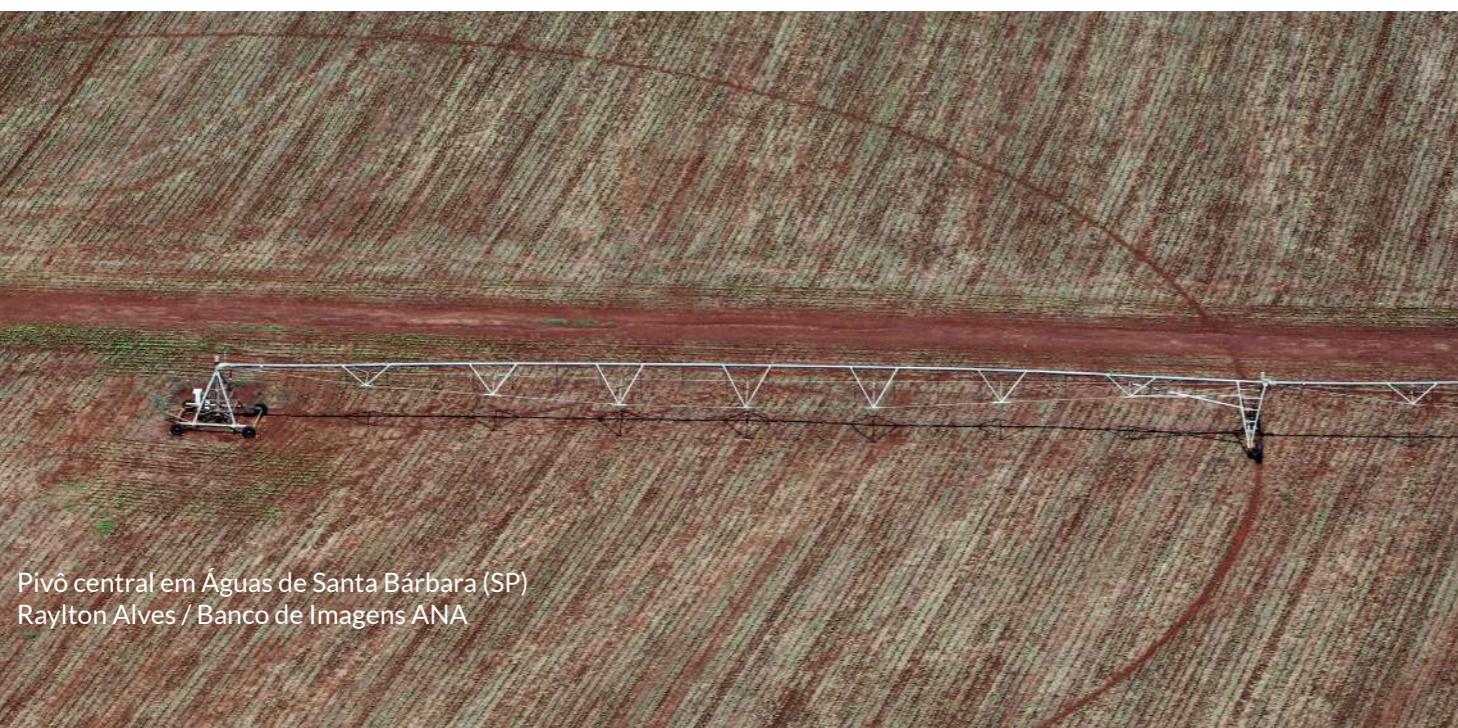
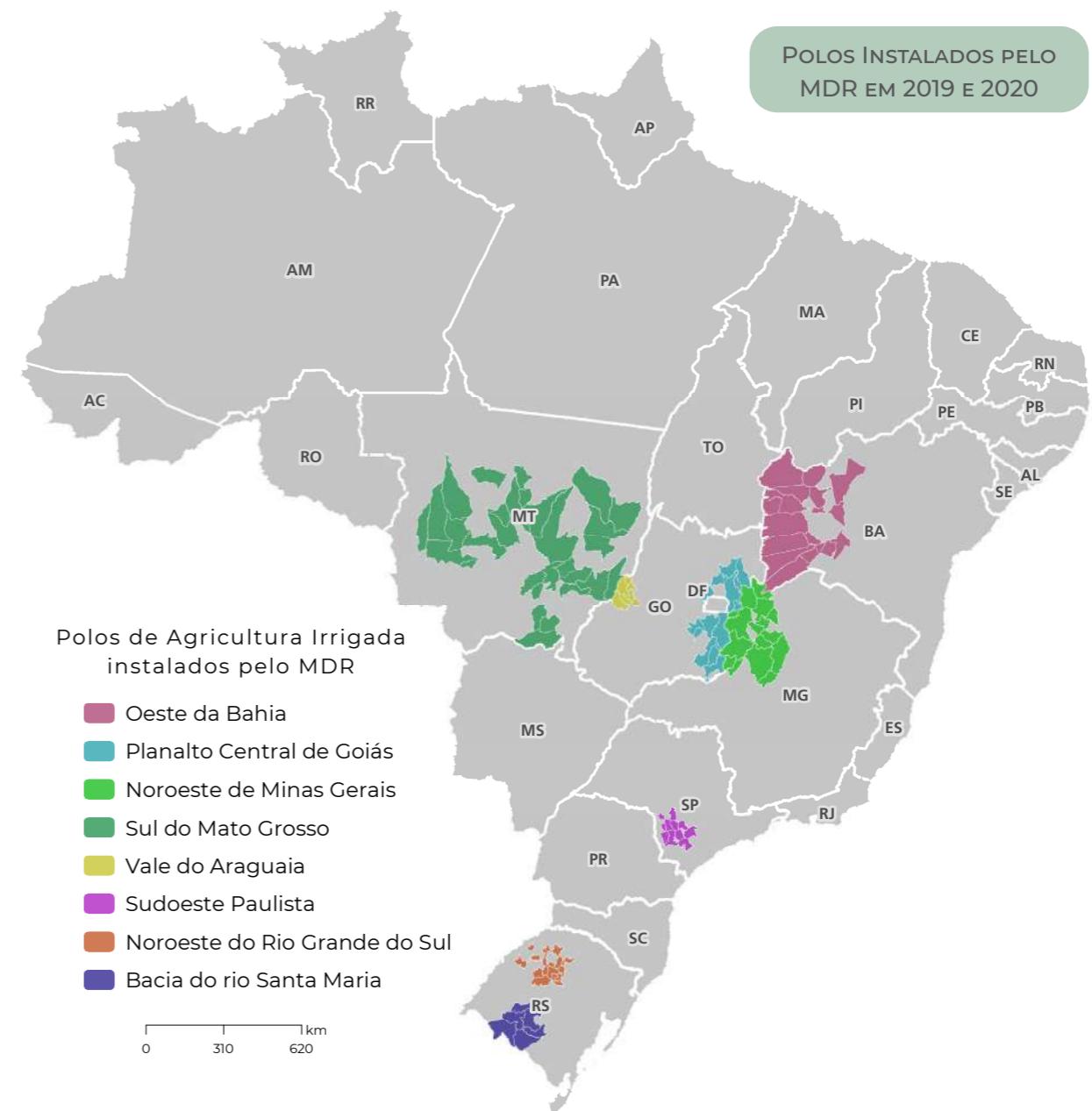
A implementação da iniciativa do MDR envolve a mobilização de atores, seleção de parceiros técnicos, formação de grupos gestores, definição e gestão da carteira de projetos e priorização de ações. A partir de áreas especiais identificadas no Atlas Irrigação 2017 e da articulação com produtores e agentes públicos, o MDR instalou em 2019 e 2020 oito Polos: Santa Maria (RS), Vale do Araguaia (GO), Planal-

to Central/São Marcos (GO), Oeste da Bahia, Sul do Mato Grosso, Sudoeste Paulista, Noroeste de Minas Gerais e Noroeste do Rio Grande do Sul. Esses polos englobam um total de 119 municípios.

