

LEVANTAMENTO DA AGRICULTURA IRRIGADA POR PIVÔS CENTRAIS NO BRASIL - 1985-2022

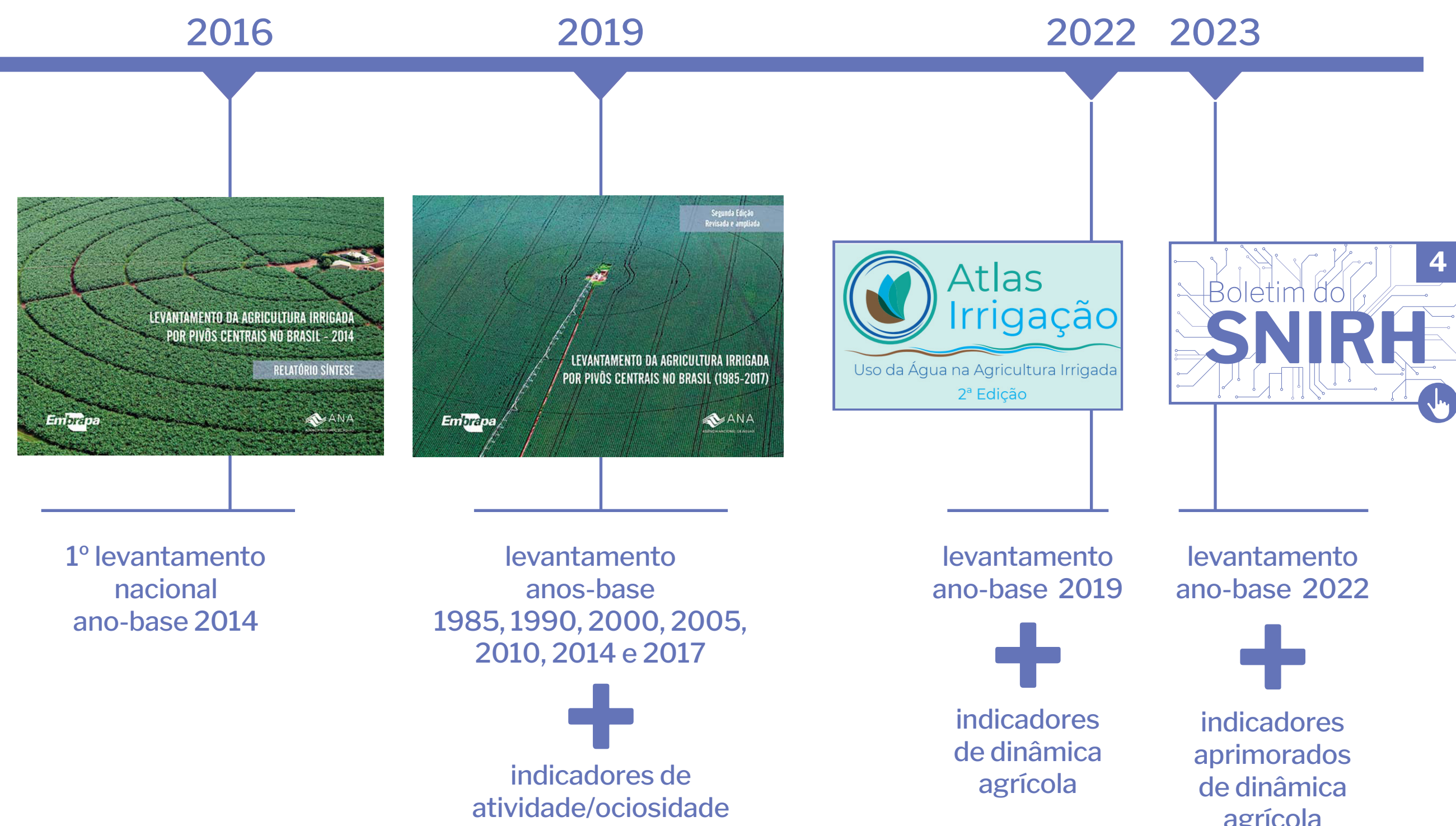
Contexto: a agricultura irrigada é o maior e mais dinâmico uso da água no Brasil e no mundo, exigindo constante monitoramento de indicadores para subsidiar a gestão pública e privada dos recursos hídricos. A área irrigada com água de mananciais no nosso país é da ordem de 6,0 Mha (milhões de hectares)¹, frente a um potencial físico-hídrico total de 55,8 Mha e a um potencial efetivo de 13 Mha, conforme detalhado no Atlas Irrigação.

Na última década o Brasil experimentou a maior expansão da área irrigada da história, da ordem de 200 mil hectares ao ano. Os pivôs centrais são responsá-

veis por metade dessa expansão, além de ocorrerem de forma mais concentrada no território do que outros métodos como o gotejamento e a microaspersão.


A ANA tem atuado no monitoramento da agricultura irrigada e divulgado resultados por meio das edições do Atlas Irrigação (2017 e 2021), dos relatórios anuais de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil e de publicações específicas, notas técnicas e conteúdos online que detalham dados e ferramentas. Esses resultados também alimentam as estimativas da Base Nacional de Usos Consuntivos da Água (BD-Usos), cuja última atualização foi detalhada no Boletim SNIRH nº 1.

HISTÓRICO DOS MAPEAMENTOS DE PIVÔS CENTRAIS



▶  Acesse diretamente no ícone ou no SNIRH - <https://snirh.gov.br/> > Usos da Água

▶ ¹ Ou da ordem de 9,0 Mha se somarmos 3,0 Mha de áreas fertirrigadas de cana-de-açúcar exclusivamente com água de reuso.

▶ Os Boletins do SNIRH  foram criados para apresentar as principais novidades e atualizações das informações sobre águas no Brasil, contribuindo para a difusão do conhecimento e a gestão dos recursos hídricos

▶  Atlas Irrigação 
Elaborado pela ANA com diversos parceiros, é o documento mais completo sobre a agricultura irrigada e sua interface com os recursos hídricos no Brasil

Conforme expresso na linha do tempo, a última atualização da área equipada por pivôs centrais no Brasil ocorreu no Atlas Irrigação 2021, referente ao ano de 2019. Em 2023, a Superintendência de Fiscalização da ANA (SFI) promoveu a atualização e aprimoramento desse mapeamento, referente ao ano de 2022, além de aprimorar o cálculo de indicadores de dinâmica agrícola nessas áreas em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.

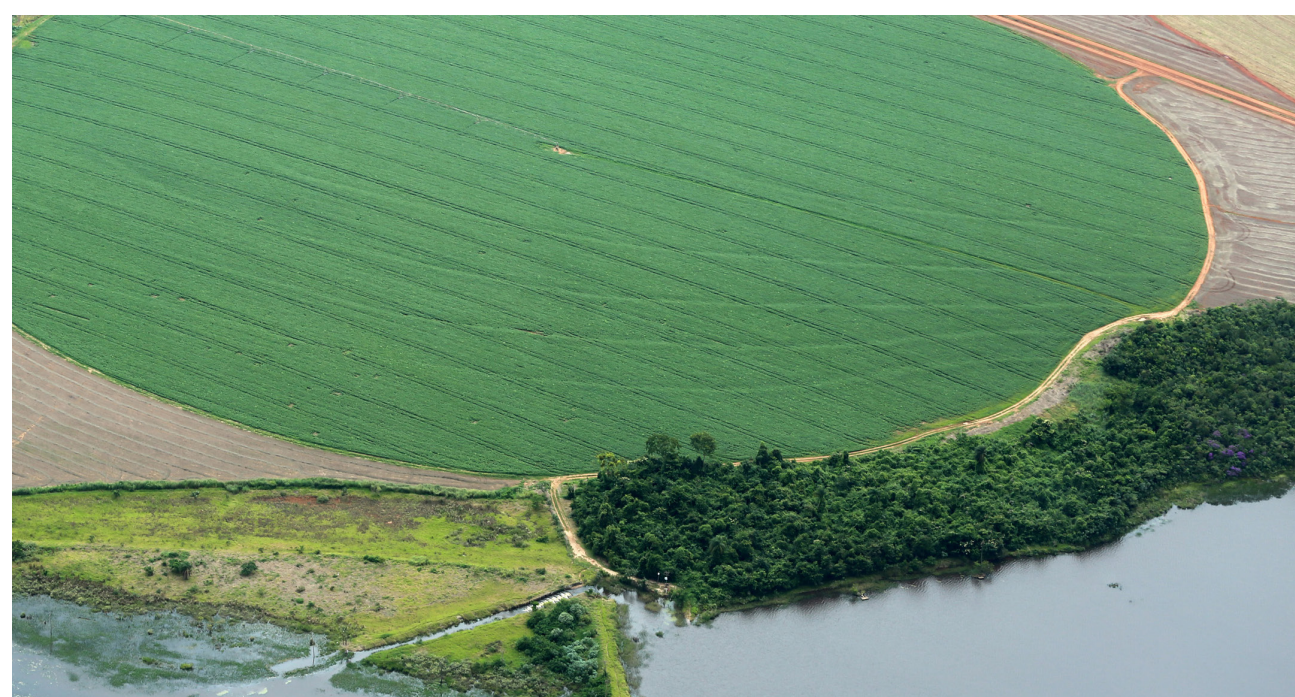
Atualização do mapeamento: ocorreu por interpretação visual de mosaicos de imagens de satélite mensais do ano de 2022, com resolução espacial de 3 a 4 m, disponibilizadas à ANA por meio de adesão ao Programa Brasil Mais (Rede MAIS/MJSP, inclui material © 2023 Planet

Labs Inc.), além de imagens de maior resolução do Google Earth Pro (quando disponíveis).

