

POLOS NACIONAIS DE AGRICULTURA IRRIGADA



Mapeamento de Áreas Irrigadas
com Imagens de Satélite

República Federativa do Brasil

Jair Bolsonaro
Presidente da República

Ministério do Desenvolvimento Regional

Gustavo Henrique Rigodanzo Canuto
Ministro

Agência Nacional de Águas

Diretoria Colegiada

Christianne Dias Ferreira (Diretora-Presidente)
Ney Maranhão (até 16 de julho de 2019)
Ricardo Medeiros de Andrade
Oscar Cordeiro de Moraes Netto
Marcelo Cruz

Secretaria Geral (SGE)

Rogério de Abreu Menescal

Procuradoria Federal (PF/ANA)

Luís Carlos Martins Alves Júnior

Corregedoria (COR)

Maurício Abijaodi Lopes de Vasconcellos

Auditoria Interna (AUD)

Eliomar Ayres da Fonseca Rios

Chefia de Gabinete (GAB)

Thiago Serrat

Gerência Geral de Estratégia (GGES)

Nazareno Marques de Araújo

Superintendência de Planejamento de

Recursos Hídricos (SPR)

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Superintendência de Gestão da Rede

Hidrometeorológica (SGH)

Marcelo Jorge Medeiros

Superintendência de Operações e

Eventos Críticos (SOE)

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Superintendência de Implementação de

Programas e Projetos (SIP)

Tibério Magalhães Pinheiro

Superintendência de Apoio ao Sistema Nacional

de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SAS)

Humberto Cardoso Gonçalves

Superintendência de Tecnologia da

Informação (STI)

Sérgio Augusto Barbosa

Superintendência de Regulação (SRE)

Rodrigo Flecha Ferreira Alves

Superintendência de Fiscalização (SFI)

Alan Vaz Lopes

Superintendência de Administração, Finanças e

Gestão de Pessoas (SAF)

Luís André Muniz

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL

POLOS NACIONAIS DE
AGRICULTURA IRRIGADA



Mapeamento de Áreas Irrigadas
com Imagens de Satélite

BRASÍLIA - DF
ANA
2020

© 2020, Agência Nacional de Águas – ANA.
Setor Policial Sul, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L,
M, N, O e T.
CEP: 70610-200, Brasília – DF.
PABX: (61) 2109-5400 | (61) 2109-5252
Endereço eletrônico: www.ana.gov.br

COMITÊ DE EDITORAÇÃO

Diretor

Ricardo Medeiros de Andrade

Superintendentes

Humberto Cardoso Gonçalves

Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Secretário Executivo

Rogério de Abreu Menescal

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

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

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

Todos os direitos reservados

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

EQUIPE EDITORIAL

Supervisão editorial

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff

Daniel Alves de Aguiar

Thiago Henriques Fontenelle

Revisão dos originais

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Carlos Alberto Perdigão Pessoa

Marcus André Fuckner

Projeto Gráfico, Diagramação e Capa

Letícia Gabriella Furlan Gimenez Rey

Agência Nacional de Águas

Fotografias

Banco de Imagens ANA

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Produção e Elaboração dos Originais

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada

Agência Nacional de Águas

Coordenação Geral

Sérgio Rodrigues Ayrimoraes Soares

Coordenação Executiva

Daniel Assumpção Costa Ferreira

Thiago Henriques Fontenelle

Colaboradores

Alexandre Lima de Figueiredo Teixeira

Gonzalo Álvaro Vázquez Fernandez

Marco Vinícius Castro Gonçalves

Marcus André Fuckner

Wagner Martins da Cunha Vilella

Agrosatélite Geotecnologia Aplicada Ltda.

Coordenação Geral

Bernardo Friedrich Theodor Rudorff

Coordenação Executiva

Daniel Alves de Aguiar

Equipe Técnica

Cristian Damaceno Back

Joel Risso

Livia Corrêa Crispim

Marciano Saraiva

Moisés Pereira Galvão Salgado

Equipe de Apoio

Lucas Kreutzfeld

Marlon de Oliveira Martins

Rodrigo Bianchini Pereira

Consultor

Arlington Ricardo Ribeiro de Oliveira

Catálogo na fonte - CEDOC/Biblioteca

A265p	Agência Nacional de Águas (Brasil). Polos nacionais de agricultura irrigada: mapeamento de áreas irrigadas com imagens de satélite / Agência Nacional de Águas. - Brasília: ANA, 2020. 46 p.: il. 1. Irrigação Agrícola. 2. Satélites - Imagem. I. Título CDU 631.67+528(81)
--------------	---

Elaborada por Fernanda Medeiros - CRB-1/1864

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

SUMÁRIO

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	7
1 CONTEXTUALIZAÇÃO	9
2 METODOLOGIA	15
3 POLOS NACIONAIS ANALISADOS	19
3.1 OESTE DA BAHIA	19
3.2 ALTO PARACATU/ENTRE RIBEIROS	23
3.3 ALTO TELES PIRES	27
3.4 ALTO PARANAPANEMA	30
3.5 PETROLINA/JUAZEIRO	34
3.6 MÉDIO JACUÍ	38
3.7 SÍNTESE DAS ANÁLISES	42
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	45

APRESENTAÇÃO

A agricultura irrigada é o mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos e importante vetor de desenvolvimento regional no Brasil. A ANA vem construindo nos últimos anos uma base de dados técnica sobre o tema, que subsidia o planejamento e a regulação do uso da água na irrigação e fornece elementos para a própria política setorial. Essa base teve sua primeira consolidação em 2017 por meio da publicação do *Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada*.

Os dados consolidados permitiram a identificação de áreas de interesse para a gestão dos recursos hídricos com foco na agricultura irrigada (polos nacionais de irrigação), de modo a direcionar uma atuação diferenciada em prol da segurança hídrica nessas regiões. Do ponto de vista setorial, essa mesma base técnica permite identificar e melhor caracterizar os Polos de Agricultura Irrigada, aprimorando a atuação da Secretaria Nacional de Desenvolvimento Regional e Urbano do MDR na implementação da Política Nacional de Irrigação.

A iniciativa dos Polos de Agricultura Irrigada, implementada pela Portaria nº 1.082/2019/MDR, consiste em uma importante estratégia de alavancagem da atividade, por meio de um trabalho conjunto entre as organizações dos produtores rurais irrigantes e as diversas esferas de governo. Esse trabalho envolve mobilização de atores, seleção de parceiros técnicos, formação de grupos gestores, definição e gestão da carteira de projetos e priorização de ações.

A atuação conjunta da ANA e do MDR na agenda dos polos de irrigação contribui tanto para o esforço de integração institucional como para a implementação das políticas nacionais de recursos hídricos e de irrigação. As informações deste encarte permanecerão sendo refinadas como parte das atividades de atualização do *Atlas Irrigação*, cuja segunda edição será lançada em 2020.

Marcelo Cruz

Diretor

Agência Nacional de Águas

Adriana Melo Alves

Secretária Nacional de
Desenvolvimento Regional e Urbano

Ministério do Desenvolvimento Regional

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Agência Nacional de Águas – ANA vem consolidando importantes bases técnicas sobre a agricultura irrigada na sua interface com os recursos hídricos. O Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada (<http://atlasirrigacao.ana.gov.br>), publicado pela ANA em 2017, sintetiza o histórico e o prognóstico da irrigação no País e sua base de dados permanece em constante atualização pela ANA, com previsão de lançamento de uma segunda edição em 2020.

Os dados compilados pelo Atlas Irrigação ressaltam a acelerada expansão da agricultura irrigada no Brasil nas últimas décadas, com forte aceleração a partir dos anos 2000. As taxas médias de crescimento da área irrigada oscilaram entre 4,4% e 7,3% ao ano desde 1960, quando o Brasil possuía 462 mil hectares equipados para irrigação. Em 1970 já eram mais de 1 milhão de hectares; em 1990 mais de 3 milhões; e em 2016 mais de 7 milhões de hectares (Mha). A expansão tem sido forte e persistente, muitas vezes na contramão de períodos instáveis e negativos da economia brasileira.

Quanto ao potencial de expansão, os dados consolidados pelo Atlas Irrigação, com base em estudo do Ministério da Integração (atual Ministério do Desenvolvimento Regional) executado pela Fundação de Estudos Agrários da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (FEALQ/ESALQ), apontam áreas adicionais irrigáveis de até 76,2 milhões de hectares (Mha), correspondente ao potencial físico total. O indicador de potencial efetivo – que considera apenas áreas de maior aptidão física, com infraestrutura de escoamento da produção e de energia elétrica – é de 11,2 Mha.

Se por um lado o crescimento da irrigação significa maior uso de água, por outro os investimentos nesse setor resultam também em aumento substancial da produtividade e do valor da produção, diminuindo a pressão pela incorporação de novas áreas para cultivo e contribuindo para a segurança alimentar da população e a segurança produtiva do setor agroindustrial. O importante, portanto, é que a expansão ocorra com segurança hídrica para o próprio setor e para os demais usos da água.

Com base na área irrigada total, na concentração/densidade de ocupação, no potencial de crescimento e no crescimento observado a curto e médio prazos, a ANA identificou 26 Polos Nacionais, ou seja, áreas especiais de gestão dos recursos hídricos para a agricultura irrigada em escala nacional. A delimitação dos polos considera a divisão hidrográfica, levando em conta que a gestão dos recursos hídricos adota a bacia hidrográfica como unidade territorial.

A Figura 1 apresenta os 26 Polos Nacionais de Agricultura Irrigada, destacando as três tipologias de concentração de áreas irrigadas propostas no presente estudo: arroz por inundação, pivôs centrais e diversificado/Semiárido. As tipologias não indicam exclusividade do método ou da(s) cultura(s) irrigada(s), mas o padrão predominante.

O **arroz inundado** é a tipologia mais presente em tradicionais área produtoras do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, além do sudoeste do Tocantins nas bacias dos rios Javaés e Formoso, totalizando nove polos - muitos deles vizinhos, mas em bacias hidrográficas diferentes.

Os 14 polos nacionais de **pivôs centrais** dedicam-se predominantemente à produção de grãos (soja, milho, feijão, algodão etc.), sendo a maior parte deles no Cerrado, mas também em regiões de transição entre o Cerrado e a Amazônia (Alto Teles Pires) e entre a Mata Atlântica e o Pampa (Uruguai e Alto Jacuí). Os polos estão distribuídos em sete unidades da federação (Figura 1). No polo Paracatu/Entre Riberios (MG) a irrigação de cana-de-açúcar por pivôs e outros métodos de aspersão também é relevante.

Nos três polos de **produção diversificada do Semiárido**, predomina a fruticultura e a cana-de-açúcar em Petrolina/Juazeiro (PE/BA) e em Jaíba (MG). Em Mucugê/Ibicoara (BA) predomina a produção de batata e de café irrigados. Os métodos de irrigação são também diversificados, sendo mais expressivos os pivôs centrais em Mucugê/Ibicoara e métodos de aspersão e gotejamento nos demais.

Os planejamentos setorial e de recursos hídricos são importantes para que a agricultura irrigada se desenvolva de forma sustentável. Principalmente nos polos de irrigação – sejam eles nacionais, regionais ou locais – um balanço hídrico detalhado deve subsidiar a definição de políticas de gestão, de

POLOS NACIONAIS DE AGRICULTURA IRRIGADA

Legenda

- Semiárido
- Tipologia dos Polos Nacionais**
- Arroz por Inundação
- Pivô Central
- Diversificado/Semiárido
- Polos Seleccionados

Mapa	Tipologia	Nome do Polo
1	Arroz por Inundação	Javaés / Formoso
2		Lagoa dos Patos
3		Lagoa Mirim / São Gonçalo
4		Médio Jacuí
5		Norte Catarinense
6		Mampituba
7		Quaraí / Ibicuí / Icamaguã
8		Negro
9		Santa Maria/ Ibicuí da Armada
10	Pivôs Centrais	Alto Araguaia
11		Alto Araguari / Paranaíba
12		Alto Jacuí
13		Paracatu / Entre Riberios
14		Alto Paranapanema
15		Alto Rio das Mortes
16		Alto Preto
17		Alto Teles Pires
18		Guaira / Miguelópolis
19		Oeste da Bahia
20		Rio das Almas
21	São Marcos	
22	Uruguai	
23	Vertentes Pardo / Mogi Guaçu	
24	Diversificado / Semiárido	Jaíba
25		Mucugê / Ibicoara
26		Petrolina / Juazeiro

