



Atlas Irrigação

Uso da Água na Agricultura Irrigada



República Federativa do Brasil*Michel Temer*

Presidente

Ministério do Meio Ambiente (MMA)*José Sarney Filho*

Ministro

Agência Nacional de Águas (ANA)**Diretoria Colegiada***Vicente Andreu Guillo (Diretor-Presidente)**João Gilberto Lotufo Conejo**Gisela Damm Forattini**Ney Maranhão**Ricardo Medeiros de Andrade***Secretaria Geral (SGE)***Mayui Vieira Guimarães Scafura***Procuradoria-Federal (PF/ANA)***Emiliano Ribeiro de Souza***Corregedoria (COR)***Ademar Passos Veiga***Auditoria Interna (AUD)***Eliomar Ayres da Fonseca Rios***Chefia de Gabinete (GAB)***Horácio da Silva Figueiredo Júnior***Gerência Geral de Articulação e Comunicação (GGAC)***Antônio Félix Domingues***Gerência Geral de Estratégia (GGES)***Bruno Pagnoccheschi***Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)***Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares***Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica Nacional (SGH)***Marcelo Jorge Medeiros***Superintendência de Tecnologia da Informação (STI)***Sérgio Augusto Barbosa***Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)***Humberto Cardoso Gonçalves***Superintendência de Implementação de Programas e Projetos (SIP)***Tibério Magalhães Pinheiro***Superintendência de Regulação (SRE)***Rodrigo Flecha Ferreira Alves***Superintendência de Operações e Eventos Críticos (SOE)***Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho***Superintendência de Fiscalização (SFI)***Flavia Gomes de Barros***Superintendência de Administração, Finanças e Gestão de Pessoas (SAF)***Luís André Muniz*

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA)

ATLAS IRRIGAÇÃO
Uso da Água na Agricultura Irrigada



SUPERINTENDÊNCIA DE PLANEJAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS (SPR)

BRASÍLIA - DF
ANA
2017

© 2017, Agência Nacional de Águas (ANA).

Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T.
CEP: 70610-200, Brasília-DF.
PABX: (61) 2109-5400 | (61) 2109-5252
Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

Comitê de Editoração

João Gilberto Lotufo Conejo

Diretor

Reginaldo Pereira Miguel

Procurador Federal

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Humberto Cardoso Gonçalves

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendentes

Mayui Vieira Guimarães Scafura

Secretaria-Executiva

Equipe editorial

Supervisão editorial: Thiago Henriques Fontenelle

Wagner Martins da Cunha Vilella

Marcus André Fuckner

Elaboração dos originais: Agência Nacional de Águas (ANA)

Diagramação: Adílio Lemos da Silva

Cartografia Temática: Thais da Silva Dornelas

Thiago Henriques Fontenelle

Capa: Raylton Alves Batista

Fotografias: Banco de Imagens ANA

Produção: Agência Nacional de Águas (ANA)

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 (Brasil).

Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada /

Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2017.

86 p. il.

ISBN 978-85-8210-051-6

1. Água - Uso. 2. Agricultura Irrigada. I. Título.

CDU 631.67(084.4)

COORDENAÇÃO E ELABORAÇÃO

Agência Nacional de Águas (ANA)

Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos (SPR)

Equipe Técnica

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Coordenação Geral

Thiago Henrique Fontenelle

Wagner Martins da Cunha Vilella

Coordenação Executiva

Adalberto Meller

Aldir José Borelli

Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira

Carlos Alberto Perdigão Pessoa

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Filipe Sampaio Casulari Pinhati

Flávio Hadler Tröger

Gaetan Serge Jean Dubois

Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez

Marcela Ayub Brasil Barreto

Marcus André Fuckner

Paulo Marcos Coutinho dos Santos

PARCEIROS

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab)

Aroldo Antônio de Oliveira Neto

Társis Rodrigo de Oliveira Piffer

Patrícia Maurício Campos

André Luiz Farias de Souza

Fernando Arthur Santos Lima

Lucas Barbosa Fernandes

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Daniel Pereira Guimarães

Elena Charlotte Landau

Paulo Emílio Pereira de Albuquerque

Colaboradores

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff

Candice Schauffert Garcia

Daniel Alves de Aguiar

Fabiano Saraiva

Fernando Falco Pruski

Irani dos Santos

Laertes Munhoz da Cunha

Renata Del Giudice Rodriguez

Thais da Silva Dornelas

Lista de Figuras

Figura 1. Distribuição da precipitação média mensal no Brasil (período 1961-2007).....	12
Figura 2. Mapa global de áreas irrigadas.....	13
Figura 3. Indicadores de rendimento em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas – arroz, feijão e trigo (2015).....	14
Figura 4. Indicadores de rendimento em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas – arroz, feijão e trigo (2004-2015).....	15
Figura 5. Arroz - área irrigada e de sequeiro e produção total (1986-2015).....	16
Figura 6. Área irrigada total e participação das Regiões Geográficas (1960-2015).....	21
Figura 7. Incremento anual de área irrigada mecanizada, por grupos de sistemas (2000-2016)	22
Figura 8. Área atual equipada para irrigação por município – arroz e cana-de-açúcar	25
Figura 9. Área atual equipada para irrigação por município – outras culturas em pivôs centrais e outras culturas e sistemas	26
Figura 10. Área atual equipada para irrigação por município (2015).....	27
Figura 11. Área irrigada por Unidade da Federação (2006 e 2015)	28
Figura 12. Área equipada para irrigação - tipologia predominante por município	29
Figura 13. Área equipada para irrigação - grau de refinamento das informações por município	30
Figura 14. Municípios com perímetros públicos em operação.....	31
Figura 15. Áreas potenciais de concentração para agricultura irrigada.....	37
Figura 16. Indicadores de área adicional irrigável por Região (potencial de expansão)	39
Figura 17. Indicadores de área adicional irrigável por microbacia (potencial de expansão)	40
Figura 18. Indicadores de área adicional irrigável (potencial de expansão) - Brasil	42
Figura 19. Área equipada para irrigação por município – 2015 e projeção para 2030.....	43
Figura 20. Variação percentual da área equipada para irrigação, 2015 e projeção para 2030, por município.....	44
Figura 21. Uso da água no Brasil (retirada e consumo) por setor usuário	45
Figura 22. O ciclo hidrológico e a agricultura irrigada.....	46
Figura 23. Estações meteorológicas e pluviométricas utilizadas e regime trimestral de chuvas no Brasil	47
Figura 24. Representação esquemática dos processos relacionados à irrigação ...	47
Figura 25. Cana-de-açúcar - área e retirada de água por tipologia de irrigação ..	49
Figura 26. Síntese das áreas equipadas para irrigação e do uso da água, por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030.....	50
Figura 27. Síntese das áreas equipadas para irrigação e do uso da água por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030	51
Figura 28. Demanda média anual por microbacia – 2015.....	52
Figura 29. Demanda média anual, por microbacia e por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030.....	54
Figura 30. Uso mensal da água em relação à média anual (sazonalidade) para o arroz inundado (a) e para as demais culturas exceto arroz e cana (b)	56
Figura 31. Demanda média mensal por microbacia – 2015	57
Figura 32. Outorgas vigentes de uso da água em rios de domínio da União - 2015	58

Figura 33. Domínio das águas e a outorga	58
Figura 34. Principais Áreas Especiais de Gestão dos Recursos Hídricos (agricultura irrigada) e trechos destacados.....	60
Figura 35. Projeto Formoso – Formoso do Araguaia/TO (arroz inundado)	61
Figura 36. Trecho da bacia do rio Jacuí - RS (arroz inundado)	62
Figura 37. Perímetro Nilo Coelho – Petrolina/PE (Semiárido)	63
Figura 38. Perímetro Jaguaribe-Apodi – Limoeiro do Norte/CE (Semiárido)	64
Figura 39. Região de João Pinheiro - Paracatu (cana-de-açúcar).....	65
Figura 40. Alto Paranapanema/SP (pivôs centrais).....	66
Figura 41. Oeste Baiano (pivôs centrais)	67
Figura 42. Alto São Marcos – DF/MG/GO (pivôs centrais)	68
Figura 43. Alto Jacuí – RS (pivôs centrais)	69
Figura 44. Uso de realce de contornos para identificação de pivôs centrais em imagens de satélite Landsat 8	73
Figura 45. Pivôs centrais em imagens de satélite de alta resolução espacial	73
Figura 46. Padrões agrícolas identificados em séries de índices de vegetação (NDVI).....	74
Figura 47. Trajetória do índice de vegetação (EVI/MODIS) de 2001 a 2016 de um pixel em área de cana, no município de Paracatu/MG	75
Figura 48. Trajetória do índice de vegetação (EVI/MODIS) de 2001 a 2016 de um pixel em área de cana, no município de Jaboticabal/SP.....	75
Figura 49. Estimativa de evapotranspiração real (ETA) em uma área do oeste baiano.....	75
Figura 50. Estimativas da vazão mensal a partir do consumo de energia e vazão declarada - perímetro Lagoa Grande (MG)	76

Lista de Tabelas

Tabela 1. Marcos históricos de desenvolvimento da agricultura irrigada	19
Tabela 2. Área equipada para irrigação por Região Geográfica e Unidade da Federação (1960-2015).....	20
Tabela 3. Grupos (tipologias) e síntese das informações sobre área irrigada atual (2015).....	24
Tabela 4. Perímetros públicos: dados gerais, localização, área ocupada e entidade responsável.....	32
Tabela 5. Perímetros públicos: culturas, sistemas de irrigação, empregos e infraestrutura	34
Tabela 6. Potencial de solos para irrigação	37
Tabela 7. Indicadores de área adicional irrigável por Região e Unidade da Federação	38
Tabela 8. Dados analisados e resultados da projeção de áreas irrigadas, por grupo - horizonte 2030	41
Tabela 9. Vazões médias anuais, por Unidade da Federação e cultura - 2015 e projeção para 2030.....	55
Tabela 10. Indicadores de eficiência de uso de água para sistemas de irrigação.	71

Sumário

Apresentação	9
1 Contextualização	11
2 Histórico da Irrigação no Brasil	17
3 Área Irrigada Atual	23
4 Potencial de Expansão e Cenário 2030.....	36
5 Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos	45
5.1 Uso da Água.....	45
5.2 Áreas Especiais de Gestão dos Recursos Hídricos.....	59
5.3 Eficiência no Uso e Qualidade da Água	70
5.4 Perspectivas de Ampliação do Conhecimento	72
6 Considerações Finais.....	77
7 Referências Bibliográficas	79
APÊNDICE A - Área irrigada por município em 2015 - por grupo e total.....	81

Apresentação



Pivô central às margens do rio Paranapanema no Estado de São Paulo
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

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 regiões de características físico-climáticas mais favoráveis, a agricultura tendeu a se desenvolver 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 em outras regiões do país 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 viabilizam-se apenas com a aplicação suplementar de água nesses meses, embora a produção possa ser realizada normalmente no período chuvoso.

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 redução de custos unitários, a atenuação de riscos climáticos/meteorológicos e a

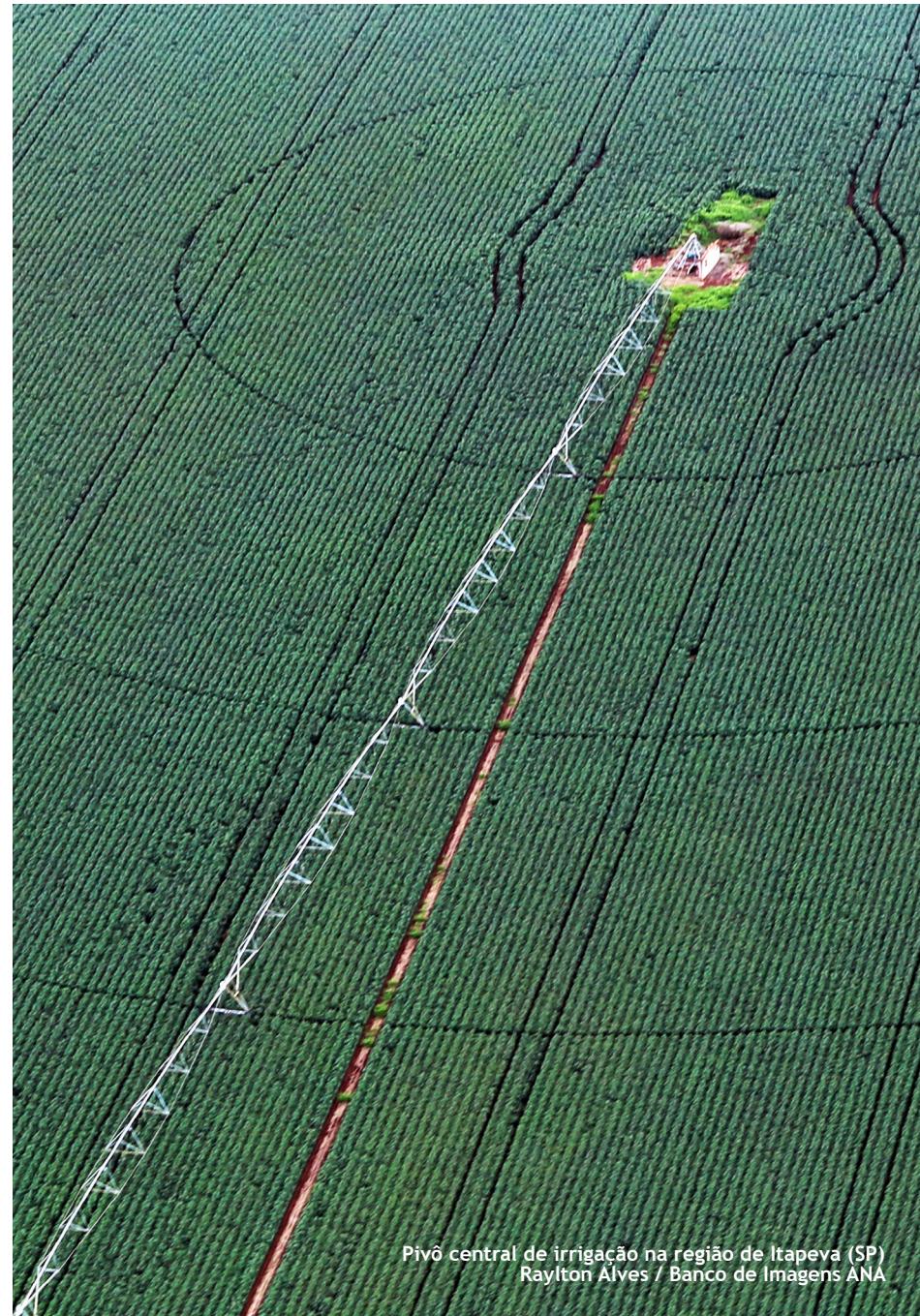
otimização de insumos e equipamentos. A irrigação também é fundamental para o aumento e a estabilidade da oferta de alimentos e consequente aumento da segurança alimentar e nutricional da população brasileira. Tomate, arroz, pimentão, cebola, batata, alho, frutas e verduras são exemplos de alimentos 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, fomentam 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 geodiversidade, o conhecimento de base e o monitoramento da atividade tornam-se um grande desafio. Nesse contexto, a Agência Nacional de Águas – 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 têm sido publicados nos últimos anos no Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil e, mais recentemente, em publicações específicas, como no Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil e no Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do 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 produziu e apresenta o *Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada*.

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.

As bases de dados e outros materiais adicionais encontram-se disponíveis no Portal de Metadados da ANA (<http://www.ana.gov.br/metadados>) e no Portal SNIRH – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (www.snirh.gov.br).



1 Contextualização



Pivô central na região de Itaberá (SP)
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 ainda quando consumimos arroz, feijão, legumes, frutas e verduras – alimentos produzidos em grande medida sob irrigação.

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.

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 (Figura 1), onde algumas culturas de sequeiro ainda podem se desenvolver.

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 (Figura 1), embora a produção possa ser realizada com menores riscos no período chuvoso.

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 disposta 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 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 é mais econômica e apresenta menos tecnologia atrelada. Mas um terreno com boa 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 adequados 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 e 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.

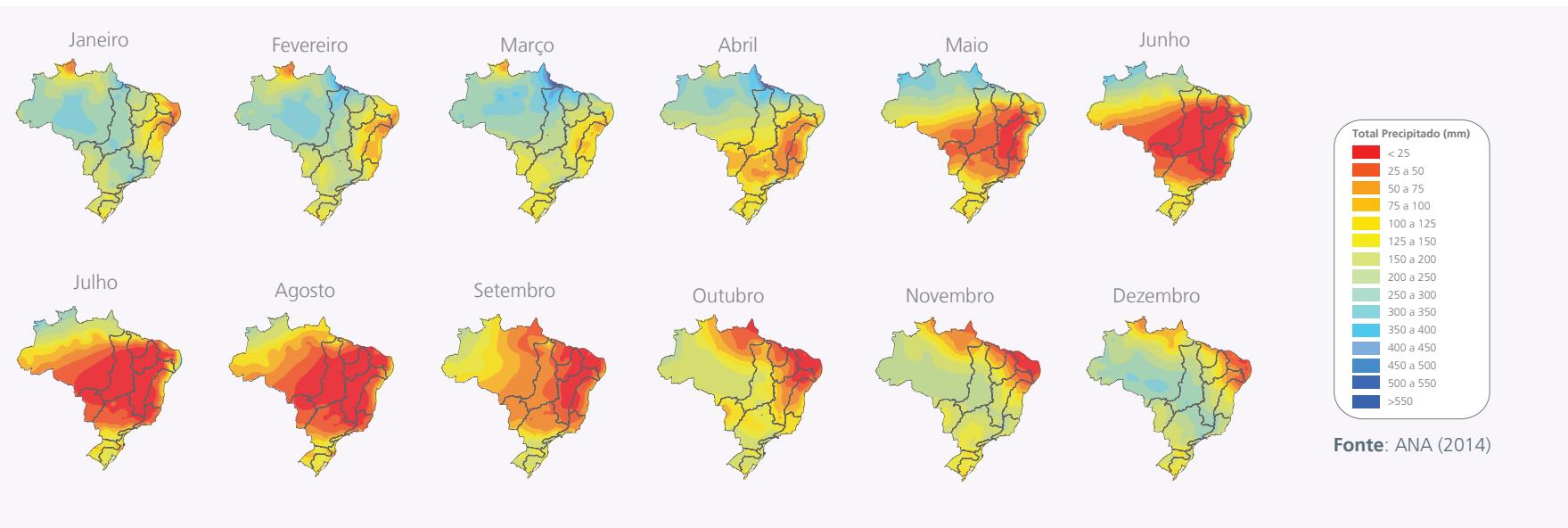


Figura 1. Distribuição da precipitação média mensal no Brasil (período 1961-2007)

Segundo dados da FAO (2017), 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 no grupo de países que possui área entre 4 e 7 Mha, que inclui Tailândia, México, Indonésia, Turquia, Bangladesh, Vietnã, Uzbequistão, Itália e Espanha. A Figura 2 apresenta um panorama global das áreas equipadas para irrigação.

Entretanto, a irrigação no nosso País é considerada pequena frente ao potencial estimado, à área agrícola total, à extensão territorial e ao conjunto de fatores físicos-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 aproveitamento total do 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.

Exemplos dessa dinâmica são encontrados em diversos locais do País. Carneiro et al. (2010) demonstram que a área irrigada na bacia do Rio Preto, no Distrito Federal, avançou de cerca de mil hectares em 1980 para aproximadamente 11 mil hectares

no início dos anos 2000. Guimarães et al. (2012) mostram que a utilização dos equipamentos de pivôs centrais para irrigação no Distrito Federal teve início em 1986, com forte expansão entre os anos de 1988 a 1997, totalizando cerca de 12.000 hectares em 2012 (ha). No Pará, o crescimento, entre 1996 e 2006, foi de 611%, passando de 4.797 ha para 29.333 ha (Souza et al. 2012). Na bacia do rio Paranaíba, formador do rio Paraná em áreas de Goiás, Minas Gerais, Distrito Federal e Mato Grosso do Sul, levantamentos identificaram 608 mil hectares irrigados em 2010 – o dobro da área irrigada levantada em 2006 pelo Censo Agropecuário (ANA, 2013; IBGE, 2009). ANA & Embrapa (2016) apontaram um crescimento de 43,3% (+382 mil ha) da área de pivôs centrais no Brasil entre 2006 e 2014.

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

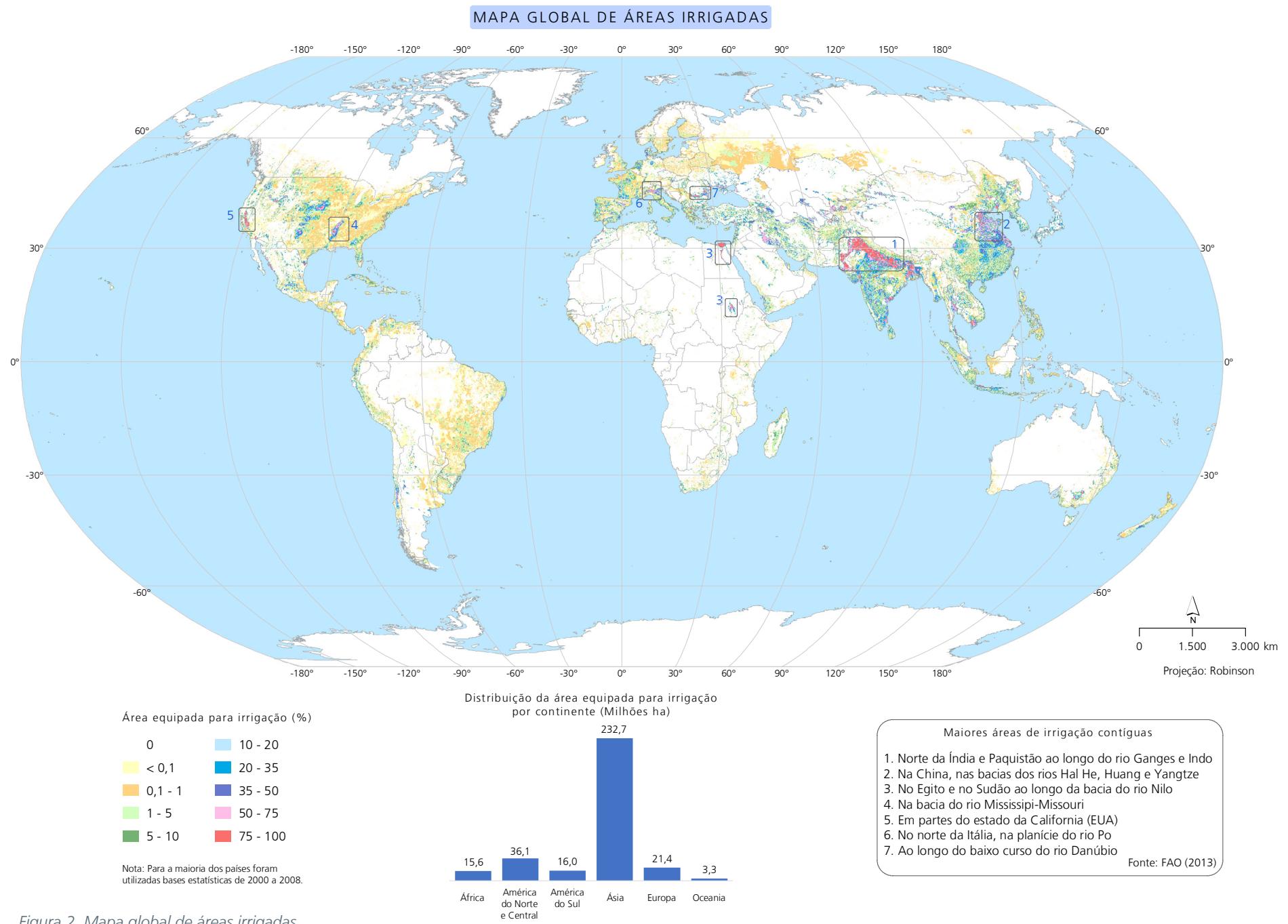


Figura 2. Mapa global de áreas irrigadas

Fonte: FAO (2013).

ção 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, 2016; Mendes, 1998).

Assim como a agricultura de forma geral, a agricultura irrigada brasileira é bastante dinâmica e diversificada. Em outorgas¹ vigentes da ANA, que recobrem 700 mil hectares (10% da área total), ocorrem 70 diferentes culturas, associadas a diferentes métodos de irrigação. Em que pese a diversidade, é possível extrair 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 a aspersão convencional com carretéis enroladores (*hidro roll*) e a cana-de-açúcar; e entre os pivôs centrais e a produção de outros grãos, em especial algodão, 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 sociedade brasileira devido à indisponibilidade de dados ou à impossibilidade de disagregação em relação a agricultura de uma forma geral (dados médios que englobam o sequeiro). A Figura 3 apresenta indicadores de produtividade para arroz, feijão e trigo – importantes grãos presentes no hábito alimentar do brasileiro – em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas. A produção irrigada apresentou, respectivamente, rendimentos 3,6, 2,5 e 2,2 vezes superiores à produção de sequeiro em 2015. O Box 1.1 detalha esse comparativo entre 2004 e 2015.

A agricultura irrigada apresenta um histórico de desenvolvimento crescente e persistente nas últimas décadas – e que se acelerou nos últimos 15 anos –, estando muitas vezes na contramão de períodos instáveis e negativos da economia brasileira e mundial. Por outro lado, a disponibilidade de dados setoriais específicos permanece um grande desafio. Esse documento procura sistematizar e padronizar os esforços recentes da Agência Nacional de Águas – em seus estudos próprios ou

em parceria com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) – na produção de informações, fornecendo uma nova base técnica para a discussão da agricultura irrigada brasileira na sua interface com os recursos hídricos. O *Atlas Irrigação: Uso da Água na Agricultura Irrigada* apresenta uma retrospectiva e um panorama atual da agricultura irrigada brasileira, além de uma visão de futuro. O aprimoramento e a atualização dos dados e das análises são atividades permanentes da ANA como parte de seu comprometimento com a sociedade brasileira.



Figura 3. Indicadores de rendimento em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas – arroz, feijão e trigo (2015).

1 A outorga de direito de uso de recursos hídricos é a autorização para uso da água.

Box 1.1 Irrigação e produtividade

Em algumas culturas, safras e regiões produtoras é possível obter indicadores de produtividade da agricultura irrigada dada a elevada participação na produção total. É comum a obtenção de tais indicadores em escala experimental ou local, mas não na agricultura de larga escala.

Feijão, arroz e trigo, importantes grãos presentes no hábito alimentar do brasileiro, podem ser destacados como exemplos. A Figura 4 apresenta o rendimento médio destas culturas (2004-2015) em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas.

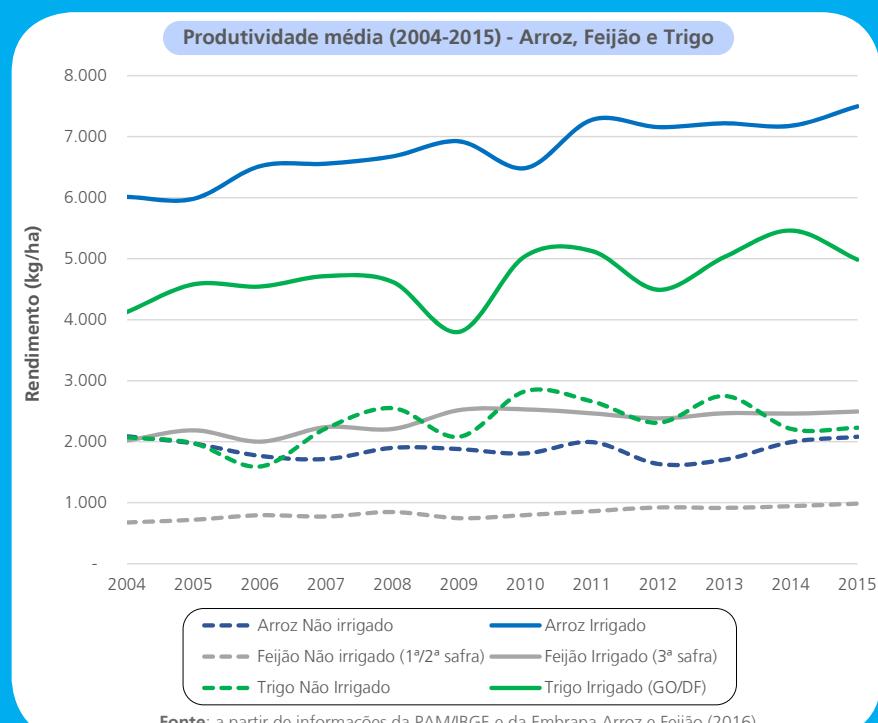


Figura 4. Indicadores de rendimento em condições predominantemente irrigadas e não irrigadas – arroz, feijão e trigo (2004-2015).

A terceira safra de feijão concentra-se no oeste baiano, em Mato Grosso e na região do Distrito Federal e municípios goianos e mineiros vizinhos (região de Cristalina/GO e Unaí/MG). Ocorre em grande parte sob irrigação, uma vez que o calendário coincide com períodos secos destas regiões de Cerrado, com

primeiros plantios iniciando em abril e colheitas até outubro (Conab, 2017).

Considerando o período 2004-2015, o feijão 3ª safra respondeu por 5,4% da área colhida total de feijão no Brasil, mas por 13,8% da quantidade produzida, o que se explica pelos rendimentos superiores aos das 1ª e 2ª safras (Figura 4) – produzidas predominantemente sob sequeiro. Nesse período, o rendimento médio da produção irrigada foi superior entre 2,5 (em 2006) e 3,4 (2009) vezes à produção de sequeiro. Em 2013, a 3ª safra de feijão ultrapassou a marca de 500 mil toneladas, quando foi responsável por 17,6% da quantidade produzida com apenas 7,3% da área colhida. A quantidade de feijão atualmente produzida é muito ajustada ao consumo (Conab, 2016) – preocupação que pode ser minimizada no curto prazo com maiores estímulos à produção irrigada.

Apesar da dificuldade de obter dados em larga escala, o milho e a soja tendem a apresentar potenciais de incremento significativos. Mesmo no período de 1ª safra destes grãos, 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.

Quanto ao arroz, apesar da relativa estabilidade da área irrigada nas últimas décadas e da queda sistemática das áreas de sequeiro, tem-se verificado aumentos no rendimento médio da produção (Figura 5), proporcionados em grande medida por melhorias no pacote tecnológico do produtor, o que inclui a irrigação com um crescente aumento da eficiência do uso da água. Assim, apesar da queda das áreas de sequeiro, a pequena expansão das áreas irrigadas associada com o aumento da produtividade tem mantido a produção total de arroz estável nos últimos 10 anos (Figura 5).

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. Brasil (2016) destaca que se a tendência de ampliação da participação do arroz irrigado na produção nacional perdurar, teremos quase a totalidade desta cultura sob irrigação, principalmente por inundação, no horizonte de 10 anos.