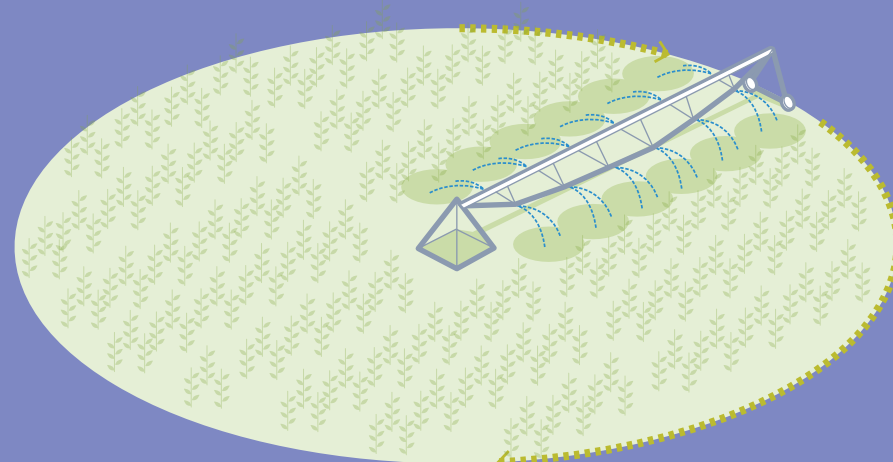
Como referência, foi utilizado o mapa de 2019 (ANA) e novos pivôs identificados pela Embrapa em 2020 (Guimarães & Landau, 2020)² e pelo MapBiomas em 2021. Pivôs que já constavam nessa máscara composta 2019-2021 foram verificados, podendo ser mantidos, apagados, movidos ou redesenhados. Novos pivôs foram sendo adicionados à máscara conforme identificados nas imagens. Os períodos seco e de máximo desenvolvimento vegetativo das culturas, de acordo com o calendário agrícola de cada região, são mais propícios à identificação de pivôs.



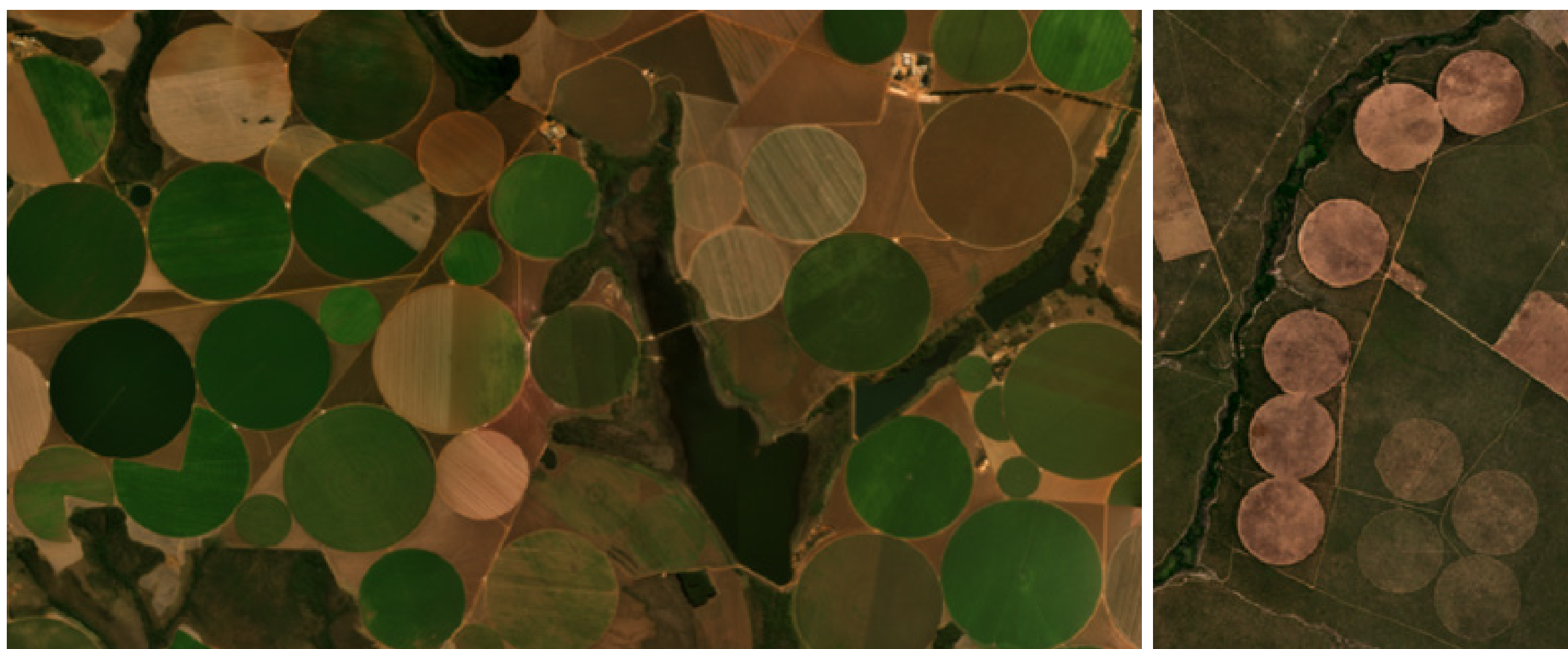
Áreas irrigadas nas bacias dos rios Paranapanema e Grande
Raylton Alves \ Banco de imagens ANA



▶ Os Boletins do SNIRH nº 2 e nº 3 também tratam da agricultura irrigada, respectivamente, sobre: Ferramentas para Monitoramento da Agricultura Irrigada (esPIA e SSEBop BR); e Uso da Água na Agricultura de Sequeiro e Irrigada – Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA).



▶ 2 Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil: ano base 2020. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 222. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. Acessível em <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1128368>



Pivôs centrais de diferentes tamanhos e formas no polo São Marcos em julho de 2022 (à esquerda); e marcas de pivôs centrais (não mapeados) sem evidências de funcionamento ao longo de 2022 no Oeste da Bahia (à direita).

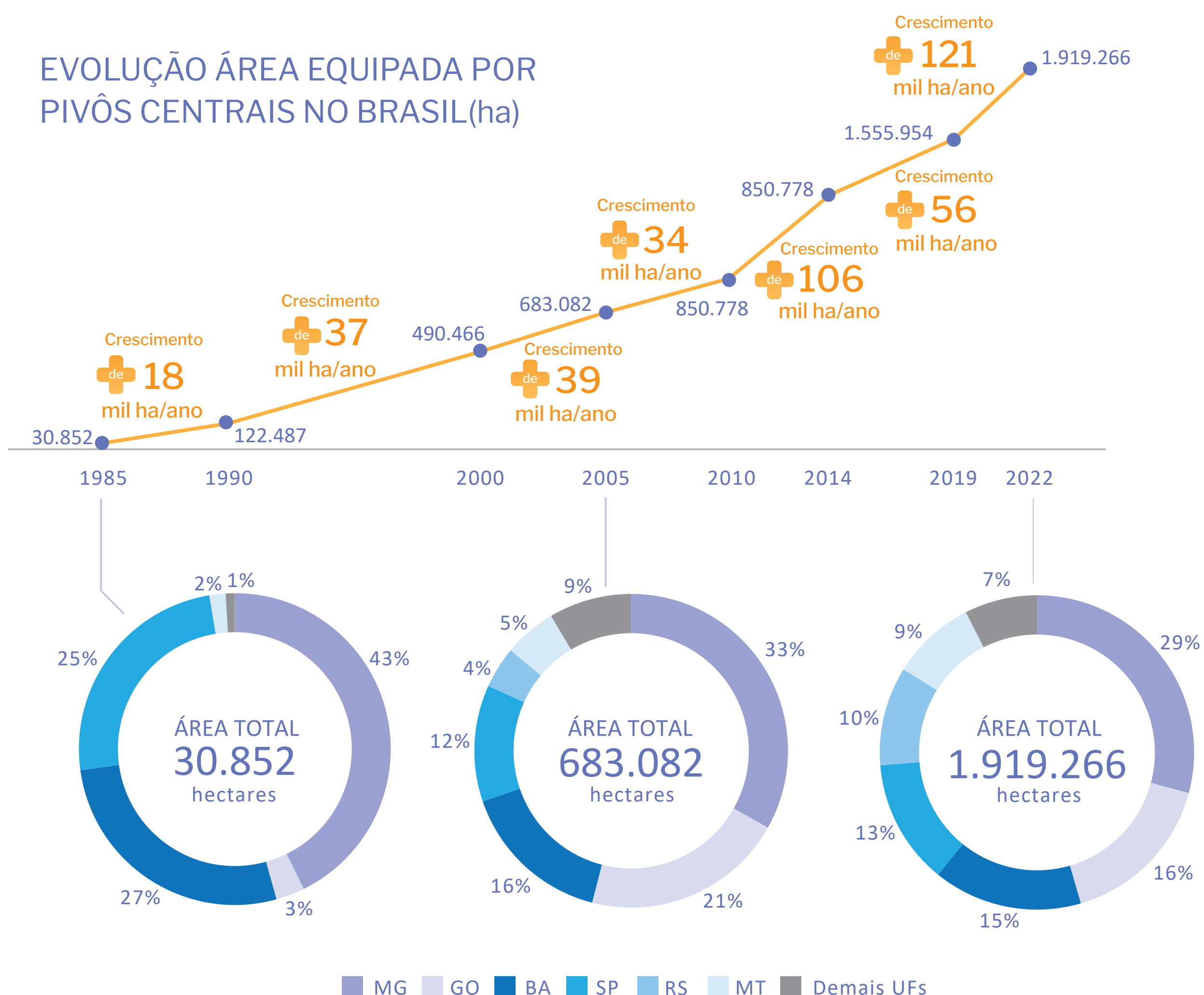
Resultados: o Brasil superou os 30 mil pontos-pivôs em 2022, ocupando uma área equipada de 1,92 milhão de hectares (Mha). Em relação a 2019, houve incremento de 370 mil hectares (+24%) e, em relação a 2010, de mais de 1 milhão de hectares (+225%). Nesse período (2010-2022) o ritmo médio de crescimento foi de 80,6 mil ha ao ano, com tendência de aceleração.