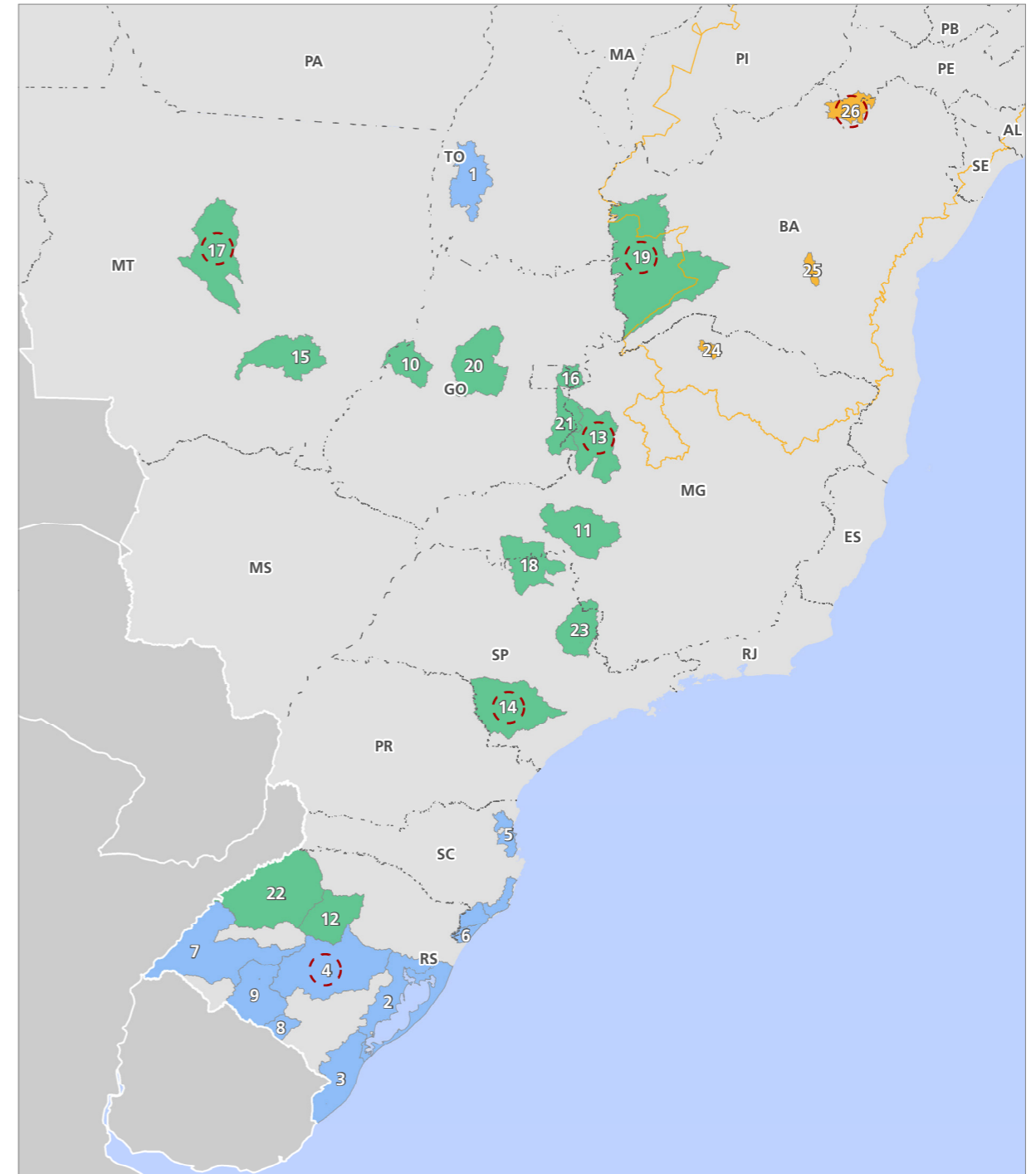


Figura 1. Localização dos polos nacionais de agricultura irrigada.

infraestrutura e de financiamento, visando estimular a expansão em áreas adequadas, com segurança hídrica e garantia da eficiência do uso da água.

O detalhamento do balanço hídrico e de informações associadas aos polos nacionais de irrigação é uma das ações em andamento para a segunda edição do Atlas Irrigação. Dentre os elementos do balanço, a estimativa das demandas hídricas depende de informações precisas sobre áreas irrigadas, além de dados climáticos e sobre os sistemas de irrigação.

Neste sentido, foi desenvolvido um estudo aprofundado em seis polos nacionais de irrigação do Brasil utilizando metodologias inovadoras de análise de imagens de sensoriamento remoto adquiridas por sensores a bordo de satélites. Os processamentos para obtenção de métricas que visam identificar as culturas irrigadas foram realizados em nuvem, na plataforma *Google Earth Engine* (GEE).

Esse trabalho foi apoiado por informações estratégicas obtidas em campo nas visitas técnicas às seis regiões estudadas. O campo foi fundamental tanto para definir estratégias metodológicas para cada polo ou tipologia quanto para a avaliação dos resultados.

A Figura 1 ilustra a localização dos seis polos agrícolas selecionados que foram definidos visando abranger uma diversidade de culturas agrícolas irrigadas, situadas em contextos geográficos diversos, contemplando as três principais tipologias de irrigação do País. São eles: Petrolina/Juazeiro (nº 11 no mapa), localizado no Semiárido; Oeste Baiano (23), Alto Paranapanema (17), Alto Teles Pires (27) e Paracatu/Entre Riberios (16) – polos com maior concentração de pivôs centrais no Cerrado; e Médio Jacuí (8), onde se destaca a produção de arroz inundado, no Sul.

Os próximos capítulos detalham a metodologia, os principais resultados por polo avaliado e, por fim, uma síntese das principais conclusões e potenciais aplicações futuras nos demais Polos Nacionais de Agricultura Irrigada.



2 METODOLOGIA

Em cada polo foram realizadas visitas a campo que proporcionaram uma oportunidade de contatar atores estratégicos regionais visando captar as principais características dos polos e obter informações relevantes associadas à adoção da tecnologia da irrigação. Foi constatada uma grande diversidade regional no uso da água para irrigação em função do sistema de irrigação (pivô central, inundação, gotejamento etc.), do tipo de cultura (temporária, semi-perene, perene) e do clima (mais seco no Norte-Nordeste e mais úmido no Sul).

Associado às características anteriores e aos arranjos produtivos locais, observa-se que o manejo da irrigação visa atender diferentes objetivos, que variam desde um padrão regional até de produtor para produtor no mesmo município: diminuição de risco de quebra de safra; viabilização da segunda e/ou terceira safra; desenvolvimento regional; utilização racional de máquinas, implementos e mão-de-obra; busca de preços mais favoráveis ao produtor; diversificação da produção e abertura de novos mercados; dentre outros.

A grande inovação tecnológica para análise das imagens de satélite, da qual se lançou mão neste estudo, foi a ferramenta *Google Earth Engine* (GEE), que permite processar um amplo conjunto de imagens de forma relativamente rápida e com boa interação com o usuário. A classificação das áreas irrigadas foi realizada mediante a análise de imagens dos satélites Landsat 7 e 8 e do Sentinel 2A e 2B, tomando por base o calendário agrícola regional, as informações obtidas em campo e a análise de inúmeras séries temporais de imagens do sensor MODIS, disponíveis no SatVeg (www.satveg.cnptia.embrapa.br).

Os calendários de irrigação, as culturas predominantes e o seu comportamento em termos de índice de vegetação foram utilizados na definição dos intervalos mais apropriados para cálculo das métricas das imagens de satélite nas áreas irrigadas. Esses intervalos ou períodos de análise das imagens foram especificados segundo as características de cada polo selecionado: 1) para identificação da fruticultura em Juazeiro/Petrolina utilizou-se imagens adquiridas ao longo de um ano inteiro; 2) para identificação do arroz irrigado por inundação no Rio Grande do Sul as imagens selecionadas foram dos períodos de semente e máximo desenvolvimento da cultura; e 3) para identificação das culturas temporárias nos demais polos, onde predomina a irrigação

em pivôs centrais, as imagens foram selecionadas com base no calendário agrícola dos cultivos realizados na transição do período úmido para o seco e no auge do período seco, o que corresponde à segunda e terceira safras nas principais regiões produtoras.

Para a grande maioria das análises, as imagens foram transformadas no índice de vegetação EVI2 (*Two-band Enhanced Vegetation Index*). Nesse índice, menores valores (próximos a zero) indicam pouca ou nenhuma biomassa, enquanto os maiores valores (próximos de 1) indicam maior presença de biomassa verde. Este índice tem sido amplamente utilizado nas mais diversas aplicações para obtenção de informações sobre a vegetação, expressando os diversos fatores que influenciam

as condições de crescimento e desenvolvimento, tais como clima e manejo do solo e da água.

Os valores de EVI2 foram somados para as datas em que se dispunha de imagens livres de nuvens, utilizando os calendários regionais a fim de obter uma nova imagem que ressaltasse a cultura ou classe de culturas irrigadas. Esta imagem realçada consiste na métrica adotada para classificação das áreas irrigadas por meio do EVI2 à qual foi aplicado um limiar de fatiamento acima do qual estão classificadas as áreas irrigadas conforme ilustra de forma esquemática a Figura 2.

Outros índices de vegetação e de estimativa de evapotranspiração foram testados, sendo o EVI2 aquele com melhor desempenho. Como parte

dos testes metodológicos realizados no contexto desse estudo foi utilizada uma implementação do modelo SSEBop (*Operational Simplified Surface Energy Balance*) na plataforma *Google Earth Engine* (GEE) para analisar a evapotranspiração a partir de imagens dos satélites Landsat 7 e 8. Em que pese o enorme potencial de aplicação desse modelo, a identificação de áreas irrigadas foi prejudicada pela presença de nuvens ou sombras de nuvens em diversas imagens adquiridas, dificultando a identificação das áreas irrigadas.

Nos próximos itens, para cada polo é apresentado um esquema gráfico que sintetiza o calendário regional de irrigação e o procedimento metodológico específico adotado para identificação e classificação das áreas de culturas agrícolas irrigadas, além de um breve relato sobre as principais características, as impressões obtidas junto aos atores estratégicos e a síntese dos resultados alcançados. Na sequência, apresenta-se um sumário geral das principais conclusões e potenciais aplicações futuras.

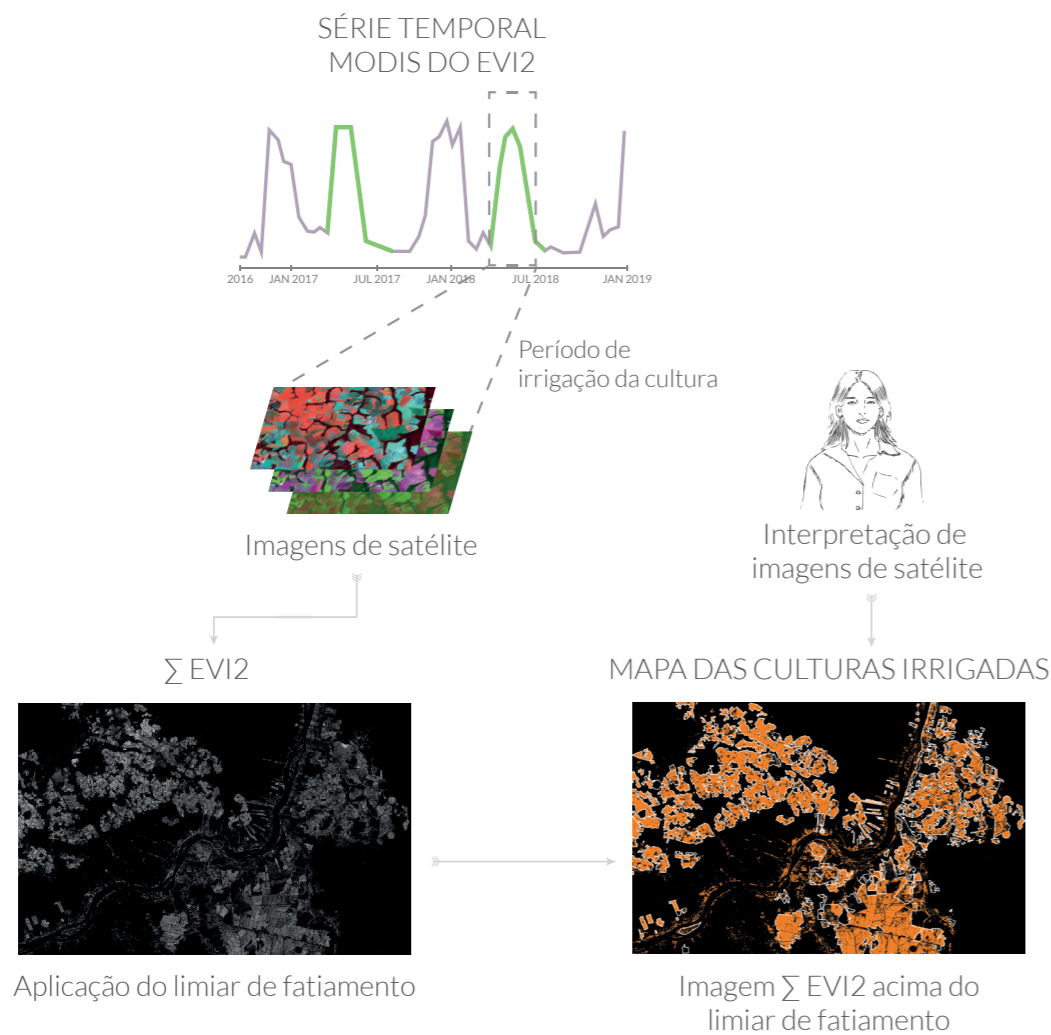


Figura 2. Esquema metodológico-conceitual para classificação automática das culturas irrigadas.



Cultivo de uva no município de Juazeiro (BA)
Bernardo Rudorff \ Banco de imagens ANA

3

POLOS NACIONAIS ANALISADOS

3.1

Oeste da Bahia

Localizado em afluentes da margem esquerda do rio São Francisco na região do Cerrado, o Oeste da Bahia conta com condições edafoclimáticas favoráveis, relevo plano propício à mecanização e um elevado padrão tecnológico do processo de produção agrícola. Principal polo de agricultura intensiva da Bahia, produz principalmente soja, milho e algodão, além do café.