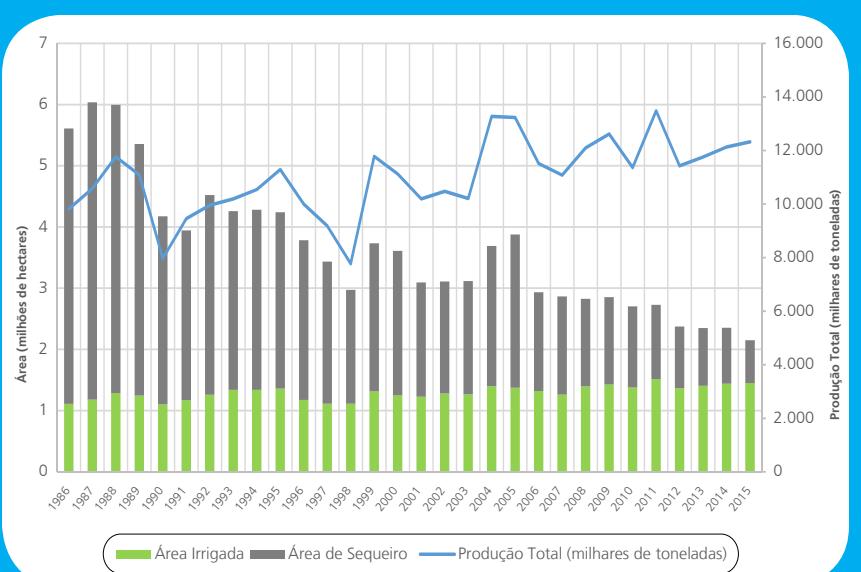
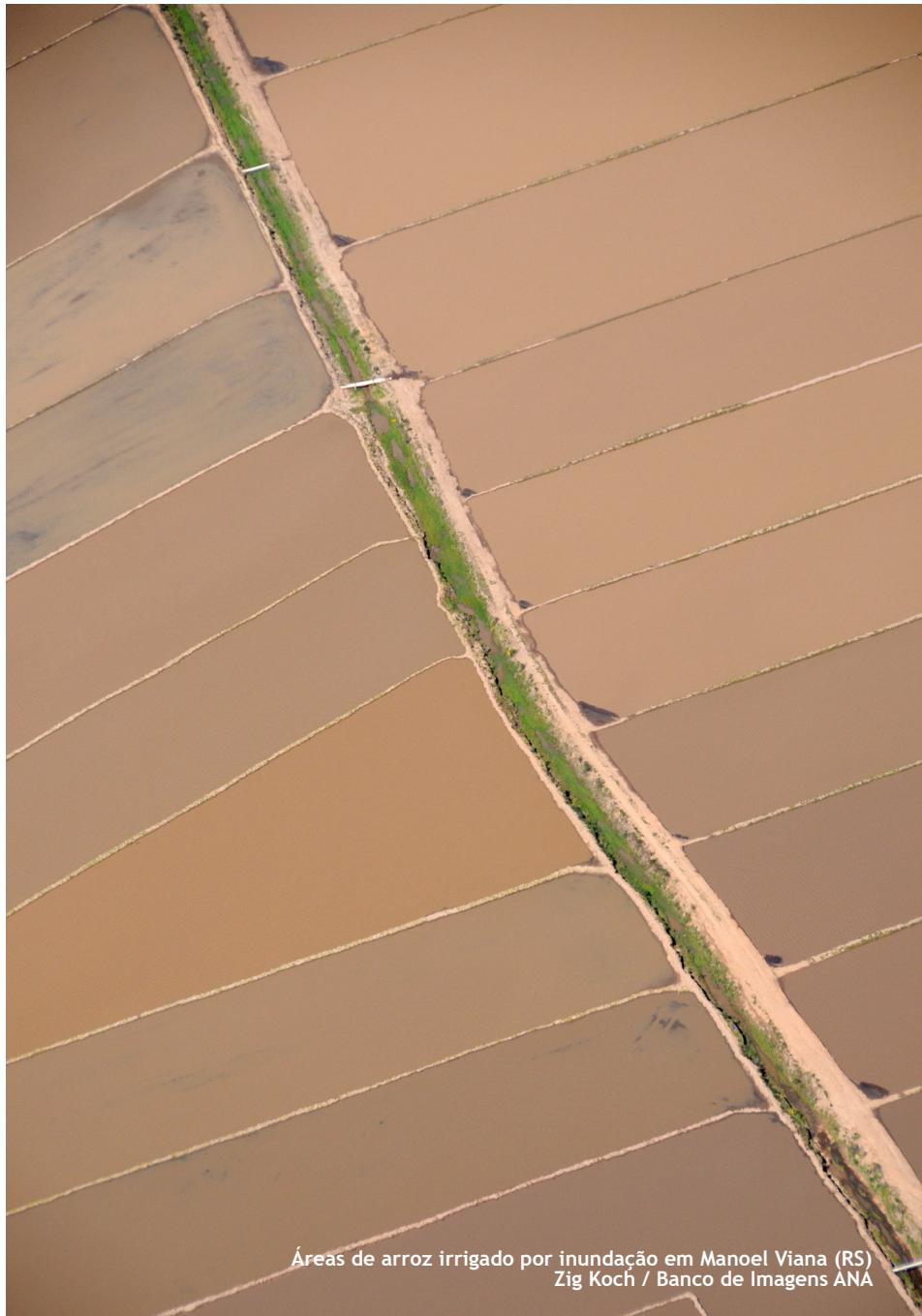


Figura 5. Arroz - área irrigada e de sequeiro e produção total (1986-2015)

Fonte: Embrapa Arroz e Feijão (2016)

Importante cereal presente no hábito alimentar do brasileiro, o trigo também possui perspectivas de expansão sob irrigação. No Distrito Federal e na região vizinha de Goiás a produção ocorre em pivôs centrais. Em 2015, esses Estados responderam por 0,4% da área colhida e por 1% da produção total devido aos rendimentos de duas a três vezes superiores à média nacional (Figura 4). Estudos destacam o Centro-Oeste por seu elevado potencial na expansão da produção de trigo (Farias et al., 2016).

Além dos exemplos destacados anteriormente, vale lembrar a grande 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 alimentar e nutricional da população brasileira.



2 Histórico da Irrigação no Brasil



Usina sucroenergética e irrigação em cana-de-açúcar, em São Francisco de Sales (MG)
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 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 agricultura para regiões de características físico-climáticas menos favoráveis (total ou sazonal) e pelos próprios benefícios observados nessa prática, a irrigação se intensificou no Brasil a partir das décadas de 1970 e 1980, tendo contado com importantes iniciativas governamentais, tais como: 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 para a chegada da irrigação 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 1945³, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco (CODEVASF), criada em 1975⁴, 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 o Banco do Nordeste, criado em 1952, e recursos de acordos de empréstimos com organismos internacionais.

³ 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.

⁴ A CODEVASF teve origem na Comissão do Vale do São Francisco (CVSF), criada em 1948, transformada em Superintendência do Vale do São Francisco (1967). A CODEVASF passou a atuar também na bacia do rio Parnaíba (desde 2002), nas bacias do Itapecuru e Mearim (2010) e na bacia do Vaza-Barris (2017).

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 perímetros 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 levantamentos a partir de 1972, tendo com 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 posteriores⁵, esteve vigente até a edição da atual Política que tramitou por cerca de duas décadas⁶ até sua promulgação em janeiro de 2013 (Lei nº 12.787/2013). Entretanto, nenhum dispositivo da nova política foi até agora regulamentado.

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 de longo prazo do setor privado, ou seja, do próprio papel do Estado como indutor e não centralizador do desenvolvimento.

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 Agência Nacional de Águas - 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 Política de Recursos Hídricos, 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. Essas iniciativas contam com juros baixos em relação ao mercado, prazos de financiamento de até 20 anos e prazos de carência de alguns anos.

⁵ 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).

⁶ Projeto de Lei nº 295/1995, transformado posteriormente no Projeto de Lei nº 6.381/2005.

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). No PAP 2016/2017, a iniciativa foi denominada Programa de Modernização à Irrigação (mantendo a sigla Moderinfra). 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 8,5% ao ano, com limite de R\$ 2,2 milhões (crédito individual) e R\$ 6,6 milhões (crédito coletivo) e prazo de até 12 anos (com até três anos de carência). Foram programados R\$ 550 milhões no Moderinfra 2016/2017. 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 segurança 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 (FNE), criado pela Constituição de 1988. O programa FNE Água financia projetos para o uso eficiente e sustentável da água, tendo como alguns de seus itens financiáveis: barragens, captação subterrânea, recuperação de mananciais, hidrômetros e sistemas de gotejamento e micro-aspersão. 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 técnica⁷. A projeção de financiamento do FNE Irrigação para 2017 é da ordem de R\$ 400 milhões.

A Tabela 1 apresenta uma síntese dos principais marcos históricos de desenvolvimento da agricultura irrigada brasileira.

⁷ Mais informações: <https://www.bnb.gov.br/programas-do-fne>

Tabela 1. Marcos históricos de desenvolvimento da agricultura irrigada

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)
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 (PROVARZEAS)
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
2002	CODEVASF passa a atuar no vale do Parnaíba
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). Dispositivos ainda não regulamentados

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 sazonais de produção e redução de riscos climáticos) ainda não são adequadamente 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 (1960-2006) e a estimativa atual realizada pela ANA registram o forte crescimento da atividade (Tabela 2). 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. Estima-se que, em 2015, o Brasil atingiu a marca de 6,95 milhões de hectares (Tabela 2; Figura 6).

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 de Goiás (esse no período mais recente) (Tabela 2).

Tabela 2. Área equipada para irrigação por Região Geográfica e Unidade da Federação (1960-2015)								
Região / UF	1960	1970	1975	1980	1985	1996	2006	2015
NORTE	457	5.640	5.216	19.189	43.244	83.022	109.582	194.002
AC	-	-	5	113	52	728	1.454	1.480
AM	43	5.199	585	733	285	209	6.204	5.386
AP	-	13	9	36	28	9.119	2.404	2.413
PA	23	136	4.496	9.077	11.918	4.797	29.517	27.285
RO	1	66	23	196	144	1.041	14.130	15.231
RR	-	5	-	19	2.240	5.660	13.003	14.403
TO	390	220	99	9.015	28.578	61.469	42.870	127.804
NORDESTE	51.770	115.971	163.358	261.425	366.832	751.886	1.007.657	1.171.159
AL	5.610	13.218	18.643	12.410	27.814	156.992	195.764	185.717
BA	22.102	27.042	41.007	70.603	107.055	209.705	312.668	504.781
CE	11.389	25.484	29.887	63.599	67.305	108.998	117.381	70.449
MA	74	1.820	524	2.037	24.035	16.521	64.059	84.575
PB	3.439	13.433	18.227	18.085	18.895	63.548	58.683	59.357
PE	6.265	19.002	34.553	65.039	83.457	118.400	152.917	146.169
PI	451	1.863	1.944	6.387	13.560	18.254	30.948	32.266
RN	1.383	5.471	7.896	15.418	17.589	45.778	54.716	57.999
SE	1.057	8.639	10.678	7.846	7.122	13.691	20.521	29.845
SUDESTE	116.174	184.618	347.690	428.822	599.564	929.189	1.607.681	2.709.342
ES	1.233	10.169	15.673	22.278	49.798	92.695	209.840	266.635
MG	46.991	57.474	138.533	162.773	194.619	322.679	530.042	1.082.373
RJ	11.896	25.512	43.411	63.142	71.008	74.761	81.748	60.287
SP	56.054	91.463	150.074	180.629	284.140	439.054	786.051	1.300.047
SUL	285.391	474.663	535.076	724.568	886.964	1.096.592	1.238.812	1.696.233
PR	4.344	9.176	9.387	28.093	31.477	46.890	105.455	127.887
RS	260.548	407.496	475.738	631.700	779.535	935.677	997.108	1.368.327
SC	20.499	57.991	49.951	64.775	75.952	114.025	136.249	200.019
CENTRO-OESTE	1.637	14.358	35.490	47.216	63.221	260.952	581.801	1.183.974
DF	108	1.151	2.086	4.785	5.539	12.591	14.508	22.895
GO	755	4.028	8.692	22.009	20.016	115.908	297.924	717.485
MS	719	5.717	23.650	16.477	25.808	73.228	120.521	196.230
MT	55	3.462	1.062	3.944	11.858	59.226	148.848	247.364
TOTAL	455.429	795.250	1.086.830	1.481.220	1.959.825	3.121.642	4.545.533	6.954.710

Fontes: Censos Agropecuários (IBGE, 1960-2006) e ANA (2015).

A região Norte prossegue como região de baixo desenvolvimento da agricultura irrigada, com incrementos pouco expressivos (Figura 6). Tocantins é exceção, 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 2,8%.

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. Neste contexto, o Nordeste reduziu sua participação na área total (Figura 6). Quanto à crise hídrica recente, estima-se que muitas das áreas equipadas em 2015 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, quadruplicando a área para 1,2 Mha (2015). Goiás responde pela maior parte desse crescimento, sextuplicando a área irrigada entre 1996 e 2015, 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 forte aumento recente da participação da região no total nacional (Figura 6).

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. São Paulo e Minas Gerais concentram 34,0% da área irrigada do País e 87,9% da área da região, impulsionando o Sudeste a responder atualmente pela maior área irrigada com 39,0% do total (Figura 6).

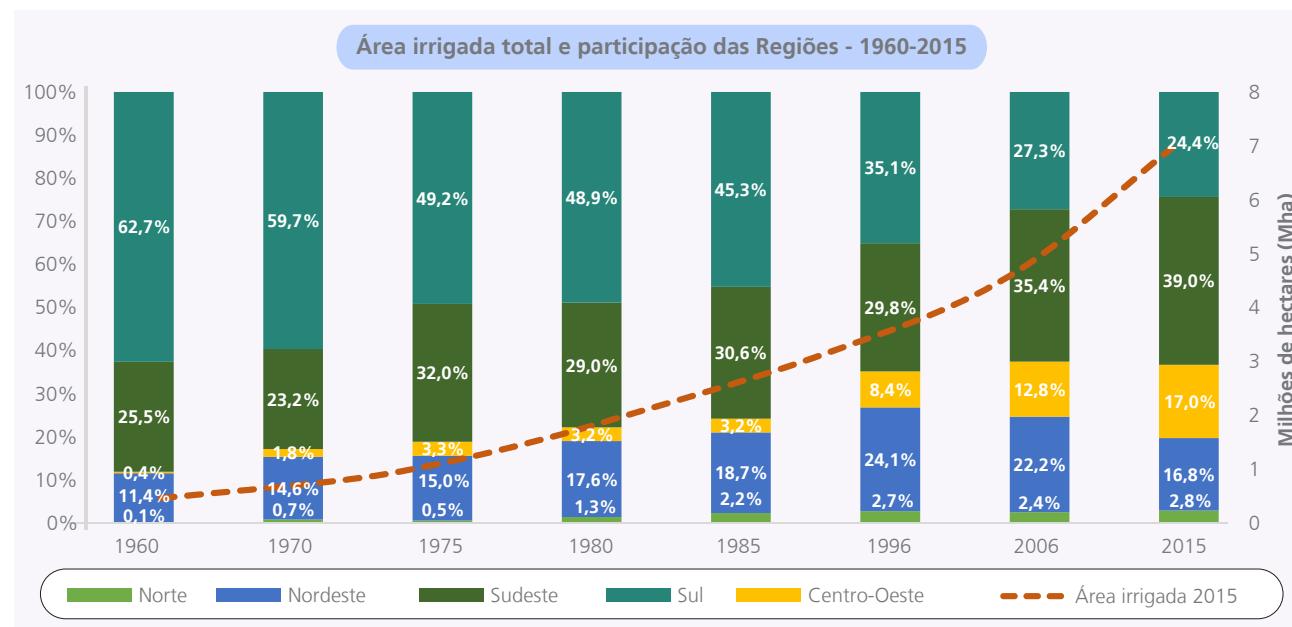


Figura 6. Área irrigada total e participação das Regiões Geográficas (1960-2015)

Fontes: Censos Agropecuários (IBGE, 1960-2006) e ANA (2015).

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 24,4% em 2015 (Figura 6). Permanece, contudo, como segunda maior região e conta com o Estado de maior área do País – o Rio Grande do Sul (responsável por 80,6% da área do Sul e 19,5% da área nacional). Nos últimos anos há relativa estabilidade da área irrigada de arroz, com tendência de pequeno aumento no médio prazo. A produção continua aumentando devido aos ganhos na 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, a Figura 7 destaca os incrementos anuais de área irrigada mecanizada (2000-2016), ou seja, sem o método superficial (inundação, sulcos etc.) que nesse período permaneceu relativamente estável no total nacional. 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 no País entre 2006 e 2016 (Figura 7). Dentre os outros sistemas, destaca-se a aspersão por meio de carretéis enroladores (*hidro roll*) com cerca de 15% do incremento de área equipada no período.

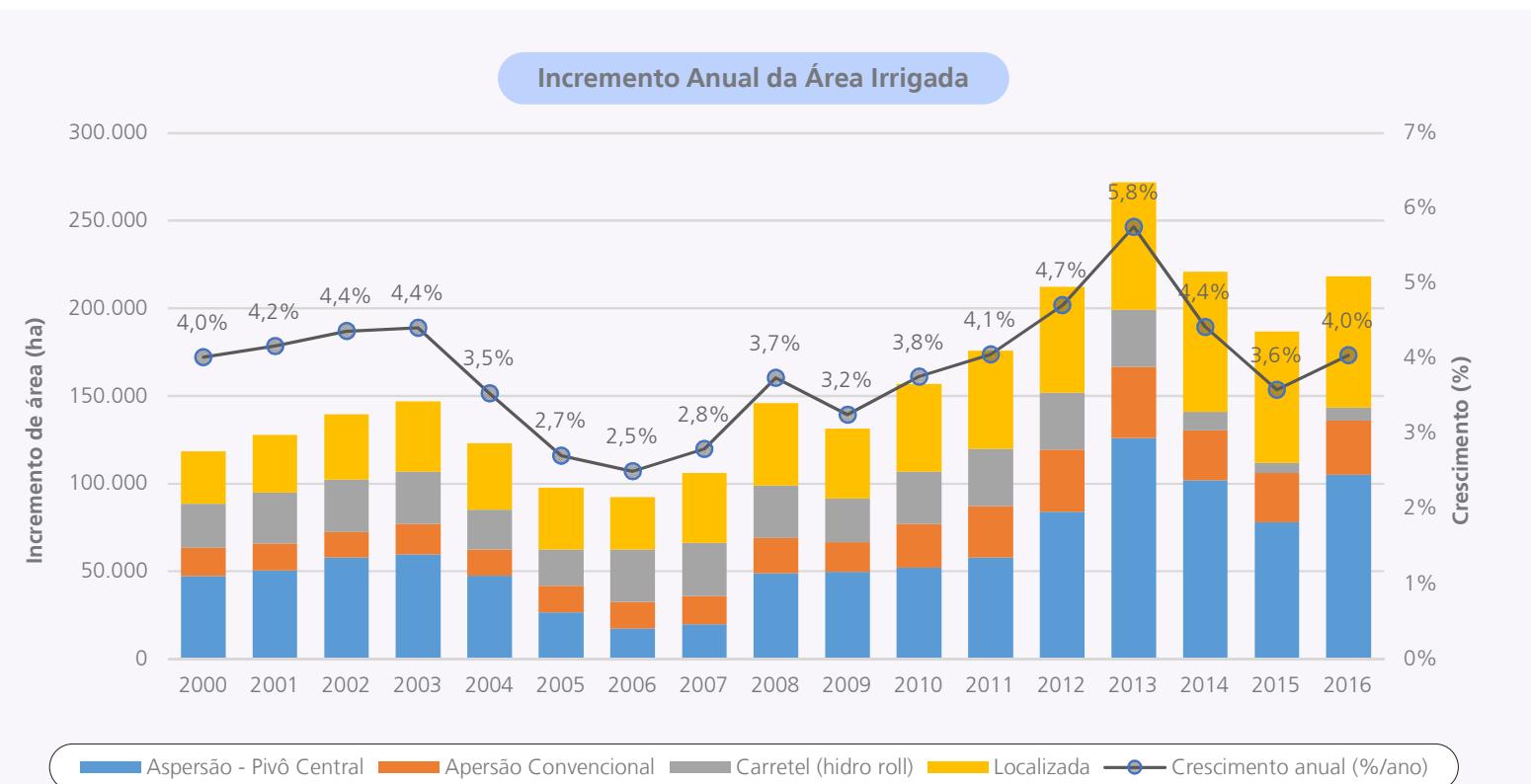


Figura 7. Incremento anual de área irrigada mecanizada, por grupos de sistemas (2000-2016)

Fonte: CSEI/Abimaq (2017).

3 Área Irrigada Atual



Pivôs centrais em Conceição das Alagoas (MG)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

A carência de dados e informações sobre a agricultura irrigada, em escalas temporais e espaciais mais adequadas ao planejamento e à gestão dos recursos hídricos, associada com a forte expansão observada e com o grande potencial de crescimento, demandaram da ANA uma maior atuação junto ao setor, em especial por meio de estudos e parcerias. Parte dos resultados têm sido publicados nos Relatórios e Informes de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil; em estudos específicos, notadamente no Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil (ANA & Embrapa, 2016) e no Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (ANA, 2017); e em conteúdo dos portais de Metadados da ANA e do SNIRH – Sistema Nacional de Informação de Recursos Hídricos⁹.

Os levantamentos nacionais consolidados pela ANA nos últimos anos são a sistematização de seus estudos e parcerias, complementados com projeções censitárias e dados secundários. Assim, à medida que há avanços nos resultados, menor tem sido o grau de incerteza quanto às áreas irrigadas, sua localização e o consumo de água associado.

Os dados censitários, de grande valia para diversas aplicações, apresentam limitações para aplicação na gestão 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).

Nesse sentido, a ANA traçou, em 2014, uma estratégia de refinamento das áreas irrigadas. À época foram identificados os principais grupos de áreas irrigadas em larga escala que, devido às características específicas, exigiriam diferentes estratégias e metodologias de levantamento. Assim, a irrigação de arroz por inundação, de cana-de-açúcar e de outras culturas por pivôs centrais foram identificados como os grupos mais expressivos em larga escala, totalizando da ordem de 70% da área total e ocorrendo de forma concentrada no território.

A irrigação de pastagens, flores, café, hortaliças, legumes, frutas, florestas plantadas e grãos fora de pivôs - associadas com a aspersão convencional, a microaspersão e os sistemas localizados - são os principais grupos associados às demais culturas irrigadas por outros métodos/sistemas. Esse último grupo também tende a ocorrer de forma mais difusa no território – à exceção dos perímetros públicos.

O primeiro resultado nacional dessa estratégia de atuação levantou uma área irrigada equipada de 6,1 Mha no ano de 2014 (ANA, 2016). A atualização já contou com importantes refinamentos de dados, tais como a incorporação de mapeamentos georreferenciados de pivôs centrais no País (ANA & Embrapa, 2016) e da rizicultura irrigada nos principais Estados produtores (Conab).

Esse diagnóstico revelou à época não só a continuidade da forte expansão do setor em relação ao último levantamento censitário do IBGE (2006), mas padrões espaciais de concentração diferenciados na escala de bacias e sub-bacias hidrográficas.

9 www.ana.gov.br/metadados e www.snirh.gov.br

Ou seja, embora na média nacional o crescimento da ordem de 36% entre 2006 e 2014 não surpreendesse frente ao histórico recente, 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 também às diferenças metodológicas e conceituais atreladas aos levantamentos.

O atual diagnóstico, ano de referência 2015, incorporou atualizações dos produtos anteriores e dados mais recentes, em especial do Levantamento da Cana-de-Açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (ANA, 2017), além de uma reavaliação das projeções censitárias que incluiu novos critérios de projeção e de preenchimento das desidentificações. O conceito de área irrigada aqui utilizado corresponde ao de área equipada para irrigação. A Tabela 3 apresenta uma síntese da compilação dos agrupamentos (tipologias) e das informações sobre áreas irrigadas utilizadas.

As Figuras 8 e 9 apresentam a distribuição da área irrigada equipada por município, em 2015, desagregada nos grupos considerados.

A rizicultura irrigada - grupo mais concentrado no território - ocorre principalmente em Tocantins (5% da área total), Santa Catarina (10%) e Rio Grande do Sul (78%). O tradicional polo de Mato Grosso do Sul, na região de Miranda, tem reduzido sua participação mas mantém importante produção irrigada (Figura 8).

A cana-de-açúcar irrigada concentra-se no Centro-Sul e no tradicional polo de produção do Nordeste, em especial nas proximidades do litoral (Zona da Mata e Agreste) (Figura 8). 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 ganhar 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. O *Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil* (ANA, 2017) apresenta um detalhamento do inédito mapeamento realizado na principal região produtora.

Tabela 3. Grupos (tipologias) e síntese das informações sobre área irrigada atual (2015)

Grupo Cultura/Sistema	Fonte	Base territorial	Área Irrigada
Arroz (inundado)	Conab – Mapeamentos (RS, SC e TO)	Georreferenciada	1,436 Mha
	Conab (2016), PAM/IBGE e ADECE/CE (GO, MS, MG, MA, PI, PE, AL, SE, CE)	Municipal	64,3 mil ha
	IBGE – Censo Agropecuário Projetado* (Demais UFs)	Municipal	43,7 mil ha
Cana-de-açúcar	ANA (2017) – Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (MT, MS, GO, ES, RJ, SP, MG, PR)	Georreferenciada	1,722 Mha
	ADECE/CE e IBGE – Censo Agropecuário Projetado*(Demais UFs)	Municipal	347 mil ha
Demais Culturas	Pivôs centrais	ANA & Embrapa (2016) – Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - atualização 2015	Georreferenciada (66,8 mil em cana)
	Outros sistemas	ADECE/CE; IBGE – Censo Agropecuário Projetado**; e ANA – Planos de Recursos Hídricos e Outorgas de uso da água federais	Municipal

*Com preenchimento de desidentificações. Projeções a partir da PAM/IBGE.

**Com preenchimento de desidentificações.

Projeções da parcela mecanizada a partir das tendências observadas em CSEI/Abimaq (2016)

**6,95 Mha
(TOTAL)**

Os pivôs centrais, em que pese o adensamento na produção de feijão, milho, soja e algodão, irrigam uma grande diversidade de culturas. Ocorrem em polos bem delimitados, notadamente em Minas Gerais (31%), Goiás (18%), Bahia (16%), São Paulo (14%), Mato Grosso (6%) e Rio Grande do Sul (6%) (Figura 9). O *Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil* (ANA & Embrapa, 2016) apresenta um detalhamento dos principais polos.

As demais culturas irrigadas por outros métodos/sistemas (Figura 9) também são muito diversas, destacando-se a irrigação de pastagens, flores, café, hortaliças, legumes e frutas, além dos próprios grãos (milho, feijão e soja). A aspersão convencional, a microaspersão e os sistemas localizados são os principais métodos/sistemas associados a esse grupo. Em menor grau e com tendência de continuidade de substituição por outros métodos, também estão englobados métodos superficiais (sulcos e inundação, exceto arroz).

A Figura 10 apresenta a área total irrigada por município, destacando as principais características de concentração nos grandes polos nacionais. O Apêndice A apresenta a área irrigada dos 148 municípios com área irrigada superior a 10.000 ha, que representam aproximadamente metade da área irrigada total.

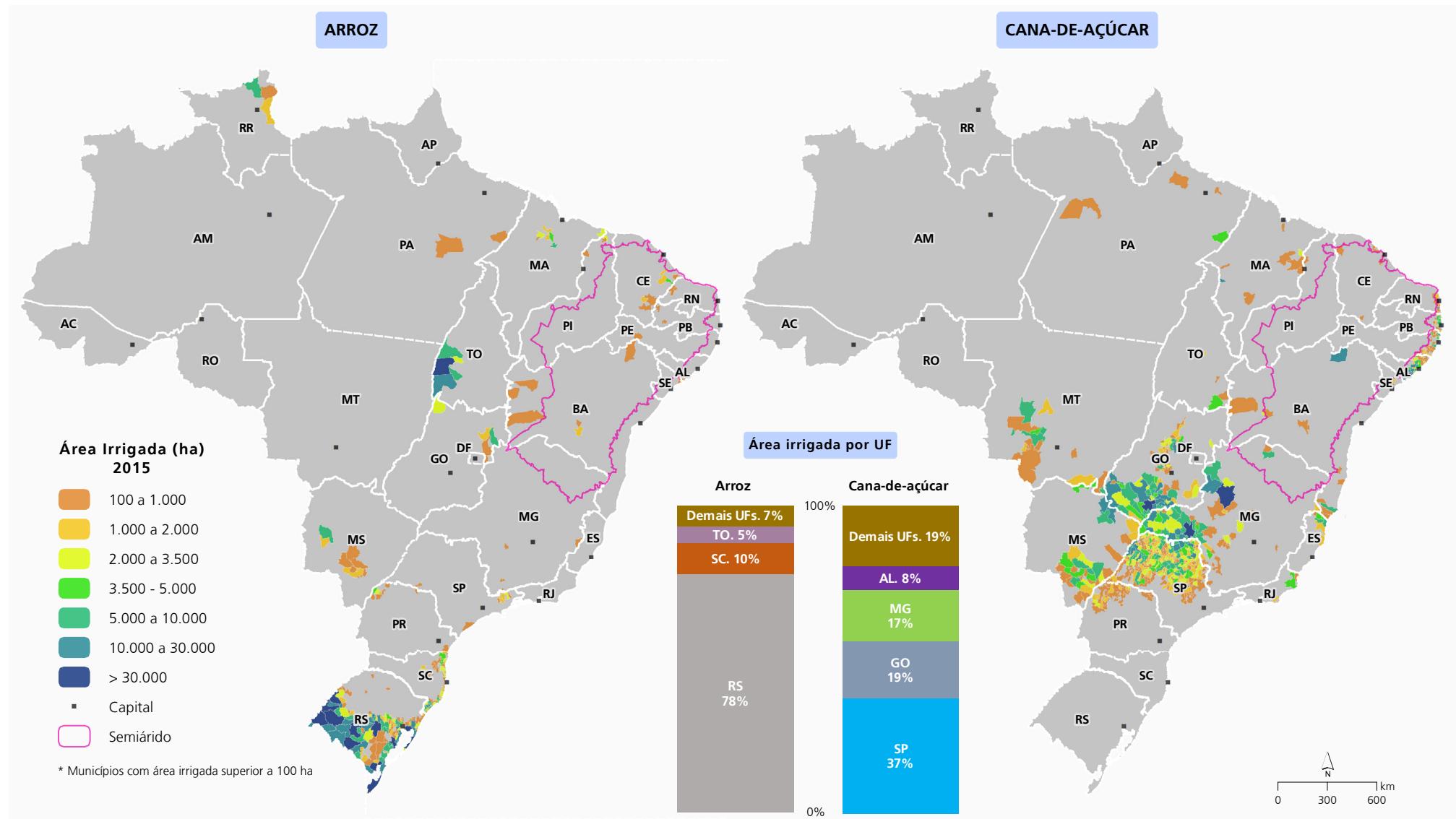


Figura 8. Área atual equipada para irrigação por município – arroz e cana-de-açúcar

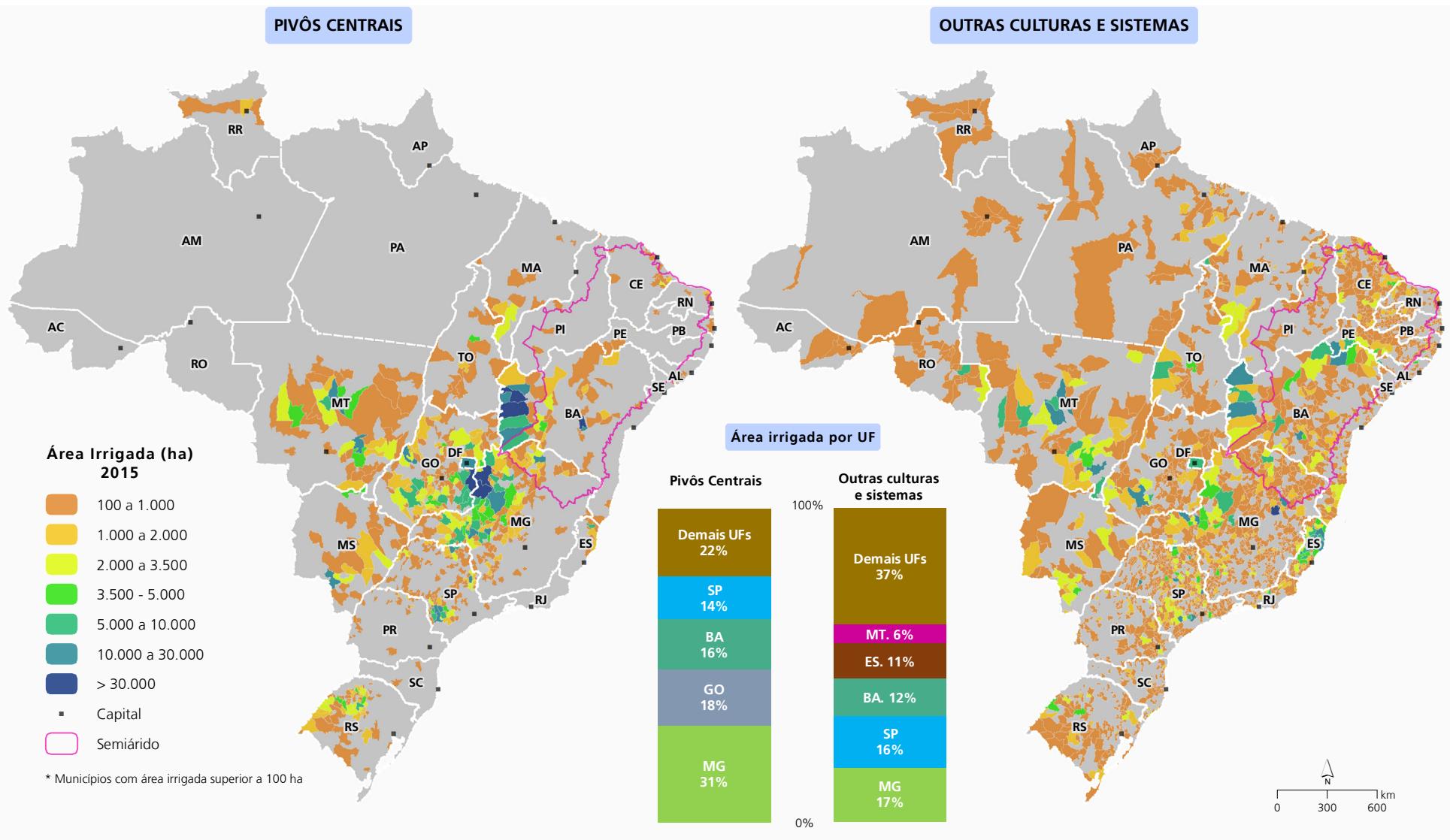


Figura 9. Área atual equipada para irrigação por município – outras culturas em pivôs centrais e outras culturas e sistemas