Atualmente, apenas seis Estados concentram 92,5% da área equipada de pivôs: Minas Gerais (29,2%), Goiás (16,3%), Bahia (15,3%), São Paulo (12,9%), Rio Grande do Sul (10,2%) e Mato Grosso (8,6%).

Dentre os biomas, o Cerrado responde por 70,4% (1,35 Mha) da área total de pivôs centrais – de forma geral, essa concentração ocorre em função da expansão da agricultura para áreas de maior déficit hídrico, da estrutura fundiária de grandes e médias propriedades, da adequação desse sistema para grandes áreas relativamente planas e para os tipos de solos predominantes.

Mata Atlântica, Pampa, Caatinga e Amazônia respondem, respectivamente, por 11,1%, 9,4%, 5,4% e 3,7% da área equipada de pivôs.

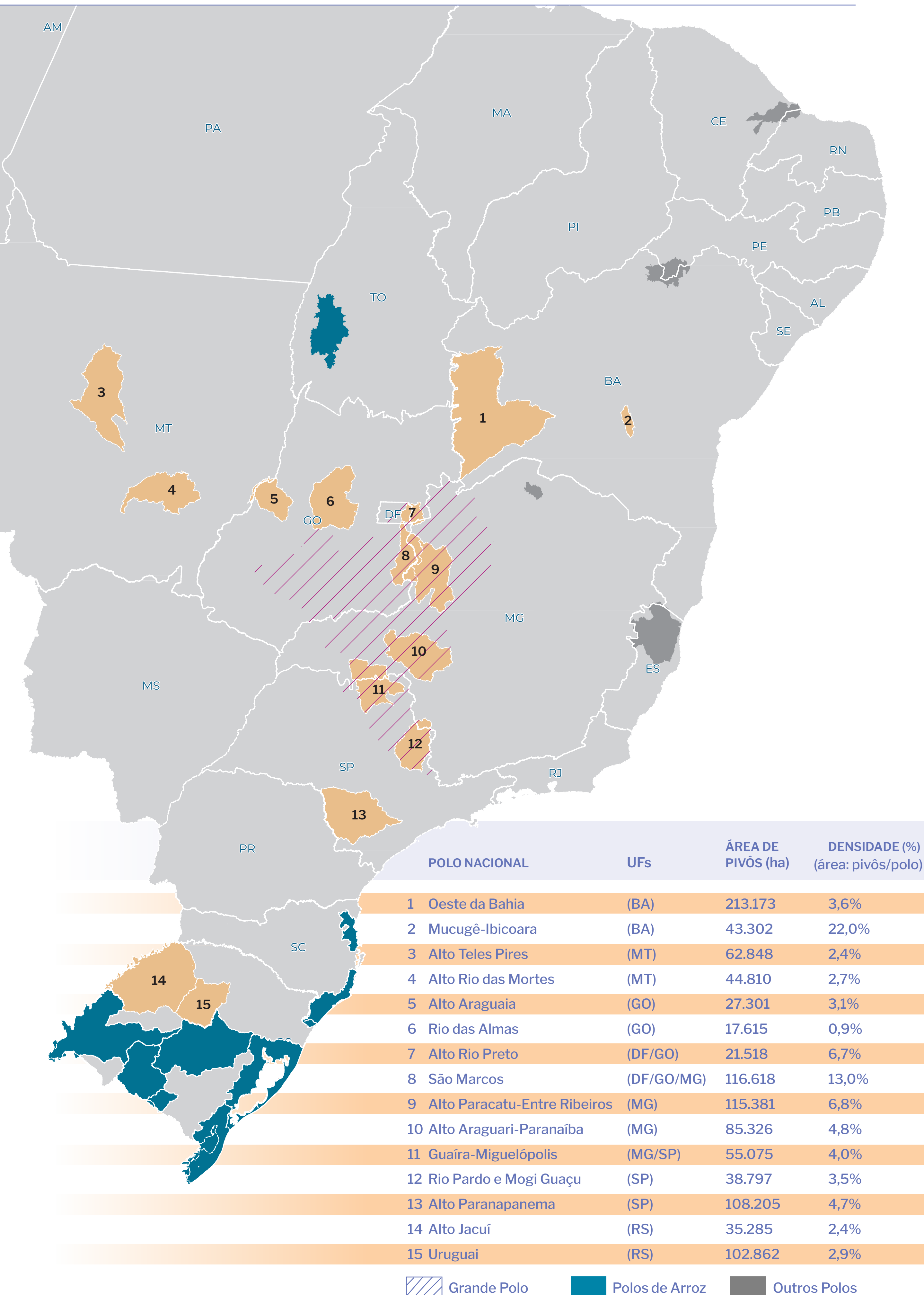
EVOLUÇÃO ÁREA EQUIPADA POR PIVÔS CENTRAIS NO BRASIL(ha)

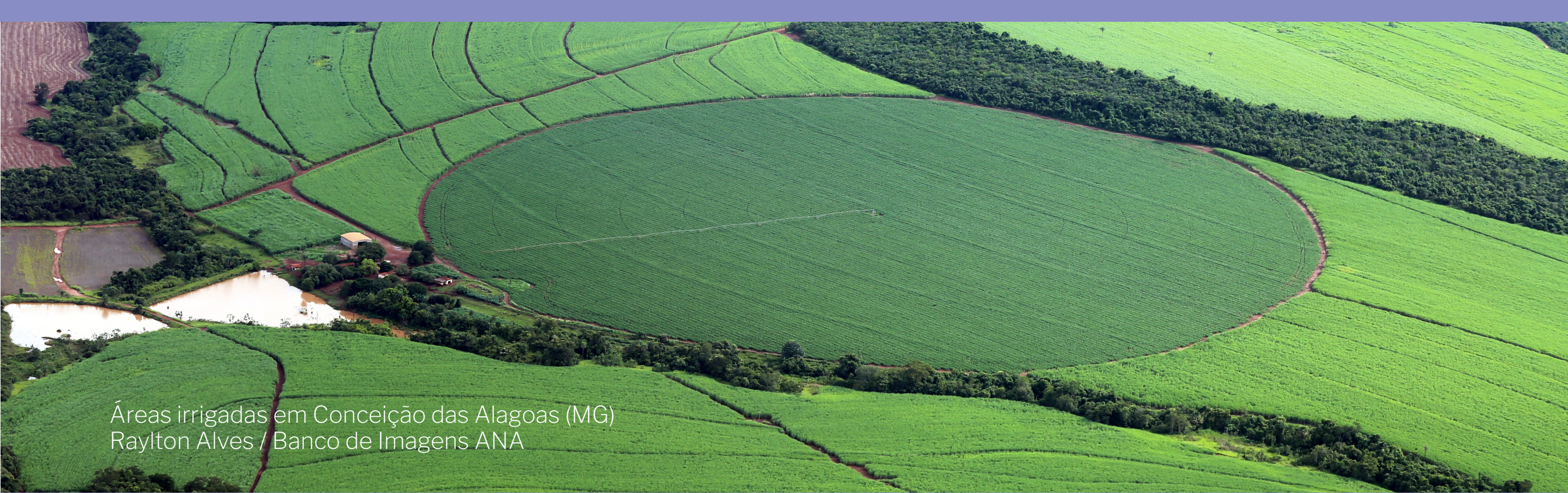


Da área equipada total de pivôs no Brasil, 57% (1,09 Mha) encontra-se nos 15 Polos Nacionais de Agricultura Irrigada em que a tipologia predominante é a dos pivôs centrais. A área identificada

como Grande Polo Nacional, que engloba seis Polos Nacionais e outras áreas vizinhas de expansão na região central do Brasil, concentra 39% (743,3 mil ha) da área equipada total em 2022.