Os **polos do MDR** representam agregações de municípios dentro de um mesmo estado, facilitando a implementação de ações da política de irrigação; e esses municípios são definidos na oficina de instalação com os atores locais. A delimitação de polos pela ANA considera as bacias hidrográficas (unidade definida pela política de recursos hídricos) e as concentrações de áreas irrigadas atuais e potenciais.

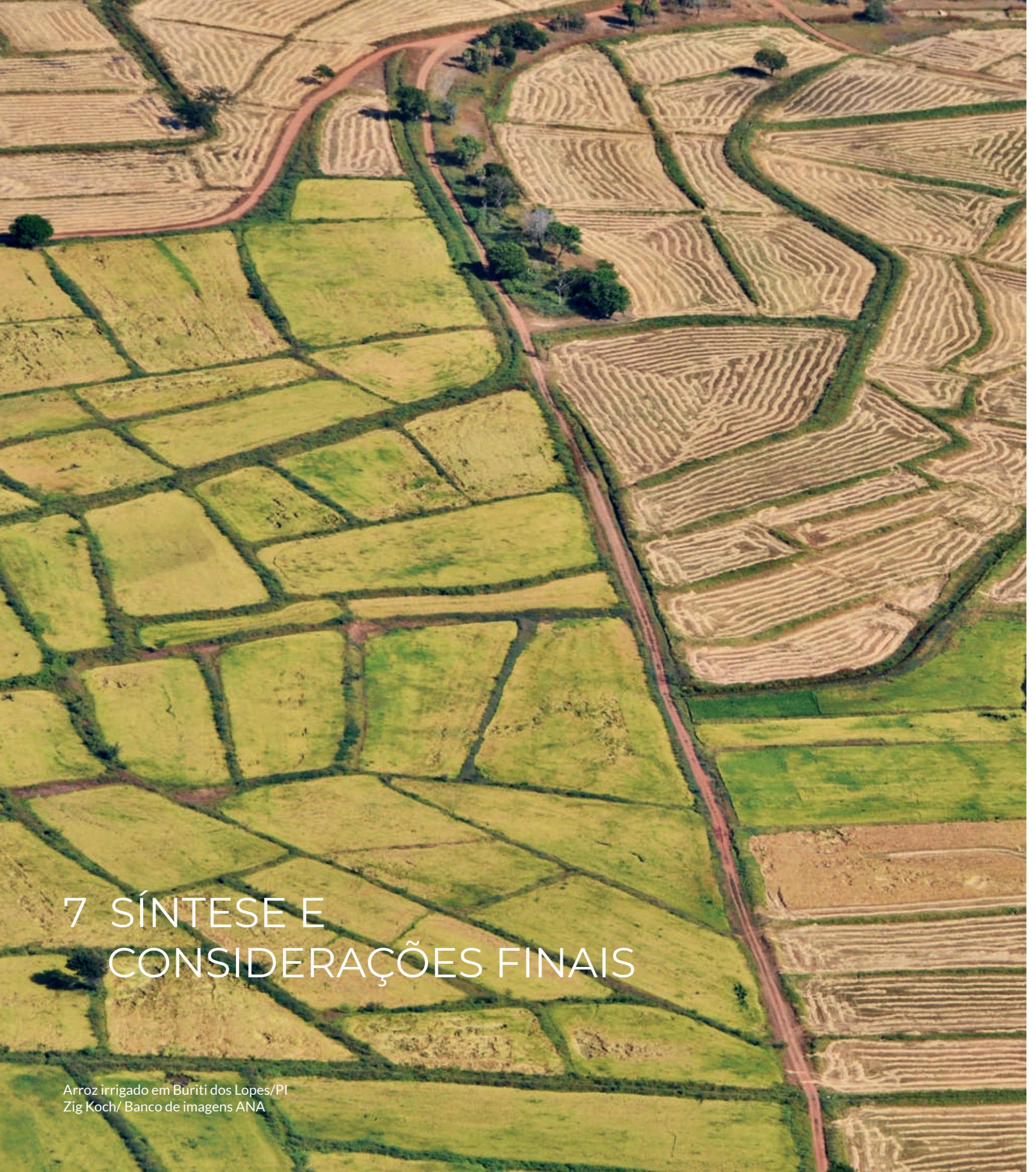
Na esfera setorial, o caminho da segurança hídrica para a irrigação requer a continuidade do reconhecimento de polos de agricultura irrigada tanto pelo MDR quanto pelos Estados. E, mais importante, o acompanhamento e a execução das ações previstas na **carteira de projetos** desses polos.

Na esfera da agenda azul, **os polos devem ser reconhecidos pelos órgãos gestores** como áreas de especial interesse para a gestão de recursos hídricos (ou instrumento similar) para que a implementação de instrumentos como a outorga seja aprimorada com medidas específicas para essas áreas; e que nos respectivos planos de recursos hídricos os comitês de bacia possam debater diretrizes para os instrumentos de gestão e prioridades de uso da água, intra e intersetoriais.





7 SÍNTESE E CONSIDERAÇÕES FINAIS



Arroz irrigado em Buriti dos Lopes/PI
Zig Koch/ Banco de imagens ANA

Síntese

A agricultura irrigada brasileira apresenta um histórico de **desenvolvimento crescente e persistente**, muitas vezes na contramão de períodos instáveis e negativos da economia brasileira. Soma-se ao histórico um grande potencial passível de ser explorado em bases econômicas e ambientais sustentáveis. Entretanto, o papel da irrigação no incremento da produção agrícola brasileira ainda é subestimado frente às potencialidades e aos resultados positivos que apresenta. Boa parte desse desconhecimento se deve à carência de dados e informações e à falta de disseminação da atividade na sociedade brasileira.

Ressalta-se ainda a imprescindibilidade da agricultura irrigada para a segurança alimentar da população. A necessária expansão da produção de arroz, feijão e trigo, por exemplo, pode ocorrer com maiores estímulos à irrigação, com desmatamento zero. A produção de alimentos de maior valor agregado também é um vasto campo a ser explorado.

O **Atlas Irrigação** tem dentre seus objetivos contribuir para o reconhecimento da importância da atividade na sociedade e para a economia da moderna agricultura irrigada brasileira e, ao mesmo tempo, fornece uma **base técnica robusta** para acompanhamento e o planejamento da expansão do setor, notadamente no que se refere à **segurança hídrica** para os usos múltiplos.

Com isso, os resultados apresentados no Atlas e seus subprodutos (publicações prévias, bases de dados e conteúdos interativos) permitiram um refinamento das áreas irrigadas e do uso da água pela agricultura irrigada, além de fornecer uma visão de futuro de intensificação ou de surgimento de novas áreas onde conflitos podem ocorrer no Brasil.

Com a perspectiva de expansão da agricultura irrigada em 200 mil hectares ao ano, gerando uma pressão adicional de captação de água bruta de **2 trilhões de litros ao ano**, essa base técnica terá o seu uso mais nobre no desenvolvimento técnico e nas tomadas de decisão sobre **temas-chave para a segurança hídrica e produtiva** da atividade.