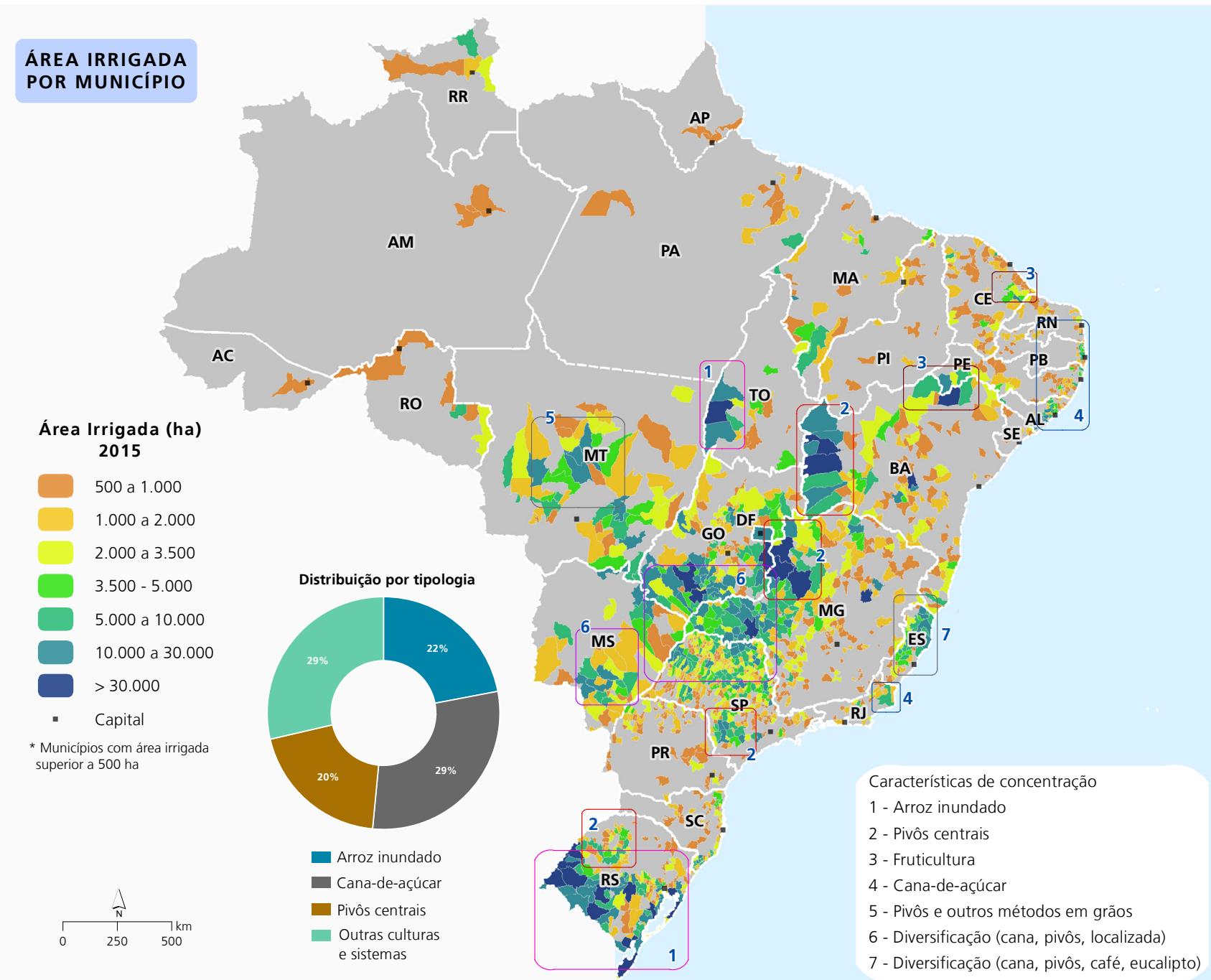


Figura 10. Área atual equipada para irrigação por município (2015)

A Figura 11 apresenta um comparativo das áreas irrigadas, por Unidade da Federação, em 2006 (Censo Agropecuário do IBGE) e 2015 (ANA). Os levantamentos totalizam, respectivamente, 4,55 e 6,95 milhões de hectares (Mha) - acréscimo de 53%. Conforme comentado anteriormente, as diferenças devem-se não apenas à dinâmica temporal, mas também às diferenças metodológicas e conceituais atreladas aos dois levantamentos.

A Figura 12 apresenta a tipologia predominante de áreas irrigadas nos municípios, de acordo com os grupos de trabalho apresentados (arroz, cana-de-açúcar, demais culturas em pivôs centrais e demais culturas e sistemas). Reitera-se a concentração do arroz no Sul e em Tocantins; da cana no litoral nordestino e no Centro-Sul (São Paulo, sul-sudoeste de Goiás, Triângulo Mineiro); dos pivôs centrais na região central (em especial Goiás, Minas Gerais e Bahia); e das demais culturas e sistemas no Espírito Santo, Mato Grosso, Paraná e nos Estados no Semiárido (em especial áreas de perímetros públicos).

A Figura 13 destaca o grau de refinamento das informações sobre áreas irrigadas nos municípios brasileiros. O grau básico representa o conjunto de municípios cujas informações são provenientes, preponderantemente, de projeções censitárias. As classes bom e muito bom representam predominância de informações mais atuais e em base georreferenciada (mapeamentos). Este tipo de informação é relevante na definição de estratégias de continuidade dos levantamentos e atualização das áreas irrigadas.

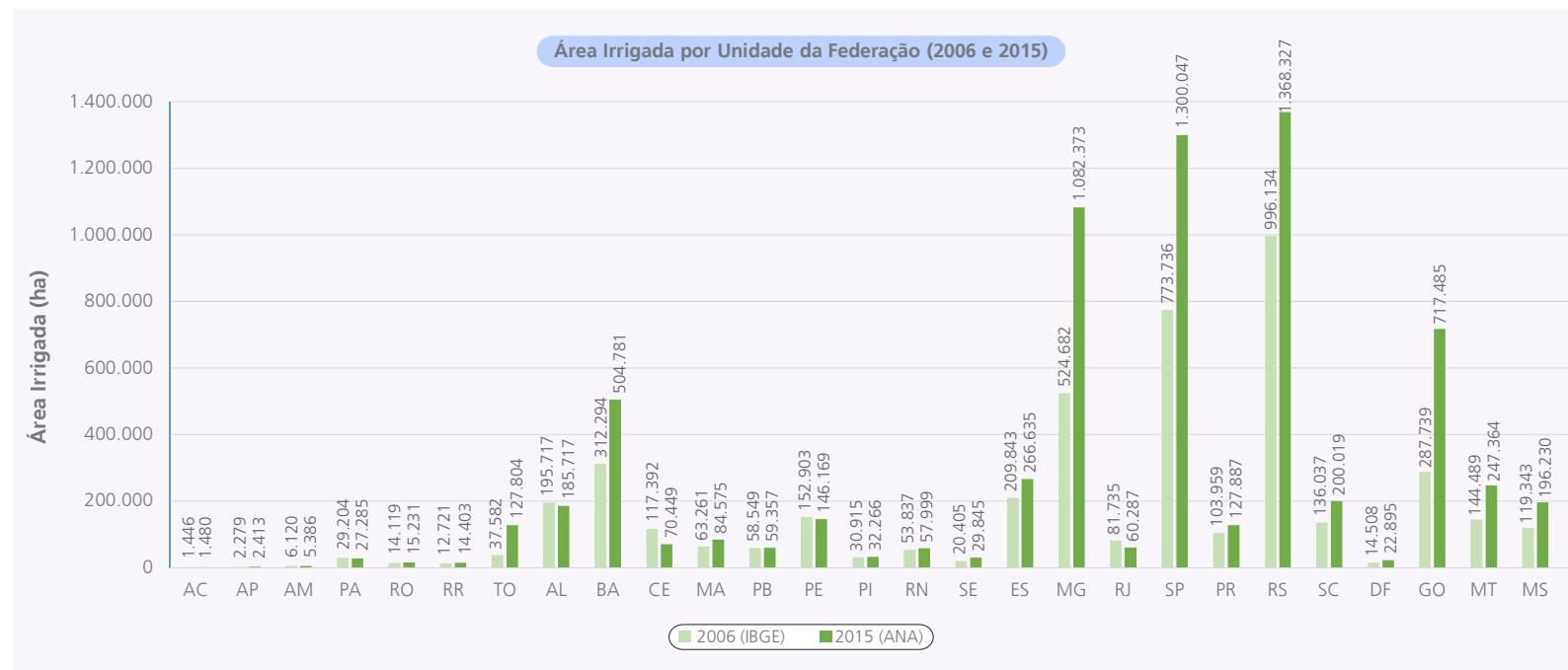


Figura 11. Área irrigada por Unidade da Federação (2006 e 2015)

Fontes: ANA e IBGE (2009).

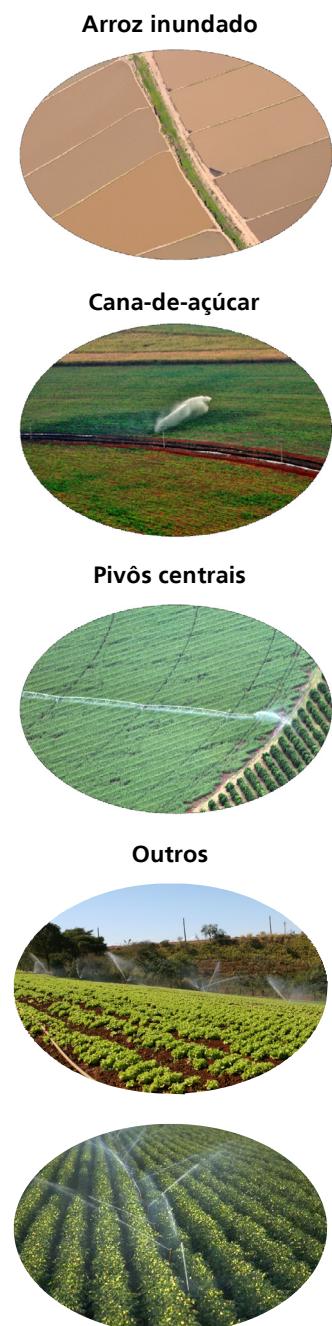
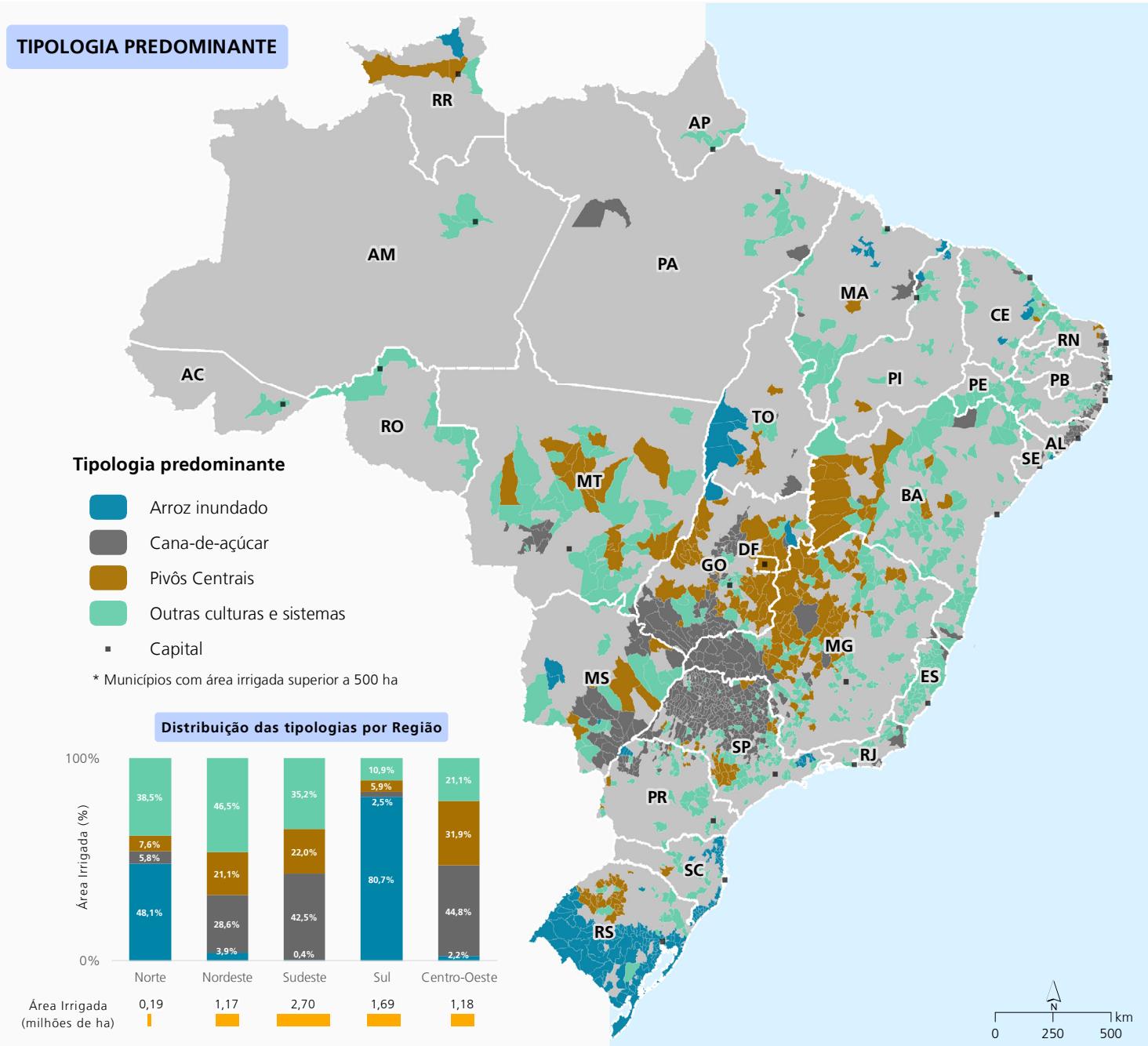


Figura 12. Área equipada para irrigação - tipologia predominante por município

**ÁREA IRRIGADA
GRAU DE REFINAMENTO**

Grau de Refinamento

- Muito bom
- Bom
- Regular
- Básico
- Capital

* Municípios com área irrigada superior a 500 ha

**Grau de refinamento -
Percentual de área por grupo**

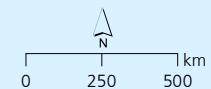
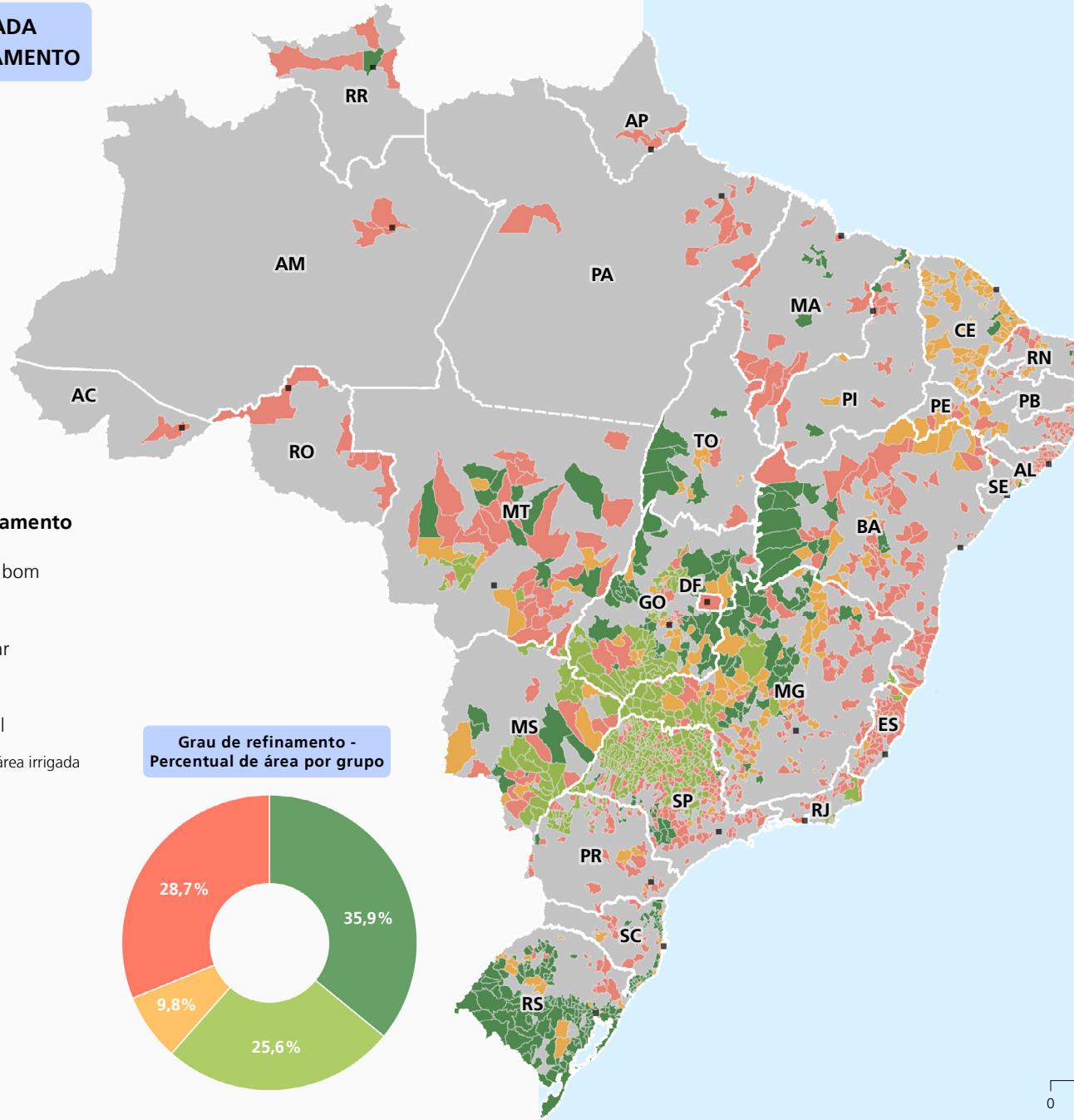
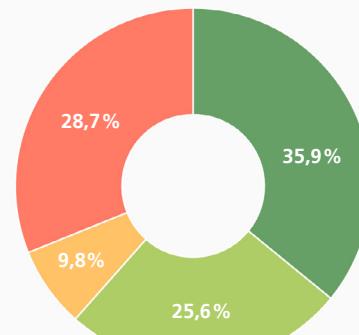


Figura 13. Área equipada para irrigação - grau de refinamento das informações por município

Perímetros Públicos

Importantes expressões de iniciativas de desenvolvimento regional, notadamente no Semiárido brasileiro, os perímetros públicos permanecem como importantes polos de irrigação, em especial por seu impacto potencial no balanço hídrico (regiões com baixa disponibilidade hídrica). Atualmente, os perímetros irrigam 218,8 mil hectares em 79 projetos, em 88 municípios. Há ainda outros 10 projetos que não iniciaram sua operação ou não apresentaram área em produção em 2015. A maior parte dos perímetros é de responsabilidade do Ministério da Integração, 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 2015 indica, portanto, que a expansão de áreas em operação tem sido inferior a 4 mil hectares ao ano, em média, na última década. O ritmo é proporcionalmente 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 3% em 2015.

Registram-se ainda cerca de 108 mil ha de áreas implantadas em perímetros públicos, mas que não apresentaram produção. A área implantada representa a área irrigável já contemplada com todas as obras de infraestrutura de irrigação de uso comum que são necessárias ao início da operação.

Dentre os 79 projetos com produção em 2015, os 34 que produziram acima de mil hectares totalizaram 201 mil ha (92% da área total) e são destacados nas Tabelas 4 e 5. A Tabela 4 apresenta dados gerais dos projetos, localização, área ocupada e entidade responsável. A Tabela 5 lista as principais culturas, sistemas de irrigação, empregos gerados e infraestrutura associada.

Observa-se que, pela relação entre área implantada e área cultivada (Tabela 4), 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 630 mil empregos (40% diretos e 60% indiretos).

A Figura 14 destaca os 88 municípios que possuem perímetros públicos de irrigação em operação em 2015. A emancipação de perímetros públicos, 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.

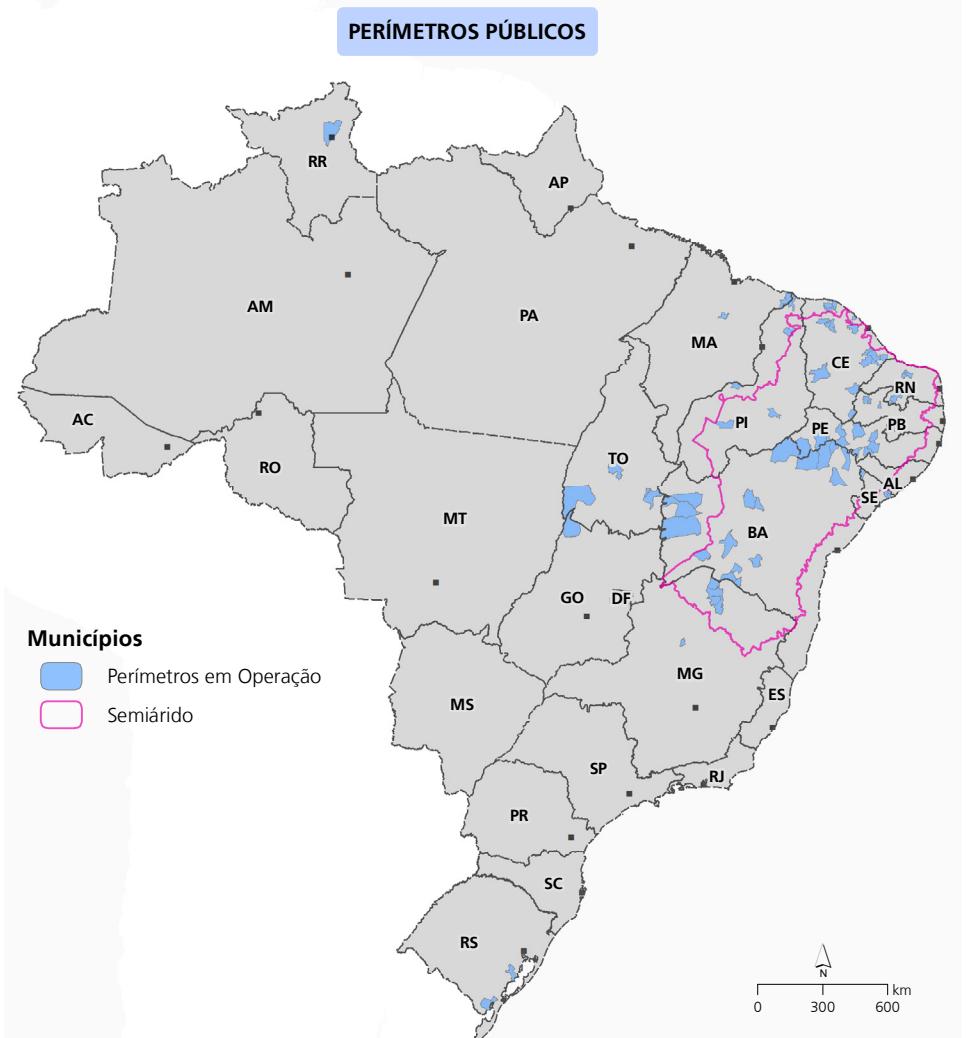


Figura 14. Municípios com perímetros públicos em operação

Tabela 4. Perímetros públicos: dados gerais, localização, área ocupada e entidade responsável

Projeto Público	Início da Operação	Município(s)	UF	Área total (ha)	Área irrigável implantada (ha)	Área em produção (ha)	Área em Produção / Área Implantada (%)	Entidade Responsável
ARROIO DURO	1967	Camaquã	RS	61.792	-	38.748	-	Ministério de Integração
SENADOR NILO COELHO	1984	Casa Nova/BA; Petrolina/PE	BA/PE	55.525	-	23.228	-	Codevasf
RIO FORMOSO	1980	Formoso do Araguaia	TO	27.787	27.787	20.000	72	Estado de Tocantins
TOURÃO	1979	Juazeiro	BA	14.655	14.655	14.655	100	Codevasf
JAÍBA	1975	Jaíba; Matias Cardoso; Verdelândia	MG	32.754	24.745	10.099	41	Codevasf
CHASQUEIRO	1985	Arroio Grande	RS	25.000	15.291	8.685	57	Ministério de Integração
JAGUARIBE APODI	1989	Limoeiro do Norte	CE	9.606	-	7.944	-	DNOCS
PLATOS DE NEÓPOLIS	1995	Neópolis; Japoatã; Pacatuba; Santana do São Francisco	SE	10.432	7.230	6.860	95	Estado de Sergipe
MANIÇOBA	1980	Juazeiro	BA	11.786	6.156	6.156	100	Codevasf
SALITRE	1998	Juazeiro	BA	67.400	5.099	5.099	100	Codevasf
BETUME	1978	Propriá; Cedro do São João; Telha	SE	8.481	4.816	4.816	100	Codevasf
CARAÍBAS/ FULGÊNCIO	1998	Santa Maria da Boa Vista; Orocó	PE	33.437	4.716	4.716	100	Codevasf
BAIXO ACARAÚ	2001	Bela Cruz; Acaraú; Marco	CE	13.909	8.335	4.114	49	DNOCS
CURAÇÁ	1980	Juazeiro	BA	15.234	4.366	3.652	84	Codevasf
FORMOSO/BA	1989	Bom Jesus da Lapa	BA	15.505	12.558	3.458	28	Codevasf
GORUTUBA	1978	Nova Porteirinha	MG	8.487	5.286	3.340	63	Codevasf
BRUMADO	1986	Livramento de Nossa Senhora	BA	8.302	4.313	3.271	76	DNOCS
TABULEIROS DE RUSSAS	2004	Russas; Limoeiro do Norte; Morada Norte	CE	18.915	10.766	3.179	30	DNOCS
CURU- PARAIPABA	1974	Paraipaba	CE	6.913	3.357	2.953	88	DNOCS
LUIZ ALVES DO ARAGUAIA	2000	São Miguel do Araguaia	GO	8.148	2.804	2.800	100	Estado de Goiás
VÁRZEAS DE SOUSA	2006	Sousa; Aparecida	PB	6.336	4.390	2.447	56	Estado da Paraíba
BOACICA	1984	Igreja Nova	AL	5.484	3.334	2.299	69	Codevasf
ICÓ- MANDANTES	1994	Petrolândia	PE	26.097	2.280	2.187	96	Codevasf
PEDRA BRANCA	1994	Abaré; Curaçá	BA	14.185	2.371	2.134	90	Codevasf
BAIXO AÇU	1994	Ipanguaçu; Afonso Bezerra; Alto do Rodrigues	RN	6.000	5.168	2.099	41	DNOCS
SÃO DESIDÉRIO/ BARREIRAS SUL	1978	São Desidério; Barreiras	BA	4.322	2.238	2.025	90	Codevasf
VAZA BARRIS	1973	Canudos	BA	11.677	-	1.927	-	DNOCS
BRÍGIDA	1994	Santa Maria da Boa Vista; Orocó	PE	8.685	1.436	1.436	100	Codevasf
COTIGUIBA/ PINDOBA	1982	Neópolis; Japoatã; Propriá	SE	3.086	2.237	1.272	57	Codevasf

Continua

Continuação

Projeto Público	Início da Operação	Município(s)	UF	Área total (ha)	Área irrigável implantada (ha)	Área em produção (ha)	Área em Produção / Área Implantada (%)	Entidade Responsável
PLATÔS DE GUADALUPE	1993	Guadalupe	PI	1.687	3.196	1.162	36	DNOCS
RODELAS	1994	Rodelas	PE	14.074	1.210	1.096	91	Codevasf
LAGOA GRANDE	1993	Janaúba	MG	2.179	1.538	1.093	71	Codevasf
BEBEDOURO	1968	Petrolina	PE	7.484	2.091	1.071	51	Codevasf
MIRORÓS	1996	Gentio do Ouro; Ibipeba	BA	4.870	2.703	1.009	37	Codevasf

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

Notas: Ano de referência das informações: 2015.

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.