Em anos recentes ocorreram diversas frustrações de safras decorrentes de uma variabilidade climática que tem incentivado o crescimento da irrigação por pivôs centrais. A maior ocorrência de chuvas se dá, de forma mais regular, a oeste da chapada e diminui gradativamente em direção a leste onde a irrigação por pivô tem crescido de forma mais intensa. O potencial dos recursos hídricos da região para uso na irrigação vem sendo estudado em diversas iniciativas, inclusive no que se refere ao impacto na água subterrânea (Sistema Aquífero Uruçuia).

A área de produção agrícola está concentrada nos municípios de Barreiras, Luís Eduardo Magalhães, São Desidério, Formosa do Rio Preto, Correntina, Riachão das Neves, Jaborandi, Cocos e Baianópolis. Na região, a cultura da soja ocupa mais de 65% da área total cultivada, cerca de 1,6 milhão de ha, seguida das culturas do algodão e do milho (AIBA, 2017)¹. A soja é plantada no período chuvoso, sendo as principais culturas irrigadas o milho 2ª safra e o algodão. De acordo com a AIBA¹, 10% da área irrigada utiliza água subterrânea e 90% água de corpos hídricos superficiais.

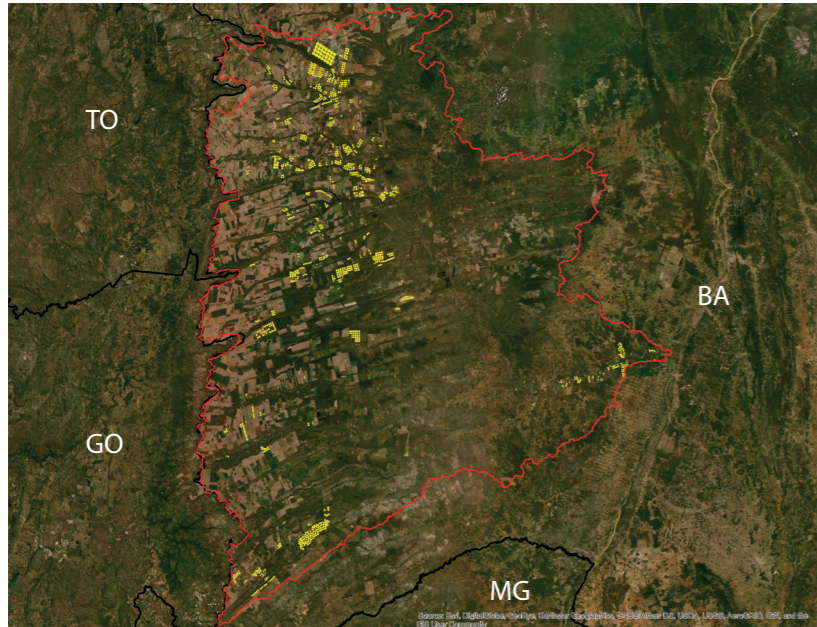
O infográfico a seguir apresenta o resumo das metodologias e dos resultados obtidos no Oeste da Bahia, com destaque para as principais culturas irrigadas, seu calendário de cultivo e os padrões de comportamento em termos de índice de vegetação.

¹ ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA. **Anuário da região Oeste da Bahia: safra 2016/17**. Disponível em: <http://aiba.org.br/w-content/uploads/2018/06/anuario-16-17.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2019.

Polo Nacional de Agricultura Irrigada Oeste da Bahia

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.



TRABALHO DE CAMPO EM MARÇO DE 2019



PRINCIPAIS CULTURAS IRRIGADAS



milho
2ª safra



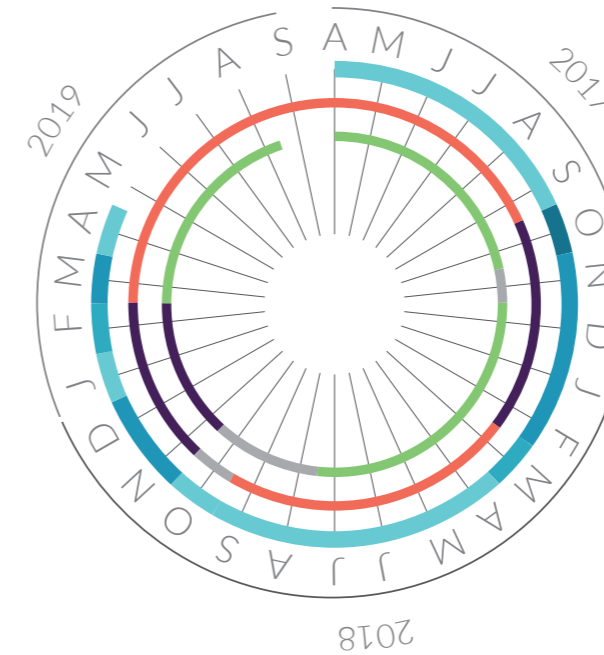
algodão

OUTRAS CULTURAS

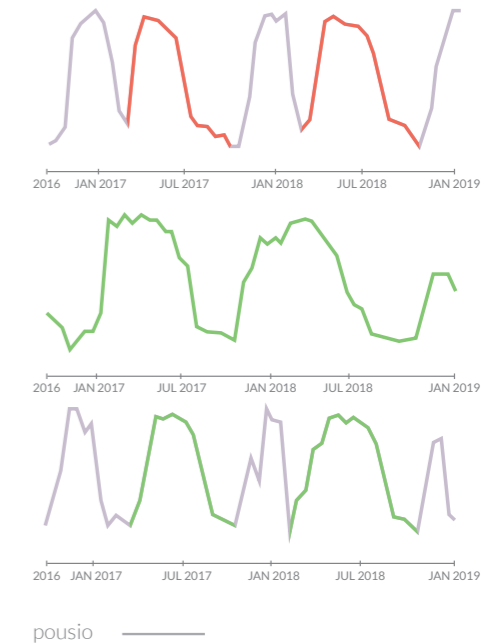


soja

Calendários e Precipitação



Padrão de variação do Índice de Vegetação

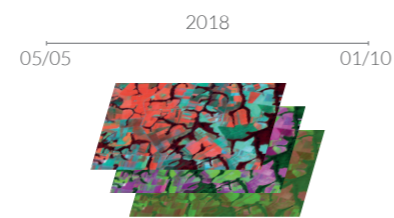


precipitação até abril/2019
0 — 415mm

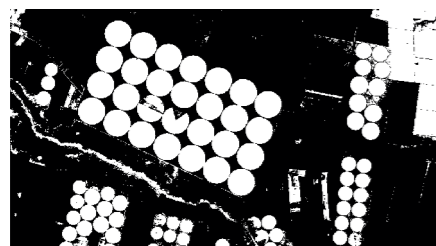
MÉTODO

Interpretação visual de pivôs centrais e análise de imagens Landsat e Sentinel na plataforma Google Earth Engine.

PLATAFORMA GEE

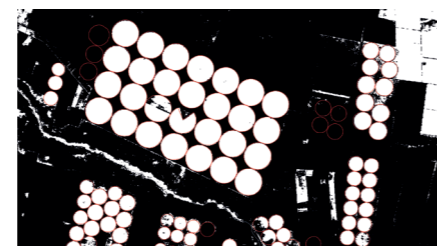


ÍNDICE VEGETATIVO EVI2



Soma do EVI2

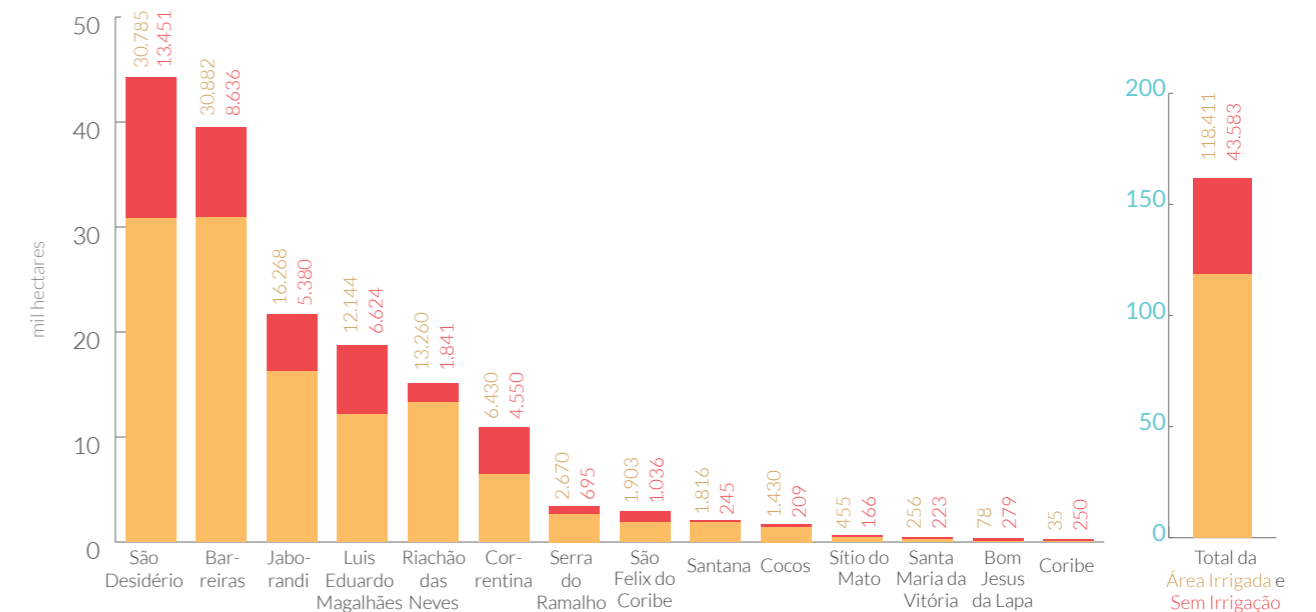
ÁREA IRRIGADA SOB PIVÔS



EVI2 > 40

RESULTADOS

Área irrigada em pivô no período analisado
Área equipada com pivô e não irrigada



Além da definição dos calendários, principais culturas e outras informações obtidas no campo realizado em março de 2019, houve uma atualização, por interpretação visual, do mapeamento das áreas equipadas com pivô central. O resultado mostrou que entre 2014 e 2019 a área de pivôs aumentou em 22% no polo passando para 161.485 ha.

O procedimento automático de classificação das culturas agrícolas em pivôs, por meio do somatório dos valores do índice de vegetação EVI2 em períodos específicos do calendário agrícola, visou a determinação das áreas efetivamente ativas

sob irrigação no período de maior déficit hídrico (maio a outubro).

O procedimento automático apresentou bom resultado para identificação das lavouras irrigadas no período seco (milho, feijão, sorgo, algodão e perenes).

Cerca de 70% dos pivôs foram classificados como ativos em algum período significativo entre maio e outubro de 2019, restando cerca de 30% dos pivôs inativos. O infográfico destaca os resultados alcançados em cada um dos municípios da região.



Pivô no município de Unai (MG)
Livia Corrêa / Banco de imagens ANA

Paracatu /Entre Ribeiros

Localizado no Cerrado no noroestes de Minas Gerais, o polo apresenta clima tropical relativamente seco com precipitação média anual em torno de 1.400 mm, mas nos últimos cinco anos esse valor caiu para 950 mm. Os principais municípios irrigantes são Unai, Brasilândia de Minas, Lagoa Grande, João Pinheiro e, principalmente, Paracatu. Nesse município encontra-se o projeto de irrigação do Entre-Ribeiros implantado em 1983 com recursos do Prodecer – Programa de Desenvolvimento dos Cerrados.

A adoção da irrigação para suprir o déficit hídrico das culturas vem crescendo de forma acelerada. As disputas pelo uso da água na estação seca e, em especial, em anos de estiagem prolongada já causou conflitos entre produtores rurais e comunidades ribeirinhas levando os produtores irrigantes a se organizarem. Em 2016, foi criada a Associação dos Produtores Rurais e Irrigantes do Noroeste de Minas Gerais – Irriganor, com a finalidade de melhor representar o setor junto aos órgãos públicos e à iniciativa privada.

Devido à escassez da água para irrigação no período seco, em função da diminuição do volume de água nos rios e córregos da região e da baixa reservação, os produtores irrigantes estão tendendo a limitar os cultivos na 1ª e 2ª safras utilizando a irrigação para suplementar a água das chuvas conforme a demanda hídrica das culturas. Com isso, abre-se mão da terceira safra que depende em grande parte da irrigação na época de disponibilidade hídrica mais crítica. A produção de cana-de-açúcar irrigada por pivôs e sistemas lineares também tem relevância na região e teve início em 2008 com a instalação de diversas usinas e destilarias sendo a maior delas a BEVAP (Bioenergética

ca Vale do Paracatu, em João Pinheiro) com 30 mil hectares de cana irrigada. A lâmina de água é de 400 mm distribuídos num período de 6-7 meses (irrigação com déficit). Na safra 2018/19 os canaviais da BEVAP obtiveram média de produtividade agrícola de 98 ton/ha que foi dentre as mais altas da região Centro-Sul.

O infográfico apresenta o resumo das metodologias e dos resultados obtidos no polo, com destaque para as principais culturas irrigadas, seu calendário de cultivo e os padrões de comportamento em termos de índice de vegetação.