POLOS NACIONAIS DE AGRICULTURA IRRIGADA





Áreas irrigadas em Conceição das Alagoas (MG)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

Como a maior parte dos pivôs no Brasil realiza safras com culturas temporárias/ anuais, sua melhor caracterização exige indicadores adicionais à área equipada propriamente dita. Por ter maior segurança hídrica durante todo o ano, o agricultor geralmente se planeja para fazer duas a três safras de grãos ou opta por uma cultura perene como o café ou semiperene como a cana-de-açúcar. Essa dinâmica, entretanto, é variável em função especialmente de aspectos ambientais, técnicos e econômicos.

A dinâmica agrícola dos pivôs foi obtida com o aprimoramento da metodologia do Atlas Irrigação 2021, baseada no trabalho de Bendini et al. (2019)³, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. Consiste em extrair métricas de curvas de EVI em uma grade de pontos (*pixels*) dentro de cada pivô, geradas a partir de séries temporais filtradas, preenchidas e suavizadas dos satélites de observação da constelação Sentinel.

As séries reproduzem a fenologia anual dos cultivos por meio de 54 observações regularmente espaçadas no tempo, de 8

em 8 dias, para os últimos três ano-safra (2019-2020, 2020-2021 e 2021-2022 (ano-safra de agosto a outubro do ano seguinte). Foram estabelecidas sete classes predominantes de dinâmica agrícola em pivôs, ilustradas a seguir.

Cerca de 1.700 pivôs foram amostrados por especialistas, em cada ano analisado, representando as classes predominantes na máscara de área equipada. Essas amostras alimentaram o algoritmo de classificação (*random forest*) para uma grade regular de pontos dentro de cada pivô mapeado – a classe final do pivô é dada pela classe predominante.

As séries densas de dados permitem extrair indicadores adicionais para cada pivô central, como datas de plantio/coleita e de máximo índice de vegetação e número de dias de cada ciclo.

▶ **EVI (Enhanced Vegetation Index)** - Índice de vegetação baseado em bandas de imagens. Varia de -1 a 1. Valores próximos a zero indicam baixa cobertura vegetal, e próximos a 1 alta cobertura.

▶ A classe **Indefinido** agrupa diversas situações em que os pontos dentro do pivô central não representam majoritariamente nenhuma das curvas típicas descritas. Pode representar áreas mal manejadas, excesso de ruídos nas imagens de satélite pela presença de nuvens, mudança de cultura temporária para permanente (ou vice-versa) dentro do ano-safra, presença de culturas não comerciais e rebrota intensiva, dentre outros padrões. Uma análise mais detalhada das amostras classificadas como indefinido revelou que, na maior parte dos casos, trata-se de áreas com cultivos diferentes (pivô com mais de uma cultura, simultaneamente) ou pivô plantado apenas parcialmente no ano-safra de referência.

▶ ³ Detailed agricultural land classification in the Brazilian cerrado based on phenological information from dense satellite image time series. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 82, 2019, ISSN 1569-8432.

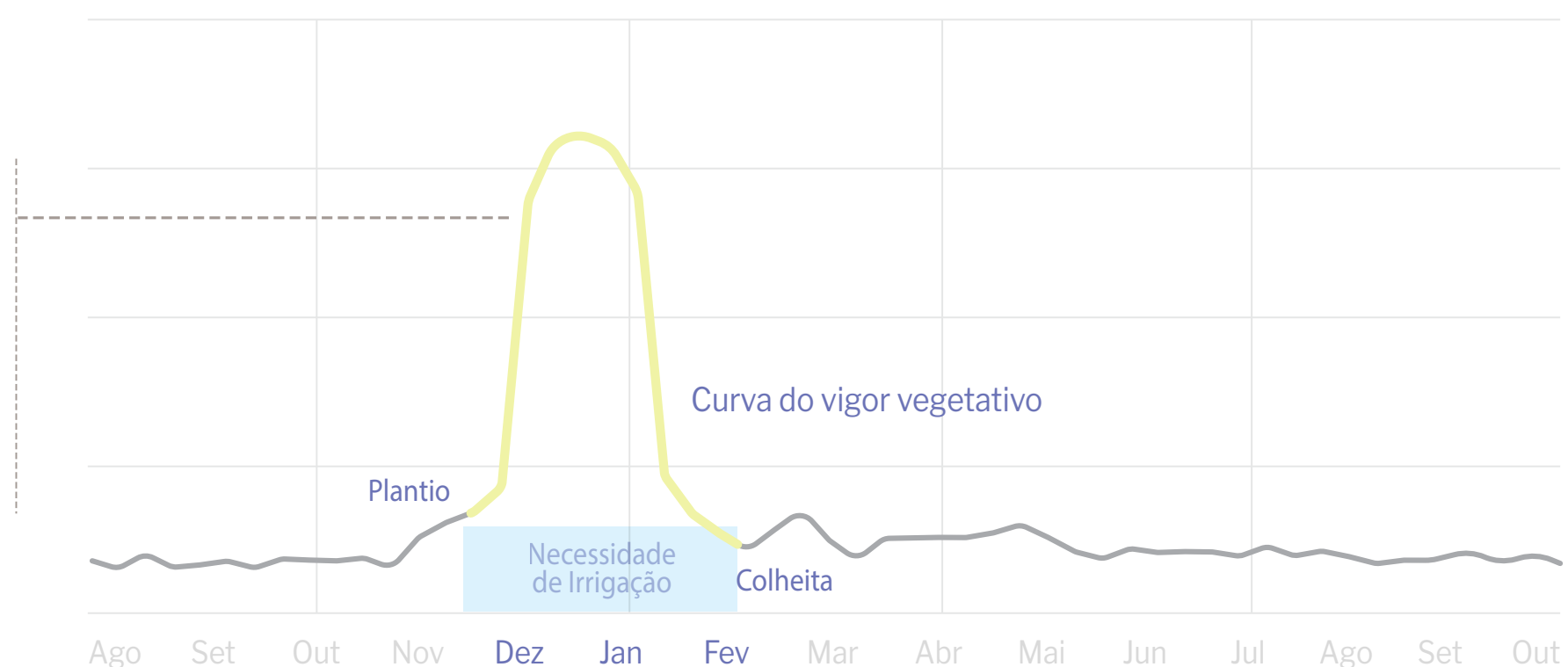


Pivô central na região do Alto Rio Paranapanema (SP)
Raylton Alves / Banco de Imagens ANA