Tabela 5. Perímetros públicos: culturas, sistemas de irrigação, empregos e infraestrutura

Projeto Público	Cultura(s) Predominante(s) (% de área)	Métodos/Sistemas Principais	Empregos Estimados (nº)	Infraestrutura
ARROIO DURO	Arroz	Inundação	-	-
SENADOR NILO COELHO	Predominância da fruticultura, principalmente manga (37,5%), uva (21,8%), coco (11,4%), banana (9,1%), goiaba (9,0%) e acerola (4,6%)	Microaspersão, aspersão e gotejamento	23.647 diretos 35.470 indiretos	976 km de canais; 818 km de adutoras, 711 km de estradas; 263 km de drenos; 39 estações de bombeamento
RIO FORMOSO	Arroz	Inundação e subsuperficial	-	-
TOURÃO	Predominância de cana-de-açúcar (95%) e, em menor escala, de fruticultura	Superfície, gotejamento, microaspersão e aspersão	13.879 diretos 20.819 indiretos	65 km de canais; 45 km de drenos, 42 km de estradas; 5 estações de bombeamento
JAÍBA	Limão, manga e banana totalizam 58% do total. Lavouras permanentes ocupam 77%	Microaspersão e aspersão	11.032 diretos 16.548 indiretos	548 km de canais; 385 km de adutoras; 533 km de estradas; 3 km de drenos; 11 estações de bombeamento
CHASQUEIRO	Arroz	Inundação	-	-
JAGUARIBE APODI	Lavouras permanentes ocupam 23%, com predomínio da banana (17%). Lavouras temporárias ocupam 77%, destacando-se milho (51%) e soja (18%)	Pivô central (predominante), além de microaspersão e gotejamento	-	-
PLATOS DE NEÓPOLIS	Cana-de-açúcar (~50%) e fruticultura, em especial coco (~25%)	Microaspersão	-	-
MANIÇOBA	Predominância da manga (56%), seguida pela cana-de-açúcar (28%), coco (8%) e pela uva (4%)	Superfície, aspersão, microaspersão e, em menor escala, gotejamento	6.654 diretos 9.982 indiretos	156 km de canais; 8 km de adutoras; 97 km de drenos; 223 km de estradas; 3 estações de bombeamento
SALITRE	Lavouras permanentes apresentam maior área (60%), com destaque para cana-de-açúcar (30%) e banana (16%)	Gotejamento, superfície e microaspersão	3.955 diretos 5.933 indiretos	-
BETUME	Arroz (100%)	Superfície (100%)	4.900 diretos 7.350 indiretos	148 km de rede de irrigação; 134 km de drenos; 88 km de estradas; 24,8 km diques; 9 estações de bombeamento (4 para irrigação)
CARAÍBAS/ FULGÊNCIO	Predominância da fruticultura, com destaque para a banana (68%). As culturas permanentes ocupam 91% da área cultivada	Aaspersão	5.743 diretos 8.615 indiretos	39 km de canais; 200 km de estradas; 1.206 km de drenos
BAIXO ACARAÚ	Lavouras permanentes ocupam 64%, com destaque para coco (26%), banana (11%) e laranja (10%). Lavouras temporárias ocupam 36%, com destaque para melancia (8%), mandioca (12%) e feijão (6%)	Microaspersão e gotejamento	-	-
CURAÇÁ	Predominância da fruticultura, em especial manga (49%), coco (21%) e uva (15%). Dentre as culturas temporárias, destacaram-se melancia e milho	Microaspersão, gotejamento, superfície e aspersão	4.034 diretos 6.051 indiretos	165 km de canais; 167 km de drenos; 172 km de estradas; 11 estações de bombeamento
FORMOSO/BA	Lavouras permanentes ocupam 99%, com destaque para a banana (91%), seguida por pastagem e tangerina	Microaspersão e aspersão	8.678 diretos 13.070 indiretos	286 km de canais; 175 km de adutoras; 148 km de estradas; 120 km de drenos; 23 estações de bombeamento
GORUTUBA	Predominância da fruticultura, com destaque para a banana (72%). Ao todo, as culturas permanentes ocupam 96%	Microaspersão, aspersão convencional, e de superfície	3.096 diretos 4.644 indiretos	127 km de canais; 320 km de estradas; 136 km de drenos
BRUMADO	Lavouras permanentes ocupam 99%, com predomínio da manga (90%)	Aaspersão convencional e microaspersão	-	-

Continuação

Projeto Público	Cultura(s) Predominante(s) (% de área)	Métodos/Sistemas Principais	Empregos Estimados (nº)	Infraestrutura
TABULEIROS DE RUSSAS	Predominância da fruticultura, em especial melancia e melão. Dentre as lavouras temporárias, destaca-se o feijão	Microaspersão e gotejamento	-	-
CURU- PARAIPABA	Lavouras permanentes ocupam 91%, com predomínio do coco (82%)	Aspersão convencional (predominante), além de microaspersão, gotejamento e pivô central	-	-
LUIZ ALVES DO ARAGUAIA	Arroz, melão, abóbora, melancia, milho e soja	Inundação e subsuperficial	-	-
VÁRZEAS DE SOUSA	Predomínio de coco (40%) e banana (26%)	Aspersão (42%) e localizada (58%)	-	-
BOACICA	Arroz (60%), cana-de-açúcar (39%) e banana (1%)	Superfície e aspersão	2.392 diretos 3.588 indiretos	150 km de canais; 146 km de drenos; 122 km de estradas; 46,6 km de diques; 3 estações de bombeamento
ICÓ- MANDANTES	Abóbora (27%), coco (23%), melancia (10%), milho (9%) e banana (5%)	Aspersão convencional	2.542 diretos 3.813 indiretos	90 km de estradas; 610 km de drenos
PEDRA BRANCA	Predominância da fruticultura, com destaque para a banana (32%). Lavouras permanentes ocupam 52%	Aspersão convencional	5.087 diretos 7.631 indiretos	157,8 km de estradas; 147,6 km de drenos
BAIXO AÇU	Lavouras permanentes ocupam 45%, com destaque para a banana (34%). Lavouras temporárias ocupam 55%, destacando-se semente de milho (21%) e feijão (14%)	Aspersão convencional e pivô central	-	-
SÃO DESIDÉRIO/ BARREIRAS SUL	Predominância do cultivo da pastagem, seguida de milho e coco (totalizam 89% da área)	Superfície	1.990 diretos 2.985 indiretos	99 km de canais; 95 km de drenos superficiais; 6 hectares de drenos subterrâneos; 155 km de rede viária
VAZA BARRIS	Lavouras permanentes ocupam 84%, com predomínio da banana (82%). Lavouras temporárias ocupam 16% da área	Superfície/Sulcos	-	-
BRÍGIDA	Predominância da banana (42%) e da mandioca (29%). As culturas permanentes ocupam 61% da área cultivada	Aspersão convencional	1.850 diretos 2.774 indiretos	6 km de canais; 85 km de estradas; 610 km de drenos
COTIGUIBA/ PINDOBA	Predominância de lavouras temporárias, com destaque para arroz (78%) e milho (12%)	Superfície e aspersão	2.449 diretos 3.673 indiretos	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 de diques; 16 estações de bombeamento
PLATÔS DE GUADALUPE	Lavouras permanentes ocupam 87%, com destaque para banana (70%) e goiaba (13%). A melancia (lavoura temporária) ocupa 13% da área	Pivô central, aspersão convencional, microaspersão e gotejamento	-	-
RODELAS	Predominância da fruticultura, com destaque para o coco (94%)	Aspersão convencional	1.128 diretos 1.692 indiretos	86,16 km de estradas; 46,37 km de drenos
LAGOA GRANDE	Predominância da fruticultura, com destaque para a banana (99%). Caju e Cajá totalizam 1%	Microaspersão (73,2%)	1.100 diretos 1.650 indiretos	24 km de canais; 22 km de estradas; 2 estações de bombeamento
BEBEDOURO	Predominância da fruticultura, com destaque para manga (35%) e uva (23%). Dentre as culturas temporárias, destacam-se feijão (11%) e milho (6%)	Superfície, microaspersão e gotejamento	1.149 diretos 1.723 indiretos	31 km de canais; 45 km de estradas; 64 km de drenos; 5 estações de bombeamento
MIRORÓS	Predominância da exploração de banana (83%). As culturas permanentes correspondem a 93% do total	Microaspersão e o gotejamento	1.027 diretos 1.540 indiretos	31 km de canais; 116 km de adutoras; 35 km de drenos; 112 km de estradas; 6 estações de bombeamento

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

Nota: Ano de referência das informações - 2015/2016.

4 Potencial de Expansão e Cenário 2030



Plantação de laranja nas proximidades de São Carlos (SP)
Zig Koch / Banco de Imagens ANA

As análises de potencial de expansão da agricultura irrigada reúnem variáveis explicativas na tentativa de apontar áreas passíveis de expansão. Tendem a focar em aspectos físico-ambientais e carecem da aplicação de modelos econômicos robustos, assim como de pesquisas em campo. Entretanto, 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 Áreas Potenciais de Concentração para a Agricultura Irrigada, executado pelo INPE e pela FUNCATE e posteriormente recuperado e digitalizado em parceria do Ministério da Integração com a CPRM (2009). O trabalho original compreendeu o Centro-Sul (Figura 15) 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 (Figura 15), 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, bem como outros fatores agro e socioeconômicos,

foi identificado um potencial de 362 mil ha para desenvolvimento da irrigação privada na Região (Brasil, 2006) - concentrado nos vales dos rios Parnaíba (PI/MA; 113 mil ha), Balsas (MA; 54 mil ha) e Alto-Médio São Francisco (MG/BA; 75 mil ha).

Posteriormente, estudos conduzidos pela Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, no final dos anos 1990, revisados por Christofidis (2002), estimaram um potencial dos solos para desenvolvimento da irrigação de 29,56 milhares de hectares, dos quais cerca de 50% estariam na região Norte (Tabela 6). Essa avaliação considerou a aptidão dos solos (classes 1 a 4), a disponibilidade de água e o atendimento à legislação ambiental da época.

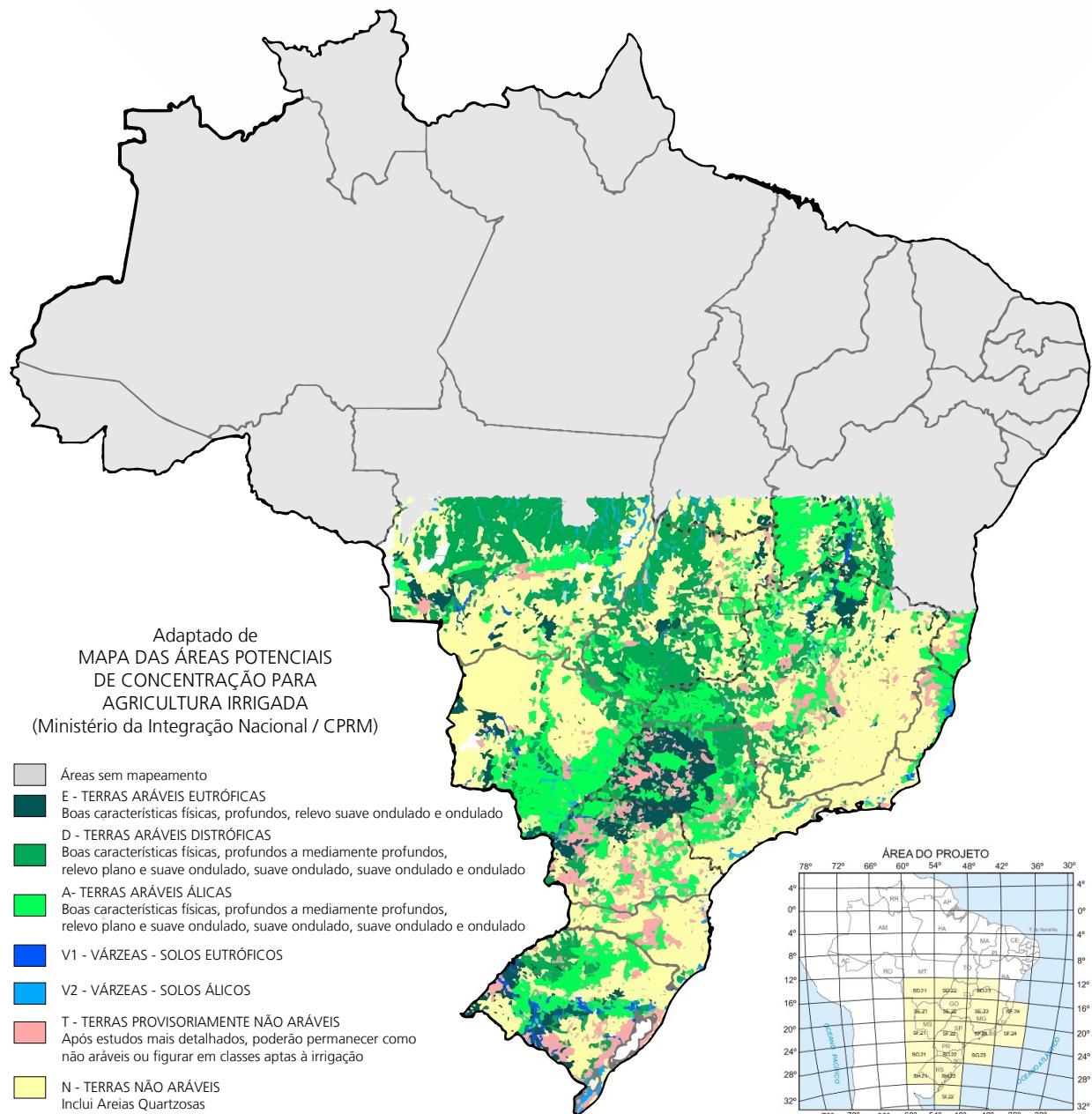


Figura 15. Áreas potenciais de concentração para agricultura irrigada

Fonte: INPE/FUNCATE/MI/CPRM (apud. Brasil, 2014)

Tabela 6. Potencial de solos para irrigação		
Região / UF	Área Potencial (x1.000 ha)	Área Potencial (%)
NORTE	14.598	49,4%
Acre	615	2,10%
Amapá	1.136	3,80%
Amazonas	2.852	9,60%
Pará	2.453	8,30%
Rondônia	995	3,40%
Roraima	2.110	7,10%
Tocantins	4.437	15,00%
NORDESTE	1.304	4,4%
Alagoas	20	0,10%
Bahia	440	1,50%
Ceará	136	0,50%
Maranhão	244	0,80%
Paraíba	36	0,10%
Pernambuco	235	0,80%
Piauí	126	0,40%
Rio Grande do Norte	39	0,10%
Sergipe	28	0,10%
SUDESTE	4.229	14,3%
Espírito Santo	165	0,60%
Minas Gerais	2.345	7,90%
Rio de Janeiro	207	0,70%
São Paulo	1.512	5,10%
SUL	4.507	15,2%
Paraná	1.348	4,60%
Rio Grande do Sul	2.165	7,30%
Santa Catarina	994	3,40%
CENTRO-OESTE	4.926	16,7%
Distrito Federal	18	0,10%
Goiás	1.297	4,40%
Mato Grosso	2.390	8,10%
Mato Grosso do Sul	1.222	4,10%
TOTAL	29.564	-

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

Recentemente, o Ministério da Integração Nacional publicou o estudo *Análise Territorial para o Desenvolvimento da Agricultura Irrigada no Brasil* (Brasil, 2014), que avaliou a área adicionável irrigável do País utilizando como unidade territorial de análise as ottobacias (microbacias).

O procedimento de cálculo da área adicionável 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 (Brasil, 2014). Para a definição de classes territoriais foram ainda analisados outros aspectos, tais como dinâmica fundiária, qualidade logística e importância ambiental.

O estudo utilizou dados de áreas irrigadas do ano de 2012, fornecidos pela ANA, que consistiam basicamente em projeções do Censo Agropecuário 2006. Com base na estimativa de área irrigada atual, foi realizada uma atualização do potencial irrigável, totalizando 76,19 milhões de hectares (Mha) (Tabela 7). Considerando as classes de aptidão solo-relevo, esse valor distribui-se em: 21,80 Mha adicionáveis irrigáveis com alta aptidão; 25,86 Mha com média aptidão; e 28,53 Mha com baixa aptidão. Ou, ainda, 47,66 Mha com aptidão alta-média (Figura 17), que representam áreas de maior potencialidade para efetiva expansão da irrigação e implementação de novos polos. O Centro-Oeste destaca-se pela concentração de 43,1% das áreas de alta aptidão e por 34,2% das áreas de aptidão alta-média (Tabela 7).

Com base no banco de dados do estudo (Brasil, 2014), modificado com novos dados de áreas irrigadas, foi elaborado pela ANA o indicador de potencial efetivo de expansão (Tabela 7; Figura 16; Figura 17). O potencial efetivo considera 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, assistência técnica etc.).

Esses critérios de potencial efetivo explicitam de forma mais precisa as potencialidades de curto e médio prazo, reiterando a importância do Centro-Sul na expansão da área irrigada (Figura 16). De acordo com esse indicador, 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 (Figura 17). 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.

Tabela 7. Indicadores de área adicional irrigável por Região e Unidade da Federação

Região/UF	Potencial de expansão por classe de aptidão solo-relevo (x1.000 ha)					Potencial Efetivo (x1.000 ha)	Potencial Efetivo (%)
	Alta	Média	Baixa	Total	Total (%)		
NORTE	4.818	9.043	8.895	22.755	29,9%	679	6,1%
AC	132	490	78	700	0,9%	39	0,3%
AP	112	368	194	674	0,9%	-	-
AM	2.280	4.351	3.477	10.108	13,3%	-	-
PA	716	1.717	2.574	5.007	6,6%	64	0,6%
RO	950	387	292	1.630	2,1%	372	3,3%
RR	303	760	793	1.857	2,4%	-	-
TO	325	970	1.486	2.781	3,6%	203	1,8%
NORDESTE	1.881	3.481	3.551	8.912	11,7%	1.277	11,4%
AL	44	44	83	171	0,2%	23	0,2%
BA	1.066	1.346	1.496	3.908	5,1%	411	3,7%
CE	143	238	180	561	0,7%	286	2,6%
MA	156	905	889	1.951	2,6%	150	1,3%
PB	38	104	76	217	0,3%	110	1,0%
PE	115	192	130	437	0,6%	96	0,9%
PI	259	590	616	1.466	1,9%	153	1,4%
RN	53	41	26	120	0,2%	44	0,4%
SE	7	20	55	82	0,1%	4	0,0%
SUDESTE	3.353	3.926	7.250	14.528	19,1%	3.318	29,6%
ES	8	98	481	588	0,8%	45	0,4%
MG	1.578	2.374	4.867	8.820	11,6%	914	8,2%
RJ	3	104	633	740	1,0%	73	0,7%
SP	1.763	1.349	1.268	4.381	5,7%	2.285	20,4%
SUL	2.361	2.484	4.556	9.401	12,3%	2.313	20,7%
PR	853	1.273	1.605	3.731	4,9%	965	8,6%
RS	1.433	906	1.482	3.820	5,0%	1.183	10,6%
SC	76	305	1.469	1.850	2,4%	166	1,5%
CENTRO-OESTE	9.388	6.930	4.279	20.597	27,0%	3.611	32,2%
DF	8	15	35	58	0,1%	8	0,1%
GO	2.056	1.880	1.593	5.530	7,3%	1.436	12,8%
MT	4.951	3.648	1.518	10.117	13,3%	984	8,8%
MS	2.373	1.386	1.132	4.892	6,4%	1.182	10,6%
Total	21.800	25.863	28.531	76.195	100,0%	11.198	100,0%

Fonte: ANA, modificado de Brasil (2014)

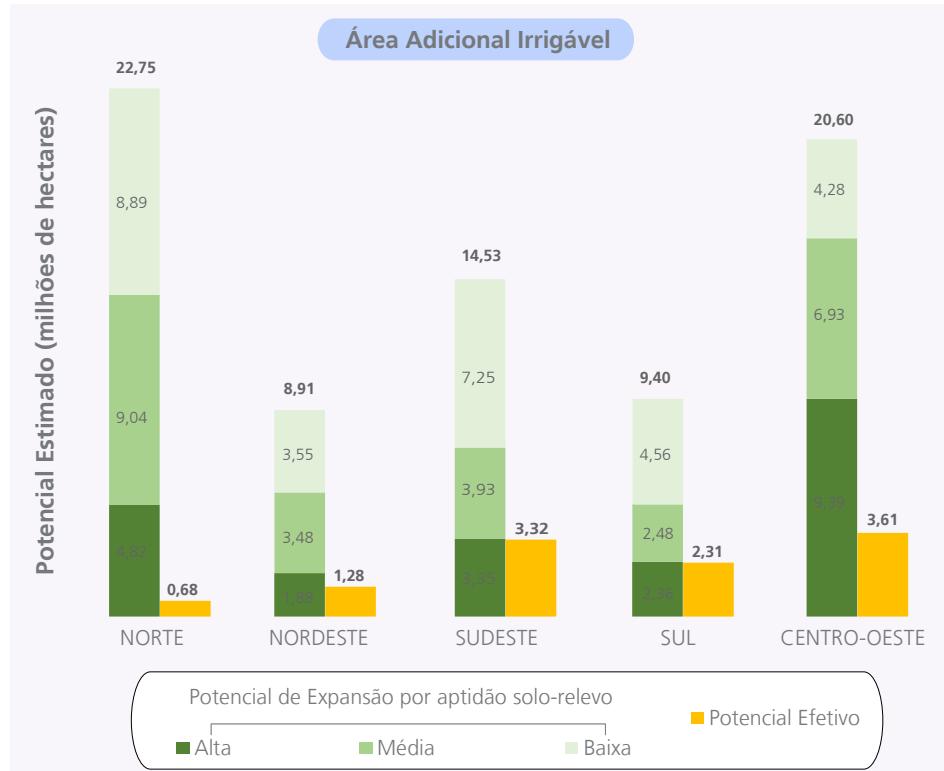
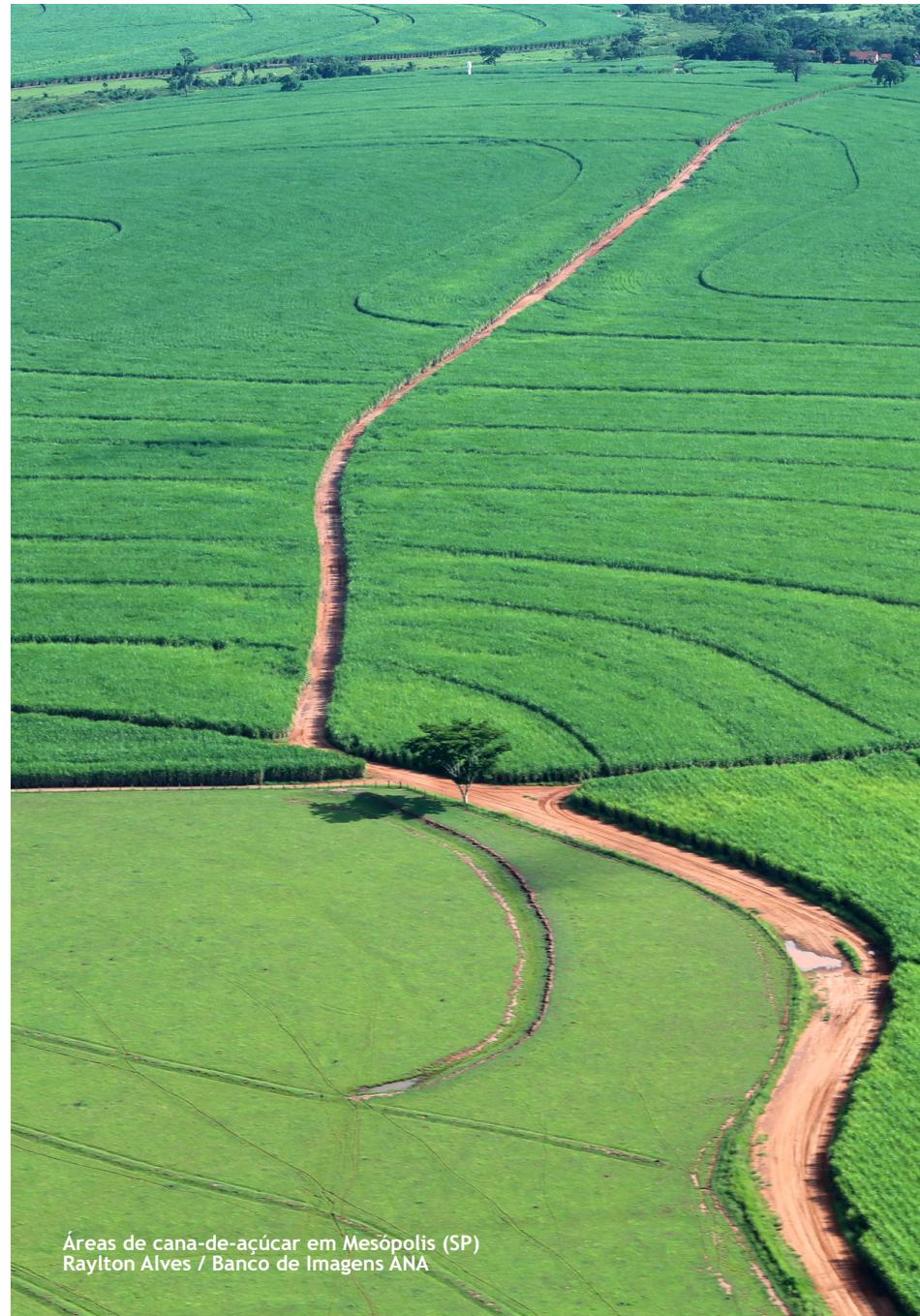


Figura 16. Indicadores de área adicional irrigável por Região (potencial de expansão)

O potencial de expansão de áreas irrigadas (total e efetivo) deve ser observado com cautela, sendo útil para o planejamento geral e o acompanhamento do setor. Algumas particularidades regionais, como o forte uso de água subterrânea no oeste baiano, não são bem captadas pela metodologia utilizada, devendo, portanto, ser analisadas de forma complementar.



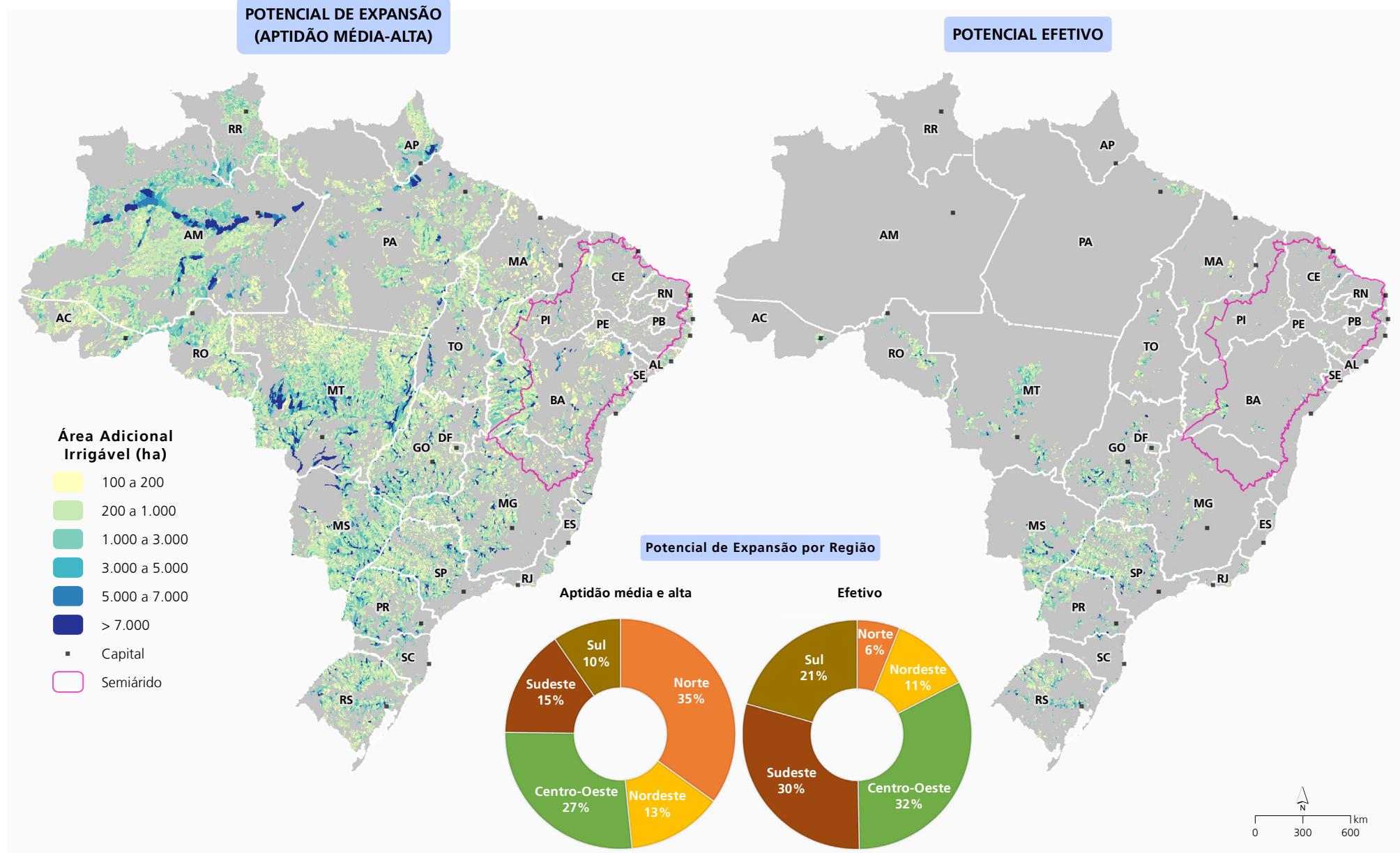


Figura 17. Indicadores de área adicional irrigável por microbacia (potencial de expansão)

Além do potencial de ampliação de áreas irrigadas, é importante observar as tendências de médio prazo, a fim de se estimar as regiões prioritárias, a magnitude de aproveitamento do potencial nos próximos anos e, eventualmente, regiões com tendência de expansão que não foram captadas na estimativa de potencial.

A mesma carência de dados e informações de diagnóstico sobre a agricultura irrigada ocorre quando falamos de perspectivas futuras. Nos levantamentos sistemáticos e pontuais da agricultura brasileira, os indicadores tendem a ser agrupados em níveis temáticos e espaciais que não permitem a extração de indicadores robustos para desenho de tendências da irrigação.

Desta forma, dados tais como aqueles oriundos do IBGE e da Conab – além de importantes documentos setoriais como *Projeções do Agronegócio: Brasil 2015/2016 a 2025/2026* (Brasil, 2016) e *Outlook Fiesp 2026: projeções para o agronegócio brasileiro* (FIESP, 2016) – não apresentam indicadores relacionados à irrigação, uma vez que estas áreas estão incorporadas junto às áreas de sequeiro. Como as áreas de sequeiro são em geral muito superiores às irrigadas, os indicadores não caracterizam sua dinâmica específica.

De modo a suprir a carência de projeções, apresenta-se a seguir o cenário tendencial de expansão de áreas irrigadas considerando o horizonte 2030. 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, em especial no passado recente, e a análise da conjuntura atual, podem ser utilizadas para projeções nos próximos 15 anos.

A Tabela 8 apresenta uma síntese das fontes de dados utilizadas para estimativa ou para validação cruzada das projeções. Estima-se a incorporação de 3,14 milhões de hectares irrigados – média de pouco mais de 200 mil hectares ao ano –, aproximando o País da área total de 10,09 milhões de hectares irrigados em 2030. Esse incremento corresponde a um aumento de 45% sobre a área atual e ao aproveitamento de 28% do potencial efetivo estimado. A Figura 18 apresenta uma síntese dos indicadores de potencial (total e efetivo) e de expansão no horizonte 2030.

Tabela 8. Dados analisados e resultados da projeção de áreas irrigadas, por grupo - horizonte 2030

Grupo Cultura/Sistema	Prognóstico – Fontes de dados e perspectivas	Área Irrigada 2015 (Mha)	Área Irrigada 2030 (Mha)	Incremento 2015-2030 (%)
Arroz inundado	Incremento anual de área obtido pelas taxas médias de curto (2006-2014) e médio (2000-2014) prazos (PAM/IBGE) da cultura, por mesorregião. Embrapa Arroz e Feijão (2016): série histórica de área de arroz inundado (1986-2015), por UF. Perspectivas Conab (2016)	1,544	1,764	14%
Cana-de-açúcar	Incremento anual de área obtido pelas taxas médias de curto (2006-2014) e médio (2000-2014) prazos (PAM/IBGE) da cultura, por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada mecanizada (2000-2016), nacional	2,069	2,797	35%
Pivôs centrais	Incremento anual de área obtido pela tendência da área de pivôs observada em 2006 (Censo/IBGE) e em 2014 (ANA & Embrapa, 2016), por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada de pivôs (2000-2016), nacional	1,394*	2,885*	107%
Demais Culturas	Incremento anual de área obtido pela tendência da área, exceto pivôs, observada em 2006 (Censo/IBGE) e em 2014 (ANA & Embrapa, 2016), por mesorregião. CSEI/Abimaq (2016): série histórica de área irrigada mecanizada (2000-2016), exceto pivôs, nacional	2,007	2,766	38%
		6,95	10,09	47%

*Cerca de 4% da área de pivôs em cana-de-açúcar (valor considerado nos dois grupos).

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. As aspersões convencional e com carretel enrolador (*hidro roll*) também devem se manter importantes neste cenário de expansão. Métodos não mecanizados, como por sulcos e por inundação, devem prosseguir numa tendência de retração, à exceção para o arroz inundado que deve prosseguir numa tendência de estabilidade nos principais polos produtores do País (oscilações de área entre -1% e +1% ao ano, com saldo positivo no médio prazo).

Dessa forma, embora todas as tipologias apresentem crescimento absoluto, a participação relativa se alterará: o arroz inundado tende a reduzir sua participação em área de 22% em 2015 para 17% em 2030; a cana deverá manter sua participação estável entre 28% a 29%; os pivôs centrais tendem a aumentar sua participação de 20% para 28%; e as demais culturas em outros sistemas deverão manter sua participação entre 29% e 27% (Figura 19). 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 não mecanizados (sulcos, inundação exceito arroz) devem apresentar retração (áreas com irrigação desativada ou substituição por outros métodos).

As perspectivas de expansão 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, 2016); e projeções setoriais para o agronegócio (Brasil, 2016; FIESP, 2016). A CSEI/Abimaq (2016), por exemplo, estimou um incremento médio anual de 215 mil hectares nos últimos anos (2011-2016), com variação entre 176 mil ha, em 2011, e 272 mil ha, em 2013.

As Figuras 19 e 20 destacam a variação da área irrigada projetada nos municípios entre 2015 e 2030, em termos absolutos e relativos, respectivamente.