Dentre os principais indicadores consolidados pelo Atlas, pode-se destacar as seguintes conclusões:

O valor bruto da produção irrigada foi de ao menos **R\$ 55 bilhões** em 2019 - 16 culturas apresentaram valor anual superior a R\$ 1 bilhão.

O Brasil totaliza **8,2 milhões de hectares equipados para irrigação** - 35,5% com fertirrigação com água de reuso (2,9 Mha) e 64,5% com irrigação com água de mananciais (5,3 Mha).

O setor privado ocupa 96,2% da área irrigada. A área em produção que tem origem em projetos públicos é de 3,8% (200 mil hectares), que geram

580 mil empregos diretos e indiretos, em 79 projetos e 88 municípios.

A **demandade captação de água** em mananciais foi de 941 mil litros por segundo em 2019 (clima médio), o que corresponde a **29,7 trilhões de litros ao ano**.

A **área adicional irrigável** é de 55,85 milhões de hectares (potencial físico-hídrico total). O **potencial efetivo** de médio prazo é de **13,69 Mha** - 45% localizado no Centro-Oeste, em especial

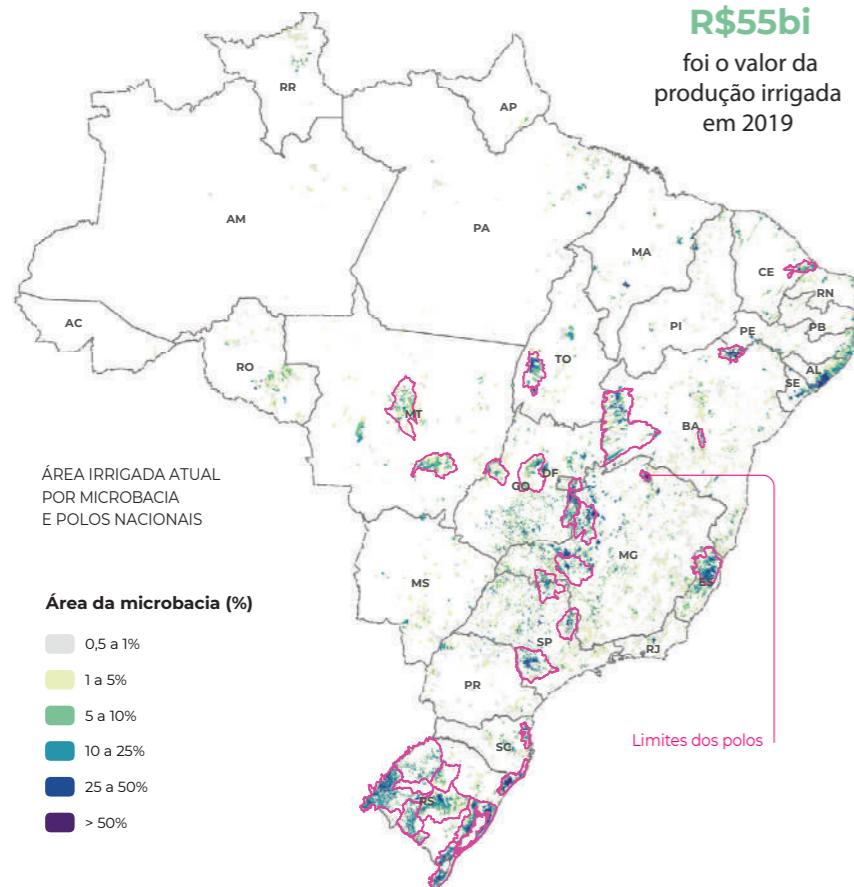
em Mato Grosso e Goiás.

Até **2040**, estima-se a **incorporação de 4,2 milhões de hectares irrigados** (+76%), com um impacto menor sobre a expansão do uso da água (+66%) devido à tendência de expansão de métodos mais eficientes.

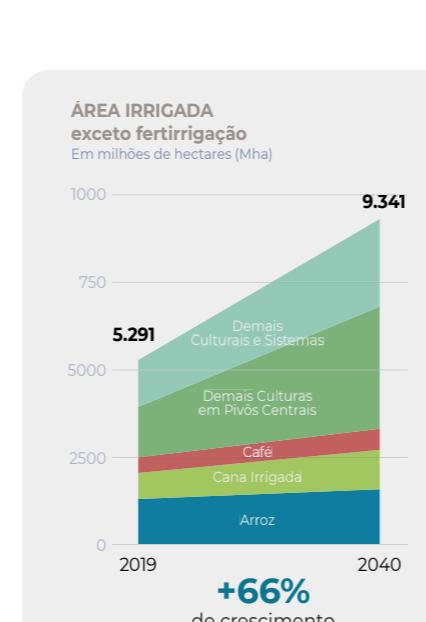
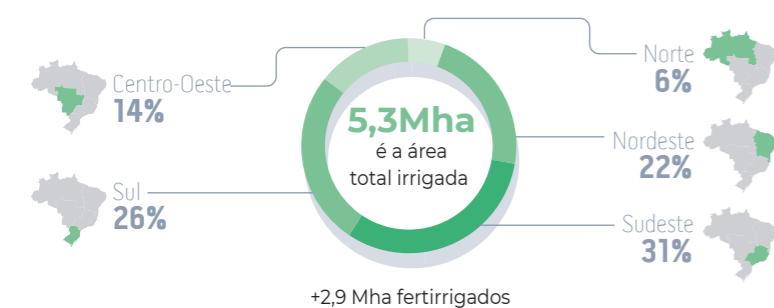
Os **28 Polos Nacionais de Agricultura Irrigada** concentram 50% da área irrigada e 60% da demanda hídrica, constituindo-se em **áreas especiais para a gestão** setorial e de recursos hídricos.