CLASSES DE DINÂMICA AGRÍCOLA EM ÁREAS DE PIVÔS CENTRAIS

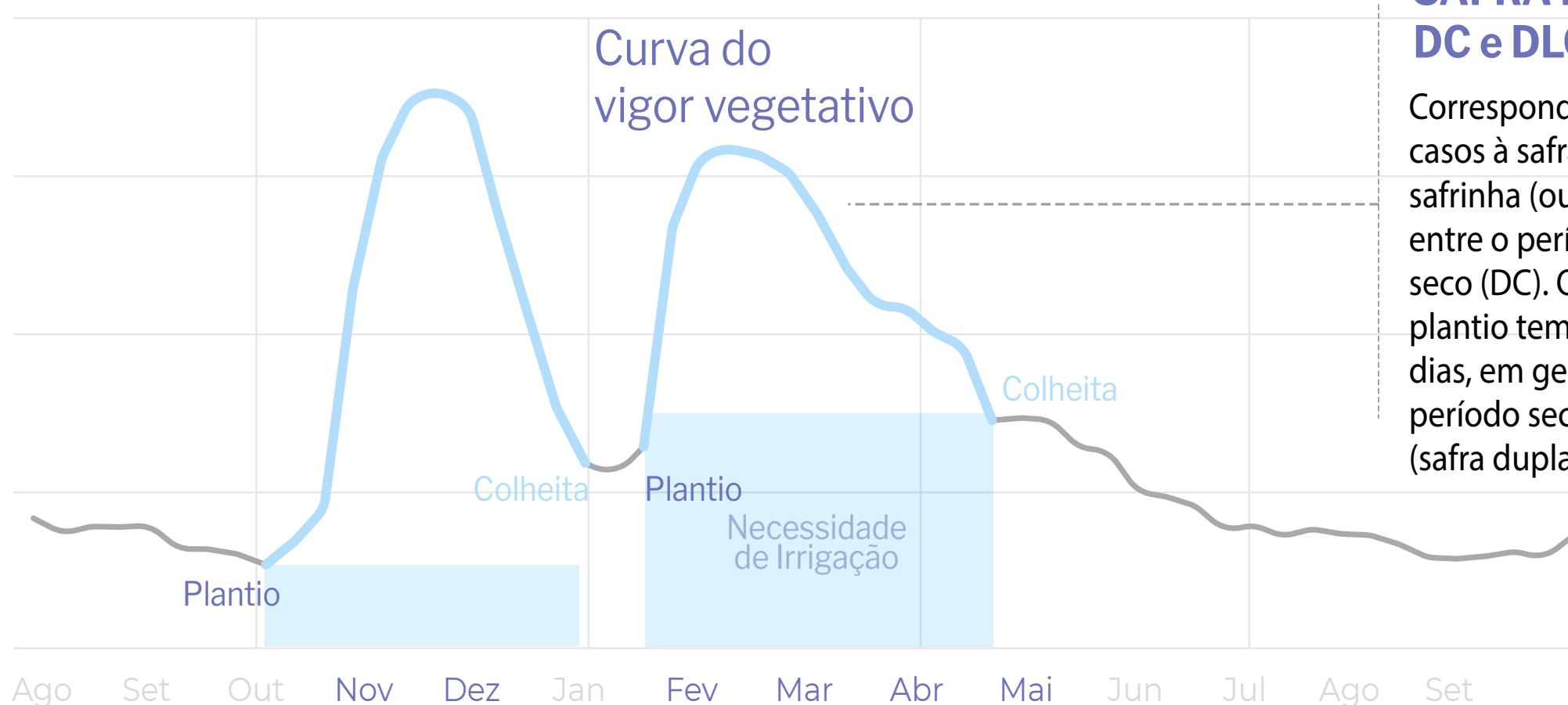
SAFRA ÚNICA - SC

Representativa de apenas um plantio/colheita (safra simples ou única), normalmente no verão, que é o período chuvoso da maior parte dos polos de pivôs centrais



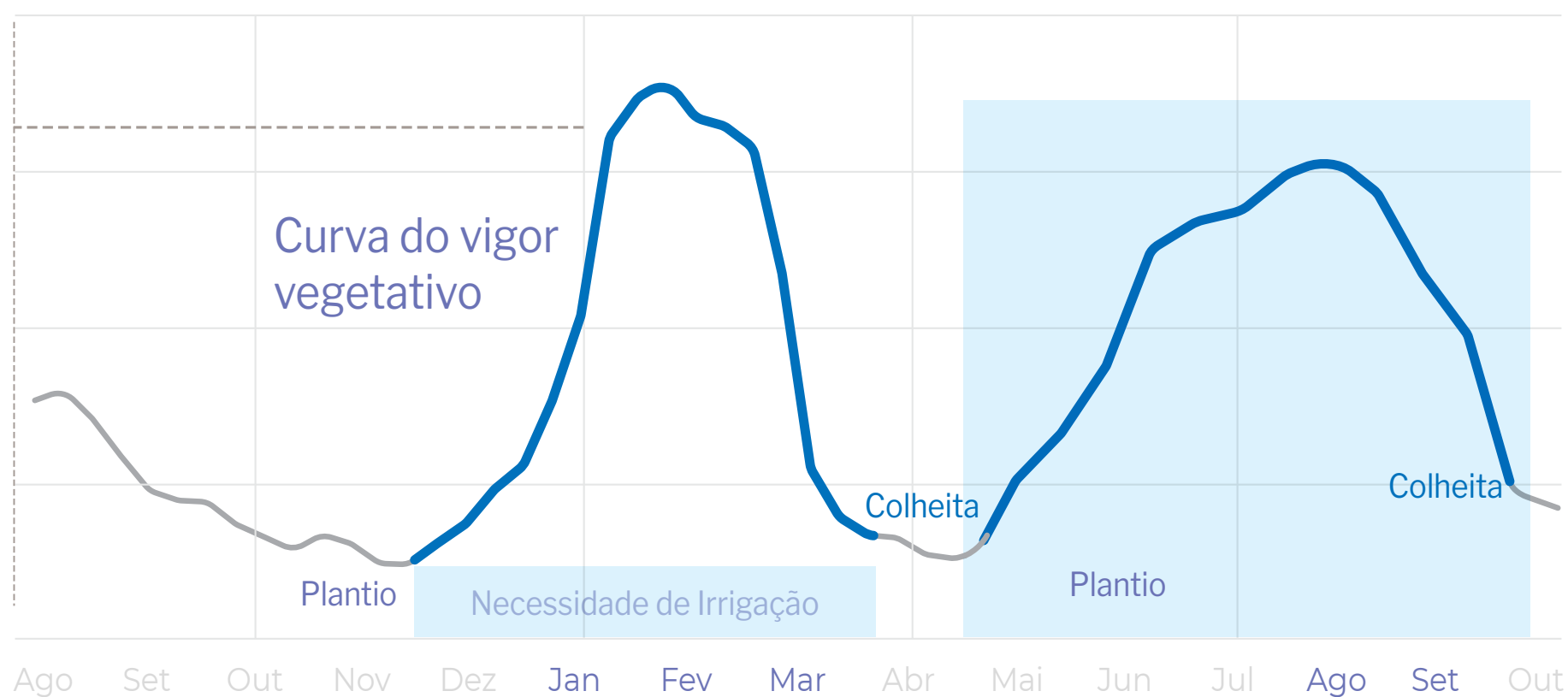
SAFRA DUPLA - DC e DLC

Correspondente na maior parte dos casos à safra de verão, seguida de safrinha (ou 2ª safra) na transição entre o período chuvoso e o período seco (DC). Quando o segundo plantio tem duração superior a 150 dias, em geral avançando mais no período seco, adota-se a classe DLC (safra dupla longa).



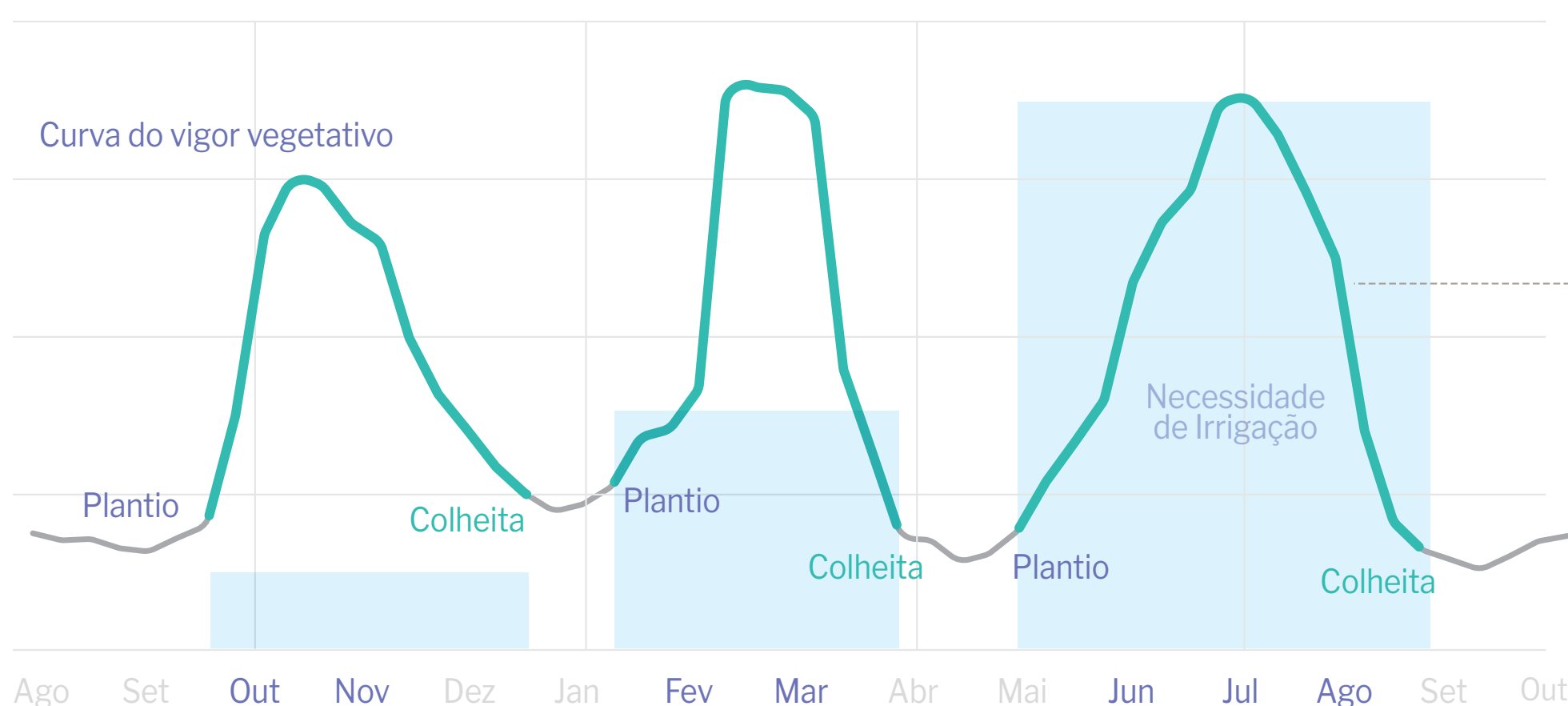
SAFRA DUPLA - WC (CICLO DE INVERNO)

Similar à safra dupla (DC), mas com o segundo plantio a partir de maio e com ciclo inferior a 150 dias. Ou seja, o 2º ciclo ocorre integralmente no período seco. O primeiro plantio ocorre em geral no verão (safra), mas pode ocorrer posteriormente (safrinha).