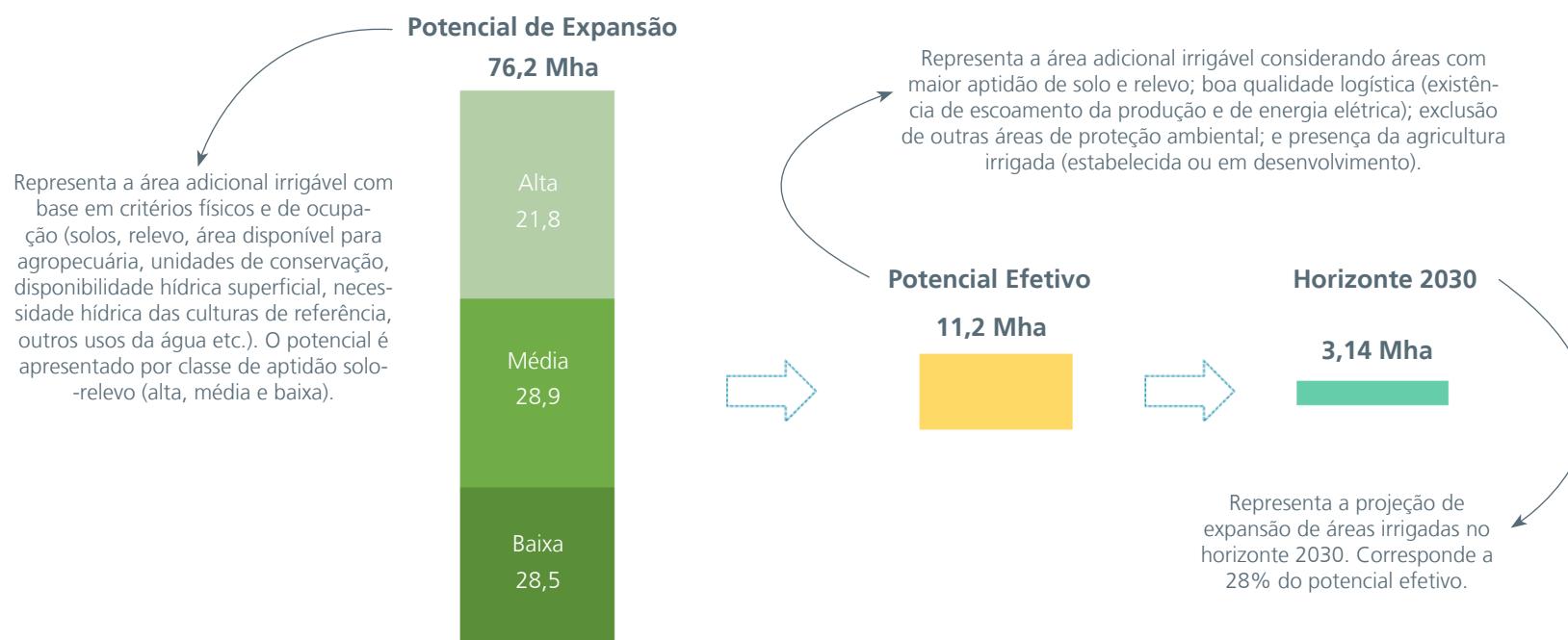


Figura 18. Indicadores de área adicional irrigável (potencial de expansão) - Brasil

Fontes: Potencial - ANA, modificado de Brasil (2014). Projeção horizonte 2030 - ANA.

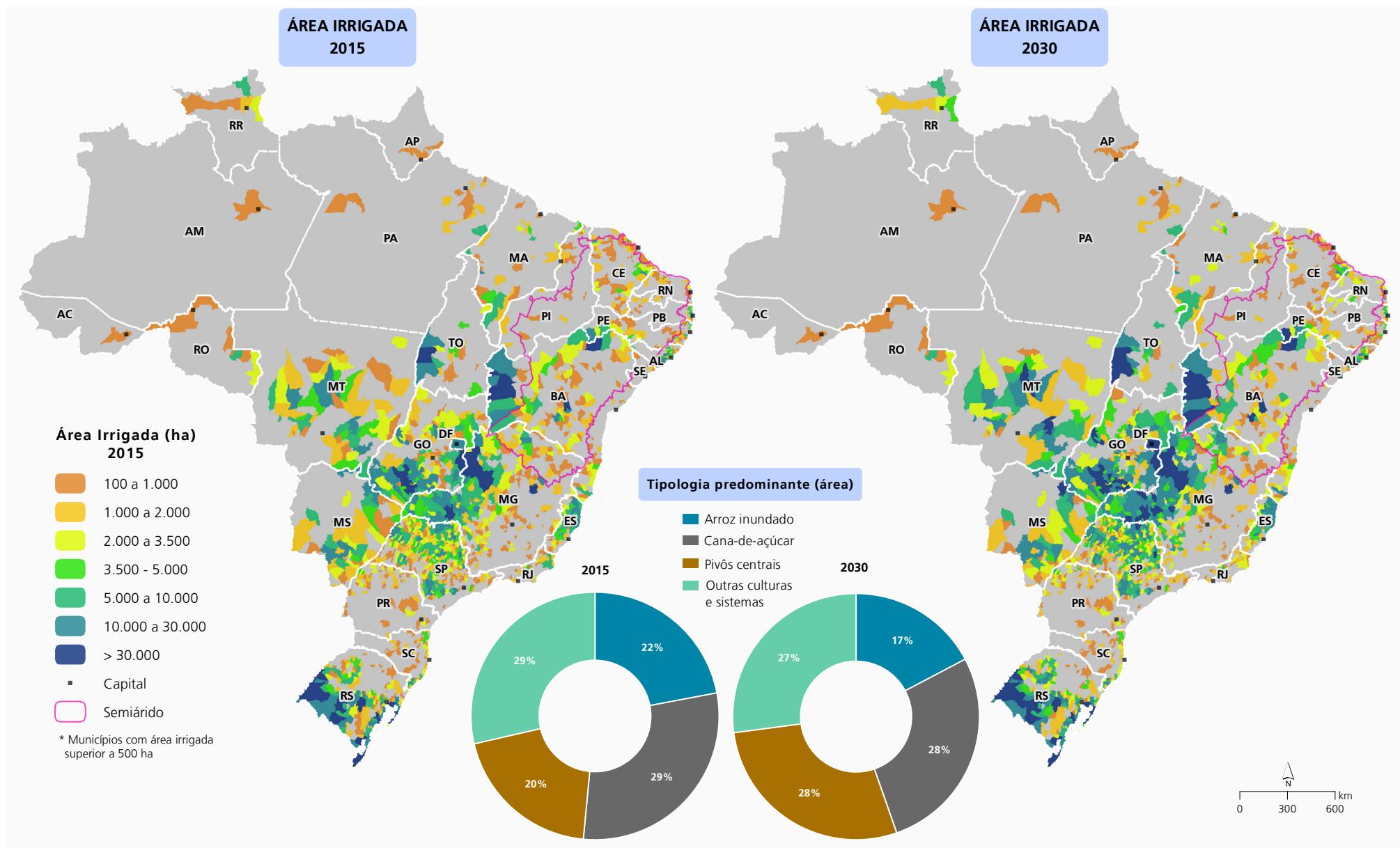


Figura 19. Área equipada para irrigação por município – 2015 e projeção para 2030

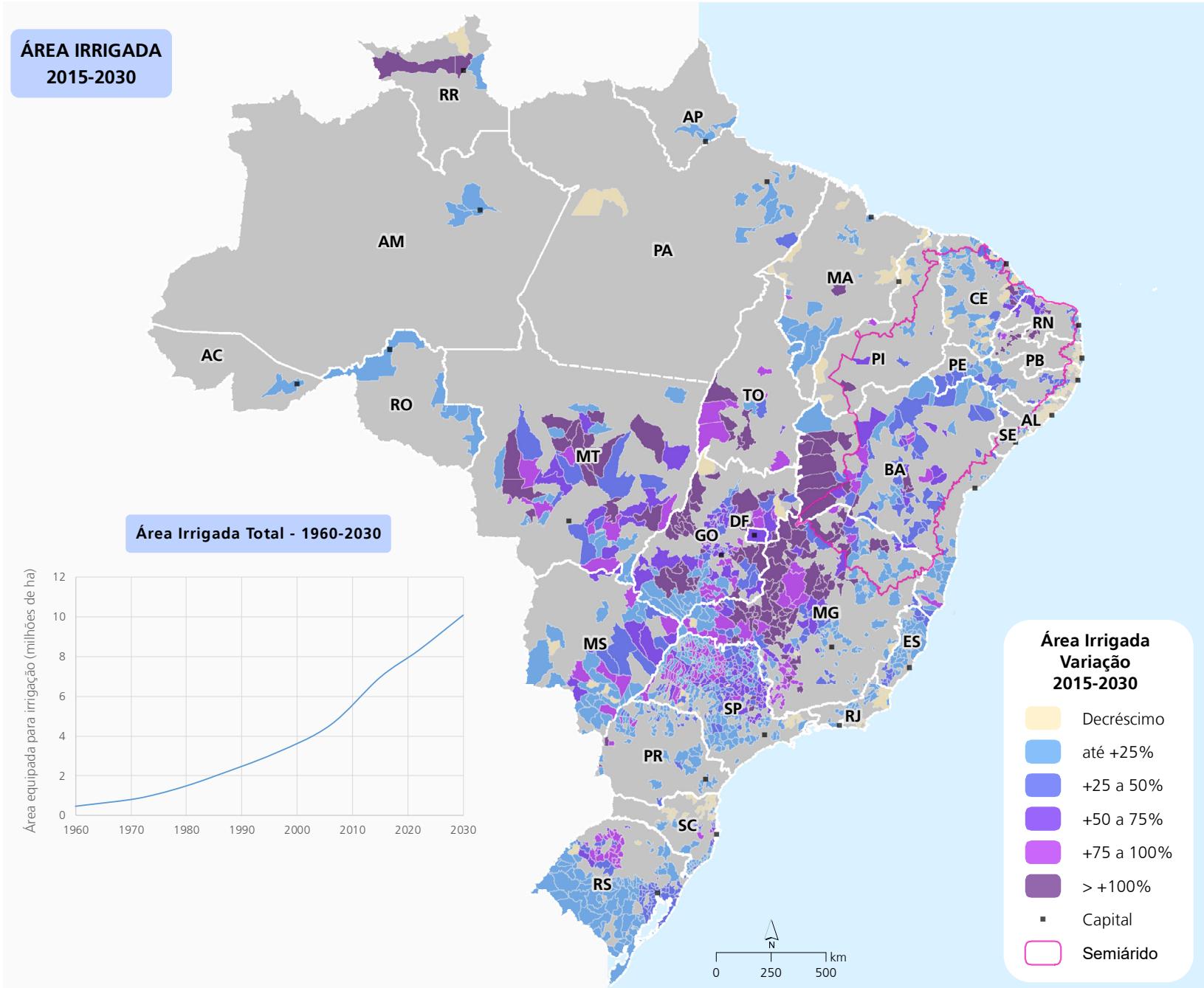


Figura 20. Variação percentual da área equipada para irrigação, 2015 e projeção para 2030, por município

5 Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos



Arroz irrigado às margens do rio Ibicuí - Manoel Viana (RS)
Zig Koch / Banco de Imagens ANA

5.1 Uso da Água

A agricultura irrigada é um uso consuntivo da água, ou seja, altera suas condições na medida em que é retirada do ambiente e a maior parte é consumida pela evapotranspiração das plantas e do solo, não retornando diretamente aos corpos hídricos. Embora o ciclo hidrológico seja fechado, esse consumo significa que a água é indisponibilizada para outras aplicações naquela localidade no curto espaço de tempo.

De acordo com os resultados do levantamento atual da irrigação, a atividade é responsável pela retirada de 969 mil litros por segundo ($969 \text{ m}^3/\text{s}$) e pelo consumo de 745 mil litros por segundo (l/s) ($745 \text{ m}^3/\text{s}$). Considerando os demais usos consutivos levantados pela ANA, esses valores correspondem à 46% da retirada ($2.105 \text{ m}^3/\text{s}$) e 67% da vazão de consumo ($1.110 \text{ m}^3/\text{s}$) (Figura 21). Essa participação é semelhante à observada nos EUA, onde 59% da vazão de retirada é para irrigação (Maupin et al., 2014) e à média global de cerca de 70% do consumo.

A Figura 22 representa os principais processos naturais e de intervenção humana na interface ciclo hidrológico - agricultura irrigada, como a chuva, o armazenamento de água, a captação ou interceptação nos corpos hídricos, a evapotranspiração das culturas e da vegetação nativa, a infiltração profunda e o escoamento superficial.

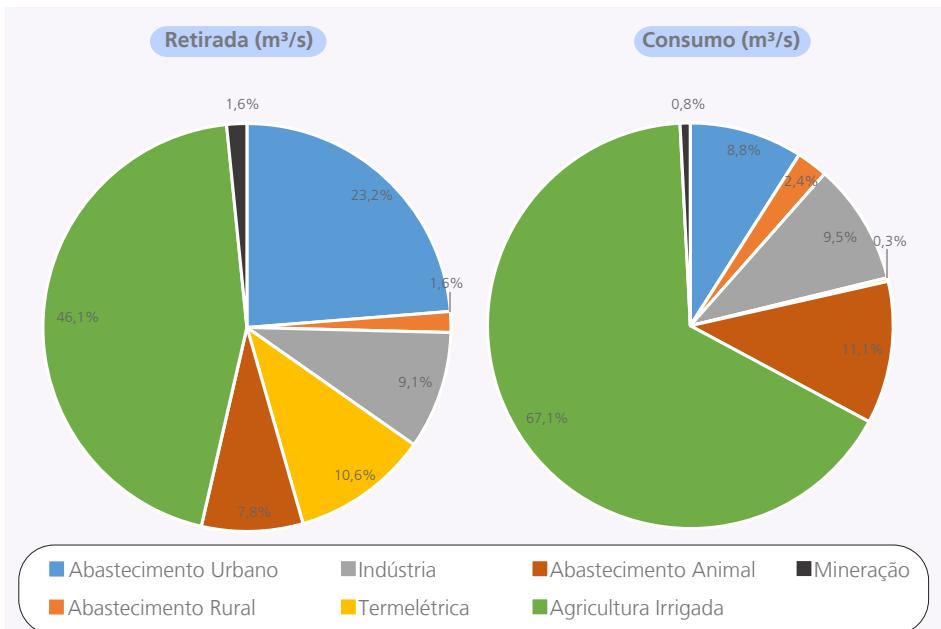


Figura 21. Uso da água no Brasil (retirada e consumo) por setor usuário

Fonte: ANA - Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017 (no prelo)



Figura 22. O ciclo hidrológico e a agricultura irrigada

Fonte: SENIR/Ministério da Integração Nacional

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 utilizadas cerca de 10 mil estações pluviométricas (dados de chuva) e 524 estações meteorológicas (cálculo de evapotranspiração potencial) (Figura 23). No presente documento, adotou-se o clima médio observado nas séries históricas.

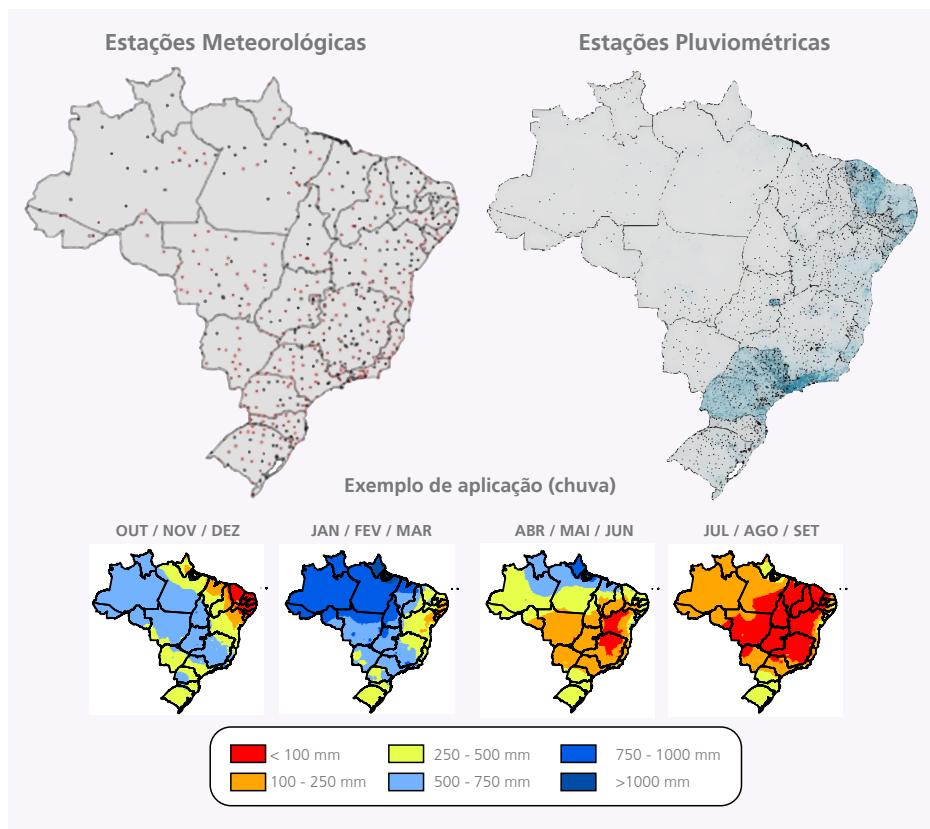


Figura 23. Estações meteorológicas e pluviométricas utilizadas e regime trimestral de chuvas no Brasil

Cada cultura necessita de uma quantidade de água, e em cada fase de desenvolvimento da mesma cultura essa quantidade também varia. Essa informação é agregada para se calcular a evapotranspiração real da cultura, ou seja, o suprimento necessário para seus processos fisiológicas 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 suplementar 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 no item 5.4. A Figura 24 apresenta uma representação esquemática dos principais processos relacionados à irrigação e sua estimativa de uso da água.

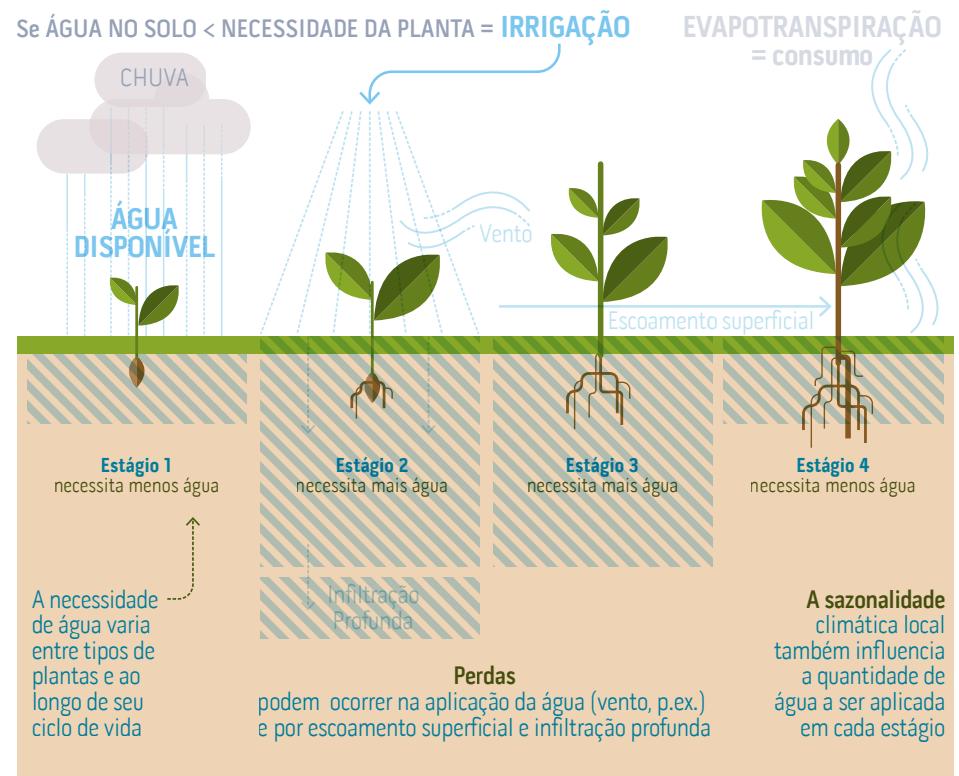


Figura 24. Representação esquemática dos processos relacionados à irrigação

Fonte: ANA - Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017 (no prelo)

Nota-se que o cálculo da demanda de água é complexo. Envolve dezenas de variáveis e equações que resultam em uma necessidade específica de cada cultura, ou seja, quantos litros de água por dia a cultura necessita, além daquela fornecida pela chuva e pelo solo, em um dado estágio de desenvolvimento de seus processos fisiológicos e naquele clima local; e ainda quanto se perde entre a captação da água e o que chega à planta. Estas lâminas específicas são então multiplicadas pela área irrigada – daí a importância desta variável na estimativa de uso da água.

Em suma, as estimativas realizadas pela ANA, em escala nacional, utilizam informações sobre áreas irrigadas, clima e características das culturas e dos sistemas de irrigação. Além do método geral para todas as culturas, recentemente foram incorporadas adaptações para a estimativa de demandas do arroz sob regime de inundação e da cana-de-açúcar (Box. 5.1).



Irrigação em cana-de-açúcar em Turvelândia (GO)
Banco de Imagens ANA

Box 5.1 Estimativa de uso da água do arroz e da cana-de-açúcar

Com diferentes dinâmicas de uso e manejo da água, são realizadas adaptações metodológicas para a estimativa de uso pelo arroz cultivado sob inundação e pela cana-de-açúcar.

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.

Com relação à cana-de-açúcar, consideram-se três formas distintas de manejo: 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 90% da área irrigada de cana, consiste na aplicação de água em um período relativamente curto ou um estágio da cultura.

O salvamento é realizado com carretel enrolador (hidro 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. Esta irrigação reaproveita em larga escala a vinhaça e outros subprodutos oriundos do processo industrial de produção do etanol. Tais efluentes podem ser aplicados puros ou ainda diluídos em água captada diretamente dos corpos hídricos. Sabe-se, portanto, que parte da demanda de consumo estimada para a cana refere-se ao reúso dos processos industriais. Avaliações mais abrangentes devem ser conduzidas para se estimar os percentuais de água captada e reutilizada.

Com a projeção das áreas irrigadas, detalhada no Capítulo 4, estima-se que a demanda de retirada passará dos atuais 969 mil litros por segundo (l/s) para 1,338 milhão de litros por segundo em 2030 - aumento de 38%. Já a vazão de consumo, poderá alcançar 1,055 milhão (l/s), partindo dos atuais 745 mil (l/s) - acréscimo de 42%. Observa-se que, com a perspectiva de maior expansão de sistemas mais eficientes, o uso da água tende a ser inferior ao de expansão da área irrigada - estimada em 45% no horizonte 2030.

Dentre os agrupamentos, o arroz responde por 45,9% da retirada e 37,8% do consumo, embora represente 22% da área equipada para irrigação. Na cana-de-açúcar a relação se inverte, já que representa 29,5% da área com 9,4% da retirada e 10,9% do consumo. As diferenças nas proporções entre esses grupos se deve aos aspectos já mencionados anteriormente: alta demanda unitária para o arroz em regime de inundação (sistema que apresenta altas taxas de evaporação, contribuindo para sua menor eficiência de uso da água); e, na cana, a adoção em larga escala da irrigação de salvamento (pequenas lâminas aplicadas), além da irrigação suplementar (suprimento parcial do déficit hídrico).

Ainda com relação à cana, as tipologias plena e suplementar, que somam 8% da área, são responsáveis por 43% da demanda da cultura (Figura 25), o que se explica tanto pela maior intensidade do uso da água nesses tipos de manejo quanto pela sua concentração em regiões de maior déficit hídrico. Já o salvamento, com 92% da área de cana, demanda 57% do total da cultura no País (Figura 25). Conforme mencionado, as aplicações nesse tipo de irrigação são pequenas e há forte reuti-



Figura 25. Cana-de-açúcar - área e retirada de água por tipologia de irrigação

lização dos processos industriais. Por outro lado, dada a irrigação em cerca de 2 milhões de hectares, há de se dispensar atenção na gestão e no monitoramento do uso. Como referência, os resultados apontam que ao longo de um ano a quantidade de água utilizada em um hectare de irrigação plena é aplicada, em média, em 4 hectares de suplementar e 15 hectares de salvamento.

As Figuras 26 e 27 apresentam sínteses adicionais dos resultados de área e uso da água em 2015 e 2030. A Figura 28 apresenta a demanda média anual por microbacia, destacando os principais polos e padrões de concentração da irrigação.

No horizonte 2030 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 apresentem crescimento, esses setores devem continuar crescendo a taxas mais expressivas. A cana também deverá ampliar sua área irrigada expressivamente, entretanto, mantendo em grande parte as características de menor uso unitário da água. É previsto para o arroz inundado tendência de estabilidade a pequenos crescimentos da ordem de 1% ao ano nos principais polos produtores, o que poderá levar à redução na participação das retiradas de 45% para 37%.



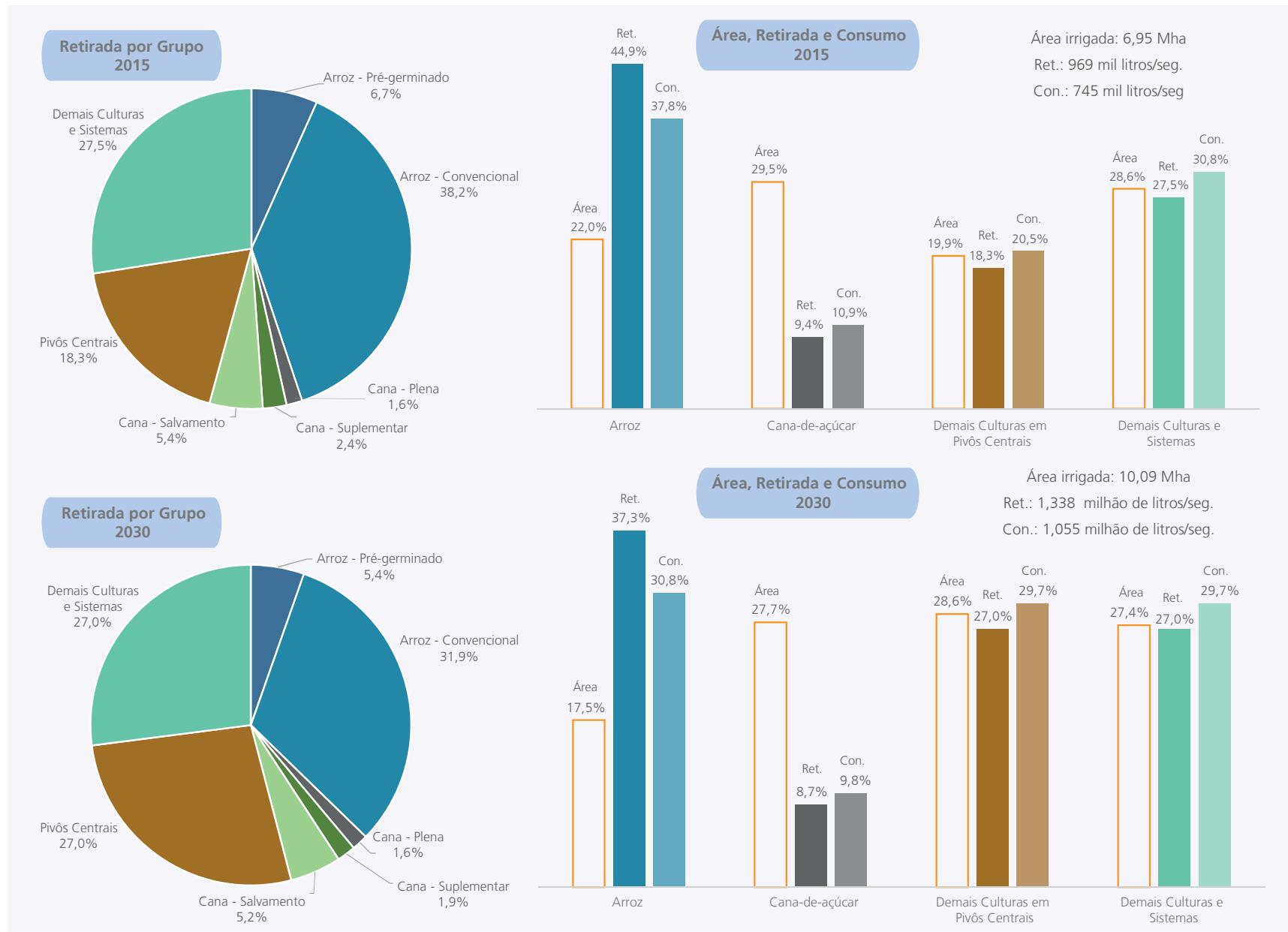


Figura 26. Síntese das áreas equipadas para irrigação e do uso da água, por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030

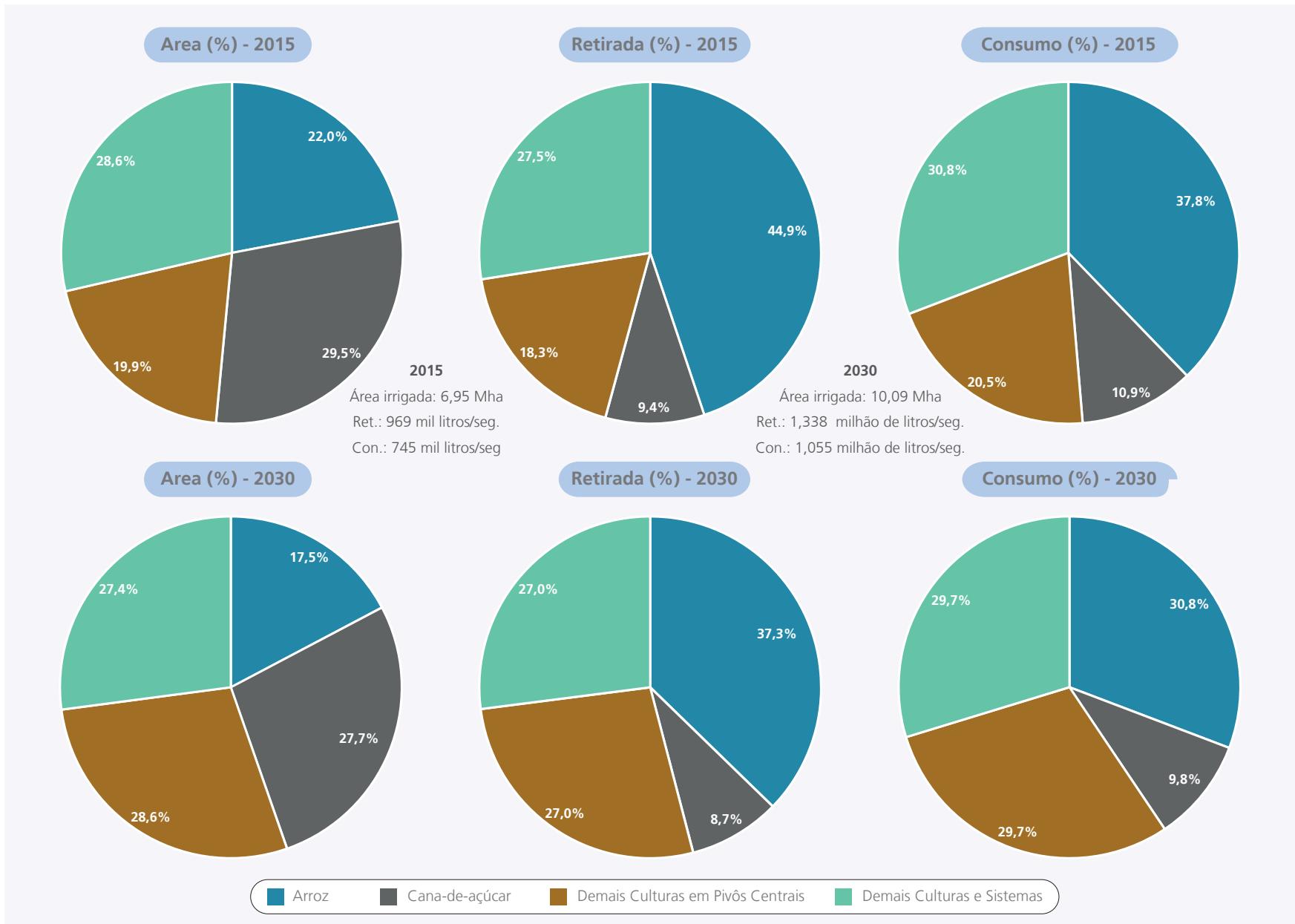


Figura 27. Síntese das áreas equipadas para irrigação e do uso da água por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030

**DEMANDA MÉDIA ANUAL
2015**

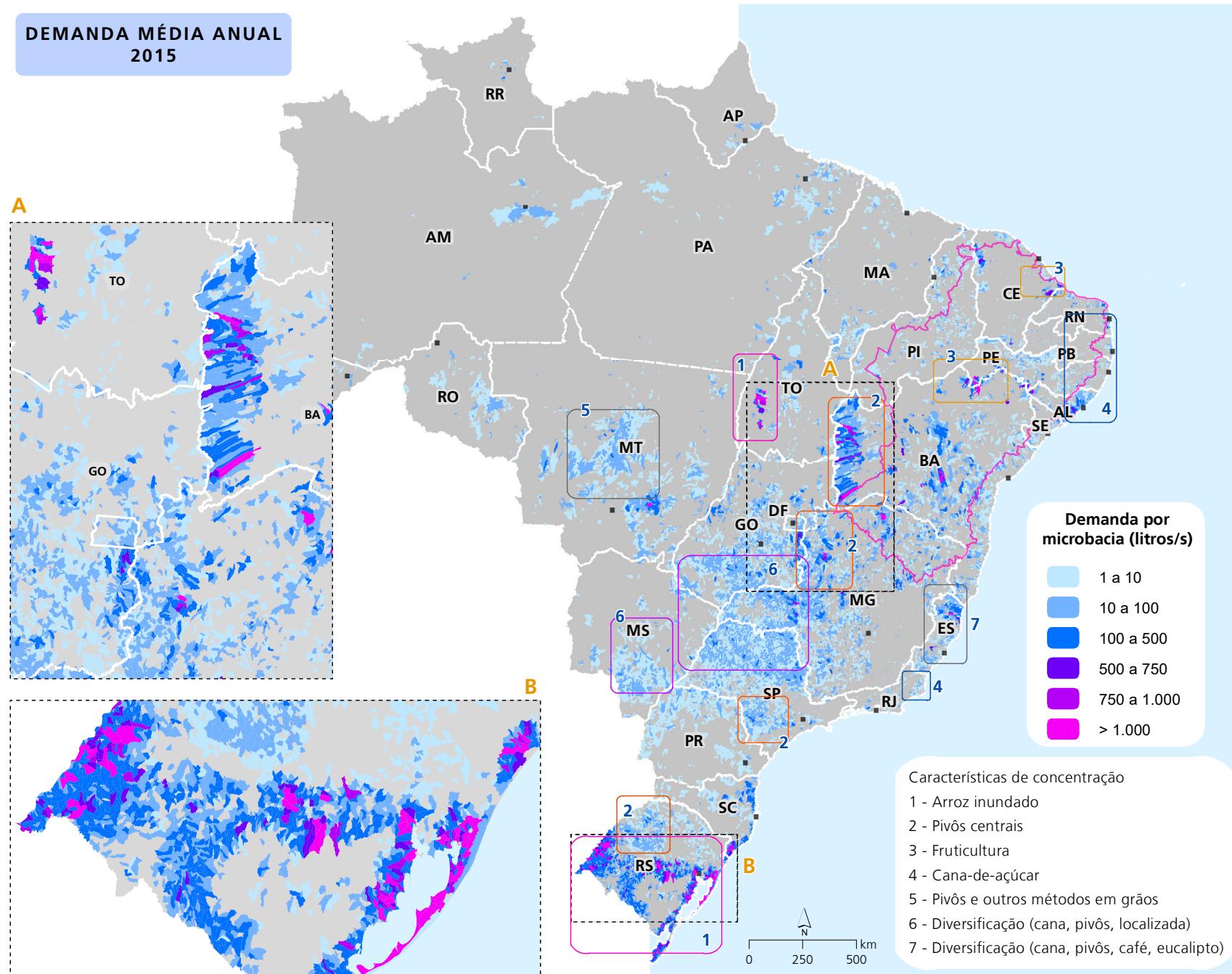


Figura 28. Demanda média anual por microbacia – 2015

A Figura 29 apresenta o mapa das demandas médias anuais estimadas por microbacia (retirada), em 2015 e 2030, bem como as retiradas e consumos totais por tipologia. As demandas médias anuais, por tipologia e Unidade da Federação, estão disponíveis na Tabela 9.

