

CAPÍTULO 16

Atlas da Agricultura Irrigada no Cerrado

Diego Bispo dos Santos Farias

Lineu Neiva Rodrigues

Edson Eyji Sano

Ivo Augusto Lopes Magalhães



Fotos: Lineu Rodrigues (da esquerda para a direita - 1 e 2); Cristiano Del Nero (da esquerda para a direita - 3); Fernando Tangerino (da esquerda para direita - 4); Paulo Lanzetta (primeiro plano).

16.1 Introdução

Ao longo do tempo, o uso da irrigação passou por vários processos de desenvolvimento e hoje é uma tecnologia indispensável em qualquer estratégia ou política de estado que vise a segurança alimentar e o combate à fome e à pobreza. Embora tenha se verificado, na última década, um aumento progressivo na produção de alimentos, esse crescimento deverá ainda ser maior para suprir o aumento de demanda previsto para uma população que, em 2050, será de aproximadamente 10 bilhões de habitantes (FAO, 2017; United Nations, 2017; Ramankutty et al., 2018).

O Brasil se sobressai como produtor e exportador de várias commodities agrícolas. É um dos maiores produtores mundiais de alimento, respondendo por 7,3% das exportações agrícolas mundiais (FAO, 2014; Allen; Valdes, 2016; Meade et al., 2016). O Cerrado, que ocupa cerca de 24% do território brasileiro, é responsável por cerca de 70% da produção nacional de grãos e carne bovina (Klink, 2014; Silva et al., 2015), podendo ajudar a suprir parte do aumento da demanda de alimentos projetada.

A produção de alimentos na região do Cerrado, entretanto, está cada vez mais dependente da irrigação, que se apresenta como o melhor seguro agrícola para o produtor. Por outro lado, a irrigação é a principal usuária de recursos hídricos e seu crescimento, se não for bem planejado, poderá contribuir para aumentar as disputas pelo uso de recursos hídricos em regiões onde a disponibilidade hídrica já se encontra comprometida.

A energia é outro aspecto a ser destacado quando se planeja o desenvolvimento da agricultura irrigada. Embora a irrigação não demande tanta energia como os setores industriais e urbanos, a disponibilidade de energia é crucial para o seu desenvolvimento. Além disso, em geral, o seu desenvolvimento demanda energia em áreas mais remotas, afastadas dos grandes centros (Rodrigues et al., 2017).

Os cenários indicativos das tendências de crescimento da irrigação devem fazer parte dos planos de segurança hídrica e energética do País. A sustentabilidade nas atividades da agricultura irrigada e, conseqüentemente, na produção de alimentos, depende de segurança hídrica, que, por sua vez, depende de uma gestão efetiva dos recursos hídricos para ser alcançada.

No ambiente rural, agricultura e desenvolvimento sustentável têm que ser vistos de forma integrada considerando o equilíbrio entre oferta e demanda de água e energia. Produzir alimento, considerando todas as incertezas, exigirá gestores cada vez mais atentos aos processos: legais/institucionais, hídricos e energéticos. Nesse contexto, informações qualificadas e sistematizadas são fundamentais para o planejamento, pois subsidiam a tomada de decisão, favorecendo um crescimento organizado e sustentado da irrigação.

16.2 Uso da água na agricultura irrigada

A água é fundamental para a produção de alimentos. Estima-se que cada caloria de alimento produzido pela planta requer, em média, cerca de um litro de água. Na Figura 16.1, apresentam-se os valores médios de uso de água no mundo, bem como nos países desenvolvidos e em desenvolvimento (World Water Week Looks "Beyond the River", 2006). Analisando a Figura 16.1, nota-se que, da quantidade total de água que é retirada para algum uso, 70% é utilizado para fins agrícola. Nos países em desenvolvimento, o uso agrícola representa 59% do total e 82% nos países em desenvolvimento.

No Brasil, a porcentagem média de uso de água, em relação ao total de retiradas, é de aproximadamente 50% para irrigação, 16% para indústria e 26% para abastecimento humano (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). Entretanto, esses valores variam temporalmente e espacialmente, refletindo as diferenças nos padrões climáticos e socioeconômicos entre os estados (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico, 2015).