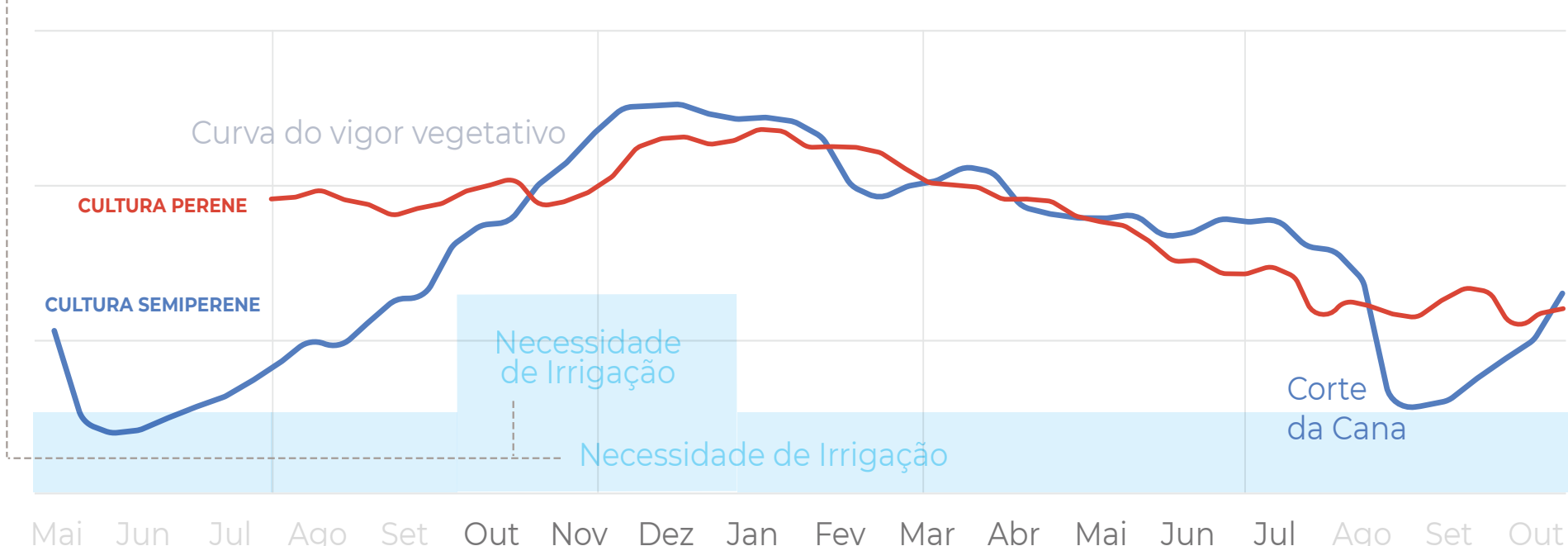
SAFRA TRIPLA - TC

Corresponde à safra de verão, seguida de safrinha (ou 2ª safra) na transição entre o período chuvoso e o período seco, seguida de uma terceira safra iniciando antes de agosto e terminando até novembro.



PERENE - P E SEMIPERENE - SP

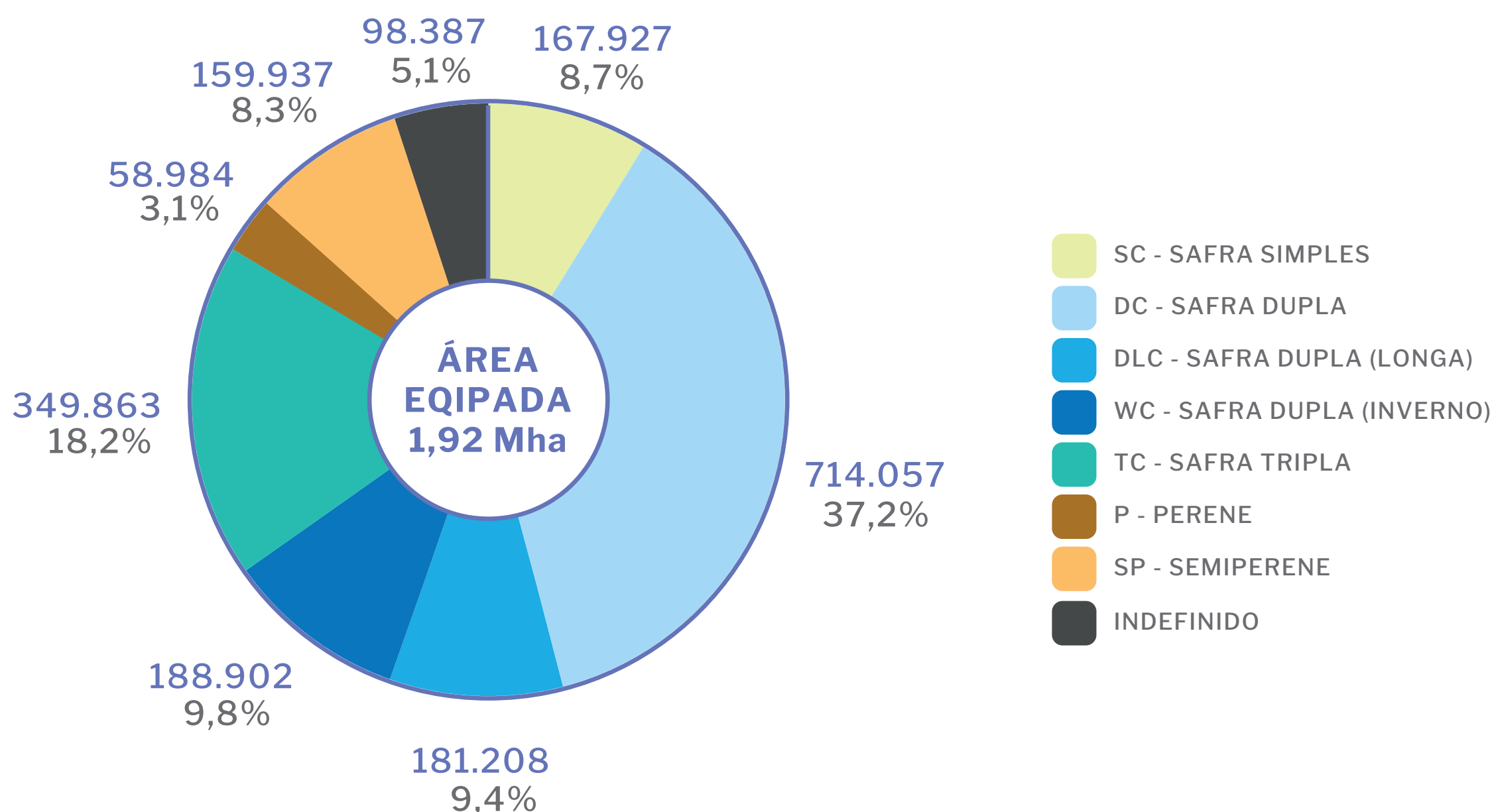
Padrões característicos de cultura perene (em geral café) e semiperene (em geral cana-de-açúcar). Em condições não usuais de manejo essas classes podem se confundir com maior frequência.



Dinâmica dos pivôs: na safra 2021-2022, os resultados indicam que 56,5% da área ocupada realiza safra dupla (DC, DLC ou WC), sendo 37,2% no padrão safra-safrinha (DC). A safra tripla ocorreu em 18,2% da área equipada e apenas 8,7% da área realizou safra simples ou única. Ou seja, a irrigação viabiliza mais safras e elas tendem a ocorrer mais no período chuvoso e de transição para o período seco, aumentando a segurança hídrica da produção. Embora a necessidade de irrigação e outros custos aumentem no período seco, não é irrisória a magnitude das áreas que realizam safras nesse período – principalmente as classes de safra tripla, dupla-inverno e perene, que totalizaram 30% da área equipada em 2021-2022.

so e de transição para o período seco, aumentando a segurança hídrica da produção. Embora a necessidade de irrigação e outros custos aumentem no período seco, não é irrisória a magnitude das áreas que realizam safras nesse período – principalmente as classes de safra tripla, dupla-inverno e perene, que totalizaram 30% da área equipada em 2021-2022.