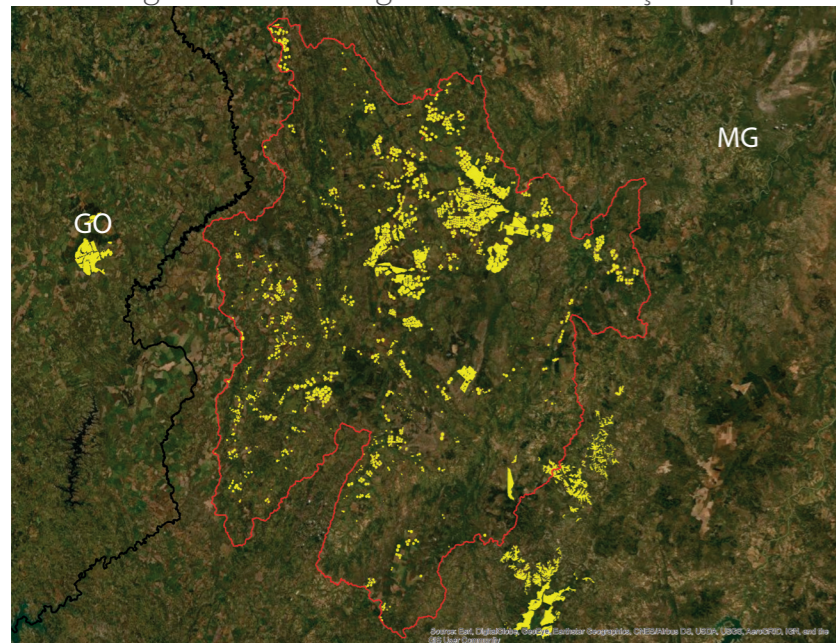
Além da definição dos calendários, principais culturas e outras informações obtidas no campo realizado em maio de 2019, houve uma atualização, por interpretação visual, do mapeamento das áreas equipadas com pivô central. O resultado mostrou que entre 2014 e 2019 a área de pivôs aumentou em 19% no polo passando para 113.632 ha, sendo cerca de 20% ocupados com cana-de-açúcar. Nas demais áreas irrigadas, nesse mesmo período, predominam o cultivo do milho e do feijão na 2ª safra.

Nas áreas de cana, a metodologia específica do Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil é mais precisa em relação ao somatório de EVI2, sendo, portanto, a adotada no resultado final. Para as demais culturas em pivôs, o procedimento automático de classificação das culturas agrícolas, por meio do somatório dos valores do índice de vegetação EVI2 em períodos específicos do calendário agrícola, visou a determinação das áreas efetivamente ativas sob irrigação no período de maior déficit hídrico (março a outubro). O procedimento apresentou

Polo Nacional de Agricultura Irrigada Paracatu/Entre Rios

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.



TRABALHO DE CAMPO EM MAIO DE 2019



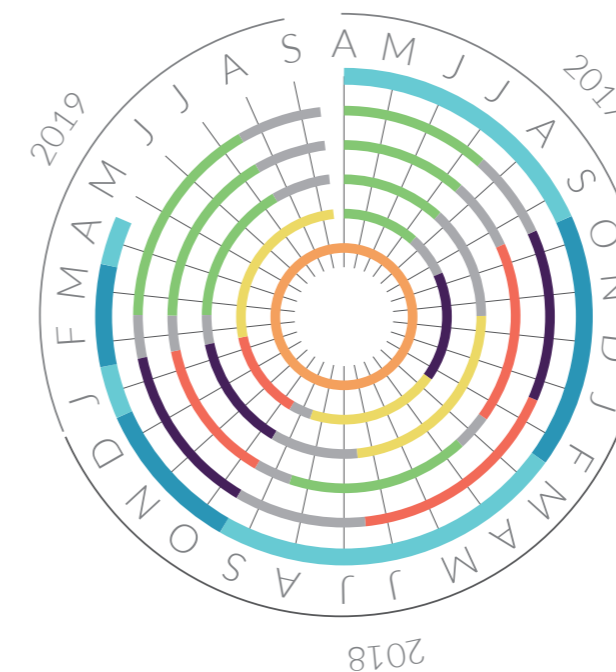
PRINCIPAIS CULTURAS IRRIGADAS



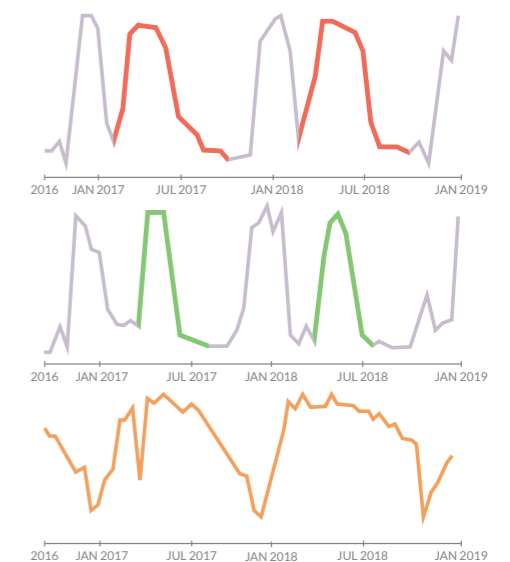
OUTRAS CULTURAS



Calendários e Precipitação



Padrão de variação do Índice de Vegetação



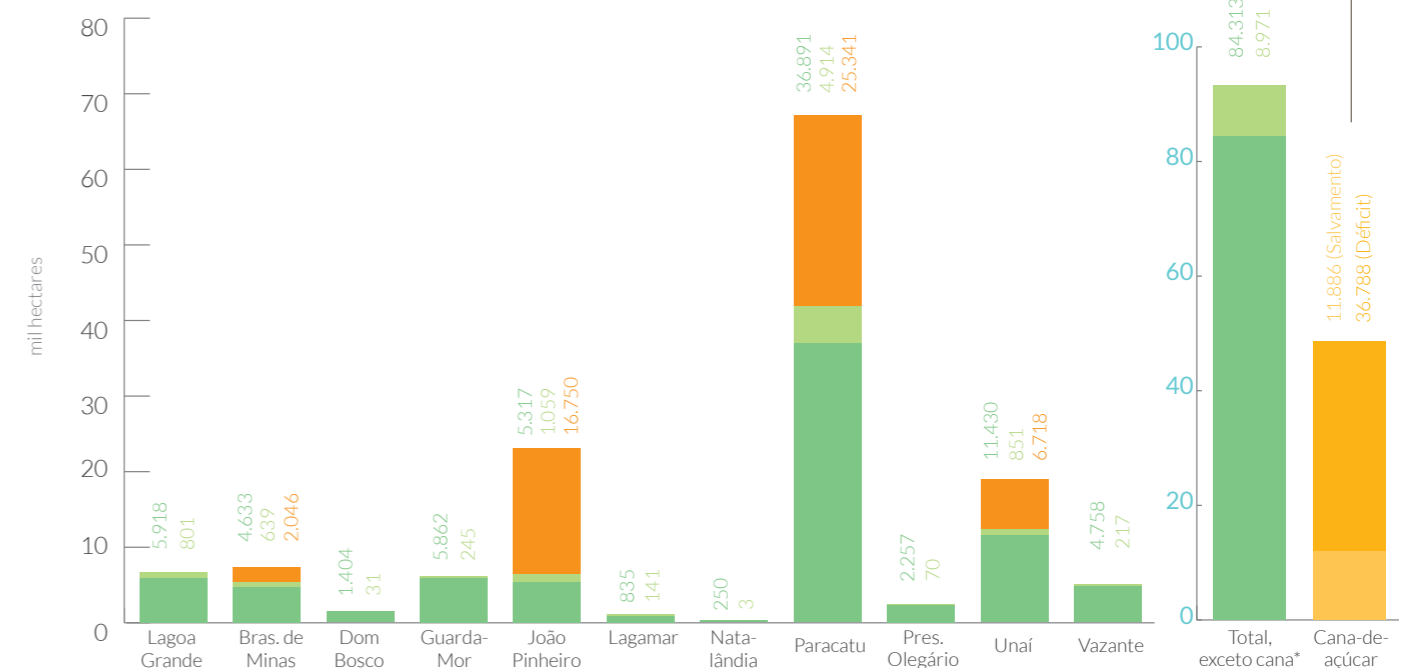
MÉTODO

Interpretação visual de pivôs centrais e análise de imagens Landsat e Sentinel na plataforma Google Earth Engine.



RESULTADOS

Área irrigada em pivô no período analisado
 Área equipada com pivô e não irrigada
 Área de cana-de-açúcar



*Área irrigada por pivôs em outras culturas, exceto cana, no período analisado.

bons resultados, concluindo que 90% dos pivôs foram utilizados para irrigação no período seco mostrando que os irrigantes ainda fazem amplo uso da água para irrigação no período de transição para uma menor disponibilidade hídrica na região.

Em termos de área total efetivamente irrigada, foram identificados 132.987 ha, sendo 48,7 mil ha de cana e 84,3 mil ha de outras culturas em pivôs.

Ainda com relação à cana, 75% adota o manejo de irrigação por déficit e 25% o salvamento (pequenas lâminas de irrigação).

O infográfico detalha os resultados alcançados nos municípios da região. Observa-se a maior concentração das áreas de cana irrigada em Paracatu e João Pinheiro; e das demais culturas em pivôs centrais irrigadas em Paracatu e Unai.

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



3.3

Alto Teles Pires

O polo de irrigação do Alto Teles Pires é formado pelo interflúvio entre os rios Teles Pires e Verde (bacia Amazônica). A extensão total é de 28.990 km² e compreende, de forma parcial ou integral, 13 municípios concentrados ao longo do eixo da BR-163 - os principais são Sorriso e Lucas do Rio Verde. Trata-se de uma das regiões mais importantes para a produção agrícola do Brasil. Possui sua história de desenvolvimento econômico fortemente impulsionada pela produção de grãos, especialmente soja e milho.

Os índices de precipitação média anual se aproximam de 2.000 mm, com boa regularidade na sua distribuição ao longo do período chuvoso em grande parte do polo. Isso permite o cultivo de até duas safras anuais sem irrigação (por exemplo, soja seguida de milho), com baixo risco de déficit hídrico. Ou seja, frente aos demais polos de pivôs analisados, a 2ª safra conta com melhor disponibilidade hídrica, demandando pouca ou nenhuma irrigação.

Apesar disso, a irrigação vem crescendo nos últimos anos, principalmente com foco na terceira safra. Neste polo foi observado o maior crescimento relativo na área irrigada por pivôs nos últimos cinco anos que passou de 24 mil ha em 2014 para 46 mil ha em 2019, correspondendo a um aumento de 92% em apenas cinco anos. Destaca-se na região a atuação da Associação de Produtores de Feijão, Trigo e Irrigantes de Mato Grosso (Aprofir).

De acordo com informações levantadas na região, as principais fontes de água para a irrigação provêm de barramentos ou captações a fio d'água. Existe, contudo, a alternativa dos poços nas áreas

com baixa disponibilidade superficial, de acordo com a viabilidade econômica para o bombeamento.

O infográfico destaca as principais culturas, calendários e outras informações obtidas no campo realizado em abril de 2019. Segundo informações obtidas em campo, o feijão é a principal cultura da 3ª safra cultivada sob regime de irrigação nos pivôs.

O procedimento automático de classificação das culturas agrícolas em pivôs, por meio do somatório dos valores do índice de vegetação em períodos específicos do calendário agrícola, apresentou um resultado excepcional para identificação das áreas irrigadas de feijão da 3ª safra. Cerca de 60% dos pivôs foram classificados como ativos em 2019, entre junho e outubro, restando 40% dos pivôs classificados como inativos, ou seja, não utilizados na 3ª safra.

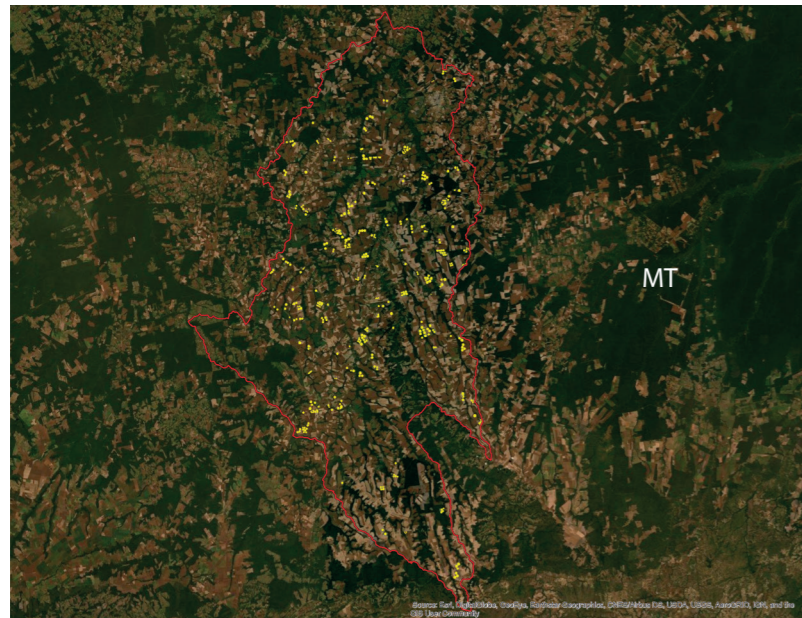
Conforme verificado a campo nem todos irrigantes conseguem realizar todos os anos as três safras. O padrão mais comum é a realização de cinco safras a cada dois anos. A presença de apenas uma cultura predominante na 3ª safra, com calendário agrícola bem definido, tornou a análise mais simples e favoreceu a obtenção de um resultado que pode ser considerado preciso, uma vez que a disponibilidade de imagens livres de cobertura de nuvens é maior no período seco nesta região o que propicia uma análise mais detalhada e robusta com a plataforma GEE.