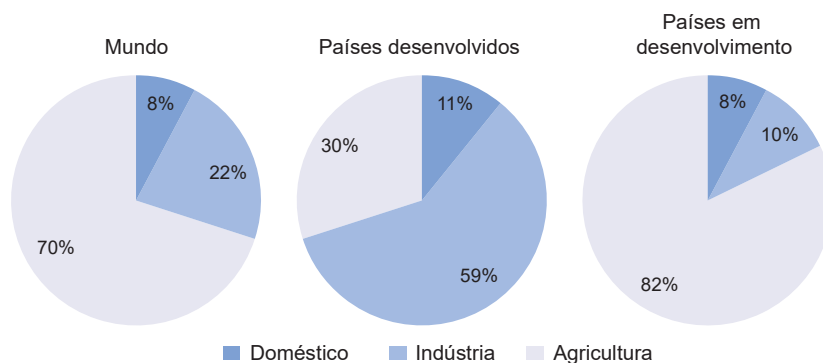


Figura 16.1. Uso da água por setor doméstico, industrial e agrícola no mundo, nos países desenvolvidos e nos países em desenvolvimento.

Fonte: Adaptado de World Water Week Looks "Beyond the River" (2006).

O percentual de uso referente à agricultura irrigada é significativo, mas, em valor absoluto, comparado com a vazão média natural de longo período, é muito pequeno, representando apenas 0,47%. Isso indica que os recursos hídricos são pouco utilizados no Brasil. Para a gestão de recursos hídricos, entretanto, a retirada de água para fins de irrigação é um componente importante do balanço hídrico e, por isso, deve ser contabilizada e considerada nos planos de bacias hidrográficas (Rodrigues; Domingues, 2017).

Analisando o uso de água para irrigação no Brasil, observou-se, em 2019, uma vazão retirada de $965 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, equivalente a $30,4 \times 109 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$. A cultura do arroz irrigado, por exemplo, foi responsável por aproximadamente 38% das retiradas de água (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). Vale ressaltar que as técnicas de manejo adotadas pelos produtores influenciam na sazonalidade do uso da água, como é o caso, por exemplo, dos períodos em que não se pode cultivar soja devido ao vazio sanitário imposto pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (Mapa) para controlar a ferrugem asiática.

16.3 Área irrigada e área com potencial para crescimento da irrigação

De acordo com FAO (2019), mais de 340 milhões de hectares foram equipados para irrigação em todo o mundo. Em 2019, os países com as maiores áreas irrigadas foram a China e a Índia, representando, respectivamente, 22,1 e 20,7% da área total irrigada no mundo (Figura 16.2). Em todo o mundo, estima-se que apenas 20% de todas as terras cultivadas sejam irrigadas e, ainda assim, produzem 40% de todos os alimentos.

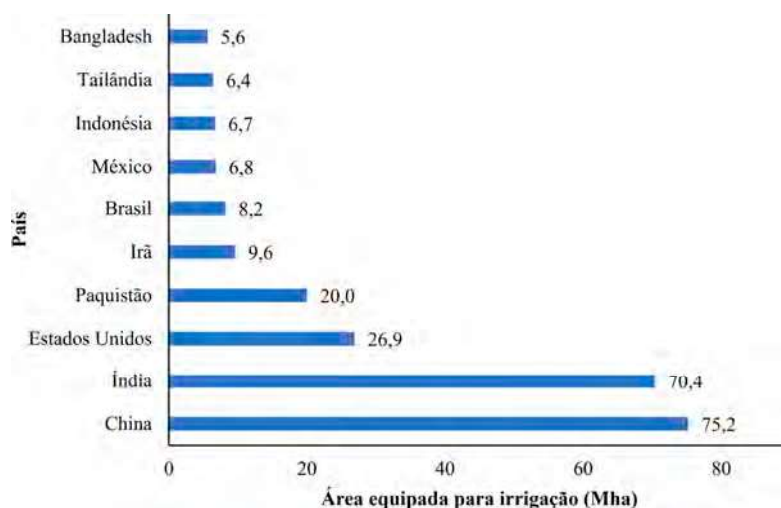


Figura 16.2. Dez países com as maiores áreas equipadas para irrigação no mundo.

Fonte: Adaptado de FAO (2019).