CONCLUSÕES

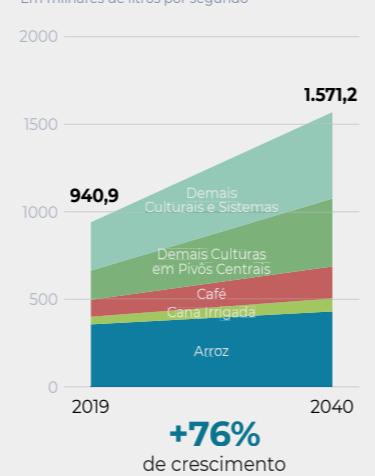
IRRIGAÇÃO HOJE



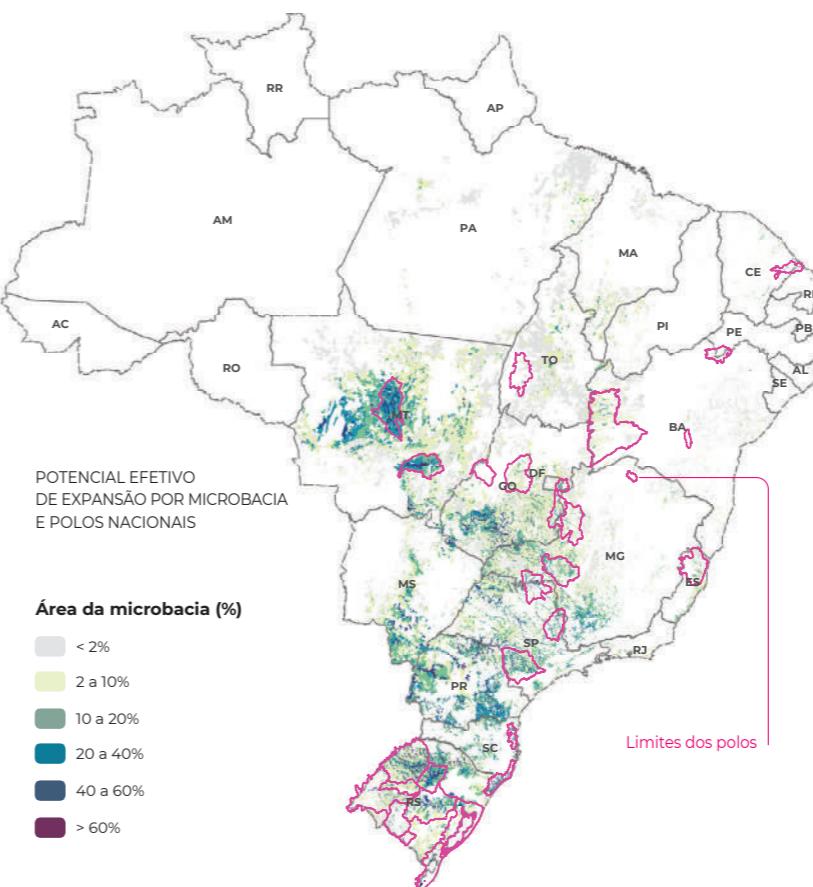
DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DA ÁREA IRRIGADA
2019



CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA
EM MANANCIAIS



IRRIGAÇÃO AMANHÃ



DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO
POTENCIAL EFETIVO
2040





Interface dos Recursos Hídricos com as Políticas Agrícola e de Irrigação

A busca pela **segurança hídrica, atual e futura**, da agricultura irrigada depende de um esforço integrado de políticas, instituições e instrumentos de gestão. A Lei das Águas (Lei nº 9.433/1997) instituiu a **Política Nacional de Recursos Hídricos** e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH) – suas instituições são predominantemente deliberativas (Conselhos de Recursos Hídricos e Comitês de Bacias) ou operacionais (Órgãos Gestores e Agências de Água).

A nova **Política Nacional de Irrigação** (Lei nº 12.787/2013) prevê, em alguns aspectos, a harmonização e integração de seus instrumentos com os da PNRH, mas até o momento poucos dispositivos previstos foram regulamentados ou implementados. Apesar dessa fragilidade, existe a oportunidade da PNI se desenvolver aproveitando resultados e aprendizados da PNRH.

Há ainda a **Política Agrícola**, que atua na agricultura como um todo, mas já considera a irrigação como um setor específico em alguns dos seus programas e projetos.

A seguir são debatidos alguns dos temas centrais de interface das agendas de recursos hídricos e do setor irrigante – agendas essas entendidas como necessariamente integradas, mas que possuem em seu núcleo operacional instituições distintas, responsáveis por sua governança e implementação.

Sistemas Nacionais de Informação

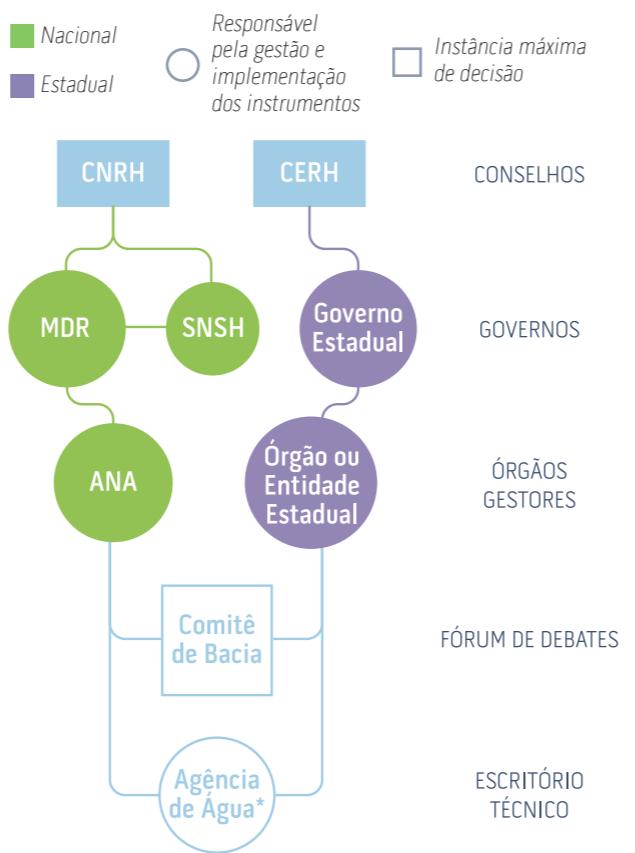
Ambas as políticas (PNRH e PNI) instituíram legalmente Sistemas Nacionais de Informações: o **SNIRH** (sobre Recursos Hídricos), coordenado pela ANA, segue em implementação (www.snirh.gov.br) e inclui publicações, mapas, indicadores, painéis dinâmicos, além de subsistemas como o REGLA (para emissão de outorga), o Hidroweb (informações hidrológicas) e o CNARH (cadastro de usuários). A base de dados do Atlas Irrigação também compõe o SNIRH, sendo disponibilizada em diferentes formatos.

Já o Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação – **SINIR** não teve o avanço esperado, tendo sido

desenvolvido apenas um módulo inicial em fase de testes sobre projetos públicos (o SISPPI – Sistema de Informações sobre os Projetos Públicos de Irrigação).

A PNI destaca como informações centrais que devem compor o SINIR: áreas irrigadas, culturas exploradas, métodos de irrigação; inventário de recursos hídricos e as informações hidrológicas; mapeamento de aptidão; agroclimatologia; infraestrutura de suporte; disponibilidade de energia elétrica; informações socioeconômicas acerca do agricultor irrigante; indicadores sobre os produtos irrigados (quantidade, valor) e áreas públicas da União aptas para projetos de irrigação. O SINIR deve ainda manter cadastro nacional único dos agricultores irrigantes (art. 8º, § 2º). Dentre os objetivos do sistema estão fornecer subsídios para os planos nacional e estaduais/distrital de irrigação e o planejamento da expansão da agricultura irrigada (art. 10º).

Matriz institucional do SINGREH



* Agência de bacia ou entidade com função legal similar ou órgão gestor estadual de recursos hídricos

Passados alguns anos das iniciativas relacionadas à implementação de sistemas, em especial o SNIRH, e dos avanços na base de dados do Atlas Irrigação, há o reconhecimento da importância de uma **base técnica comum e atualizada**, que dê subsídios para a tomada de decisão relacionada tanto à agenda azul quanto à agenda amarela. Contar com os mesmos números e análises sobre a agricultura irrigada facilita a própria articulação e comunicação dos diversos atores, e, por consequência, a implementação das políticas.

Exemplos dessa sinergia foram: a) a adoção dos resultados do Atlas 2017 na construção do índice de segurança hídrica, em sua dimensão econômica – base para o planejamento do PNSH; b) incorporação do Atlas 2017 nas estimativas do Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil – referência para estudos sobre recursos hídricos, incluindo o diagnóstico e o prognóstico dos usos da água em planos de recursos hídricos de bacias interestaduais como as dos rios Grande, Paraguai e Paranapanema; e c) uso do Atlas nas ações do MDR, inclusive na seleção de áreas para a instalação de polos de agricultura irrigada.

Isso significa que a base técnica sobre a agricultura irrigada produzida pela ANA e disponibilizada via SNIRH já tem subsidiado a implementação tanto da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), da qual a ANA é diretamente responsável, quanto da Política Nacional de Irrigação (PNI), sob responsabilidade direta do MDR. Além disso, contribui para o planejamento setorial conduzido pelo setor privado e para as políticas públicas setoriais sob responsabilidade do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e de outros agentes do setor público, nas diferentes esferas da federação.