O arroz inundado e a cana-de-açúcar – o primeiro com tendência de fraca expansão e a segunda com expansão forte em área, mas com baixa hidrointensividade, – apresentarão aumento do uso, o que demanda atenção especialmente em bacias que já apresentam comprometimento quantitativo. Espacialmente (Figura 29), essas áreas apresentam intensificação menos evidente por esta ocorrer de forma mais difusa no território. De forma absoluta, estima-se que o arroz passará dos atuais 435 mil litros por segundo (l/s) para 499 mil l/s (+15%) e a cana de 91 mil l/s para 116 mil l/s (+28%).

Na Figura 29, observa-se mais claramente o aumento expressivo da demanda nas regiões com concentração de métodos mecanizados (em especial pivôs e gotejamento). A intensificação do uso é notável em polos produtores atuais – prin-

cipalmente no oeste baiano e no noroeste mineiro (regiões de nascentes do rio São Francisco); norte mineiro (projetos na bacia do rio Verde Grande, afluente do rio São Francisco); região central da Bahia (região de Mucugê-Ibicoara, em bacias afluentes do São Francisco); 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 mais expressivas no futuro, 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).

As tipologias majoritariamente associadas a essas regiões de maior intensificação do uso - pivôs centrais e demais culturas e sistemas - deverão apresentar os maiores incrementos no horizonte 2030. Para os pivôs, estima-se um salto de retirada de água de 177 mil l/s para 361 mil l/s (+104%); e para as demais culturas/sistemas de 266 mil l/s para 362 mil l/s (+36%).



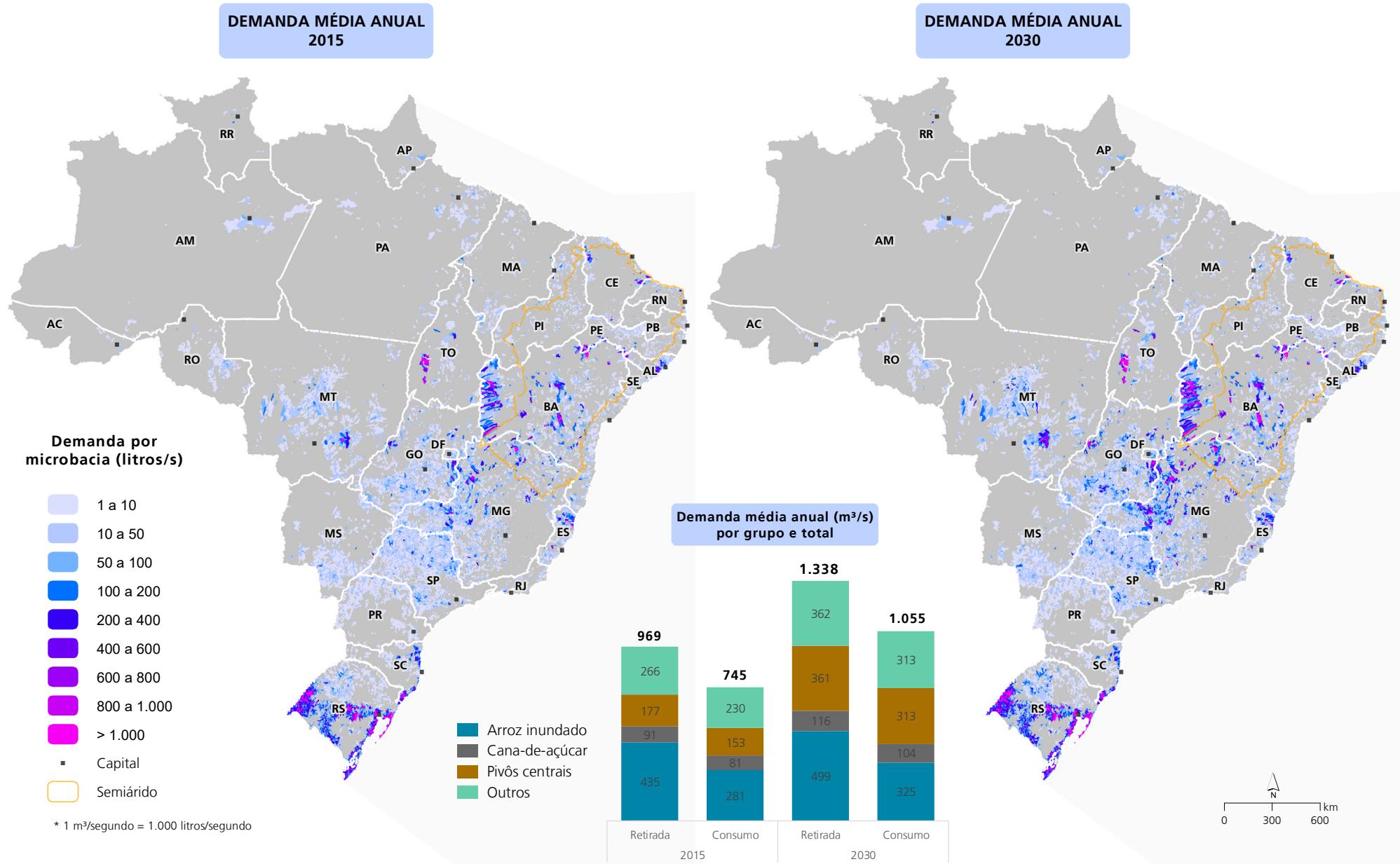


Figura 29. Demanda média anual, por microbacia e por tipologia de irrigação – 2015 e projeção para 2030

Tabela 9. Vazões médias anuais, por Unidade da Federação e cultura - 2015 e projeção para 2030

UF	Uso da Água (m ³ /s) - 2015						Uso da Água (m ³ /s) - 2030					
	Arroz		Cana		Demais culturas		Arroz		Cana		Demais culturas	
	Retirada	Consumo	Retirada	Consumo	Retirada	Consumo	Retirada	Consumo	Retirada	Consumo	Retirada	Consumo
AC	-	-	-	-	0,2	0,1	-	-	-	-	0,2	0,1
AM	-	-	-	-	0,6	0,4	-	-	-	-	0,6	0,4
AP	-	-	-	-	0,4	0,2	-	-	-	-	0,4	0,2
PA	0,1	0,1	0,2	0,2	2,8	1,9	-	-	0,4	0,3	3,1	2,1
RO	-	-	-	-	2,1	1,9	-	-	-	-	2,3	2,0
RR	3,5	1,8	-	-	0,5	0,3	2,0	1,0	-	-	1,2	0,7
TO	18,9	13,6	0,3	0,3	2,9	2,4	28,7	20,5	0,6	0,5	7,6	6,3
AL	0,9	0,5	15,8	14,5	2,7	2,4	0,4	0,2	13,5	12,4	2,8	2,4
BA	1,1	0,7	12,0	10,8	100,5	85,9	0,0	0,0	18,0	16,2	176,8	152,4
CE	1,6	1,0	0,9	0,8	30,4	24,3	0,1	0,1	0,1	0,1	40,6	32,3
MA	5,4	3,8	1,4	1,3	5,4	4,1	3,9	2,5	2,1	1,9	5,8	4,4
PB	0,3	0,2	2,0	1,8	6,8	6,0	-	-	1,8	1,6	12,8	11,4
PE	0,2	0,1	3,9	3,5	28,9	24,8	-	-	2,5	2,3	37,2	32,0
PI	1,5	1,0	0,1	0,1	5,3	4,3	0,9	0,6	-	-	6,6	5,4
RN	0,3	0,2	1,4	1,2	10,5	9,3	0,5	0,3	1,4	1,2	18,3	16,2
SE	2,7	1,4	1,1	1,0	2,3	2,1	0,4	0,2	1,4	1,3	2,9	2,6
ES	-	-	0,7	0,7	30,2	27,8	-	-	1,1	1,0	33,6	30,9
MG	0,3	0,3	13,3	11,8	99,7	86,4	0,2	0,2	21,5	19,2	183,4	160,9
RJ	-	-	0,3	0,2	3,0	2,3	-	-	0,1	0,1	3,4	2,6
SP	1,6	1,4	21,4	18,8	32,8	29,4	1,0	0,8	30,3	26,5	42,8	38,3
PR	3,1	2,5	0,9	0,8	3,2	2,7	3,6	2,9	1,0	0,9	3,9	3,3
RS	354,1	222,8	-	-	9,5	8,3	418,8	265,1	-	-	16,0	14,1
SC	31,7	25,6	-	-	0,7	0,6	35,0	28,2	-	-	0,8	0,7
DF	-	-	-	-	1,4	1,3	-	-	-	-	2,2	2,0
GO	4,3	2,4	11,8	10,4	33,8	30,5	1,6	0,9	16,2	14,3	69,5	62,7
MS	3,4	2,1	2,2	1,9	5,8	5,1	1,6	0,9	2,8	2,5	8,0	7,1
MT	-	-	0,9	0,8	21,5	17,5	-	-	1,3	1,1	40,6	32,9
BRASIL	435,0	281,4	90,7	81,0	443,7	382,4	498,7	324,6	116,0	103,5	723,2	626,6
	Retirada 969,3				Consumo 744,8		Retirada 1.337,9				Consumo 1.054,7	

* 1 m³/segundo = 1.000 litros/segundo

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.

A Figura 30 (a) apresenta a variação sazonal da demanda de água do arroz inundado (média nacional). A ocorrência de uma safra por ano, concentrada entre setembro/outubro (plantio) e fevereiro/março (colheita) nos principais polos produtores (RS, SC e TO) é bem caracterizada pelo uso médio mensal da água. Em apenas dois meses ocorrem vazões similares à média anual, sendo o uso bastante superior à média entre dezembro e fevereiro, e bastante inferior entre abril e agosto.

A Figura 30 (b) apresenta a média de uso de todas as culturas, exceto arroz e cana. Altamente influenciada pela produção de grãos (milho, feijão e soja) no Cerrado e com 2 a 3 safras por ano, 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 (menor déficit hídrico).

Esses exemplos reiteram a importância de se trabalhar com a sazonalidade do uso na agricultura irrigada, de forma a garantir maior confiabilidade e precisão nos levantamentos e aumentar a segurança hídrica do setor.

A Figura 31 apresenta indicadores de demanda média mensal da agricultura irrigada por microbacia. Nota-se de forma mais clara os aspectos relacionados à sazonalidade, em especial com a alta demanda 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 demandas de cana concentradas principalmente em meses onde ocorre o corte, quando se aplica, via de regra, a irrigação de salvamento.

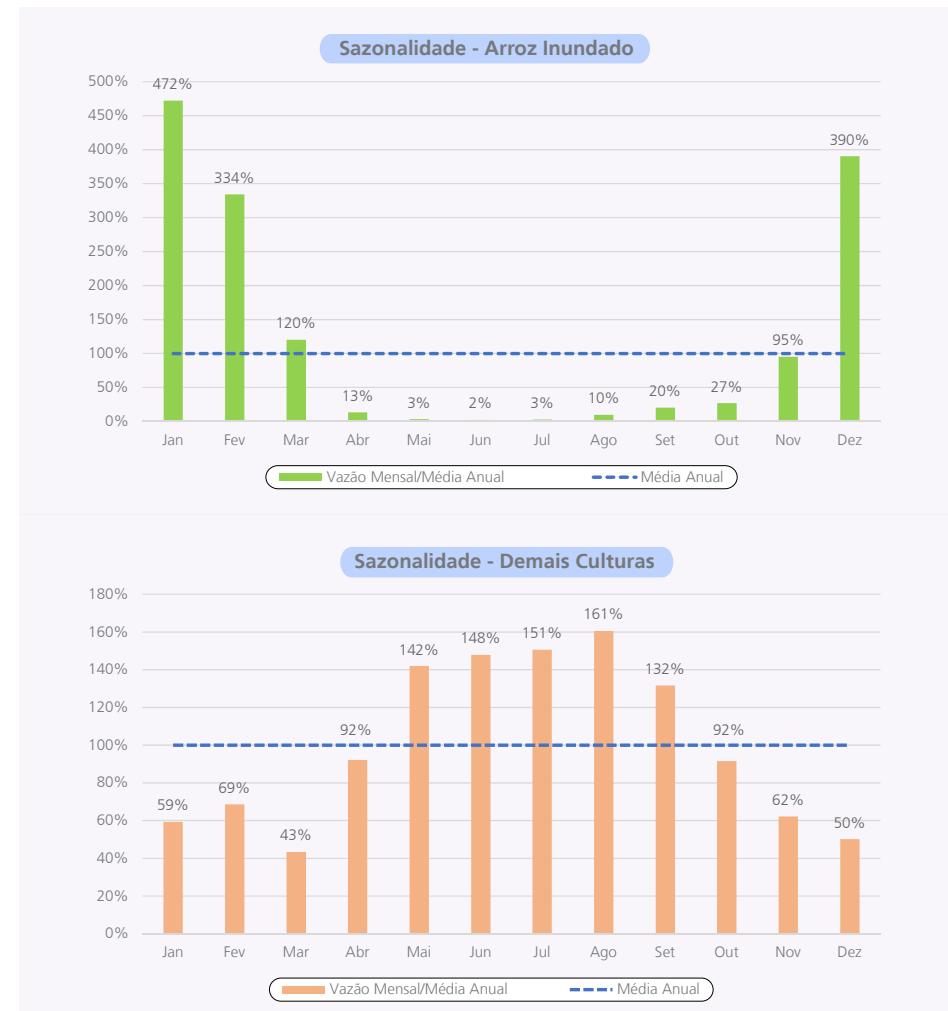


Figura 30. Uso mensal da água em relação à média anual (sazonalidade) para o arroz inundado (a) e para as demais culturas exceto arroz e cana (b).

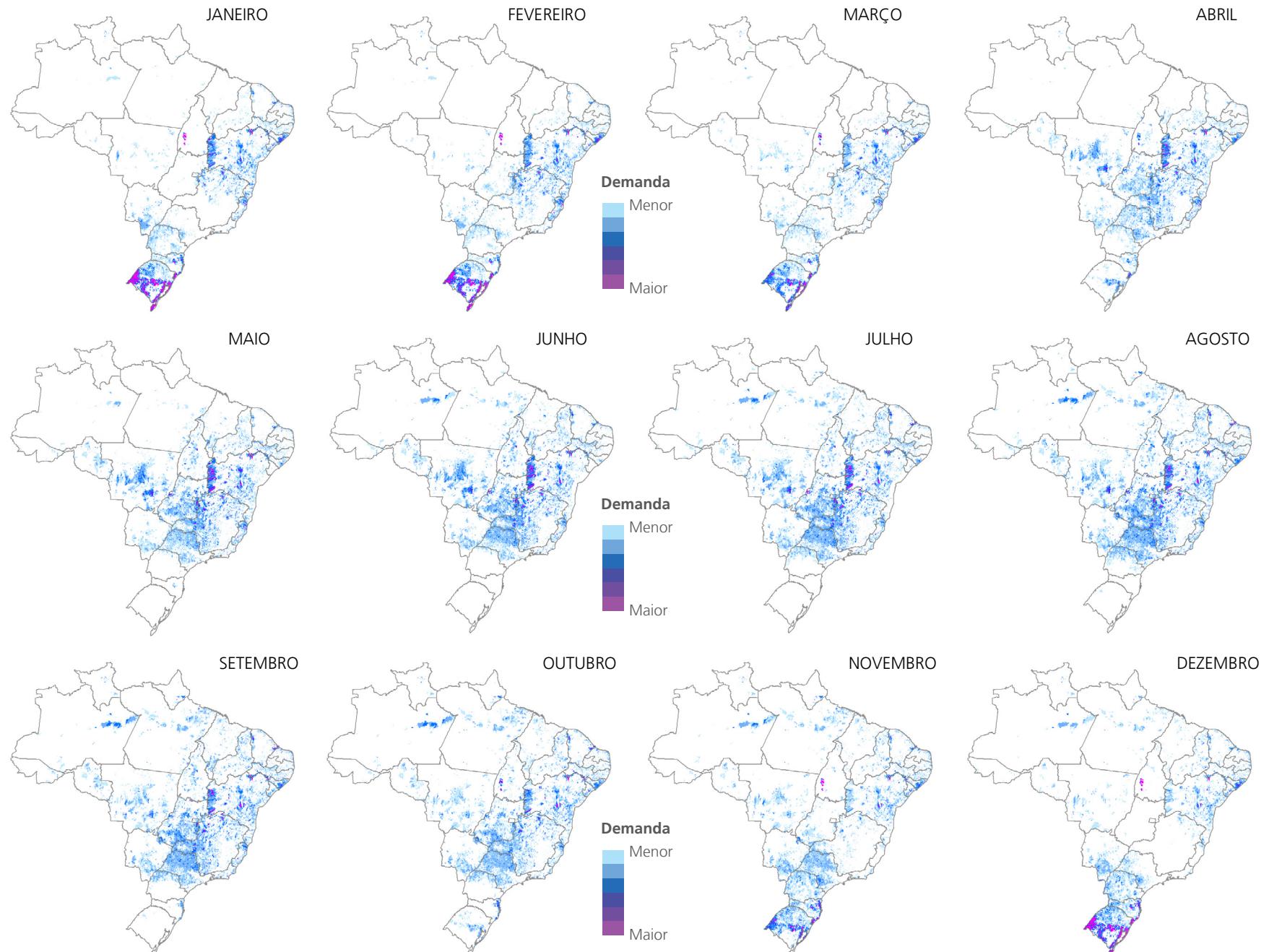


Figura 31. Demanda média mensal por microrregião – 2015

Ressalta-se ainda a importância da irrigação na esfera regulatória do sistema de recursos hídricos, já que como principal uso representa o maior número de outorgas e o maior volume outorgado. A Figura 32 apresenta os percentuais de outorgas vigentes (número de outorgas e volume médio anual) em rios de domínio da União. Observa-se a liderança da agricultura irrigada com 66,2% do número e 45,6% do volume de retirada - valores consistentes com a estimativa de retirada (Figura 27). Em termos absolutos, a ANA possui cerca de 5.600 empreendimentos de irrigação outorgados com autorização para utilizar até 10 bilhões de m³ por ano (equivalente a 10 trilhões de litros).

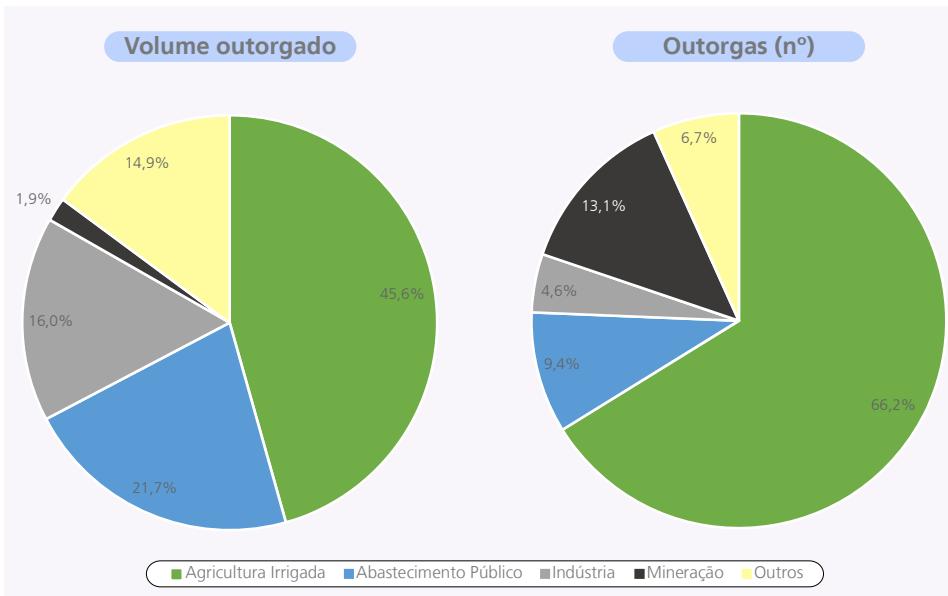


Figura 32. Outorgas vigentes de uso da água em rios de domínio da União - 2015

Box 5.2 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.



Figura 33. Domínio das águas e a outorga

Fonte: ANA (2011)

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

5.2 Áreas Especiais de Gestão dos Recursos Hídricos

Em um país de dimensões continentais e de grande geodiversidade, a gestão de recursos hídricos é um grande desafio. Neste sentido, é importante definir áreas especiais onde a gestão possa ser realizada de forma diferenciada, de acordo com as condições específicas destas áreas.

A maior parte das bacias com indicadores de criticidade quantitativa no Brasil tem como maior uso consuntivo 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, a exemplo do Semiárido. Com a perspectiva de aumento do uso em até 42% no horizonte 2030, é necessário um esforço crescente de planejamento e gestão.

Os resultados apresentados nesta publicação permitem um refinamento do uso da água pela agricultura irrigada, além de uma visão de futuro de intensificação ou de surgimento de novas áreas onde conflitos pelo uso da água podem ocorrer no Brasil. Assim, é possível observar, na escala nacional e das Regiões Hidrográficas, as principais áreas especiais de gestão dos recursos hídricos (AEG-RH) do ponto de vista da agricultura irrigada.

As AEG-RH podem ser agrupadas em três grupos: a) polos consolidados onde há menor perspectiva de expansão (arroz irrigado no Sul; projetos públicos no Semiárido; região canavieira do Nordeste; e algumas áreas no Sudeste); b) polos consolidados onde há forte perspectiva de expansão (oeste baiano; triângulo mineiro; Paranapanema (SP); região de fronteira do Distrito Federal, Goiás e Minas Gerais, nas bacias dos rios Preto, Paracatu e São Marcos; região canavieira do Centro-Sul etc.); e c) polos novos ou em consolidação com forte perspectiva de expansão (na fronteira da agricultura de sequeiro das últimas décadas, onde a irrigação tem avançado mais recentemente – Mato Grosso, Goiás e MATOPIBA (fronteira agrícola entre os Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia); além do Rio Grande do Sul na bacia do alto rio Jacuí e de afluentes do rio Uruguai). A Figura 34 apresenta uma síntese das principais áreas especiais de gestão dos recursos hídricos (AEG-RH) com foco na agricultura irrigada, destacando as bacias dos rios onde se inserem.

Nessas regiões, o refinamento das demandas de água atuais e futuras é um importante subsídio para atualização e detalhamento dos respectivos balanços hídricos, de forma a auxiliar nas análises de capacidade de suporte e na definição de políti-

cas de reserva (barramentos coletivos, por exemplo). Para tal, permanece como desafio a melhor caracterização da efetiva oferta de água, muitas vezes não caracterizada adequadamente devido ao uso de diversos pequenos barramentos. Essas dificuldades, bem como o desenho de ações para enfrentá-las, foram analisadas em Planos de Recursos Hídricos (PRHs) recentemente elaborados ou em elaboração pela ANA, em especial os das bacias dos rios Paranaíba, Paranapanema e Grande, ocupando papel central na estratégia de implementação dos respectivos Planos.

A Figura 34 também apresenta um índice das subáreas que serão destacadas na sequência, em mapas locais. Nesses trechos de algumas das principais AEG-RH observam-se os principais padrões de concentração da agricultura irrigada.

Como exemplos de áreas com arroz por inundação, destaca-se no Tocantins o perímetro Formoso (em Formoso do Araguaia) (Figura 35); e no Sul um trecho da bacia do rio Jacuí (RS), na região de Agudo, Dona Francisca, Restinga Sêca (Figura 36).

Perímetros de irrigação no Semiárido são exemplificados na região de Petrolina/PE, à jusante da barragem de Sobradinho (perímetro Nilo Coelho) (Figura 37), e com o perímetro Jaguaribe-Apodi no Ceará (Figura 38).

Na microrregião de Patos de Minas, no limite entre os municípios de Paracatu, João Pinheiro e Brasilândia de Minas, destaca-se a irrigação em cana-de-açúcar por pivôs centrais e sistemas lineares (Figura 39).

Polos de concentração de pivôs centrais são destacados em diferentes partes do Centro-Sul: no alto Paranapanema (SP) (Figura 40), no oeste baiano (BA) (Figura 41), e no alto São Marcos (limite DF, GO e MG) (Figura 42). No Sul, é destacado um trecho do alto rio Jacuí (Figura 43) - que faz parte do polo recente de forte desenvolvimento nas vertentes dos rios Jacuí e afluentes do rio Uruguai.