O infográfico destaca os resultados alcançados nos municípios da região.

Polo Nacional de Agricultura Irrigada Alto Teles Pires

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.



TRABALHO DE CAMPO EM MAIO DE 2019

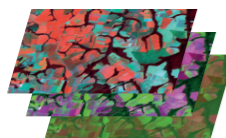


MÉTODO

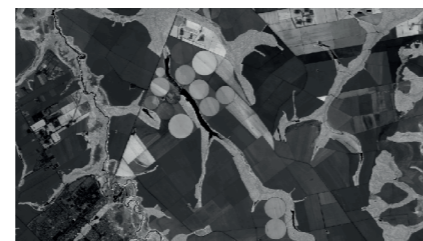
Interpretação visual de pivôs centrais e análise de imagens Landsat e Sentinel na plataforma Google Earth Engine.

PLATAFORMA GEE

01/06 2018 30/09

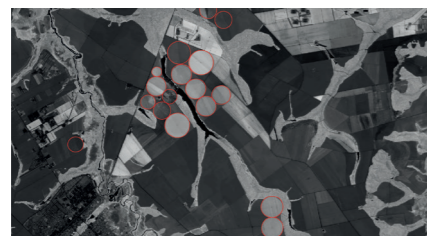


ÍNDICE VEGETATIVO EVI2

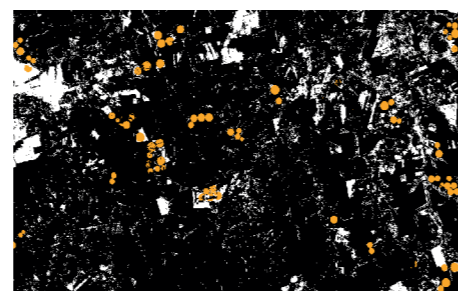


Soma do EVI2

INTERPRETAÇÃO VISUAL



CULTURAS IRRIGADAS NO PERÍODO MAIS SECO



EVI2 > 27

PRINCIPAL CULTURA IRRIGADA



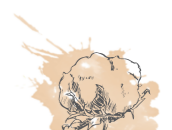
feijão
3ª safra



soja

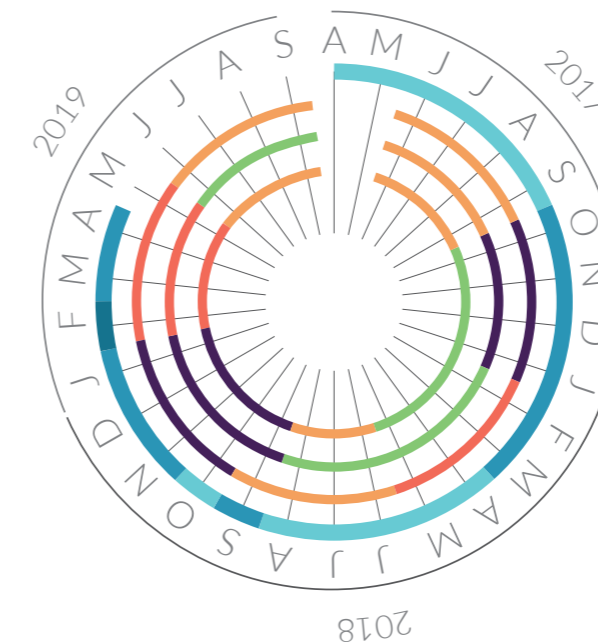


milho

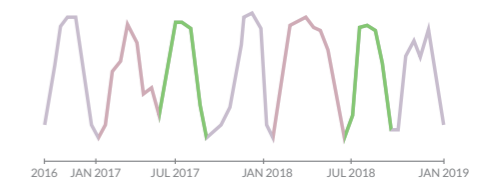


algodão

Calendários e Precipitação



Padrão de variação do Índice de Vegetação

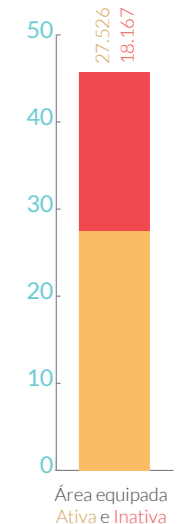
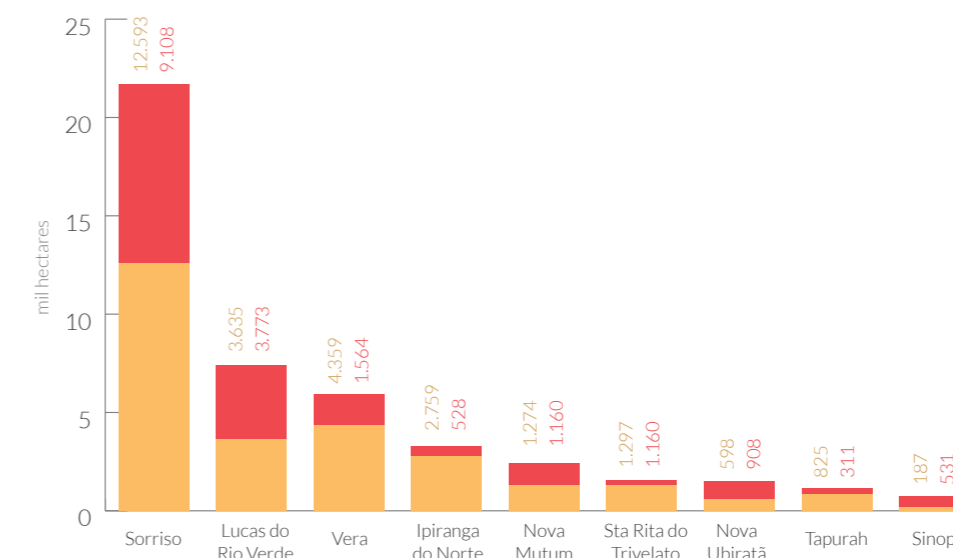


pousio

precipitação 0 432mm
até abril/2019

RESULTADOS

Área irrigada em pivô no período analisado
Área equipada com pivô e não irrigada



Alto Paranapanema

Localizado no sudoeste do estado de São Paulo em importantes bacias hidrográficas afluentes ao rio Paranapanema, o polo abrange 45 municípios de forma integral ou parcial, dos quais 23 possuem alguma área com culturas temporárias equipadas para irrigação por pivô central.

A vegetação predominante da região é de transição entre Cerrado e Mata Atlântica. O clima é úmido com período seco bem definido. A irrigação das culturas temporárias foi impulsionada na região com a atuação da Cooperativa Agro Industrial Holambra a partir de meados da década de 1980. Na última década, a atividade permaneceu em franca expansão.

A implantação dos sistemas de irrigação por parte dos produtores se deve não apenas à ampliação do calendário agrícola para cultivo da segunda e terceira safras, mas também à mitigação dos riscos climáticos da primeira safra de soja, pois nessa região existe uma variação interanual na distribuição das chuvas entre novembro e março, que com frequência gera períodos prolongados de déficit hídrico, demandando irrigação suplementar ou de salvamento. Por exemplo, na última safra (2018/19) as lavouras de grãos em regime de sequeiro tiveram quebra de 35% na produção por falta de chuva nos períodos críticos de demanda de água.

Toda irrigação é feita pelo sistema de pivô central com raras exceções de irrigação por gotejamento em lavouras de citros no entorno de pivôs. Os açudes ao longo de córregos são a principal forma de represamento da água durante o período chuvoso e fornecem cerca de 90% da água para irrigação. No auge do período seco os pivôs permanecem ativos, principalmente para o cultivo de feijão 3ª safra. As principais culturas irrigadas

são: feijão, soja, trigo, cevada, milho, milho para semente, algodão e sorgo. A cada dois anos são realizadas de 4 a 5 safras seguindo o calendário agrícola da região.

O infográfico apresenta o resumo das metodologias e dos resultados obtidos no polo, com destaque para as principais culturas irrigadas, seu calendário de cultivo e os padrões de comportamento em termos de índice de vegetação. O trabalho de campo na região foi realizado em abril de 2019.

A atualização, por interpretação visual, do mapeamento das áreas equipadas com pivô central mostrou que entre 2014 e 2019 a área de pivôs aumentou em 18% no polo passando para 96.875 hectares.

O procedimento automático de classificação das culturas agrícolas em pivôs foi realizado mediante o somatório dos valores do índice de vegetação, extraído das imagens de satélites adquiridas entre março e novembro. O resultado alcançado foi bastante promissor para analisar a dinâmica do uso dos pivôs para irrigação de culturas temporárias por ocasião do período seco (2ª e 3ª safras), quando o uso da água para irrigação é mais intenso, revelando que 52% dos pivôs foram efetivamente utilizados para irrigação (50.109 ha). Ou seja, 48% da área equipada (46.765 ha) permaneceu inativa ou com utilização por curto período de tempo. Esses resultados reiteram a adoção de parte importante dos equipamentos para proteção aos riscos no período úmido, em especial neste ano onde houve a ocorrência de veranico (estiagem na estação chuvosa).

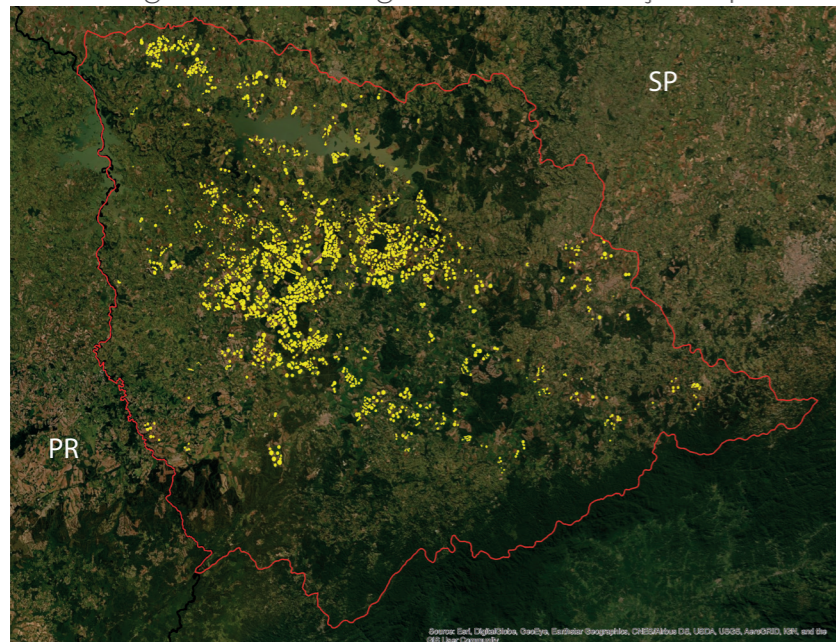
O infográfico destaca os resultados alcançados nos municípios da região.



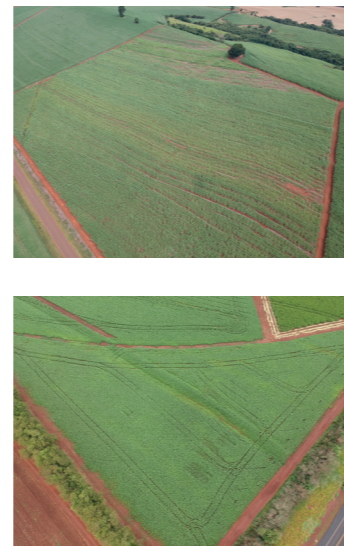
Polo Nacional de Agricultura Irrigada Alto Paranapanema

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.



TRABALHO DE CAMPO EM ABRIL DE 2019

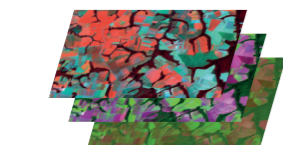


MÉTODO

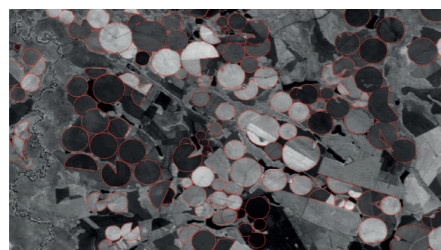
Interpretação visual de pivôs centrais e análise de imagens Landsat e Sentinel na plataforma Google Earth Engine.

PLATAFORMA GEE

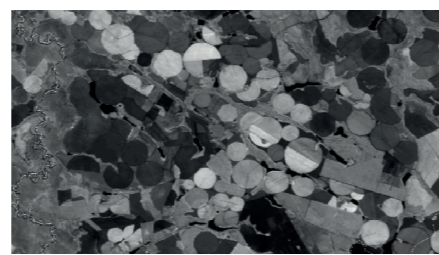
01/04 2018 15/11



MAPA DOS PIVÔS



ÍNDICE VEGETATIVO EVI2



Soma do EVI2

CULTURAS IRRIGADAS NO PERÍODO SECO



EVI2 > 50
(abril a agosto)

ou EVI2 > 45
(maio a set.)

ou EVI2 > 25
(setembro a nov.)