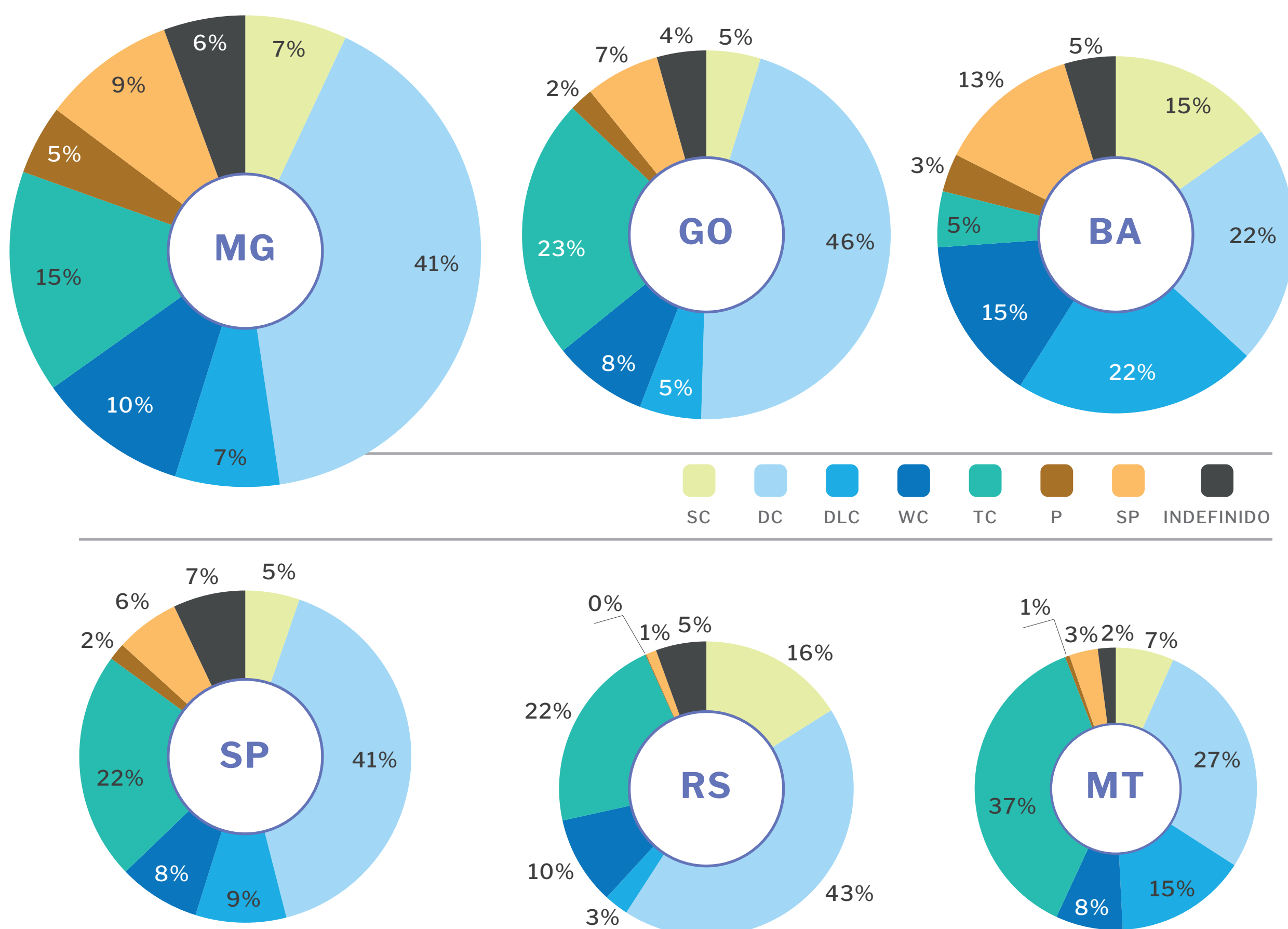
ÁREA POR CLASSE DE DINÂMICA (TOTAL E %) - SAFRA 2021 - 2022



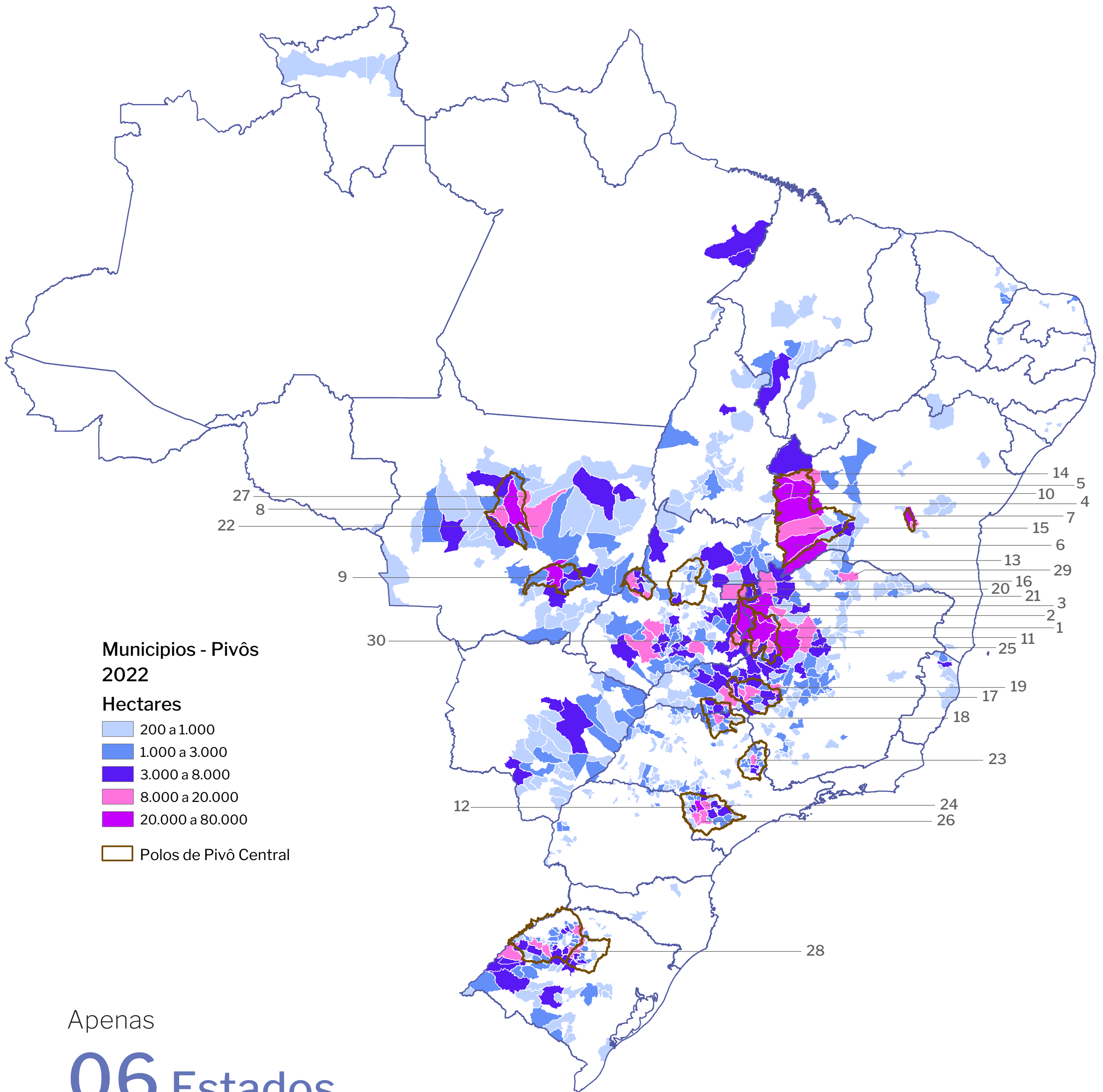
Nos principais Estados com pivôs centrais (que respondem por 92,5% da área), há padrões de dinâmica ajustados para cada realidade agrícola em relação à mediana nacional, como: na Bahia com a maior proporção de pivôs que só realizam uma safra (15%)

e de pivôs que realizam safra dupla-longa (22%, especialmente para algodão); no Mato Grosso com a maior proporção de pivôs que realizam safra tripla (37%); e a baixa ocorrência de culturas perenes e semi-perenes no Rio Grande do Sul (1,2%).

DINÂMICA DOS PIVÔS NOS ESTADOS - SAFRA 2021/2022



ÁREA EQUIPADA DE PIVÔS CENTRAIS POR MUNICÍPIO - 2022



Apenas

06 Estados

concentram

92,5% da

área de pivôs:
MG (29,2%), GO (16,3%),
BA (15,3%), SP (12,9%),
RS (10,2%) e MT (8,6%).

Os

30 maiores

municípios irrigantes de pivôs centrais concentram

41,2%

da área equipada

- todos encontram-se nos 06 Estados destacados anteriormente, à exceção do Distrito Federal.

	MUNICÍPIO	UF	Área de Pivôs (ha)
1	Paracatu	MG	79.943
2	Unaí	MG	72.758
3	Cristalina	GO	65.686
4	São Desidério	BA	56.567
5	Barreiras	BA	48.243
6	Jaborandi	BA	32.610
7	Mucugê	BA	31.859
8	Sorriso	MT	29.634
9	Primavera do Leste	MT	27.648
10	Luís Eduardo Magalhães	BA	23.664
11	João Pinheiro	MG	20.675
12	Itaí	SP	20.374
13	Cocos	BA	20.284
14	Riachão das Neves	BA	19.888
15	Correntina	BA	18.796
16	Jussara	GO	17.488
17	Perdizes	MG	16.992
18	Guaíra	SP	16.315
19	Rio Paranaíba	MG	16.136
20	Buritiz	MG	15.691
21	Brasília	DF	15.239
22	Nova Ubiratã	MT	15.051
23	Casa Branca	SP	14.834
24	Paranapanema	SP	14.669
25	Guarda-Mor	MG	14.403
26	Itapeva	SP	14.010
27	Vera	MT	13.766
28	Cruz Alta	RS	13.251
29	Jaíba	MG	12.269
30	Campo Alegre de Goiás	GO	12.168

No recorte dos 15 Polos Nacionais de Pivôs Centrais, observa-se igualmente diferentes padrões ajustados à dinâmica agrícola regional. As três classes de safra dupla são mais expressivas na maior parte dos polos, com destaque aos polos São Marcos (GO) e Oeste da Bahia onde superam 70% da área equipada. A safra tripla é destaque nos polos Alto Teles Pires (MT) e Alto Araguaia (GO), alcançan-

do, respectivamente, 48% e 41% da área equipada. Em Mucugê-Ibicoara (BA), as classes safra simples e semiperene são proporcionalmente maiores do que nos demais polos. A área de cultivo semiperene também se destaca onde o cultivo na cana irrigada é maior, como são os casos dos polos de Rio das Almas (GO), Paracatu e Entre-Ribeiros (MG) e Guairá-Miguelópolis (MG/SP).