O caminho para se alcançar a segurança hídrica da agricultura irrigada passa por **sistemas de informação coordenados** conjuntamente entre as entidades responsáveis, e condições técnicas e financeiras para seu desenvolvimento e manutenção. Portanto, certamente haverá maior sinergia e efetividade do SINIR se este sistema for interligado ao SNIRH – entendendo-se que parte dos módulos deve ser comum aos dois sistemas.

É fundamental que a regulamentação da PNI defina o MDR como a entidade federal responsável pela coordenação unificada do SINIR, em estreita colaboração

com o MAPA e a ANA na operacionalização e interligação dos sistemas (núcleo operacional do SINIR). Com os Estados, representações setoriais e outros atores, a coordenação do MDR deve se dar na coleta e recepção de informações, bem como nos formatos de saída das informações para a sociedade.

Planos de Recursos Hídricos e Planos de Irrigação

Além de estabelecer ações específicas e uma agenda de implementação de gestão de recursos hídricos, os planos de recursos hídricos (PRH) orientam os demais instrumentos de gestão (outorga, enquadramento, sistema de informações e cobrança). Os PRH também podem avançar em instrumentos auxiliares que possuem rebatimento sobre os demais, como na determinação de prioridades de uso da água e de áreas sujeitas à restrição de uso. Os PRH devem ser elaborados por bacia hidrográfica, por unidade federativa e para o País.

No contexto nacional, há o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que traz elementos estratégicos e estruturais da Política Nacional de Recursos Hídricos, e os planos de bacias (PRHBH), que trazem elementos mais operacionais. As duas dimensões se complementam ao colaborar na construção de uma estratégia de governabilidade da segurança hídrica. A elaboração desses planos segue avançando pelo Brasil (saiba mais em: <http://conjuntura.ana.gov.br>).

Outro subsídio importante dos PRHBH são as **áreas sujeitas à restrição de uso**. Os PRHBH mais recentes (Paranapanema, Paraguai e Grande) tratam essas áreas como Áreas Prioritárias para a Gestão (APG). As restrições balizadoras do apontamento das APG podem ser tratados de diversas formas. A título de exemplo, se a restrição estiver relacionada à qualidade da água, as metas de enquadramento devem ser as mais restritivas. Assim, se a restrição de uso estiver relacionada a um aspecto da segurança hídrica, esse aspecto pode balizar as ações de gestão naquela APG.

A Política de Irrigação também prevê os planos como instrumento, devendo ser elaborados em consonância com os Planos de Recursos Hídricos (art. 6º). São previstos planos com abrangência nacional,



estadual/distrital. O **Plano Nacional de Irrigação** terá caráter orientador para a elaboração dos planos e projetos de irrigação pelos Estados e pelo Distrito Federal e caráter determinativo para a implantação de projetos de irrigação pela União.

O então Ministério da Integração Nacional (MI), a partir de 2009, no contexto de discussão da nova lei de irrigação, realizou algumas iniciativas de implementação de **Planos Estaduais de Irrigação**. A articulação governamental junto aos estados no sentido de implementar os planos avançou em algumas regiões do país, com a construção do Plano Estadual de Irrigação do Tocantins, o Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Estado de Minas Gerais, o Plano Diretor de Irrigação no contexto dos Usos Múltiplos da Água para o Rio Grande do Sul e o Plano Diretor de Agricultura Irrigada do Distrito Federal. Essas experiências e as dificuldades de implementação de ações devem ajudar na remodelação do conteúdo desse tipo de plano com foco em estabelecer também as pontes para sua efetiva implementação.

A partir deste esforço, em 2014, o MI, em parceria com o IICA e a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (USP/ESALQ), elaboraram o estudo “Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada”, como uma primeira etapa para o Plano Nacional de Irrigação.

O **Atlas Irrigação** pode ser adotado como diagnóstico e prognóstico preliminar do **Plano Nacional de Irrigação**, sendo seus resultados submetidos à consulta pública setorial para debate, ajustes e complementações, com posterior formalização dessas etapas. Restaria a complementação do plano com elementos do conteúdo mínimo previsto na Lei nº 12.787/2013. O MDR tem trabalhado no **Plano de Ação Imediata para a Agricultura Irrigada**, que pode

ser o embrião para essa etapa final do Plano. Outra vantagem desse arranjo refere-se ao fato de que o Atlas será a base técnica setorial no Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040, que se encontra em elaboração, o que permitiria que o planejamento de ambos os setores partisse de uma base comum, minimizando potenciais conflitos futuros pelo uso de dados divergentes.

Outro instrumento importante de planejamento é o **Plano de Desenvolvimento Regional**, preconizado pelo Plano Nacional de Segurança Hídrica para análise detalhada e integrada da efetividade das demandas hídricas associadas a grandes obras potenciais do tipo *supply driven* (concebidas primordialmente para induzir o desenvolvimento a partir da oferta de água, não havendo demanda efetiva atual). Esse conceito foi aplicado no PNSH reconhecendo que a infraestrutura hídrica deve ser tratada apenas como uma das variáveis de desenvolvimento, que se soma a questões relativas à capacidade de investimento dos setores público e privado para instalação das demandas, ao mercado consumidor, ao suprimento de energia, à logística de transporte, à preservação ambiental, entre outras, para aferição e qualificação da indução do desenvolvimento a partir da oferta de água. Portanto, a factibilidade desses projetos de indução não pode ser confirmada a posteriori, como se a infraestrutura disponível naturalmente conduzisse ao desenvolvimento.

Por fim, os planos (recursos hídricos, irrigação e desenvolvimento regional) devem privilegiar a construção de seus respectivos **manuais operativos** (MOP). O MOP estabelece, para o conjunto de metas prioritárias propostas pelo plano, o roteiro para a sua implementação prática durante os primeiros anos de seu horizonte, ou seja, para o curto prazo, detalhando os responsáveis, os procedimentos necessários, os pré-requisitos e os resultados intermediários e finais esperados de cada uma dessas metas (conheça o exemplo do MOP do PIRH Paranapanema: <http://paranapanema.org/plano/mop/>).

Cobrança pelo Uso e Pagamento por Serviços Ambientais

A **cobrança** pelo uso dos recursos hídricos é mais um instrumento instituído pela Política Nacional de Recursos Hídricos tendo como objetivos centrais: reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água; obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos.

Para tanto, é necessária a utilização de metodologias para estabelecimento dos valores a serem cobrados que considerem mecanismos econômicos relacionados com o valor da água, de modo a incentivar os usuários a revisarem suas outorgas para valores mais próximos dos usos efetivos e implementarem processos de otimização de suas captações, de forma a minimizar desperdícios, bem como de seus lançamentos de efluentes, reduzindo o potencial poluidor.

A arrecadação da cobrança deve ser aplicada na bacia de origem. Uma agenda positiva para a segurança hídrica recai sobre a maior participação dos usuários e a pactuação de **planos de aplicação dos recursos** onde o preço pago seja justo e ao mesmo tempo o montante possa ser revertido em ações na bacia. Entretanto, caso os valores cobrados sejam baixos ou falte estudos mais acurados de viabilidade econômica, a capacidade de investimento dos comitês tenderá a ser bastante limitada e os benefícios da cobrança pouco sensíveis aos usuários.