PRINCIPAIS CULTURAS IRRIGADAS



milho



trigo/
cevada



algodão



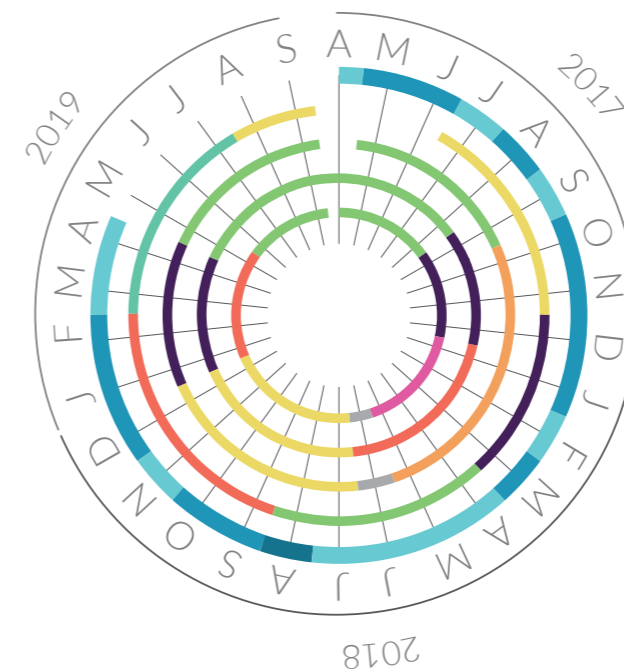
feijão
3ª safra



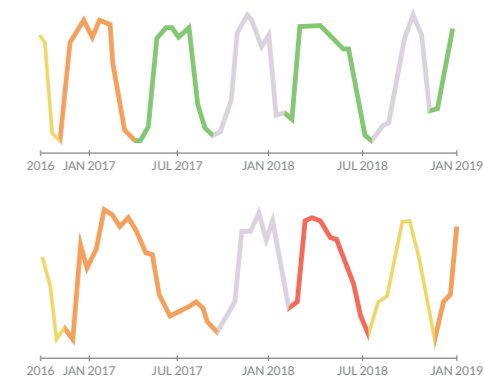
soja

OUTRAS CULTURAS

Calendários e Precipitação



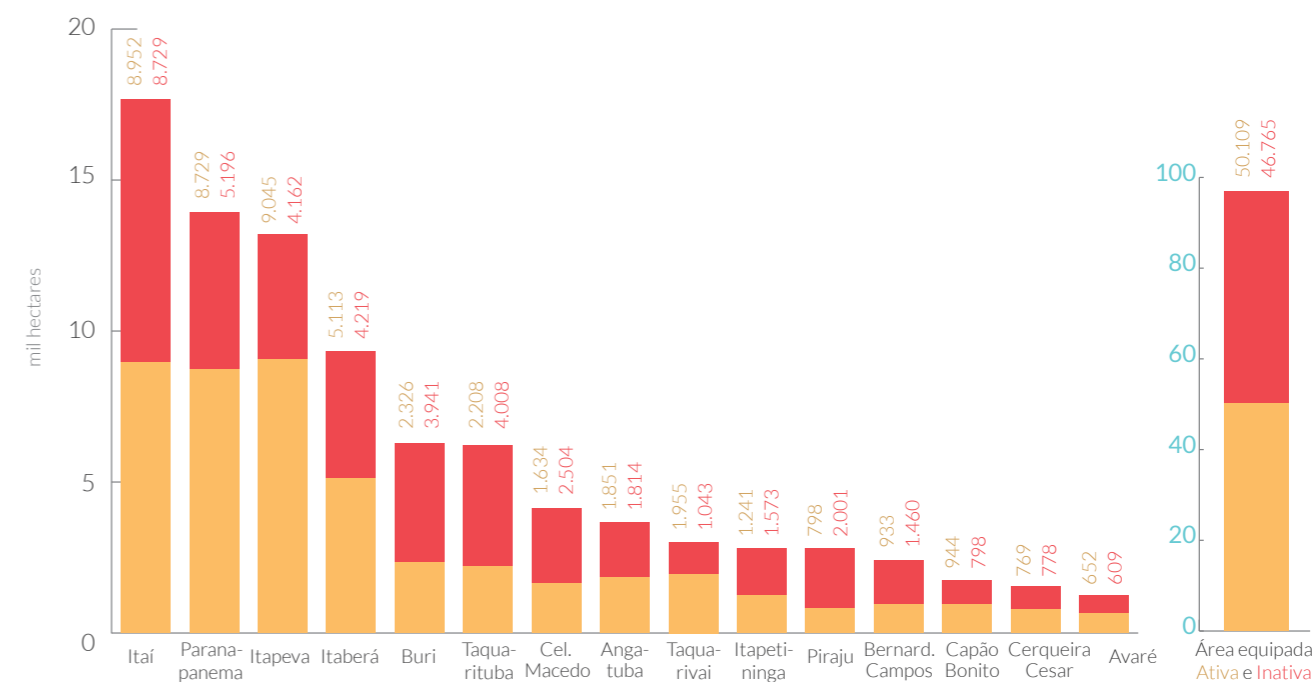
Padrão de variação do Índice de Vegetação



cobertura verde ——— pousio ———
precipitação até abril/2019 0 — 409mm sorgo ———

RESULTADOS

Área irrigada em pivô no período analisado
Área equipada com pivô e não irrigada



Petrolina/Juazeiro

Localizado no Semiárido brasileiro, a região agrícola de Petrolina/PE e Juazeiro/BA é a mais desenvolvida do vale do rio São Francisco. Sete perímetros de irrigação administram a distribuição de água que chega até as lavouras por meio de uma densa infraestrutura de canais, cuja implantação teve início na década de 1960 com a finalidade de desenvolver essa região situada no clima mais seco do Brasil. São os perímetros: Bebedouro, Mandacaru, Maniçoba, Curaçá, Nilo Coelho, Tourão e Salitre.

A fruticultura é atualmente a principal atividade agrícola da região com destaque para a uva e a manga, mas a cana-de-açúcar também possui expressiva área irrigada com alto uso consuntivo da água, em função da elevada taxa de evapotranspiração e do baixo índice pluviométrico. Na região predomina a irrigação por superfície, por gotejamento e por aspersão, inclusive com a presença de alguns pivôs em cana.

O infográfico apresenta o resumo das metodologias e dos resultados obtidos no polo, com destaque para as principais culturas irrigadas, seu calendário de cultivo e os padrões de comportamento em termos de índice de vegetação. O trabalho de campo na região foi realizado em julho de 2018.

Em função das lavouras irrigadas serem praticamente todas de culturas perenes (fruticultura) ou de cana-de-açúcar, as quais recebem irrigação durante quase todo o ano, não foi selecionada uma janela específica do calendário, adotando-se um ano completo de soma do índice de vegetação (outubro/2017 a setembro/2018).

Nesse polo, foi adotada a metodologia do Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada e Fertirri-

gada no Brasil para a cana e o somatório do EVI2 para as demais culturas.

Nas imagens de satélite, a vegetação da Caatinga contrasta com as culturas agrícolas irrigadas permitindo identificar com boa precisão as áreas irrigadas tanto pela interpretação visual quanto pelo procedimento automatizado.

A área irrigada identificada pela interpretação visual foi de 100 mil ha, enquanto a classificação realizada resultou em 67,9 mil ha - 20,2 mil ha de cana-de-açúcar e 47,7 mil ha de fruticultura.

O procedimento automatizado de classificação identifica com precisão apenas os pixels com resposta efetiva de vegetação verde ao longo do ano, enquanto a interpretação visual acaba contabilizando, indevidamente, pequenas áreas em pouso, de carregadores, remanescentes de vegetação nativa, canais de irrigação e arruamentos. Em uma região administrada com várias pequenas parcelas irrigadas, esse somatório de pequenas áreas impacta expressivamente nos totais - especificidade que não ocorre nas grandes áreas de irrigação privada predominantes no Brasil.

O procedimento automático apresentou boa aderência com dados do Distrito de Irrigação Nilo Coelho (DINC), que engloba as áreas dos perímetros Nilo Coelho e Maria Tereza, sendo observada uma diferença relativa de apenas -5%. Considerando apenas as áreas dentro de perímetros foram classificados 46.826 ha irrigados - 11% a menos do que a área declarada em operação em 2018 pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) e pelo DINC. A maior diferença entre o informado e o mapeado ocorreu no perímetro Tourão (-24%), conforme destacado no infográfico.

Nas áreas de cana, a metodologia específica do Levantamento da Cana-de-açúcar Irrigada e Fertirrigada no Brasil é mais precisa em relação ao somatório de EVI2, sendo, portanto, a adotada no resultado final. Para as demais culturas, o método do somatório do EVI2 das imagens de satélite adquiridas ao longo do ano proporcionou um resultado muito encorajador e de qualidade superior ao mapeamento visual dado o alto nível de deta-

lhamento obtido utilizando a plataforma *Google Earth Engine* (GEE).

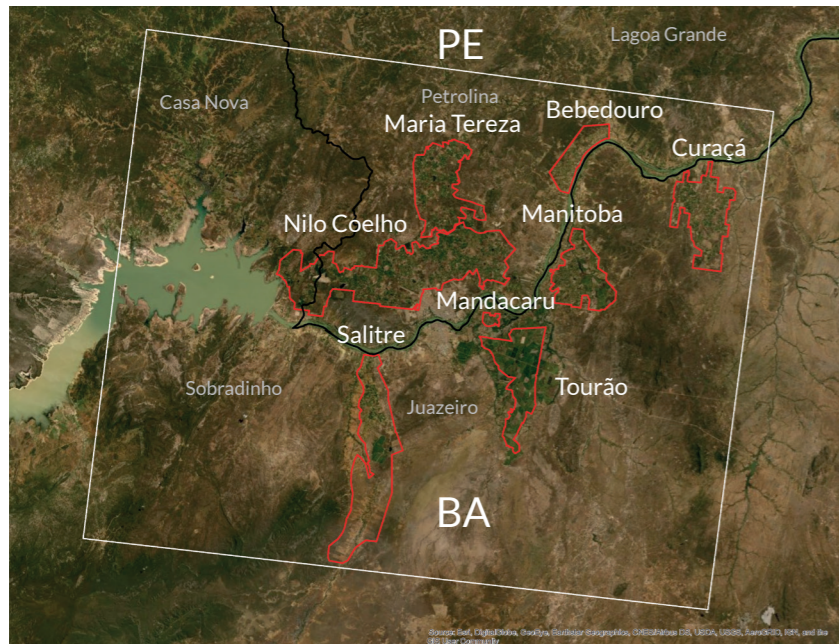
O infográfico destaca os resultados alcançados no polo de forma mais detalhada, incluindo a localização dos perímetros e as áreas mapeadas em comparação com as áreas informadas pela Codevasf e pelo DINC.



Polo Nacional de Agricultura Irrigada Petrolina/Juazeiro

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.



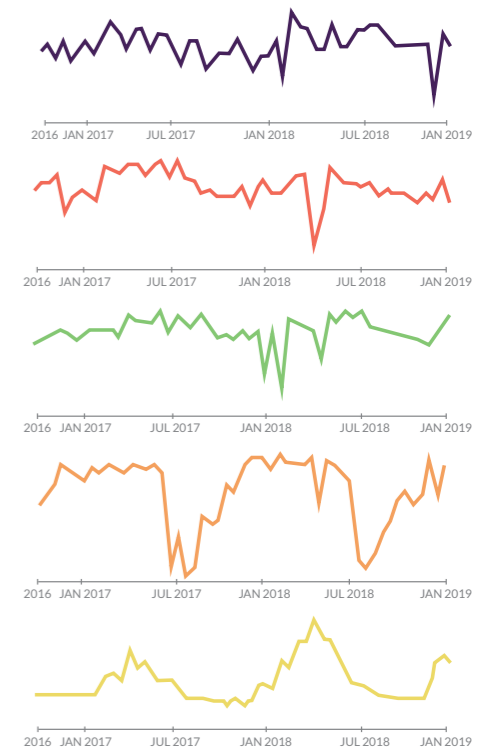
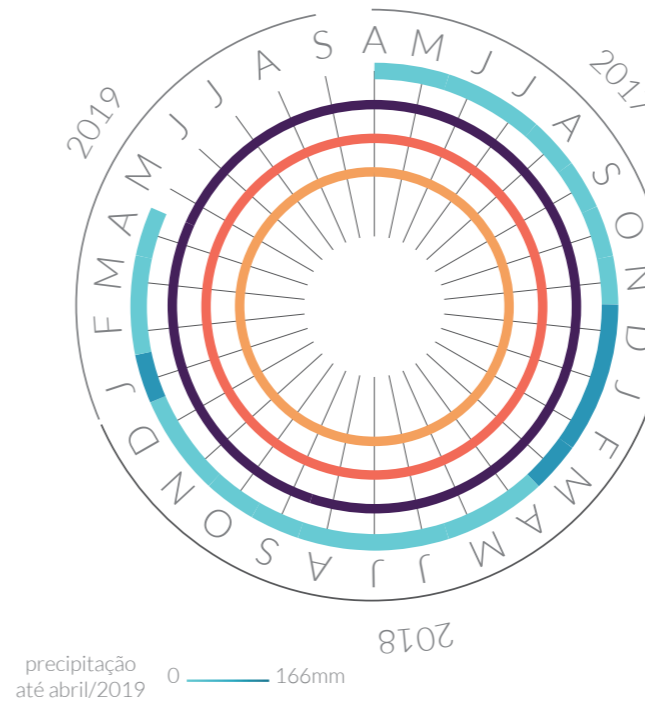
TRABALHO DE CAMPO EM JULHO DE 2018