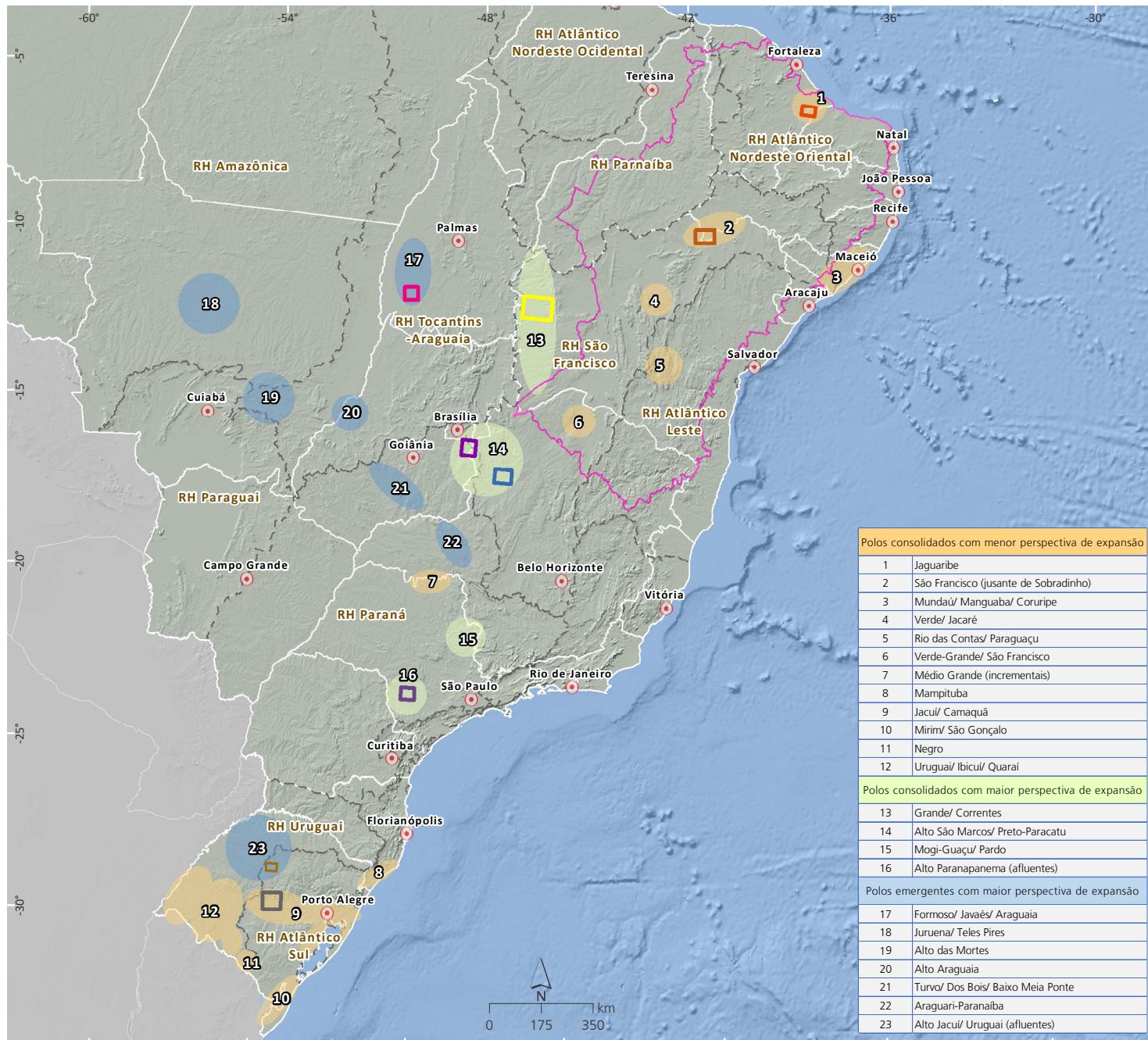
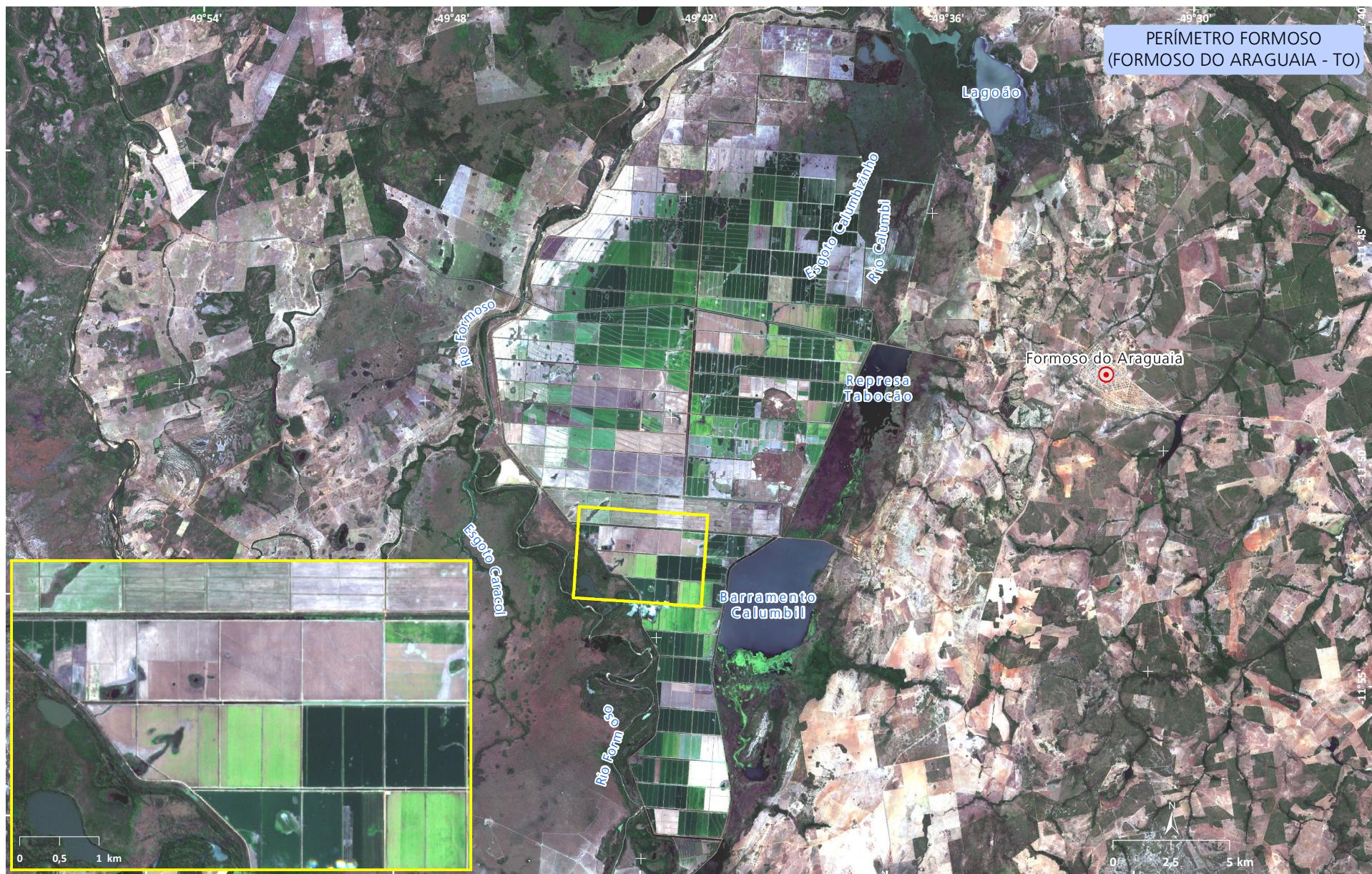


Figura 34. Principais Áreas Especiais de Gestão dos Recursos Hídricos (agricultura irrigada) e trechos destacados



Nota: Esta carta destaca o perímetro do projeto Rio Formoso, no município de Formoso do Araguaia – Tocantins. Operando desde os anos 1980, é voltado à produção de arroz por inundação em cerca de 20 mil hectares. Há ainda cerca de 8 mil hectares implantados (infraestrutura disponíveis) que não registraram produção em 2015. O Rio Formoso desemboca no rio Javaés, sendo estes importantes afluentes do rio Araguaia – um dos rios principais da Região Hidrográfica Tocantins-Araguaia.

As imagens que compõem esta carta é uma composição colorida (RGB 432) do satélite Sentinel-2 obtida em 09 ago de 2017. Essa composição utiliza as bandas do visível para retratar a cor real da região, ou seja, as cores aqui encontradas são bastante próximas das encontradas em campo.

Figura 35. Projeto Formoso – Formoso do Araguaia/TO (arroz inundado)

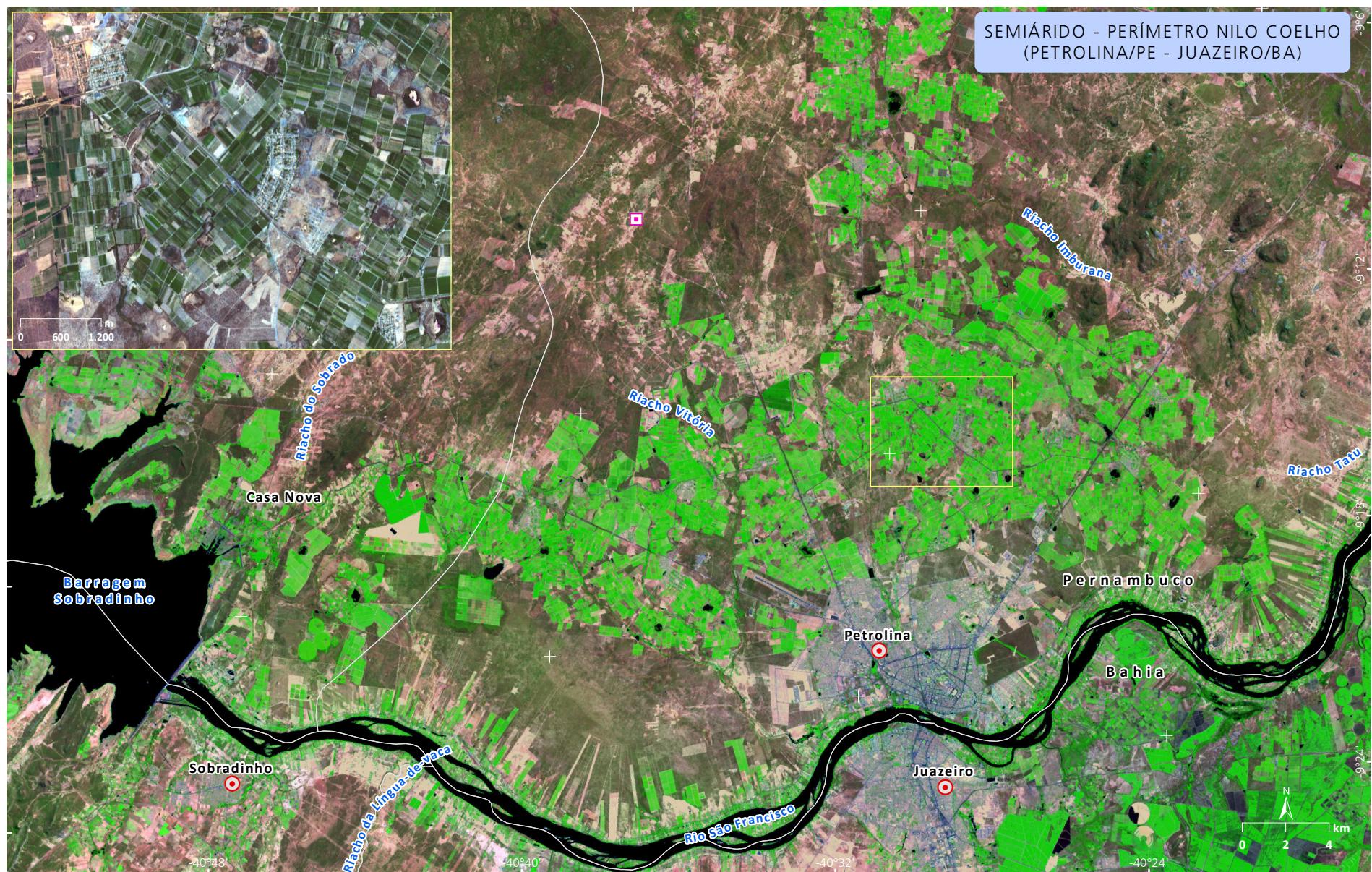
Legenda

● Cidade



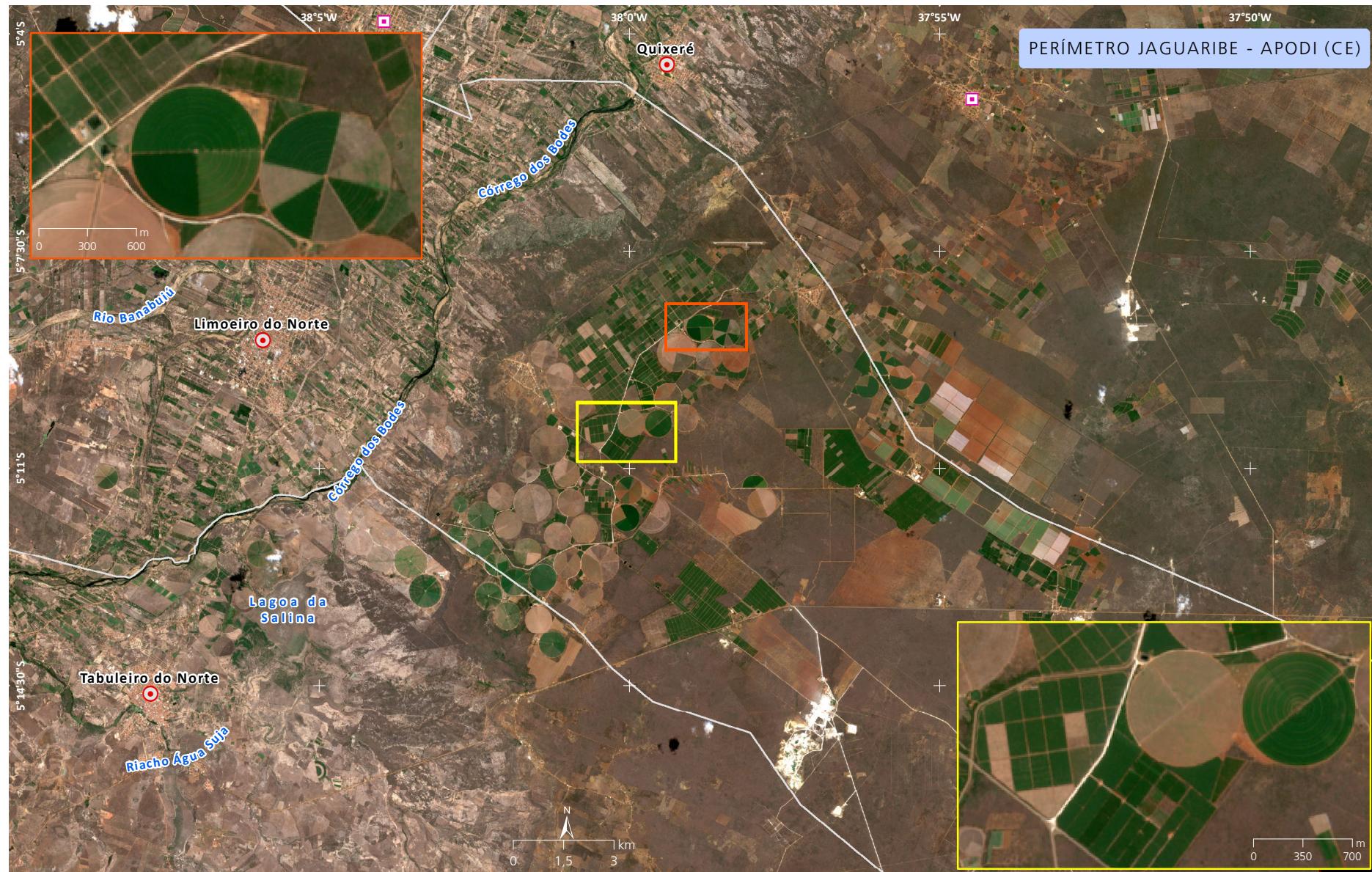
Nota: O Rio Grande do Sul representa 78% da área irrigada de arroz do Brasil. Esta região da bacia do rio Jacuí (na região de Agudo, Dona Francísca e Restinga Sêca) exemplifica o padrão de localização do arroz nas várzeas e nas proximidades de rios principais de onde a água é captada. O rio Jacuí é o principal da Região Hidrográfica (RH) Atlântico Sul. Possui cerca de 800 km de extensão e desagua no Lago Guaíba, alcançando, por consequência, a Lagoa dos Patos e o Oceano Atlântico. Na região de cabeceiras com a RH Uruguai, observa-se nos últimos anos a expansão de pivôs centrais de irrigação. Imagens Rapideye (RGB 321) de 26 nov de 2013.

Figura 36. Trecho da bacia do rio Jacuí - RS (arroz inundado)



Nota: O Perímetro Senador Nilo Coelho é o maior do Semiárido, com cerca de 23 mil hectares irrigados em 2015. Operando desde 1984, está localizado entre Casa Nova/BA (20%) e Petrolina/PE (80%), a jusante da barragem da Usina Hidrelétrica de Sobradinho, no rio São Francisco. A tomada d'água ocorre no lago de Sobradinho. Predomina a fruticultura, em especial manga e uva (60% da área), e os sistemas de aspersão convencional, microaspersão e gotejamento. Estima-se que o perímetro responda por 24 mil empregos diretos e 35 mil indiretos. A infraestrutura inclui 976 km de canais, 818 km de adutoras, 711 km de estradas, 263 km de drenos e 39 estações de bombeamento. Imagem Landsat-8 (RGB 652) de 27 jun de 2017.

Figura 37. Perímetro Nilo Coelho – Petrolina/PE (Semiárido)

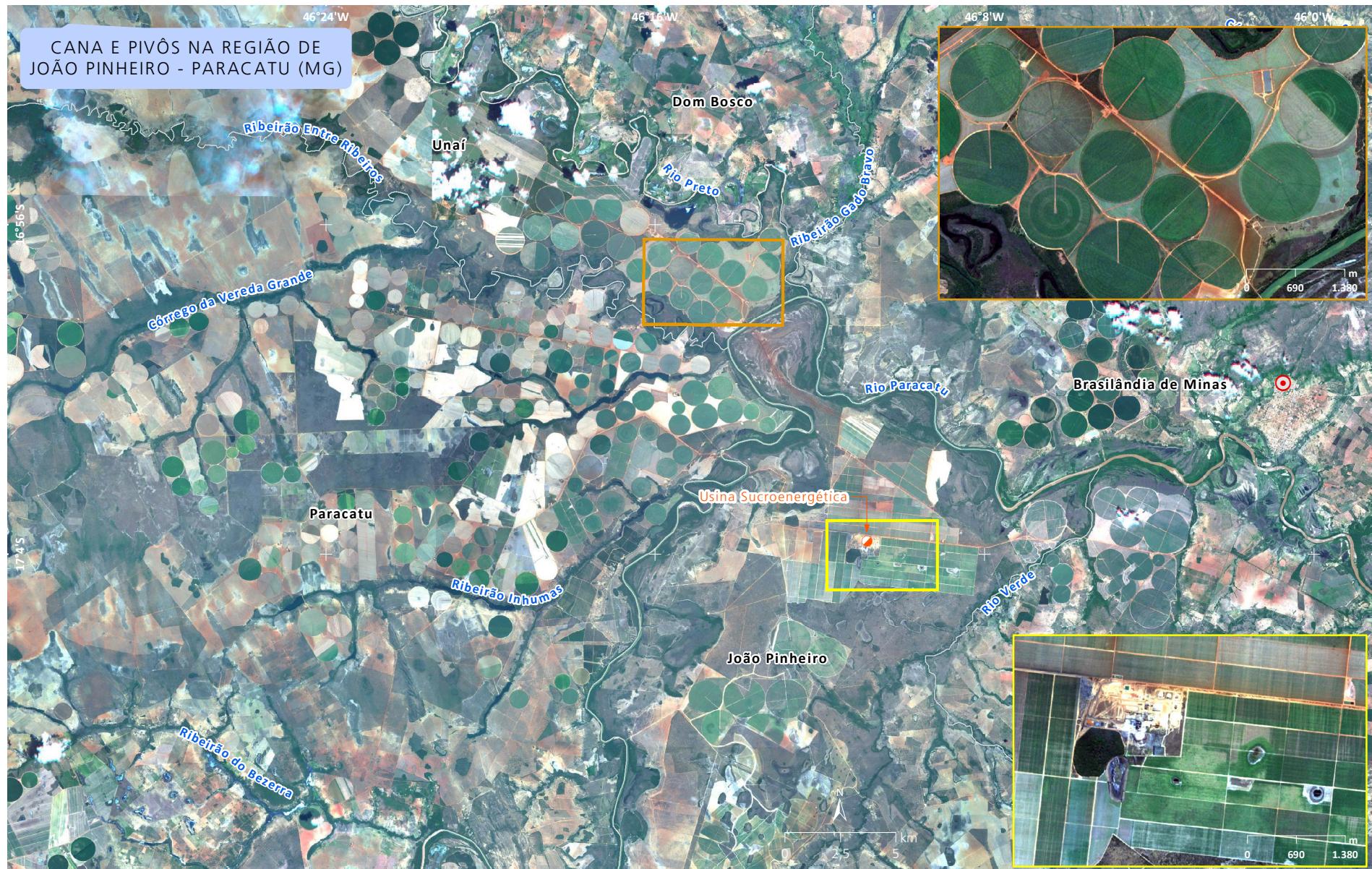


Nota: O Perímetro Jaguaribe-Apodi está localizado no Semiárido, em Limoeiro do Norte, Ceará – Estado que se destaca pela forte infraestrutura hídrica de usos múltiplos. Operando desde 1989, é o maior do Estado, irrigando 8 mil hectares em 2015. Predomina a produção de milho, soja e banana em pivôs centrais e com microaspersão e gotejamento. O Rio Jaguaribe é o mais extenso do Ceará (630 km) e desagua no Oceano Atlântico. Em seu leito, a montante do perímetro em destaque, foram construídos os açudes de usos múltiplos Orós e Castanhão – maiores do Estado. Imagem Sentinel-2 (RGB 432) de 17 ago de 2017.

Figura 38. Perímetro Jaguaribe-Apodi – Limoeiro do Norte/CE (Semiárido)

Legenda

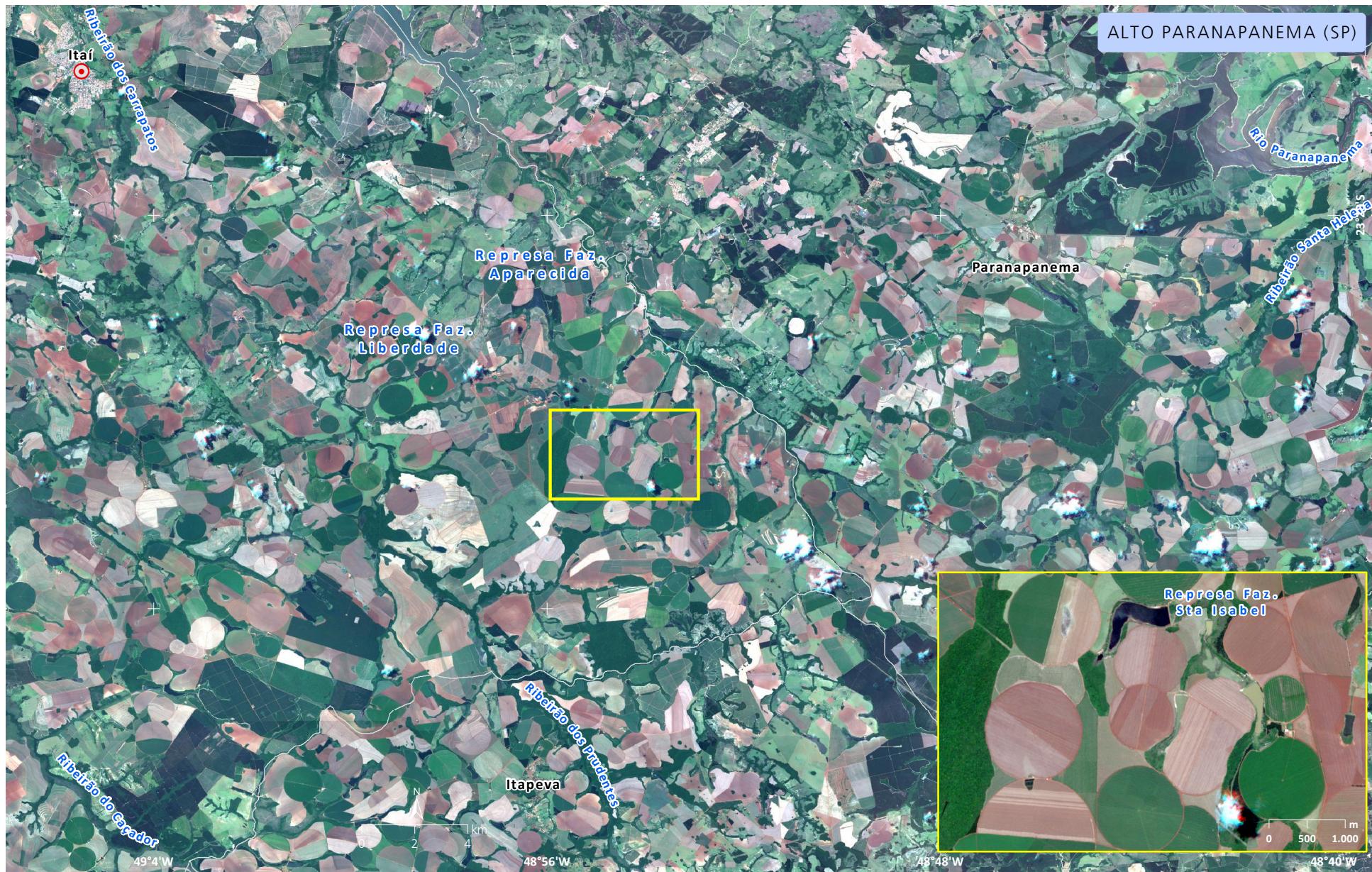
- Cidade
- Município
- Vila



Nota: No limite entre os municípios de Paracatu, João Pinheiro e Brasilândia de Minas, destaca-se a irrigação em cana-de-açúcar por pivôs centrais e sistemas lineares. Essa região apresenta maior déficit hídrico para a cana, demandando irrigação plena ou suplementar, o que também contribui para o aumento da produtividade. A irrigação da cana por sistemas lineares ocorre nas proximidades da usina sucroenergética. Nesta imagem observa-se irrigação por pivôs centrais em cana, mas também em outras culturas, assim como pivôs que não apresentam área plantada. Nas proximidades da Usina ocorre a confluência do rio Preto com o rio Paracatu – importante afluente do rio São Francisco. Imagens Rapideye (RGB 321) obtidas entre agosto e dezembro de 2012.

- Legenda
- Usina sucroenergética
 - Município
 - Cidade

Figura 39. Região de João Pinheiro - Paracatu (cana-de-açúcar)



Nota: A área de especial interesse para a gestão do Alto Rio Paranapanema é um dos principais polos de irrigação por pivôs centrais no País com cerca de 82 mil hectares. Apresenta produção diversificada, com destaque para feijão, milho, soja e algodão. O uso de pivôs reboçáveis (móveis) é uma particularidade, ou seja, o mesmo equipamento irriga áreas vizinhas. Diversos pequenos barramentos foram construídos para reservar a água que alimenta os pivôs. Essa região contém pequenos córregos e rios afluentes do rio Paranapanema – importante formador do rio Paraná.

Figura 40. Alto Paranapanema/SP (pivôs centrais)

Legenda

Cidade

Município



Figura 41. Oeste Baiano (pivôs centrais)

OESTE BAIANO (BA)

Legenda

- Cidade
- Município

Evolução do número de pivôs centrais

1985	9
1990	204
1995	474
2000	640
2005	916
2010	1.115
2015	1.423
2016	1.550

Fonte: Guimarães et al. (2017).

Nota: O Oeste Baiano é a mais importante região produtora do MATOPIBA – importante área de expansão da fronteira agrícola entre os Estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Ocorrem extensas áreas de produção em regime de sequeiro e também a forte irrigação por pivôs centrais. As fontes de água são sistemas superficiais e subterrâneos – estas do Aquífero Urucuia. As bacias dessa região (dos rios Grande e Correntes) são importantes contribuintes do rio São Francisco.

A imagem que compõe essa carta é uma composição de três bandas (RGB 652) do satélite Landsat-8 obtida em 20 jun 2013. Essa composição utiliza as bandas do infravermelho de ondas curtas (banda 6), infravermelho próximo (banda 5) e verde (banda 2) para realçar áreas agrícolas. As cores não se tratam das mesmas verificadas em campo.



Nota: A bacia hidrográfica do alto rio São Marcos está localizada na divisa entre Minas Gerais, Goiás e o Distrito Federal. Um dos principais polos de agricultura irrigada do Brasil, possui mais de 100 mil hectares de pivôs centrais, que irrigam grande diversidade de culturas, com destaque para milho, soja, feijão, trigo e café. Essa região registra o maior Produto Interno Bruto – PIB agropecuário do Brasil. O rio São Marcos é o principal formador do rio Paranaíba, que ao confluir com o rio Grande forma o rio Paraná. Imagem Landsat-8 (RGB 652) de 29 jul de 2013.

Figura 42. Alto São Marcos – DF/MG/GO (pivôs centrais)

Legenda

■ Vila ■ Município



Nota: Tradicional polo da rizicultura irrigada, o Rio Grande do Sul aprovou, em 2013, a Política Estadual de Irrigação, incluindo instrumentos de planejamento e fomento à atividade. Atualmente, um polo emergente de irrigação por pivôs centrais localiza-se em regiões de cabeceiras dos rios Jacuí e Uruguai, que são os rios principais das Regiões Hidrográficas Atlântico Sul e Uruguai, respectivamente. Na bacia do Uruguai, a concentração dos equipamentos é mais relevante nos afluentes Ijuí, Piratini, Turvo e Buricá. Atualmente, são irrigados, por pivôs centrais, cerca de 20 mil hectares na bacia do Alto Jacuí – um trecho da bacia é destacado no mapa. Cerca de 48 mil hectares são irrigados na bacia do rio Uruguai. Imagem Sentinel-2 (RGB 432) de 27 jul de 2017.

Figura 43. Alto Jacuí – RS (pivôs centrais)

- | | |
|--|---|
| ● Cidade
■ Vila | ■ Pivôs centrais
■ Município |
|--|---|

5.3 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 (Box. 5.2), 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, escoamento 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 (a 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 brasileiras tende a ser mais influenciada pelas práticas locais de operação 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).

Ressaltando ainda que 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 –, a Tabela 10 apresenta indicadores de eficiência de uso da água para os sistemas de irrigação mais comuns. Os valores são de referência e para boas condições de instalação, manejo e operação.

Há grande 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.

Tabela 10. 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
	Convencional com linhas laterais ou em malha	80	20
Aspersão	Mangueiras perfuradas	85	15
	Canhão autopropelido/Carretel enrolador	80	20
	Pivô central (fixo ou rebocável)	85	15
Localizado	Linear	90	10
	Gotejamento	95	5
	Microaspersão	90	10

Fonte: adaptado de ANA (2013).

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 dos equipamentos e recursos ambientais. A fonte dos sais é a própria água utilizada pela irrigação ou por meio da elevação do lençol freático. Diversas áreas irrigadas do mundo são afeitadas 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%.

Especificamente na cana-de-açúcar, há a aplicação em larga escala da vinhaça oriunda da destilação do etanol. Para cada litro de etanol são gerados cerca de 10 litros de vinhaça que via de regra são aplicados nos canaviais no entorno das usinas sucroenergéticas (irrigação de salvamento). Esta aplicação ocorre tanto para atender os normativos legais quanto para adubação, geralmente potássica. Os normativos legais representaram expressivo avanço na qualidade ambiental na medida em que impedem o lançamento da vinhaça diretamente nos corpos d'água. Ao mesmo tempo, novos desafios foram impostos com a necessidade de correto transporte e manejo desse efluente para sua aplicação na agricultura irrigada, de forma a evitar a contaminação do solo e dos recursos hídricos e a efetivamente contribuir para o aumento da produtividade e da longevidade dos canaviais.

Como exemplo, a safra 2016/17 produziu cerca de 280 bilhões de litros de vinhaça, o que seria suficiente para aplicar uma lâmina de 28mm de vinhaça em 1 milhão de hectares. A vinhaça é geralmente diluída em água – captada diretamente nos corpos d'água ou originária do reúso do processo industrial das usinas.

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 coleta 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.

Outros impactos negativos da instalação da agricultura irrigada podem ocorrer com a instalação da infraestrutura hídrica necessária à atividade, tais como barragens, reservatórios e canais. Os impactos da mudança de regime da vazão de um curso d'água, assim como os reflexos sobre a fauna e a flora, são avaliados no processo de licenciamento ambiental. A Resolução CONAMA nº 248/2001 dispõe sobre o licenciamento e o cadastro de empreendimentos de irrigação.

5.4 Perspectivas de Ampliação do Conhecimento

As recentes 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 nova base técnica, sintetizada neste documento. A continuidade desses esforços devem ajudar na visualização do papel central que a irrigação pode desempenhar na expansão da produção agrícola, assim como dos estímulos específicos e diferenciados que o setor necessita em relação aos demais produtores.

Dada a complexidade, a contínua expansão e o caráter difuso e dinâmico da irrigação brasileira, muitos avanços ainda são necessários para melhor caracterização e monitoramento da atividade. Levantamentos subjetivos sistemáticos e levantamentos com base em geotecnologias (sensoriamento remoto) configuram-se como as experiências recentes mais promissoras, além de possuírem grandes oportunidades de ampliação.

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 (exprimindo as 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.

Levantamentos sistemáticos

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.

O Levantamento Sistemático da Produção Agrícola – LSPA foi iniciado em 1972 e tem periodicidade mensal. Os dados da LSPA, em conjunto com outras informações

coletadas pelo IBGE, são consolidados anualmente na Produção Agrícola Municipal – PAM. Ambas as pesquisas estimam produção, rendimento médio e áreas plantadas e colhidas, por cultura, tendo como unidade de coleta os municípios. Informações semelhantes são também coletadas pela Conab, que também levanta dados sobre mercado, comércio e situação das políticas e instrumentos para o setor, e que são divulgadas em produtos específicos, como os Indicadores da Agropecuária e os Levantamentos de Safra.

Os Censos Agropecuários, por sua vez, são realizados desde o início do século XX, com frequência quinquenal ou decenal. Consistem em grandes levantamentos, que resultam em grande volume de dados, com custos elevados e de operacionalização complexa dada a extensão territorial e a diversidade do território brasileiro. A consistência de dados de irrigação nos Censos sofre constantes críticas, das quais se pode destacar o conceito abrangente de irrigação e a própria natureza do levantamento subjetivo.

De grande valor para o conhecimento e a gestão da agricultura brasileira, tais levantamentos utilizam níveis de agregação temática e espacial que não permitem a ampla extração de indicadores relacionados à agricultura irrigada e sua comparação com a agricultura de sequeiro. Nos Censos, embora existam questões específicas sobre irrigação, estas não são suficientes para retratar a realidade do setor. A periodicidade decenal também cria dificuldade para retratar uma atividade que é extremamente dinâmica.

Além dos levantamentos sistemáticos nacionais citados, cabe destacar a existência de registros administrativos em órgãos estaduais, associações de agricultores e instituições responsáveis por perímetros públicos (em especial o DNOCS, a Codevasf e o Ministério da Integração). 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 adequados.

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

O Sistema Nacional de Informações sobre Irrigação (SINIR), previsto pela atual Política Nacional de Irrigação (Lei 12.787/2013), deveria ser o principal repositório para os dados produzidos ou consolidados. O SINIR é destinado a coleta, processamen-

to, armazenamento e recuperação de informações referentes à agricultura irrigada. Com uma proposta ampla, o SINIR deve inclusive manter cadastro nacional único dos agricultores irrigantes. A Política, entretanto, não foi regulamentada, embora tenha sido lançado o Sistema de Informações sobre os Projetos Públicos de Irrigação (SISPP) como um módulo do SINIR. Muitas das informações do SISPP encontram-se desatualizadas.