Ainda nesse aspecto dos instrumentos econômicos, as iniciativas de **Pagamento por Serviços Ambientais** (PSA) têm ganhado destaque no planejamento das bacias e em outras ações dos órgãos de meio ambiente e de recursos hídricos. O PSA estimula os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas. Para incentivar o produtor rural a investir em ações que ajudem a preservar a água, a ANA mantém o Programa **Produtor de Água** (<http://produtordeagua.ana.gov.br/>), que é uma inspiração para outras iniciativas de PSA e, futuramente, pode ser pensado como mecanismo de compensação ou de reinvestimento associado à cobrança.

Zoneamento do Crédito e do Seguro Rural

O crédito e o seguro são essenciais para o desenvolvimento da irrigação. Atualmente, não se conta com um zoneamento do crédito que busque estimular o desenvolvimento de áreas irrigadas com melhor aptidão e desestimular a instalação de produtores em zonas de risco (aqueles com capacidade de suporte baixa ou já esgotada).

Os Zoneamentos Agrícolas de Risco Climático (ZARC) são um importante instrumento para os programas de garantias e de crédito, que podem ser aprimorados para as especificidades da irrigação. Entretanto, os ZARC orientam já na ponta ao indicar períodos de plantio que minimizem as adversidades climáticas em fases sensíveis das culturas.

O aumento da segurança hídrica para a irrigação passa pelo aprimoramento dos instrumentos de crédito em seus principais componentes (limites, juros, prazos e carências). Atualmente, o crédito está concentrado no Programa de Incentivo à Irrigação e à Armazenagem (Moderinfra) dos Planos Agrícolas e Pecuários – PAPs anuais (desde 2000/2001). As operações são realizadas por meio de instituições financeiras credenciadas.

A base técnica do **Atlas Irrigação**, em conjunto com os ZARCs e outros critérios técnicos, pode ser utilizada para o **zoneamento do crédito**, definindo minimamente áreas de alto, médio e baixo risco, o que, em última instância, contribui para a própria efetividade do financiamento subsidiado na sua função de desenvolvimento regional, atenuando o risco do próprio crédito.

Recentemente, a ANA e o IBGE publicaram um estudo sobre o uso da água e os déficits hídricos na agricultura de sequeiro (ANA & IBGE, 2020), que aponta áreas que têm sofrido de forma recorrente com o déficit de água. Essa base que compõe o Atlas também tem potencial de aplicação no zoneamento dos estímulos.

O **seguro rural** é outro ponto a ser aprimorado para a segurança da irrigação. O investimento em irrigação minimiza consideravelmente, mas não elimina a vulnerabilidade dos produtores com outros problemas que o clima (como o granizo) ou questões operacionais podem trazer. Os seguros podem ser aprimorados para considerarem as especificidades da produção irrigada, incluindo possíveis zoneamentos (no espaço, no tempo e por cultura) para estimular o aumento da produção de culturas-chave – a exemplo do feijão e do trigo no período seco de terceira safra no Cerrado.

Reservação de Água

As barragens (barramento em um curso d'água permanente ou temporário, e estruturas associadas) podem ser construídas para fins de contenção e elevação de nível da água (fio d'água) ou acumulação propriamente dita (reservação). A reservação de água para fins de irrigação se dá também em reservatórios construídos em paralelo a cursos d'água ou outros reservatórios, com alimentação via bombeamento, sendo caracterizados não como barragens propriamente ditas, mas como tanques de armazenamento.

O uso de pequenos barramentos e seu efeito na disponibilidade hídrica não é muitas vezes contabilizado adequadamente nos balanços hídricos, dado o desconhecimento dos volumes e o baixo efeito na disponibilidade hídrica que é adotada comumente. A caracterização dessa oferta de forma a auxiliar nas análises de capacidade de suporte e na definição de políticas de reservação (barramentos coletivos, por exemplo) também é um desafio.

O cotejo entre a oferta hídrica e as demandas de água configuram o balanço hídrico. A estimativa das demandas hídricas depende de informações precisas sobre áreas irrigadas, além de dados climáticos e sobre os sistemas de irrigação. Os desafios de caracterização da oferta e da demanda em polos de irrigação, bem como o desenho de ações para enfrentá-las, foram analisadas em Planos de Recursos Hídricos (PRHs) recentemente elaborados pela ANA com os respectivos Comitês de Bacia, em especial os das bacias dos rios Paranaíba, Paranapanema e Grande, ocupando papel central na estratégia de implementação dos respectivos Planos.

A definição de **barramentos e reservatórios** como de **interesse social** é uma demanda recorrente dos irrigantes. Pelo novo código florestal (Lei nº 12.651/2012), a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental (art. 8º). Portanto, essa caracterização facilitaria a construção de barragens, reservatórios e instalações

necessárias ao acúmulo, captação e condução de água com vistas ao apoio à produção agropecuária. A execução continuaria sendo sujeita a outras normas ambientais e legislações incidentes, como a Política Nacional de Segurança de Barragens e a Política Nacional de Recursos Hídricos.

Entende-se que a expansão de reservatórios para irrigação, com ou sem a sua definição como de interesse social, deve ser equacionada como elemento central da segurança hídrica para o setor. Os diferentes regulamentos estaduais também causam assimetrias que podem prejudicar o desenvolvimento sustentável. A definição de regras claras e operacionais do ponto de vista ambiental e hídrico contribuirá para essa agenda positiva, devendo ser priorizados barramentos de acumulação maiores e coletivos geridos pelos irrigantes (ou conjunto de usuários de usos múltiplos) beneficiados pelo empreendimento.

Há que se atentar que a liberação irrestrita para a construção de milhares de pequenos reservatórios, sem regras gerais, poderá criar a falsa ideia de segurança hídrica, mas que no curto prazo não se confirmará pela baixa capacidade de guardar água desses reservatórios e pela interferência que podem gerar em reservatórios já instalados a jusante.

Considerações Finais

A expansão da área irrigada no país tem se dado, e deverá continuar ocorrendo, segundo três vertentes principais: perímetros públicos planejados por agências governamentais; iniciativas privadas conjuntas, organizadas na forma de cooperativas ou de associações; e iniciativas privadas individuais.

O primeiro caso costuma estar vinculado a um planejamento mais abrangente, no qual o porte do projeto é compatibilizado com a disponibilidade hídrica. No entanto, sua implementação sofre descontinuidades inerentes às mudanças dos gestores e à emancipação – entrega da gestão da infraestrutura construída aos usuários, que têm enfrentado dificuldades para obtenção da autossuficiência financeira. A expansão de projetos existentes e o planejamento de novos requer a implementação de arranjos produtivos locais firmes, pactuados entre os atores, e que se preocupe com a cadeia desde o insumo até o mercado consumidor.

O segundo e o terceiro casos são movidos pela atratividade e risco inerentes à iniciativa privada. Normalmente, o sucesso de alguns irrigantes atrai outros e a expansão segue a lógica de mercado, nem sempre com aderência às políticas governamentais e a um planejamento local e regional. Nesse contexto, é importante fortalecer o planejamento e organizar a atuação do Estado como indutor e parceiro desse desenvolvimento, principalmente no nível federal, em articulação com estados, municípios e a iniciativa privada.

Em quaisquer dos casos citados acima, a expansão da agricultura irrigada em bacias hidrográficas com vulnerabilidade entre oferta e demanda de recursos hídricos e com baixa implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos aumenta a possibilidade de que os usos se aproximem ou superem a oferta em determinado período do ano. Isso se agrava quando a disponibilidade de água ocorre abaixo do esperado – o que é natural no **regime hidrológico** –, podendo transformar-se em situações de crise hídrica, provocando incertezas quanto ao fornecimento de água, tensionando a relação dos usuários estabelecidos na região e potencializando

usos competitivos entre irrigantes e desses com outros setores usuários.