DINÂMICA DOS PIVÔS CENTRAIS NOS POLOS DE PIVÔS - SAFRA 2021/2022

Polo	SC	DC	DLC	WC	TC	P	SP	Indefinido
OESTE DA BAHIA (BA)	27.328	55.576	57.659	36.119	12.149	7.757	6.913	9.673
MUCUGÊ-IBICOARA (BA)	9.833	1.804	1.422	1.964	554	489	25.210	2.027
ALTO TELES PIRES (MT)	2.745	14.264	7.287	6.422	30.091	13	407	1.619
ALTO RIO DAS MORTES (MT)	1.370	17.444	13.255	101	11.085	115	953	488
ALTO ARAGUAIA (GO)	1.492	6.212	1.390	5.827	11.079		214	1.087
RIO DAS ALMAS (GO)	1.048	4.185	369	1.748	4.762	509	4.167	827
ALTO RIO PRETO (DF/GO)	486	10.162	1.214	3.099	5.649	267	65	577
SÃO MARCOS (DF/GO/MG)	2.466	65.737	8.807	9.984	17.329	5.157	1.138	6.001
ALTO PARACATU-ENTRE RIBEIROS (MG)	3.617	44.917	4.664	15.417	20.761	2.024	18.646	5.335
ALTO ARAGUARI-PARANAÍBA (MG)	13.030	36.585	6.733	12.468	7.092	696	2.007	6.714
GUAÍRA-MIGUELÓPOLIS (MG/SP)	1.898	22.668	1.294	1.092	17.329	632	6.635	3.526
RIO PARDO E MOGI GUAÇU (SP)	1.698	15.592	3.306	6.518	5.955	529	1.450	3.749
ALTO PARANAPANEMA (SP)	5.740	46.217	13.826	7.459	26.321	632	1.234	6.776
ALTO JACUÍ (RS)	4.982	15.189	1.107	3.328	8.668	13	18	1.979
URUGUAI (RS)	12.557	50.544	2.842	6.672	25.644		392	4.212

Considerando a dinâmica agrícola da safra 2021/2022, os pivôs com safra temporária realizaram 2,1 safras (plantios/colheitas) no ano-safra. Considerando todas as classes, a área equipada de 1,92 milhões de hectares representou uma área colhida/plantada de 3,7 milhões de hectares na safra 2021/22.



Acesse no Portal do SNIRH o mapa interativo, notas técnicas e outros dados detalhados sobre o mapeamento de pivôs centrais e a dinâmica agrícola associada.



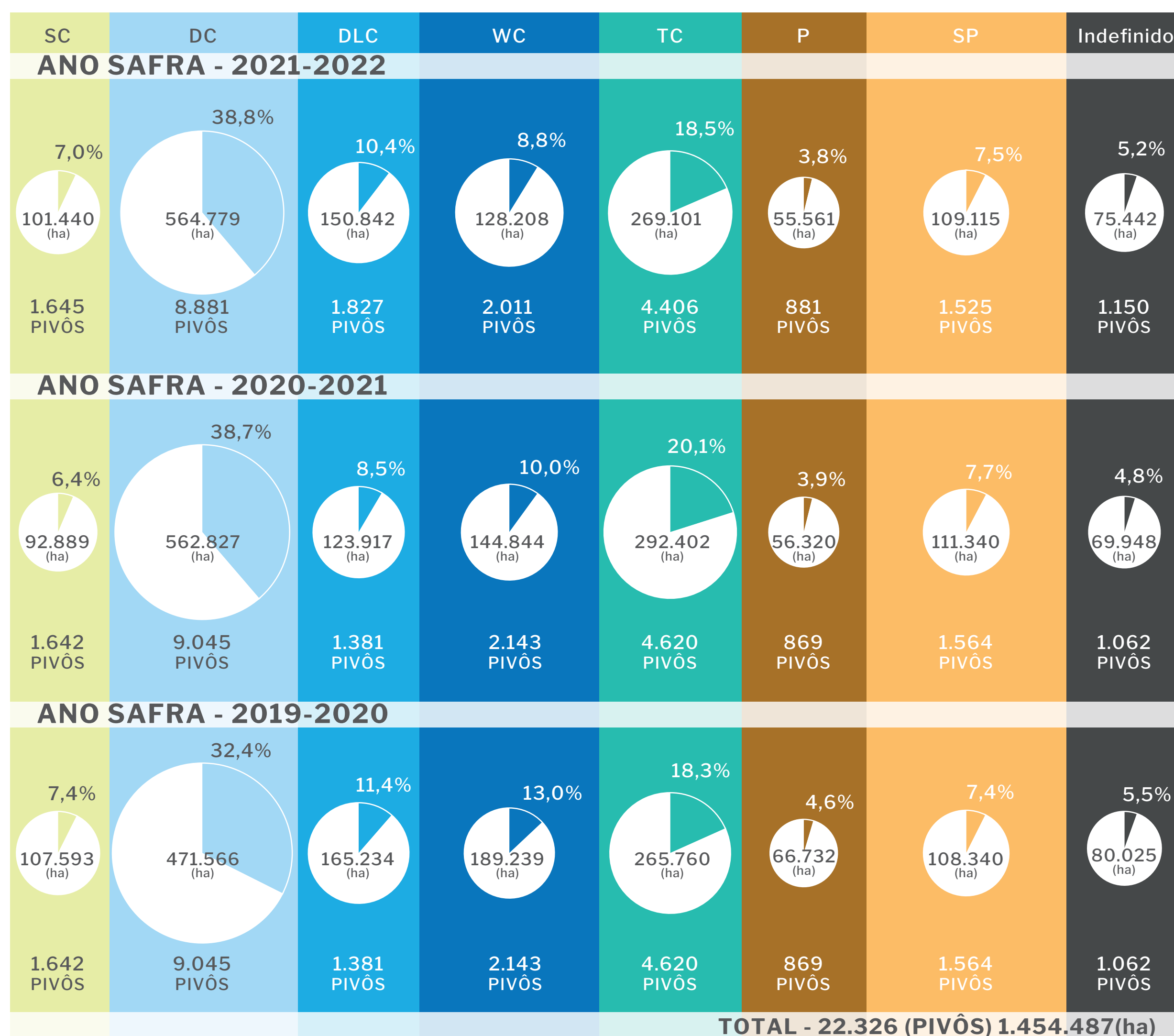
Dinâmica 2019-2022: considerando os pivôs centrais que existem tanto no mapeamento de 2019 quanto no de 2022 (22,3 mil pontos-pivôs e 1,45 Mha), a dinâmica agrícola apresenta variações nos três últimos anos-safra.

A safra 2020-2021, período de pandemia de Covid-19, apresentou a menor proporção de pivôs que realizaram safra única (6,4%) e a maior proporção de pivôs com

safra tripla (20,1%). Nas últimas três safras, 37% da área de pivôs realizou ao menos uma safra tripla, intercalada geralmente por safra(s) dupla(s); e 10% da área realizou safra dupla (DC) nos três anos.

O método proposto resulta na classificação da dinâmica para cada pivô e ano, permitindo análises mais detalhadas a partir dos materiais disponíveis nos portais do SNIRH e de Metadados da ANA.

DINÂMICA AGRÍCOLA DOS PIVÔS NO BRASIL NOS ÚLTIMOS TRÊS ANOS-SAFRA



Conclusões: os mapeamentos de áreas irrigadas no Brasil são essenciais para prover o sistema de gestão de recursos hídricos com evidências para tomadas de decisão. A conversão de áreas em demanda por água ganha relevante precisão quando são agregados indicadores adicionais de dinâmica agrícola, como o número de colheitas, a duração de cada ciclo e as datas de plantio/colheita.

Frente às mudanças do clima, a irrigação tende a ser impactada pelo aumento potencial da necessidade de irrigar, mas é ao mesmo tempo uma importante medida mitigadora e de adaptação. Com um dos maiores potenciais de expansão do mundo, o Brasil segue com o desafio de monitorar a agricultura irrigada e orientar a sua expansão com segurança hídrica, de forma competitiva e sustentável.



Veja mais em SNIRH (<https://www.snirh.gov.br/> > Usos da Água)