PRINCIPAIS CULTURAS IRRIGADAS



Calendários e Precipitação



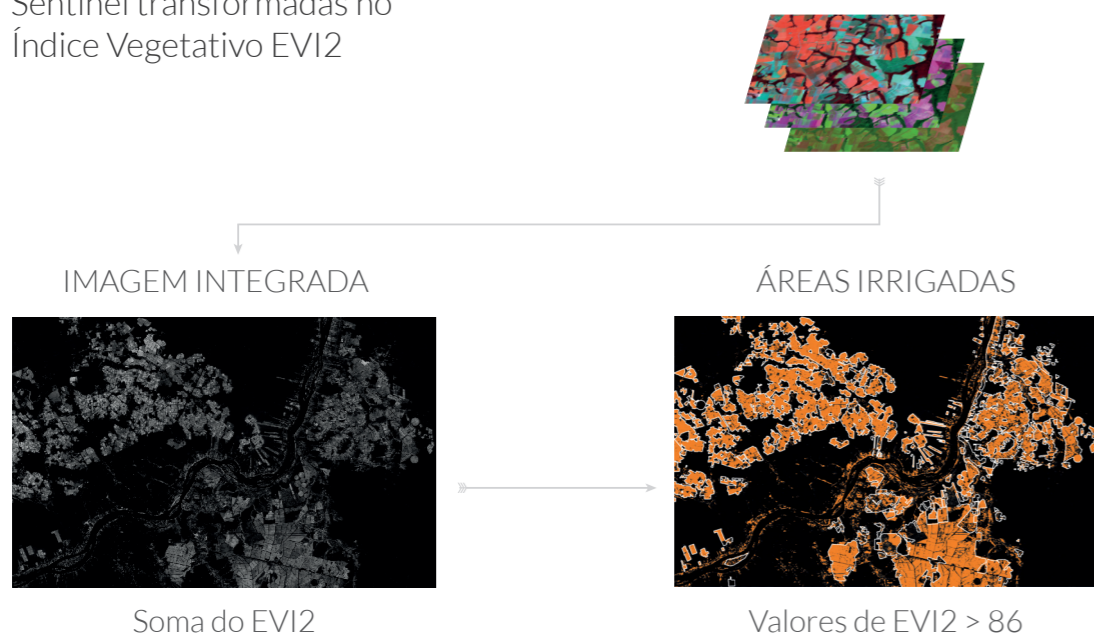
Padrão de variação do Índice de Vegetação

MÉTODO

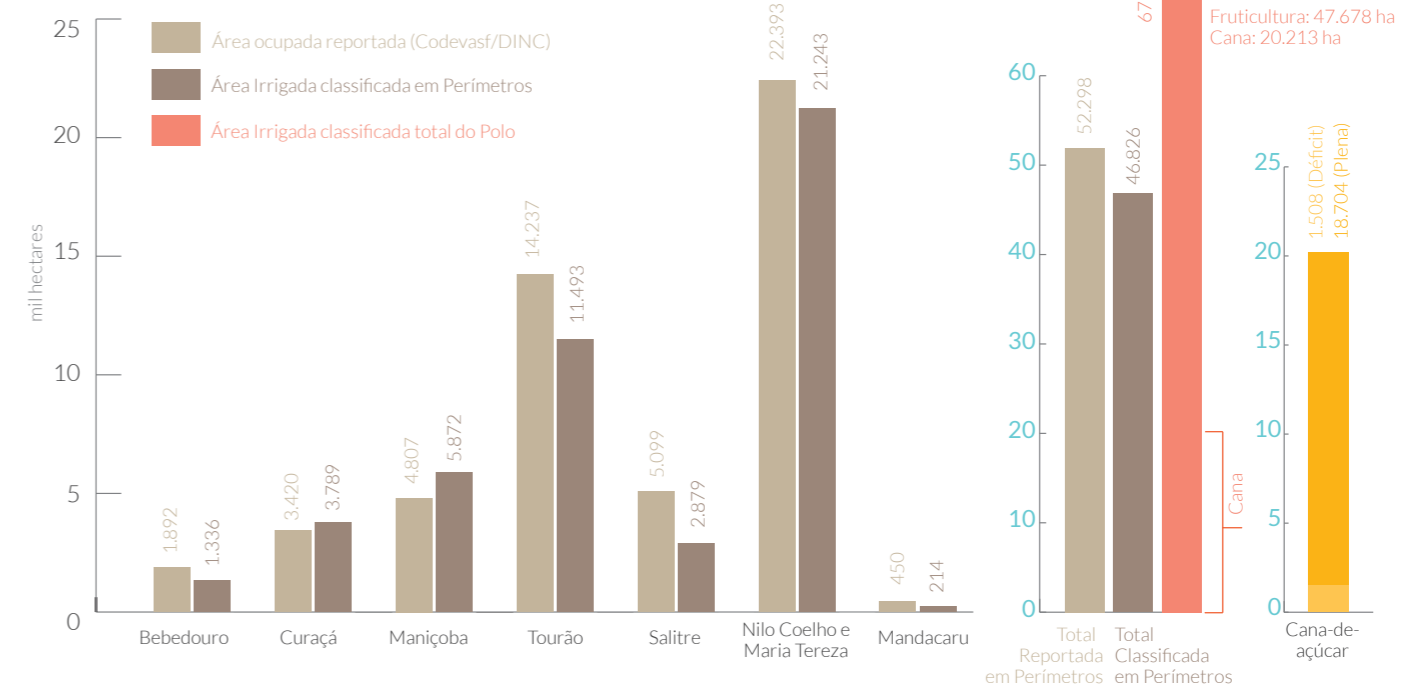
Análise das imagens Landsat e Sentinel transformadas no Índice Vegetativo EVI2

PLATAFORMA GEE

10/2017 09/2018



RESULTADOS



3.6

Médio Jacuí

Considerado o berço da irrigação no Brasil, a rizicultura está presente no Rio Grande do Sul desde o início do século passado. O estado possui cerca de 3 milhões de hectares de terras baixas em que se cultiva arroz irrigado. No entanto, a cada safra apenas um terço dessa área é destinada à produção de arroz que majoritariamente rotaciona com pasto, soja ou pousio. A presença de açudes e represas permite armazenar água para a irrigação, proporcionando boa disponibilidade hídrica para o cultivo do arroz.

O polo do Médio Jacuí engloba uma extensão de 28.990 km² e compreende, de forma parcial ou integral, 55 municípios concentrados em sua maioria na região Depressão Central do estado. Cerca de 70% dos produtores são arrendatários.

Inúmeros avanços tecnológicos incorporados ao sistema de produção fizeram com que o Rio Grande do Sul aumentasse significativamente a produção de arroz em uma área cada vez menor e com melhor aproveitamento da água. Mesmo assim, a irrigação por inundação é mais hidrossensível que outros sistemas/métodos pela exposição e necessidade de manutenção de uma lâmina d'água durante parte do ciclo da cultura.

Neste polo de irrigação o mapeamento das áreas de arroz irrigado foi realizado, num primeiro momento, por meio da interpretação visual de imagens de satélites, gerando uma estimativa de área com elevada precisão.

Em adição à interpretação visual das imagens de satélite foi realizado um procedimento automatizado para classificação das áreas de arroz utilizando a ferramenta *Google Earth Engine* (GEE). Foi testada a hipótese de acoplamento de dois índi-

ces: o NDWI (*Normalized Difference Water Index*) no período de plantio ou enchimento dos quadros até o início do crescimento da cultura (agosto a dezembro); e o índice de vegetação EVI2, adotado nos demais polos, no período de máximo desenvolvimento das lavouras de arroz (janeiro a março).

A hipótese testada leva em consideração que a ocorrência de água seguida pela ocorrência de vigor vegetativo expressivo identificaria com precisão as áreas de arroz por inundação. Entretanto, os resultados não foram satisfatórios em função do curto período de plena exposição das lâminas de água das lavouras inundadas aliado às poucas imagens livres de nuvens disponíveis entre a inundação da lavoura e o início do crescimento da cultura do arroz, acarretando em elevado erro de omissão. Por exemplo, lavouras de plantio convencional e pré-germinado fecham o dossel com menos de um mês e se neste período não foi adquirida uma imagem livre de nuvens, a lâmina de água não foi detectada pelo NDWI.

Mesmo assim, o método pode ser promissor para áreas experimentais mais restritas, desde que a aquisição das imagens de satélite coincida com a exposição das lâminas de água das lavouras de arroz.

Dessa forma, considerou-se nesse polo os resultados obtidos por interpretação visual. O infográfico destaca os resultados alcançados nos municípios da região. Em comparação com os dados divulgados pelo Instituto Rio Grandense do Arroz - IRGA em municípios integralmente na área de estudo, houve uma diferença de apenas 2,1% entre as estimativas na safra 2018/19. A área total mapeada foi de 170.904 ha.

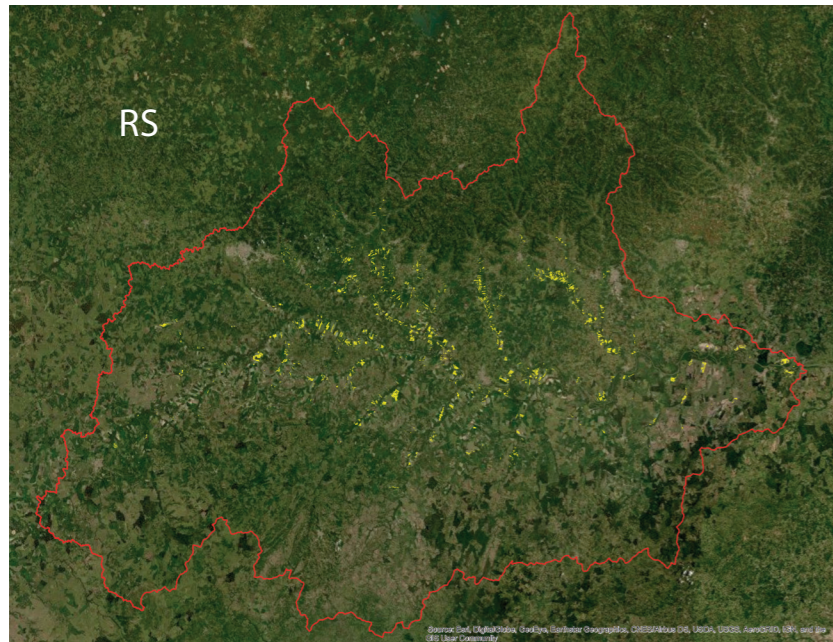


Polo Nacional de Agricultura Irrigada Médio Jacuí

ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO

ÁREA DE ESTUDO

Áreas irrigadas sobre imagem de alta resolução espacial.

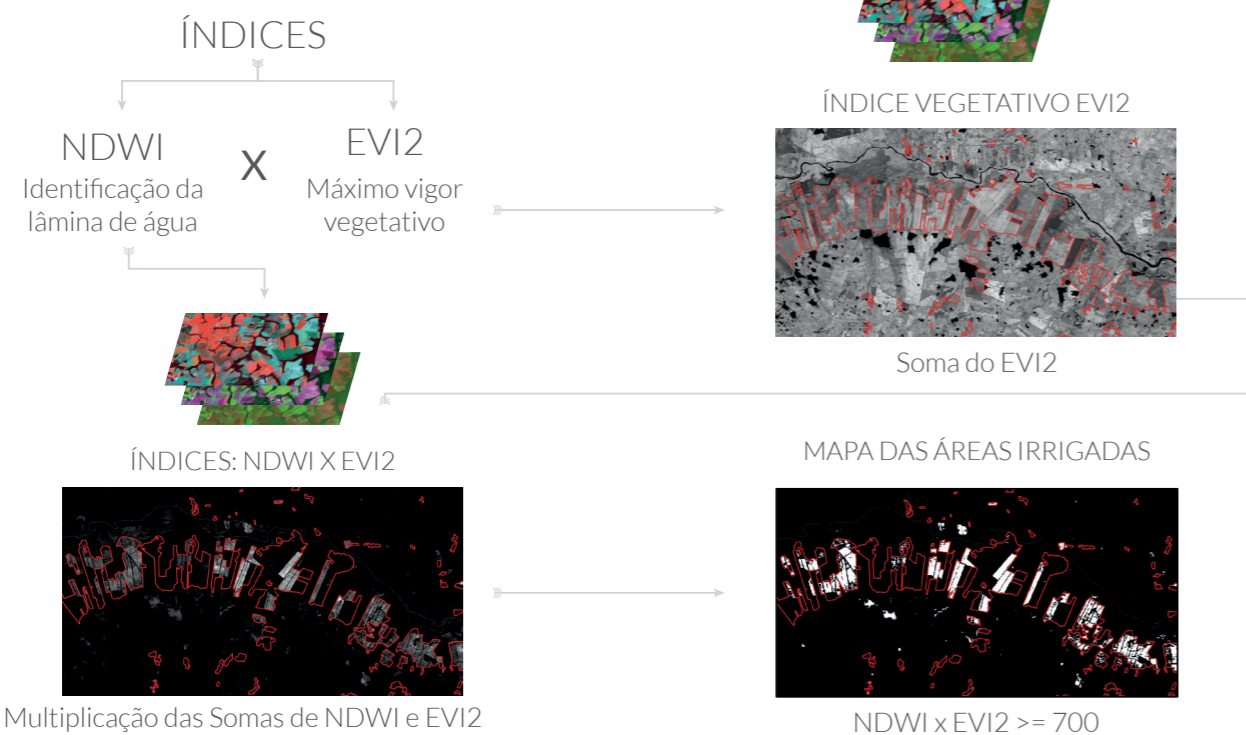


TRABALHO DE CAMPO EM JANEIRO DE 2019



MÉTODO

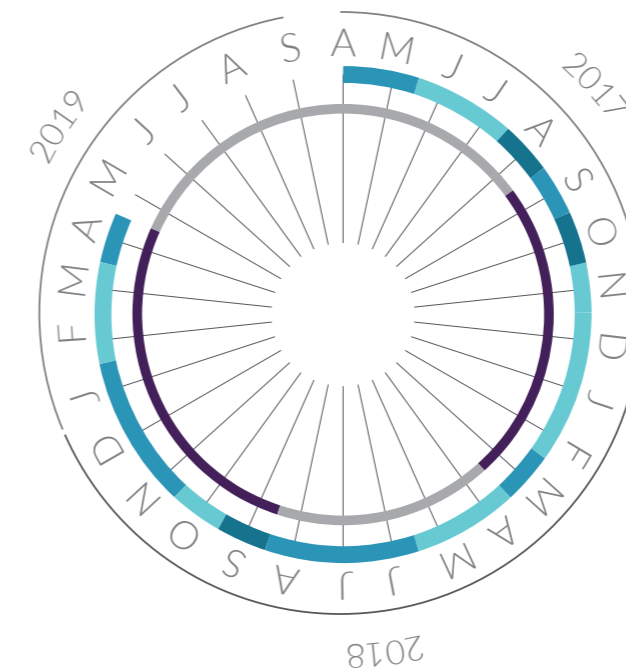
Análise de imagens Landsat e Sentinel visando o realce de áreas irrigadas em SIG e na plataforma Google Earth Engine.