Como resultado, já se observa que a maior parte das bacias hidrográficas com indicadores de criticidade quantitativa no Brasil tem como maior uso consumutivo a agricultura irrigada. Os conflitos ocorrem de forma intrassetorial (entre os irrigantes) ou com outros setores tais como o abastecimento urbano e a geração de energia. A criticidade ocorre devido às altas demandas da irrigação, mas também em regiões com demandas moderadas, mas com baixa disponibilidade hídrica. Com elevado potencial de expansão e com a perspectiva de relevante aumento do uso da água para irrigação nos próximos 20 anos, é necessário um **esforço crescente de planejamento e gestão**.

Esse esforço deve considerar cada vez mais a variabilidade e as perspectivas de **mudança do clima**, onde a agricultura irrigada é tanto vítima quanto uma importante medida adaptativa para enfrentamento da escassez hídrica e de eventos extremos. O aumento da demanda unitária, por outro lado, diminuirá o potencial de expansão da atividade, o que se somará à diminuição da oferta nos mananciais.

Dados esse contexto e com a importância do setor para a sociedade brasileira e para a gestão dos recursos hídricos, a ANA tem atuado no refinamento de dados e informações por meio de estudos e parcerias, que qualificam não só a atuação da Agência mas disponibilizam produtos que são utilizados tanto na esfera privada quanto na governamental – em especial na elaboração de políticas para o setor. Nessa edição do Atlas, foi possível avançar expressivamente na consistência dos levantamentos de áreas irrigadas e na consolidação das estimativas de uso da água no território nacional. A **diminuição das incertezas** tem sido central nesse retrato da irrigação atual e no planejamento para o futuro.

A elaboração e implementação do planejamento setorial de forma integrada ao planejamento de recursos hídricos (**agenda azul**) é essencial para que a atividade econômica se desenvolva de forma susten-



tável, tanto nas áreas de expansão quanto naquelas já consolidadas. Os **polos de agricultura irrigada** (nacional, regionais ou locais) são unidades territoriais cruciais para o planejamento do setor e a implementação dos instrumentos das políticas de irrigação e de recursos hídricos. A delimitação dessas áreas e o detalhamento de seus atributos dão foco para a gestão e servem como vitrines para o desenvolvimento de outras iniciativas.

Decisões apenas na escala da propriedade podem trazer impactos negativos coletivos em uma bacia hidrográfica. A **organização dos usuários** de água, em escala de bacia – dentro dos limites impostos pelas respectivas autorizações de uso da água e com o acompanhamento dos órgãos gestores – empodera os irrigantes nas análises de risco e na gestão. Facilita ainda a comunicação e a construção de consensos, podendo resultar inclusive em propostas de revisão de critérios de outorga, de capacitação dos usuários e de criação de áreas sujeitas à restrição de uso. Essa **governança local** (lideranças políticas, agentes públicos, produtores e suas representações) também permite maior perenidade das ações implementadas.

O desenvolvimento e a implementação de estratégias para o aumento da segurança hídrica da agricultura irrigada tornam-se ainda mais relevantes nesse momento de reforço da Política Agrícola relacionada à irrigação, incluindo as propostas de regulamentação de dispositivos da Política Nacional de Irrigação. Essa discussão é ainda mais estratégica nesse momento de elaboração do **novo Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040**, este um instrumento-chave do novo ciclo de implementação da Política de Recursos Hídricos.

Por fim, reitera-se que esta base técnica construída nos últimos anos continuará sendo objeto de aprimoramento contínuo, o que depende do fortalecimento de parcerias com órgãos públicos estaduais e federais (MDR, MAPA, Conab, Embrapa, IBGE); organismos internacionais (FAO, USGS); setor usuário (cooperativas, sindicatos e outras representações dos irrigantes); consultorias especializadas; e universidades e centros de pesquisa.

Conforme realizado entre a primeira e essa segunda edição (2017-2021), o **Atlas Irrigação** permanecerá sendo uma base técnica em constante atualização, com resultados consolidados sempre disponibilizados para a sociedade no portal do **SNIRH** (www.srirh.gov.br) e nos canais de comunicação da ANA.

Os resultados atuais e futuros continuarão subsidiando tanto a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos (notadamente outorga, planos de recursos hídricos e sistemas de informações) quanto as tomadas de decisão privadas e de políticas públicas, em especial as conduzidas pelo MDR e pelo MAPA. Para a gestão da água, a **segurança hídrica atual e futura da agricultura irrigada e a garantia dos usos múltiplos** são fatores-chave, norteadores do contínuo aprimoramento do conhecimento e sua aplicação no desenvolvimento da política de recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA REGULADORA DE ÁGUAS, ENERGIA E SANEAMENTO BÁSICO DO DISTRITO FEDERAL (ADASA). **Mapa de áreas irrigadas para fins agrícolas no Distrito Federal em 2020**. Disponível em: <<https://gis.adasa.df.gov.br/>>. Acesso em: 15 set 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Projeto de gerenciamento integrado das atividades desenvolvidas em terra na Bacia do São Francisco**: Subprojeto 4.3: Quantificação e análise da eficiência do uso da água pelo setor agrícola na Bacia do São Francisco: relatório final. Brasília: ANA; GEF; PNUMA; OEA, 2003.

_____. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2013.

_____. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2017a.

_____. **Levantamento da cana-de-açúcar irrigada na região Centro-Sul do Brasil**. Brasília: ANA, 2017b.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2017**: relatório pleno. Brasília: ANA, 2017c.

_____. **Levantamento da cana-de-açúcar irrigada e fertirrigada no Brasil**. Brasília: ANA, 2019a.

_____. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019b.

_____. **Coeficientes técnicos de uso da água para a agricultura irrigada**. Brasília: ANA, 2019c.

_____. **Estimativas de evapotranspiração real por sensoriamento remoto no Brasil**. Brasília: ANA, 2020a.

_____. **A indústria na bacia do rio Paranapanema: uso da água e boas práticas**. Brasília: ANA, 2020b.

_____. **Polos nacionais de agricultura irrigada:**

mapeamento de áreas irrigadas por imagens de satélite. Brasília: ANA, 2020c.

_____. **Manual metodológico do índice de segurança hídrica**. Brasília: ANA, 2020d. Acessível em: <www.ana.gov.br/metadados>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); Embrapa. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil – 2014**: relatório síntese. Brasília: ANA & Embrapa, 2016.

_____. **Levantamento da agricultura irrigada por pivôs centrais no Brasil (1985-2017)**. Brasília: ANA & Embrapa, 2019.

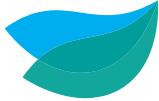
AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); COMPAÑIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Mapamento do arroz irrigado no Brasil**. Brasília: ANA & Conab, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); IBGE. **Uso da água na agricultura de sequeiro no Brasil (2013-2017)**. Brasília: ANA, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil); MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil). **Plano nacional de segurança hídrica**. Brasília: ANA & MDR, 2019.

BENDINI, H. N.; FONSECA, L. M. G.; SCHWIEDER, M.; KÖRTING, T. S.; RUFIN, P.; SANCHES, I. D. A.; LEITÃO, P. J.; HOSTERT, P. Detailed agricultural land classification in the Brazilian cerrado based on phenological information from dense satellite image time series. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, Volume 82, 2019, 101872, ISSN 0303-2434, <https://doi.org/10.1016/j.jag.2019.05.005>.