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 até dezembro de 2017, 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).

Geotecnologias

Em um país com as dimensões territoriais e a geodiversidade do Brasil, 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 (Figuras 44 e 45) 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 pré-processadas, é possível estabelecer critérios objetivos para identificação de áreas irrigadas e reservatórios associados. Esse método tem sido utilizado por ANA & Embrapa (2016) no monitoramento de pivôs centrais de irrigação no território nacional.

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.



Figura 44. Uso de realce de contornos para identificação de pivôs centrais em imagens de satélite Landsat 8

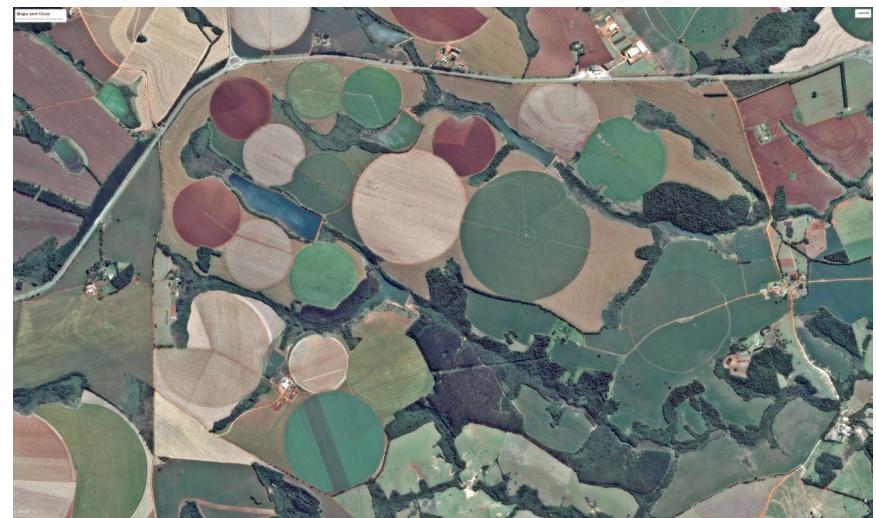


Figura 45. Pivôs centrais em imagens de satélite de alta resolução espacial

Por outro lado, 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 semiautomatizados.

Séries de índices de vegetação (IVs) – um tipo de produto disponibilizado a partir do processamento de imagens de satélite – tem sido importante insumo para identificação de culturas agrícolas e mudanças de uso da terra (como em Agrosatélite, 2015). 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 (Figura 46), 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.

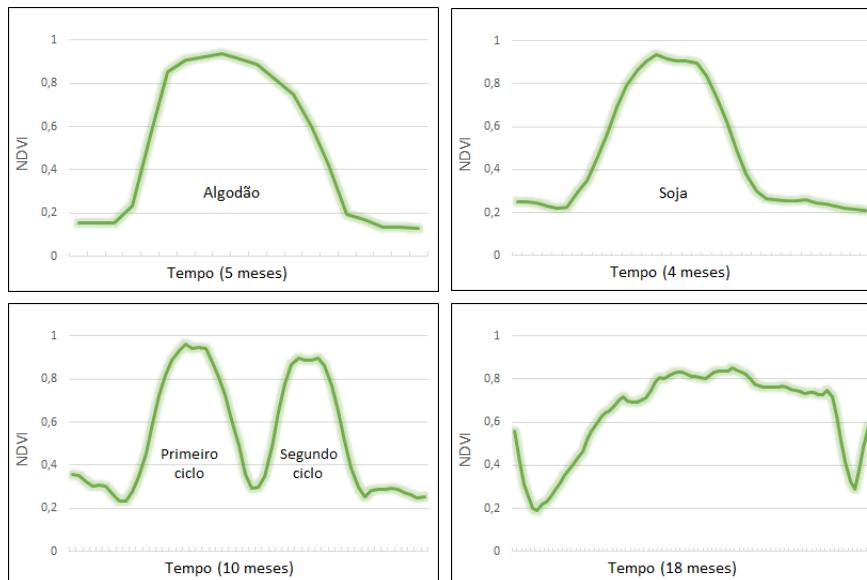


Figura 46. Padrões agrícolas identificados em séries de índices de vegetação (NDVI)

Fonte: SatVeg (Embrapa)

Recentemente, a ANA publicou o Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada na Região Centro-Sul do Brasil (ANA, 2017), cuja metodologia baseia-se na adaptação da aplicação das séries históricas de IVs para diferenciação de áreas plantadas de cana em irrigadas e não irrigadas (Figuras 47 e 48). Os resultados obtidos foram encorajadores para expansão do estudo para outras regiões e culturas. O mapeamento das áreas plantadas da cultura, assim como o processamento de dados climáticos, são etapas prévias demandadas para este tipo de aplicação.

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).

Dentre as diversas abordagens para estimativa da ETr, destaca-se o grupo de modelos que utilizam o balanço de energia, tais como SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithms for Land*), METRIC (*Mapping Evapotranspiration at High Resolution and with Internalized Calibration*) e SSEBop (*Operational Simplified Surface Energy Balance*). O modelo SSEBop, utilizado pelo USGS (United States Geological Survey) nas estimativas de uso da água pela irrigação nos Estados Unidos, tem sido testado e adaptado pela ANA para estimativas de uso da água em áreas especiais de gestão dos recursos hídricos no Brasil (Figura 49).

A Figura 49 apresenta uma amostra de uma área no oeste da Bahia, em dois dias do ano (em junho e em setembro), evidenciando evapotranspirações altas em diversos pivôs centrais, destacando o consumo potencial pela irrigação. Nas áreas com evapotranspiração baixa (cores amareladas e avermelhadas), evidenciam-se áreas agrícolas não plantadas (solo exposto ou coberto com palha) e também pivôs ociosos (não plantados) ou recém-plantados.



Figura 47. Trajetória do índice de vegetação (EVI/MODIS) de 2001 a 2016 de um pixel em área de cana, no município de Paracatu/MG

Nota: A trajetória do índice demonstra uma área agrícola cultivada com soja/milho safrinha (2001 a 2007), passando para cana irrigada em pivô central a partir de 2007, destacando o curto período de baixos valores de EVI após a colheita em meados de 2014 (comportamento de área irrigada).

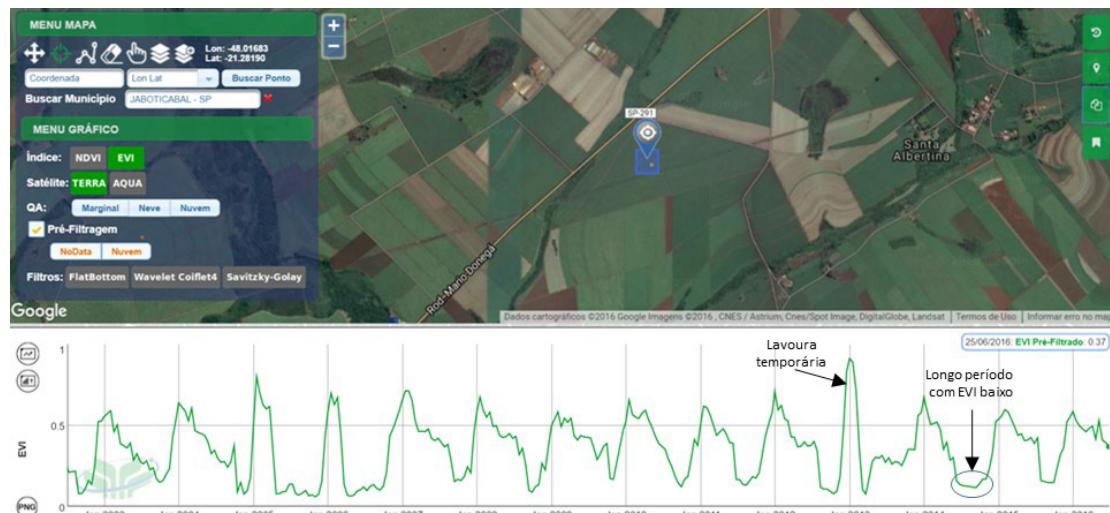


Figura 48. Trajetória do índice de vegetação (EVI/MODIS) de 2001 a 2016 de um pixel em área de cana, no município de Jaboticabal/SP

Nota: A trajetória do índice demonstra uma lavoura de cana de sequeiro, reformada com rotação de cultura em 2004/05, 2005/06 e 2012/13, destacando o longo período de baixos valores de EVI após a colheita em meados de 2014 (comportamento de área não irrigada).

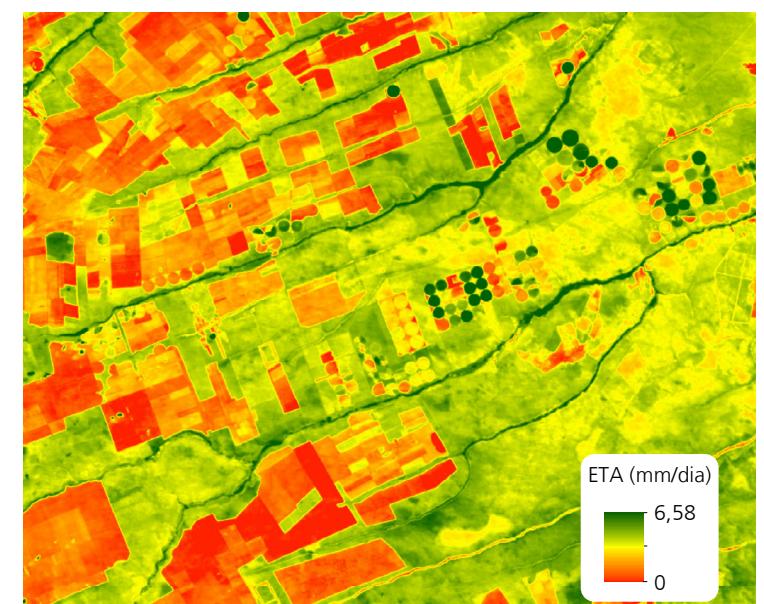
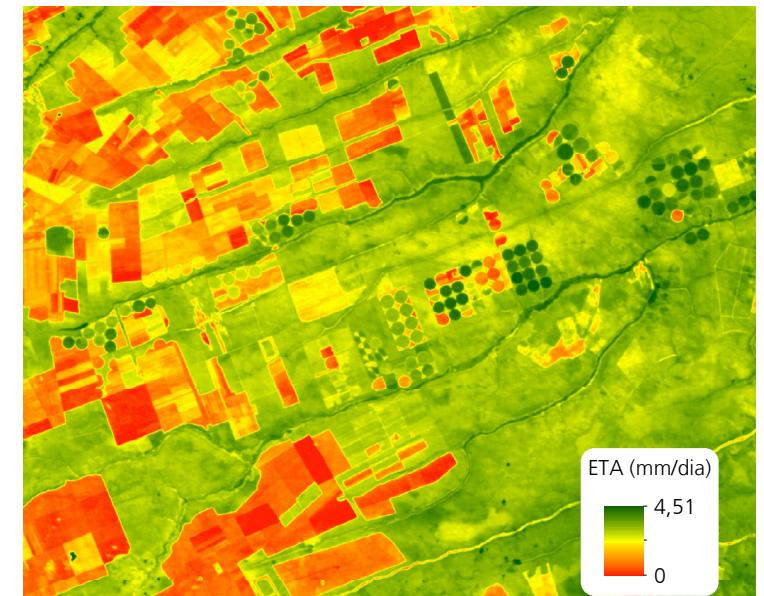


Figura 49. Estimativa de evapotranspiração real (ETA) em uma área do oeste baiano

Nota: Imagens de 20 de junho e 23 de agosto de 2013, respectivamente.

Box 5.3 Estimativa de uso da água a partir do consumo de energia

A maior parte da água captada para irrigação utiliza energia elétrica atendida pelas redes. 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 regulação e fiscalização.

A ANA elaborou um sistema para recepção e tratamento dos dados recebidos e tem trabalhado metodologias e parâmetros para conversão do consumo de energia elétrica em faixas de volume de água captada, conforme detalhado em Gontijo et al. (2017). De forma geral, esta conversão pode ser feita pela aplicação da fórmula geral da potência da bomba hidráulica.

$$P = \frac{Q H \gamma 0,736}{75 \mu (1 - v)}$$

Onde:

Q = vazão (m^3/s)

P = potência elétrica (kW) – informada pela distribuidora

γ = peso específico do líquido (kgf/m^3) = $1.000\ kgf/m^3$

H = altura manométrica (m)

μ = rendimento do conjunto moto-bomba (%)

v = redução do rendimento (%)

Considerando que a variável P é informada e γ é constante, são necessárias as informações acerca da altura manométrica (H) e de rendimento do conjunto motobomba (μ e v) para o cálculo de faixas de vazão a partir do consumo de energia. A estimativa destas variáveis pode ocorrer de forma expedita, com o uso de valores de referências bibliográficas, ou de forma detalhada com informações ou medições locais.

Dentre os estudos de caso apresentados por Gontijo et al. (2017), destaca-se o perímetro de irrigação Lagoa Grande, às margens do rio Gorutuba (bacia do rio Verde Grande), no norte de Minas Gerais. Observa-se na Figura 50 que as estimativas mensais de vazão a partir do consumo de energia (mínima, máxima e adotada) são muito próximas das vazões efetivas informadas pelo usuário, entre maio de 2015 e novembro de 2016.

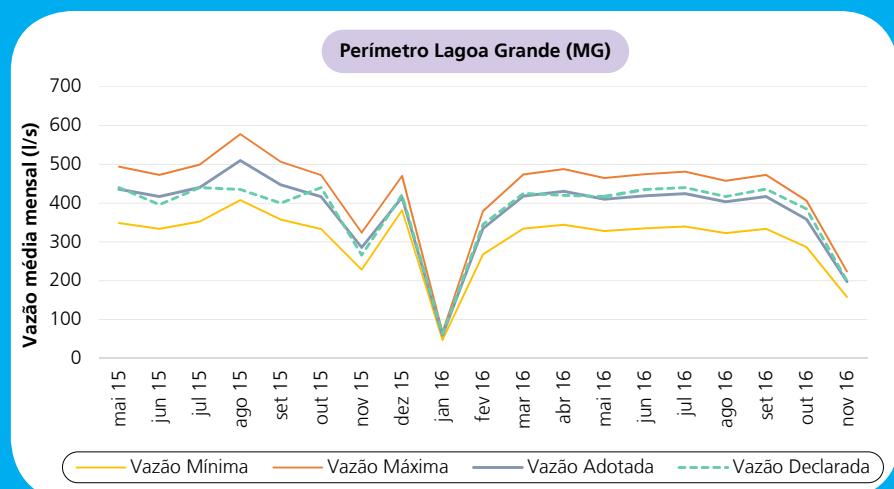


Figura 50. Estimativas da vazão mensal a partir do consumo de energia e vazão declarada - perímetro Lagoa Grande (MG).

6 Considerações Finais



Pivô central em Itaí (SP)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

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 desta atividade na sociedade brasileira.

Ressalta-se ainda a imprescindibilidade da agricultura irrigada para a segurança alimentar da população brasileira. 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 com maior valor agregado também é um vasto campo a ser explorado.

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 entan-

to, sua implementação sofre descontinuidades inerentes às mudanças dos governantes e à emancipação – entrega da gestão da infraestrutura construída aos usuários, que têm enfrentado dificuldades para obtenção da autossuficiência financeira.

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 e Municípios.

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.

A maior parte das bacias com indicadores de criticidade quantitativa no Brasil tem como maior uso consuntivo a agricultura irrigada, ocasionando conflitos intrassectoriais (entre os irrigantes) e com outros usos. A criticidade ocorre devido às altas demandas, mas também em regiões com demandas moderadas, mas com baixa disponibilidade hídrica.

Dada a importância do setor para a sociedade brasileira, notadamente para o planejamento e 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. Além de superar algumas das limitações dos levantamentos de áreas irrigadas, foram desenvolvidas novas metodologias para cálculo do uso da água, com o aprimoramento de dados climáticos, solos, uso da terra, culturas plantadas e calendários e ciclos de cultivo. Esse conjunto de aprimoramentos impõe novos desafios no detalhamento de informações necessárias à estimativa de demandas e abre novas linhas de investigação.

A diminuição das incertezas sobre o uso da água atual e futuro pela irrigação – maior setor usuário do Brasil e do mundo – sintetiza a importância do trabalho que vem sendo realizado, o que qualifica tomadas de decisão também para o desenvolvimento dos demais setores, em especial quanto à sustentabilidade hídrica.

A definição e ampliação de áreas especiais de gestão dos recursos hídricos – seja por estarem pressionadas atualmente ou por seu potencial estimado – é um importante subproduto desse trabalho. Nestas áreas, os balanços hídricos devem ser detalhados de forma a auxiliar nas análises de capacidade de suporte e na definição de políticas de reservação, tais como as de barramentos coletivos.

A organização dos usuários de água, com o suporte de órgãos gestores de recursos hídricos e de outras instituições, deve ser priorizada na gestão dos recursos hídricos. O monitoramento contínuo da água disponível e da demanda prevista, em conjunto com outros insumos como máquinas e consumo de energia, enseja tomadas de decisão imediatas no campo. Ao mesmo tempo, decisões apenas na escala da propriedade podem trazer impactos negativos coletivos em uma bacia hidrográfica. Portanto, a autogestão da água pelos usuários 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 da água. Facilita ainda a comunicação e a construção de consensos, podendo resultar inclusive em propostas de revisão de critérios de outorga e de criação de áreas sujeitas à restrição de uso.

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 federais (Conab, Embrapa, IBGE) e estaduais; organismos internacionais (FAO, USGS); setor usuário (cooperativas, sindicatos e outras representações dos irrigantes); consultorias especializadas; e centros de pesquisa.

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. 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.



7 Referências Bibliográficas



Pivôs centrais às margens de reservatório no rio Grande (divisa SP-MG), na região de Água Comprida (MG) e Miguelópolis (SP)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2013. Brasília: ANA, 2014, 432 p. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2013_rel.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017

_____. **Manual de procedimentos técnicos e administrativos de outorga de direito de uso de recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2013, 252 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sof/MANUALDEProcedimentosTecnicosAdministrativosdeOUTORGAdedeDireitodeUso de RecursosHidricosdaANA.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2017.

_____. **Plano de recursos hídricos e do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paranaíba**. Brasília: ANA, 2015a, 318 p. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2015/PRH Da Bacia Hidrografica Do Rio Paranaiba.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017

_____. Encarte especial sobre a crise hídrica. In: _____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2014. Brasília: ANA, 2015b, 31 p. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/crisehidrica2014.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2017.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: informe 2015. Brasília: ANA, 2015c, 88 p. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf>. Acesso em: 20 set. 2017.

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

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

ANA & Embrapa. **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil – 2014**: Relatório Síntese. Brasília: ANA, 2016, 33 p.

ANA & Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Brasil). **Atlas Esgotos**: Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLAS e ESGOTOSDespoluicao de Bacias Hidrograficas-Resumo Executivo_livro.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.

AGROSATÉLITE GEOTECNOLOGIA APLICADA. **Análise Geoespacial da Dinâmica das Culturas Anuais no Bioma Cerrado - 2000 a 2014**: relatório síntese. Florianópolis: Agrosatélite, 2015. 28 p. Disponível em: <http://biomas.agrosatelite.com.br/img/Analise_geoespacial_da_dinamica_das_culturas_anuais_no_bioma_Cerrado_2000a2014.pdf>. Acesso em: 19 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA A DIFUSÃO DE ADUBOS. **Principais indicadores do setor de fertilizantes**. São Paulo: Andra, 2016.

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

- _____. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil.** Brasília: MI, 2014, 217 p.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno setorial de recursos hídricos: agropecuária.** Brasília: MMA, 2006, 96 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agro-negócio: Brasil 2015/2016 a 2025/2026.** Brasília: MAPA, 2016, 138 p.
- CÂMARA SETORIAL DE EQUIPAMENTOS DE IRRIGAÇÃO DA ABIMAQ. Evolução das áreas com irrigação mecanizada no Brasil (2000-2014). **Item**, n. 103, 2015.
- CARNEIRO, P. J. R. et al. Evolução do uso da água na bacia do rio Preto no Distrito Federal. **Espaço & Geografia**, v. 10, n. 2, p. 325-353, 2007.
- 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, 53 p. Compêndio de estudos Conab, v. 1 (2016). Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_20_10_34_02_compendio_de_estudos_conab _volume_1,_2016.pdf>. Acesso em: 22 set. 2017.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de arroz (*Oryza sativa L.*) no Brasil (1986 a 2015):** área, produção e rendimento. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2016. Disponível em: <<http://www.cnaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2017.
- 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. 40 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento online / Embrapa Trigo, ISSN 1677-8901 ; 85; Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Gestão Territorial, ISSN 2317-8779 ; 5).
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Outlook Fiesp 2026:** projeções para o agronegócio brasileiro. São Paulo: FIESP, 2016, 92 p.
- GUIMARÃES, D. P; LANDAU, E. C. **Mapeamento das áreas irrigadas por pivôs centrais no Estado de Minas Gerais.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 23 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo).
- GUIMARÃES, D. P; SOUZA, A. O; MARTINS, R. F. **Crescimento da agricultura irrigada por pivô central no Distrito Federal.** In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 9., 2012.
- GUIMARÃES, D. P; LANDAU, E.C; SANTOS, M.C.B; ROSA; K.K.P. Diagnóstico da agricultura irrigada no extremo oeste baiano. In: XX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20., 2017. **Anais...** Juazeiro-Petrolina: SBA, 2017.
- IBAMA. **Relatórios de comercialização de agrotóxicos.** Brasília: IBAMA, 2016.
- IBGE. **Estatísticas do Século XX.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006, 577 p.
- _____. **Censo Agropecuário 2006.** Rio de Janeiro: IBGE, 2009.
- MAUPIN, M. A. et al. **Estimated use of water in the United States in 2010.** Virginia: USGS, 2014, 56 p. (Circular, 1405).
- MENDES, A. A. T. **Irrigação: tecnologia e produtividade.** In: SIMPÓSIO INTER-NACIONAL DE FRUTICULTURA IRRIGADA, 1998, Jales, SP.
- 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: 10 mai. 2017.
- 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.
- SOUZA, R. O. R. M. et al. Cenário da agricultura irrigada no Estado do Pará. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 2, p. 177-188, abr.- jun., 2012.
- TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação:** métodos, sistemas e aplicações. Campinas: FEA-GRI, 2017, 215 p.
- TOLEDO, J. H. et al. Mapeamento de sistemas de pivôs centrais no Estado de Minas Gerais a partir de imagens CBERS-2B/CCD. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSO-RIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. p. 331-338.

Apêndice

Pivô central em funcionamento na região do Alto Rio Paranapanema (SP)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

APÊNDICE A - Área irrigada por município em 2015 - por grupo e total

Tabela 10. Área equipada para irrigação (ha)

UF	Município	Arroz	Cana-de-açúcar	Demais Culturas em Pivô Central	Demais Culturas e Sistemas	TOTAL
RS	Uruguaiana	80.173		1.567	734	82.474
MG	Paracatu		21.725	50.227	4.556	76.508
RS	Alegrete	75.273		713	339	76.325
RS	Santa Vitória do Palmar	73.399			333	73.732
RS	Itaqui	70.259		1.403	1.463	73.125
MG	Unaí		6.995	57.726	2.758	67.478
RS	São Borja	57.539		2.827	3.883	64.249
GO	Cristalina			58.617	116	58.734
BA	São Desidério	94	479	39.667	11.875	52.115
RS	Mostardas	48.596			472	49.067
RS	Cachoeira do Sul	46.284	1	1.359	603	48.247
TO	Lagoa da Confusão	43.000			5.025	48.025
RS	Dom Pedrito	45.940		291	787	47.019
BA	Barreiras	4	31	38.986	7.986	47.006
RS	Arroio Grande	41.326			1.445	42.771
BA	Juazeiro		24.723	1.263	15.321	41.308

Nota: Apenas municípios com área irrigada total superior a 10 mil hectares.

Lista completa disponível em: [> Usos da Água](http://www.snirh.gov.br).

Continua

Continuação

UF	Município	Arroz	Cana-de-açúcar	Demais Culturas em Pivô Central	Demais Culturas e Sistemas	TOTAL
MG	Uberaba		32.331	7.868	523	40.722
MG	João Pinheiro		30.354	3.245	6.257	39.857
RS	Camaquã	38.748			653	39.401
MG	Itamarandiba				37.871	37.871
AL	Coruripe		37.065		424	37.489
BA	Mucugê		57	35.132	562	35.751
GO	Rio Verde		17.263	6.870	10.665	34.799
RS	São Gabriel	31.844		249	1.104	33.198
GO	Quirinópolis		30.901	1.496	161	32.557
RS	Viamão	30.762	4		759	31.526
GO	Goiatuba		25.538	3.921	5	29.464
RS	Restinga Seca	25.616	26	46	898	26.586
BA	Livramento de Nossa Senhora	1.929	86		24.532	26.547
RS	Rosário do Sul	25.588	25		655	26.268
SP	Guaíra		10.314	14.308	1.521	26.142
MT	Primavera do Leste			22.479	3.259	25.738
ES	São Mateus		1.973	1.064	22.683	25.719
RS	Palmares do Sul	25.582			7	25.589
BA	Formosa do Rio Preto			1.274	24.231	25.505
MT	Sorriso			14.171	10.659	24.830
BA	Jaborandi		18	21.106	3.224	24.348
RS	Rio Grande	22.609			1.670	24.279
TO	Formoso do Araguaia	22.474			1.556	24.030
PE	Petrolina			816	22.569	23.385
GO	Itumbiara		20.720	1.890	663	23.273
GO	Vila Propício		16.512	410	6.209	23.131
DF	Brasília			14.418	8.476	22.895
RS	Jaguarão	20.553			190	20.743
MG	Jaíba		9.616	2.967	8.043	20.627
MG	Frutal		17.068	1.334	1.555	19.957
MG	Perdizes		6.858	11.922	1.008	19.788
MG	Conceição das Alagoas		13.756	5.841	61	19.658
RS	Barra do Quaraí	19.137		311	79	19.527
SP	Barretos		13.588	1.364	4.363	19.315

Continua

Continuação

UF	Município	Arroz	Cana-de-açúcar	Demais Culturas em Pivô Central	Demais Culturas e Sistemas	TOTAL
RS	Maçambara	17.999	1.133	65	19.196	
SP	Casa Branca	1.446	12.771	4.788	19.004	
MG	Santa Vitória	18.266	470	109	18.845	
AL	Jequié da Praia	18.656		44	18.700	
BA	Luís Eduardo Magalhães	265	16.811	1.526	18.602	
MT	Nova Mutum		3.074	15.388	18.462	
RS	Tapes	18.164	191	62	18.417	
GO	Mineiros	15.052		2.956	18.007	
RS	São Sepé	17.038	32	57	831	17.958
GO	Morrinhos	8.589	8.341	738	17.668	
MG	Minas Novas			17.410	7.410	
GO	Edéia	15.750	1.299	2	17.052	
MS	Costa Rica	16.825	159	12	16.996	
RS	Capivari do Sul	16.991			16.991	
GO	Paraúna	5.419	8.610	2.897	16.926	
SP	Boa Esperança do Sul	5.854		10.960	16.815	
SP	Itaí		15.520	929	16.449	
MG	Monte Alegre de Minas	8.420	5.155	2.874	16.449	
MG	Rio Paranaíba		14.814	1.076	15.890	
MG	Iturama	15.006	509	270	15.785	
SP	Paranapanema		13.004	2.749	15.754	
ES	Pinheiros	5.281	7.344	3.004	15.629	
MS	Ponta Porã	581	11.795	3.151	15.528	
MA	Campestre do Maranhão	13.888		1.493	15.381	
SP	Ituverava	14.399	715	101	15.215	
SP	Andradina	14.547	441	41	15.029	
RS	Arambaré	14.980			14.980	
ES	Linhares	1.587	1.158	12.001	14.747	
ES	Rio Bananal			14.742	14.742	
MT	Campo Novo do Parecis	5.153	4.345	5.152	14.650	
MG	Campo Florido	11.286	3.211	86	14.583	
MG	Santa Juliana	4.381	9.935	36	14.352	
RS	Santo Antônio da Patrulha	14.255	11	77	14.344	
SP	Miguelópolis	6.717	7.433	130	14.279	

Continua

Continuação

UF	Município	Arroz	Cana-de-açúcar	Demais Culturas em Pivô Central	Demais Culturas e Sistemas	TOTAL
SP	Ibiúna				14.191	14.191
GO	Bom Jesus de Goiás		11.824	1.686	554	14.065
RS	Candelária	13.705			288	13.992
SP	Pereira Barreto		11.590	2.249	4	13.843
GO	Chapadão do Céu		13.314		499	13.812
SP	Itapeva			12.576	1.205	13.782
RN	Arês		13.076		679	13.755
RS	Agudo	12.100	14		1.611	13.725
SP	Colômbia		6.369	1.999	5.351	13.719
SP	Castilho		12.015	1.442	110	13.566
MG	Monte Carmelo			2.844	10.721	13.565
RS	Bagé	12.140		254	986	13.380
RS	Quaraí	13.218			102	13.320
MS	Chapadão do Sul		11.910		1.378	13.289
ES	Colatina				13.227	13.227
GO	Turvelândia		6.255	1.376	5.381	13.012
ES	Vila Valério			78	12.781	12.859
BA	Riachão das Neves	189	9	11.027	1.624	12.848
MT	Guiratinga			509	12.322	12.831
RS	Eldorado do Sul	12.286	7		491	12.785
RS	Barra do Ribeiro	12.679			33	12.712
GO	Jussara			12.492	61	12.553
SP	Araraquara		9.966		2.538	12.504
MS	Dourados	1.500	4.925	2.806	3.191	12.422
SP	Itapira		188		12.193	12.381
SP	Quatá		942		11.349	12.291
RS	Formigueiro	11.616	14	256	332	12.219
AL	Atalaia		12.075		124	12.199
SP	São Miguel Arcanjo			765	11.362	12.127
MG	Araguari			1.745	10.332	12.077
MG	Nova Ponte		7.081	4.776	152	12.010
BA	Ibicoara			11.423	585	12.009
GO	Santa Helena de Goiás		7.140	2.264	2.567	11.971
AL	Penedo	251	11.656		58	11.964

Continua

Continuação

UF	Município	Arroz	Cana-de-açúcar	Demais Culturas em Pivô Central	Demais Culturas e Sistemas	TOTAL
GO	Goianésia		11.465	369	109	11.943
SC	Meleiro	11.904			11	11.915
MG	Araporã		5.893	599	5.408	11.901
GO	Jataí		7.500	2.421	1.882	11.803
SP	Ilha Solteira		11.435	179	184	11.798
SC	Turvo	11.114	47		335	11.497
SP	Nuporanga		3.930	462	7.083	11.475
MG	Pirajuba		6.570	1.811	3.086	11.467
MT	Lucas do Rio Verde			5.794	5.632	11.426
MS	Rio Brilhante	1.000	8.123	1.582	673	11.378
SP	Batatais		10.705	112	420	11.237
RS	Santana do Livramento	10.603			599	11.201
SC	Nova Veneza	9.307			1.827	11.134
MG	Uberlândia		6.360	2.806	1.919	11.084
GO	Acreúna		8.528	2.377	80	10.984
SP	Valparaíso		10.942		31	10.973
AL	São Miguel dos Campos		10.558		385	10.943
RS	Cacequi	10.195	29	375	167	10.766
SP	José Bonifácio		9.948	452	362	10.763
AL	Campo Alegre		10.316		268	10.584
TO	Pium	7.500		1.000	2.000	10.500
MG	Buritis			9.232	1.140	10.372
GO	Gouvelândia		10.292	77		10.369
MS	Sonora		4.875	4.542	848	10.265
MG	Guarda-Mor			9.923	300	10.223
ES	Montanha		4.971	877	4.329	10.177
RS	São Lourenço do Sul	9.795			351	10.146
GO	São Luís do Norte		8.339	1.002	756	10.097
GO	Campo Alegre de Goiás		2.644	7.405	3	10.052
GO	Caçu		8.627	1.333	87	10.047

Nota: Apenas municípios com área irrigada total superior a 10 mil hectares.

Lista completa disponível em: www.snirh.gov.br > Usos da Água.

Atlas Irrigação

Uso da Água na Agricultura Irrigada



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE