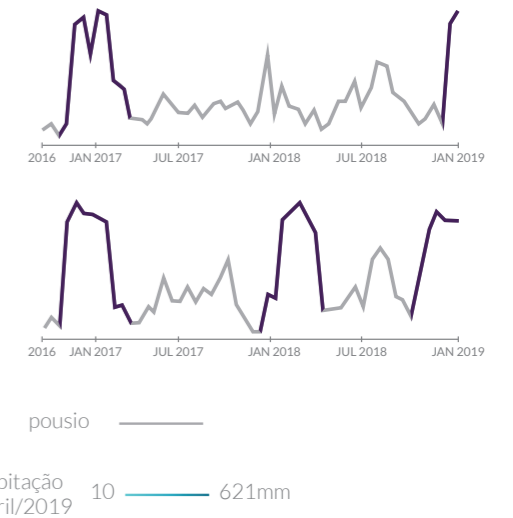
Multiplicação das Somas de NDWI e EVI2

NDWI x EVI2 >= 700

Calendário e Precipitação

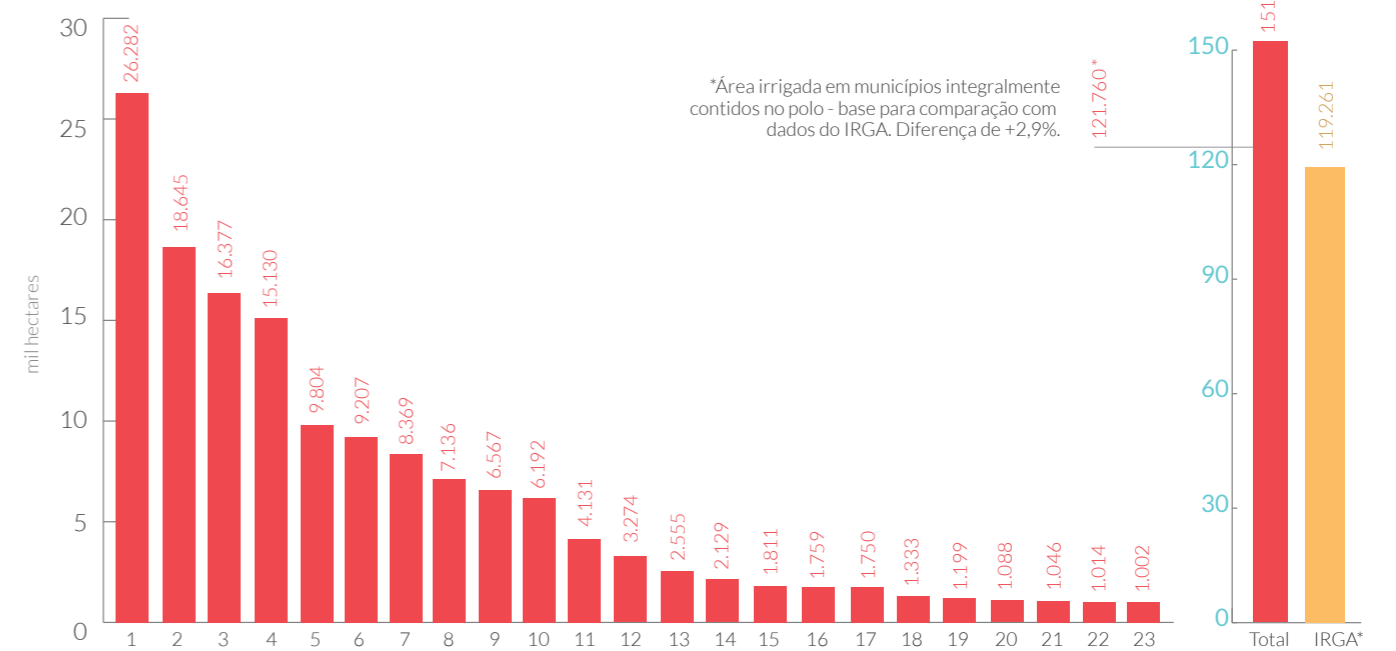


Padrão de variação do Índice de Vegetação



RESULTADOS

Área de cultivo de arroz (interpretação visual)



*Área irrigada em municípios integralmente contidos no polo - base para comparação com dados do IRGA. Diferença de +2,9%.

1. Cachoeira do Sul 2. Restinga Sêca 3. São Gabriel 4. São Sepé 5. Formigueiro 6. Agudo 7. Rio Pardo 8. Candelária 9. S. Margarida do Sul 10. Santa Maria 11. Paraíso do Sul 12. Pantano Grande 13. Dona Francisca 14. Faxinal do Soturno 15. Minas do Leão 16. Novo Cabrais 17. S. João do Polêsine 18. General Câmara 19. Dilermando Aguiar 20. Caçapava do Sul 21. Vera Cruz 22. Vale do Sol 23. Santa Cruz do Sul

Síntese das Análises

Um dos objetivos dos diversos testes metodológicos realizados ao longo do trabalho é o de estabelecer as melhores métricas e procedimentos (semi)automatizados de identificação de áreas irrigadas em polos de agricultura irrigada. Essas regiões são as que demandam informações mais refinadas para o aprimoramento do balanço hídrico e das tomadas de decisão.

Como premissa, foram trabalhadas metodologias em diferentes condições geográficas, climáticas e de tipologia de irrigação (arroz inundado, pivôs centrais e Semiárido). Imagens de satélite foram amplamente utilizadas com a principal finalidade de identificar e mapear as culturas agrícolas irrigadas nos períodos de maior demanda hídrica suplementar, quando tendem a ocorrer maiores conflitos pelo uso da água.

A plataforma para processamento de imagens de satélite em nuvem *Google Earth Engine* (GEE) auxiliou no desenvolvimento da metodologia. Os resultados alcançados foram encorajadores mostrando que a plataforma proporciona uma alternativa tecnológica inovadora que permite explorar ao máximo diversas possibilidades de análise das imagens de sensoriamento remoto, auxiliando no levantamento de informações objetivas sobre a dinâmica das culturas agrícolas irrigadas no Brasil. Esse processamento em nuvem permite maior agilidade na obtenção de resultados em comparação a um ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG.

No Semiárido, os métodos automatizados de classificação apresentaram excelentes resultados em

função do alto contraste obtido entre áreas irrigadas e não irrigadas. Nessa região, até mesmo a interpretação visual ocasiona maiores erros de classificação, em função da compartimentação da atividade muitas vezes em pequenos lotes, dentro de projetos públicos ou ao longo de rios perenes/perenizados. No polo Petrolina/Juazeiro foi definido um único limiar de classificação das imagens para todos os perímetros, mas um refinamento ainda maior dos resultados pode ser obtido mediante a adoção de limiares específicos para cada perímetro em função de suas características particulares (culturas irrigadas e meses de colheita, principalmente).

No caso das regiões com predomínio de pivôs centrais, concentradas no Cerrado, conclui-se que a etapa prévia de identificação visual dos equipamentos é essencial para análises mais detalhadas dos períodos de ativação da irrigação. Nesse estudo optou-se por avaliar a atividade/ociosidade dessas áreas equipadas, principalmente nas 2ª e 3ª safras, onde ocorrem maiores déficits hídricos. Os resultados mostraram-se satisfatórios e com grande potencial de desenvolvimento.

Quanto ao arroz inundado, as hipóteses testadas mostraram que os procedimentos automatizados são de difícil implementação, notadamente por conta da estreita janela temporal entre as fases de semeadura/enchimento dos quadros (exposição de lâmina d'água) e a fase de máximo vigor vegetativo do arroz, quando ocorre o fechamento do dossel. Esse período coincide com alta cobertura de nuvens na região Sul, reduzindo a quantidade de boas imagens de satélite disponíveis para

automatização do processo de mapeamento das áreas irrigadas. Por outro lado, verificou-se que a interpretação visual é bastante precisa, mesmo com poucas imagens, quando se aplicam técnicas de realce das áreas irrigadas (pelo sensor MSI/Sentinel 2A e 2B na composição 8R11G4B e pelo sensor OLI/Landsat 8 na composição 5R6G4B).

Embora a soma de valores EVI2 tenha apresentado o melhor desempenho dentre as alterna-

tivas metodológicas testadas, outros índices de vegetação e de estimativa de evapotranspiração poderão ser utilizados em outras regiões do País. Destaca-se especialmente o potencial de aplicação do modelo de estimativa de evapotranspiração SSEBop (*Operational Simplified Surface Energy Balance*) na plataforma *Google Earth Engine* (GEE), que vem sendo desenvolvido pela ANA em parceria com o USGS (*United States Geological Survey*) e com a Agrosatélite Geotecnologia Aplicada.



Pivô com cultivo de milho no município de Lucas do Rio Verde (MT).
Joel Rizzo / Banco de imagens ANA

4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura irrigada gera riquezas, empregos e movimentação de cadeias produtivas agropecuárias e agroindustriais. Dentre os diversos benefícios observados na prática da irrigação, pode-se destacar o aumento significativo da produtividade em relação à agricultura de sequeiro, a diminuição da pressão para a abertura de novas áreas para agricultura, a otimização do uso do terra e de insumos (máquinas, implementos, mão-de-obra etc.), o aumento e a regularidade na oferta de produtos agrícolas, o estímulo à implantação de agroindústrias e a minimização de riscos climáticos. Como maior e mais dinâmico setor usuário de recursos hídricos, a irrigação demanda cada vez mais instrumentos de monitoramento capazes de retratar a situação atual e o potencial de expansão com rapidez e precisão.

A maior parte das bacias hidrográficas com indicadores de criticidade quantitativa no Brasil tem como maior uso consuntivo a agricultura irrigada. Os conflitos ocorrem de forma intrasetorial (entre os irrigantes) ou com outros setores tais como o abastecimento urbano e a geração de energia. A criticidade ocorre devido às altas demandas da irrigação, mas também em regiões com demandas moderadas, mas com baixa disponibilidade hídrica. Com a perspectiva de aumento do uso da água para irrigação em 42% no horizonte 2030, é necessário um esforço crescente de planejamento e gestão dos recursos hídricos.

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

Além dos mapeamentos atualizados e ampliados de áreas irrigadas e do uso da água associado, a ANA tem atuado em estudos de disponibilidade hídrica (oferta de água), especialmente na implementação de Planos de Recursos Hídricos. O uso de pequenos barramentos e seu

efeito na disponibilidade hídrica não é muitas vezes contabilizado adequadamente. Com a realização de levantamentos batimétricos em 200 barramentos nas regiões do Alto São Marcos (GO/MG/DF) e do Alto Paranapema (SP), espera-se refinar as estimativas de oferta nesses Polos Nacionais e extrair um caminho metodológico para aplicação em outros Polos.

Em relação às ações nos Polos, cabe destacar a atuação do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) na recente iniciativa Polos de Agricultura Irrigada (Portaria MDR nº 1.082/2019) - parte integrante da implementação da Política Nacional de Irrigação e do incentivo ao desenvolvimento regional. A iniciativa é uma estratégia de alavancagem da atividade a partir de um trabalho conjunto entre as organizações dos produtores rurais irrigantes e as diversas esferas de governo.

A implementação da iniciativa do MDR envolve a mobilização de atores, seleção de parceiros técnicos, formação de grupos gestores, definição e gestão da carteira de projetos e priorização de ações. Em 2019 já foram instalados quatro Polos: Santa Maria (RS), Alto Araguaia (GO), Planalto

Central/São Marcos (GO) e Oeste Baiano (BA).

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

Essa base técnica que permanece em constante atualização, da qual o estudo sobre os Polos Nacionais de Agricultura Irrigada faz parte, será consolidada na segunda edição do Atlas Irrigação, prevista para 2020. Ao se constituir como importante subsídio tanto ao Plano Nacional de Recursos Hídricos quanto ao Plano Nacional de Irrigação, o Atlas Irrigação abrirá mais uma oportunidade de integração entre as respectivas políticas e sua implementação.

Pivô com cultivo de cana no município de Juazeiro (BA)
Bernardo Rudorff / Banco de imagens da ANA



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