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



BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Brasília: MI, 2014.

_____. **Elaboração de proposta do plano de ações para instituir uma política de reuso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Brasília: MDR, 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária**. Brasília: MMA, 2006.

_____. **Plano nacional de adaptação à mudança do clima: estratégia geral**. Brasília: MMA, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM. Contribuição da CSEI-Abimaq com estimativas sobre a área irrigada no Brasil. **Item**, n. 122-123, 2020.

CARVALHO, C. de et al. **Anuário brasileiro de hortifruti 2020**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2019.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. **Considerações sobre conflitos e uso sustentável em recursos hídricos**. Brasília: Garamont, 2002.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Perspectivas de diversificação e de investimentos na produção de arroz - trigo - feijão**. Brasília: Conab, 2016.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa L.*) no Brasil (1986 a 2018)**: área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2020. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 18 jun 2020.

FARIAS, A.R. et al. **Potencial de produção de trigo no Brasil a partir de diferentes cenários de expansão da área de cultivo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo; Campinas: Embrapa Gestão Territorial, 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Outlook Fiesp 2028**: projeções para o agro-negócio brasileiro. São Paulo: FIESP, 2019.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M.; PEDREROS, D.; VERDIN, J.; SHUKLA, S.; HUSAK, G.; ROWLAND, J.; HARRISON, L.; HOELL, A.; MICHAELSEN, J. The climate hazards infrared precipitation with stations – a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, p. 1-21, 2015.

IBGE. **Estatísticas do século XX**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006, 577 p.

_____. **Censo agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

_____. **Levantamento sistemático da produção agrícola**: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

_____. **Produção agrícola municipal** (série histórica). Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 20 ago 2020.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (ESPÍRITO SANTO). **Projeto mapeamento ES 2012-2015**. In: IEMA. Geobases. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/links-para-mapes1215>, Acesso em: 14 mai 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA. **Global map of irrigation areas version 5**. Roma (Itália), 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/irrigationmap/>>. Acesso em: 20 jun 2017

_____. **Information system on water and agriculture - AQUASTAT**. Disponível em: <<http://www.fao.org/nr/water/aquastat/main/index.stm>>. Acesso em: 18 jun 2020.

SÃO PAULO (Estado). **Relatório de situação dos recursos hídricos do Estado de São Paulo para o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) do Estado de São Paulo 2000-2003**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/arquivos/perh/perh2000idx.html>. Acesso em: 15 jun 2017.

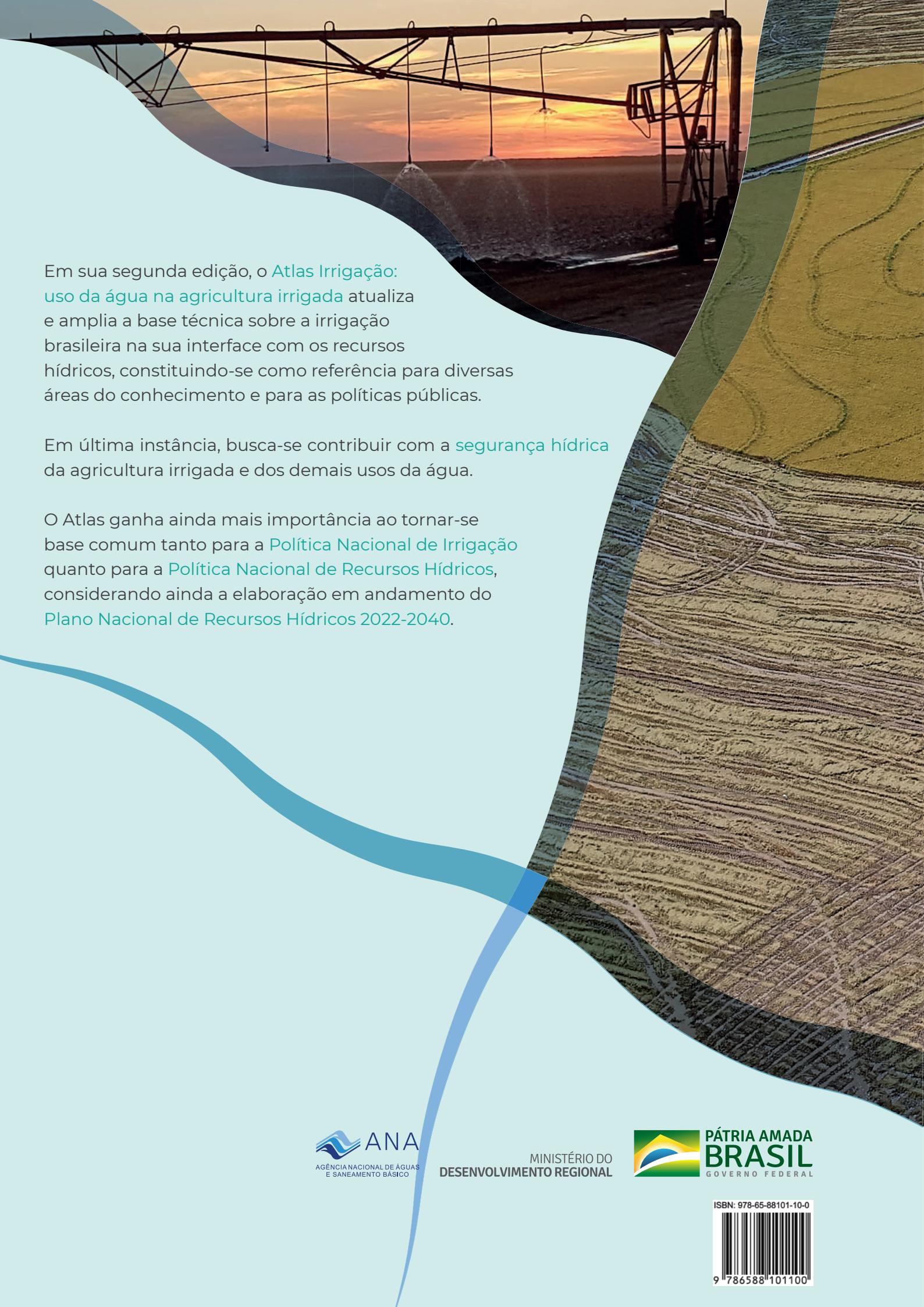
SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação**: métodos, sistemas e aplicações. Campinas: FEAGRI, 2017.

XIE, P.; JOYCE, R.; WU, S.; YOO, S.; SUN, F.; LIN, R. Re-processed, bias-corrected CMORPH global high-resolution precipitation estimates from 1998. **Journal of Hydrometeorology**, v. 18, n. 6, p. 1617-1641, 2017.



Cultivo de uva no município de Petrolina (PE)
Bernardo Rudorff \ Banco de imagens ANA



Em sua segunda edição, o [Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada](#) atualiza e amplia a base técnica sobre a irrigação brasileira na sua interface com os recursos hídricos, constituindo-se como referência para diversas áreas do conhecimento e para as políticas públicas.

Em última instância, busca-se contribuir com a [segurança hídrica](#) da agricultura irrigada e dos demais usos da água.

O Atlas ganha ainda mais importância ao tornar-se base comum tanto para a [Política Nacional de Irrigação](#) quanto para a [Política Nacional de Recursos Hídricos](#), considerando ainda a elaboração em andamento do [Plano Nacional de Recursos Hídricos 2022-2040](#).



MINISTÉRIO DO
DESENVOLVIMENTO REGIONAL



ISBN: 978-65-88101-10-0



9 786588 101100