Segundo informação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), em 2021, o Brasil possuía uma área irrigada de cerca de 8,2 milhões de hectares, correspondendo a 2,41% da área mundial equipada para irrigação (Figura 16.2). Com essa área, o Brasil ocupava,

naquele ano, a sexta posição entre os dez países de maior área equipada para irrigação. Fazendo um comparativo, o Paquistão, nesse mesmo ano, possuía 36,6 milhões de hectares plantados e 54,6% dessas áreas eram equipadas para irrigação, enquanto o Brasil possuía o equivalente a 45,8% a mais de área plantada e apenas 15,4% dessas áreas eram equipadas para irrigação (FAO, 2019; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021).

O levantamento realizado pela Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (Abimaq), em 2020, indicou um crescimento de 249.225 ha na área irrigada, em relação a 2019. Com base nesse levantamento, o Brasil, em 2020, possuía uma área irrigada equivalente a 6,5 milhões de hectares, valor 20,7% menor que o valor obtido apresentado pela ANA (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). No comparativo entre os anos de 2019 e 2020, o crescimento da área irrigada foi de 19,0%, segundo dados da Abimaq.

Na Figura 16.3, apresentam-se os valores de áreas irrigadas para cada estado da Federação (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). O valor de 8,2 milhões de hectares irrigados correspondia a 9,8% da área plantada em 2020 (IBGE, 2020). São Paulo foi o estado com maior área irrigada, irrigando aproximadamente 27% da área plantada (2,4 milhões de hectares) (IBGE, 2020). Os estados de Minas Gerais e Rio Grande do Sul ocuparam a segunda e terceira posição, respectivamente, no ranking de maiores áreas irrigadas no Brasil, com 1,14 milhões de hectares e 1,13 milhões de hectares (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021), representando 19,5% e 11,8% das áreas plantadas nesses estados, respectivamente (IBGE, 2020).

Na Figura 16.4, apresenta-se a evolução da área irrigada no Brasil a partir de 1991. Observou-se um incremento de área equivalente a 5,5 milhões de hectares entre 1991 a 2019. O relatório da ANA indica um crescimento na área irrigada de aproximadamente 4,2 milhões de hectares até 2040, o que corresponde a um aumento de 79% (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). Considera-se esta estimativa de crescimento muito conservadora frente ao potencial do país.

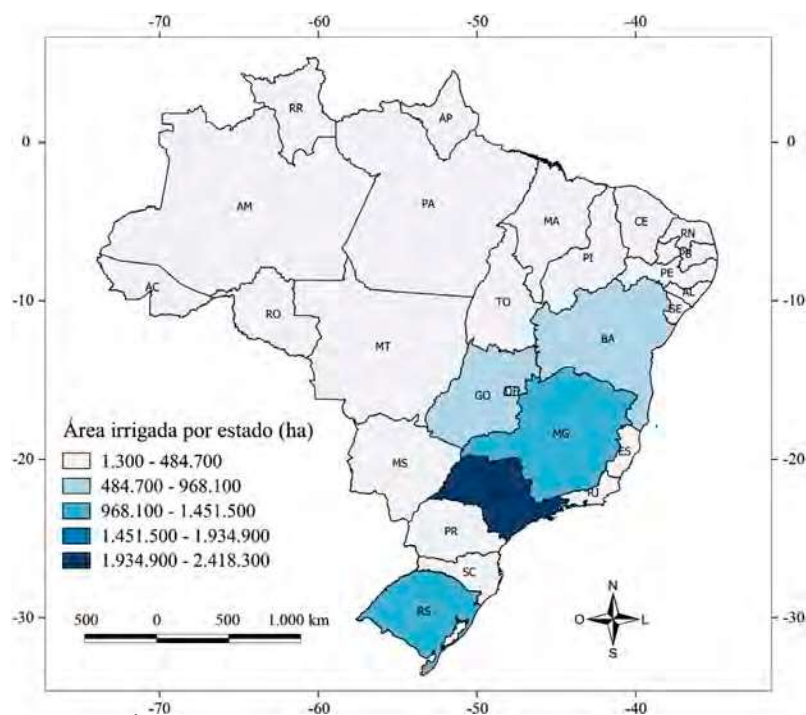


Figura 16.3. Área irrigada por estados brasileiros em 2021.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Água (2021).

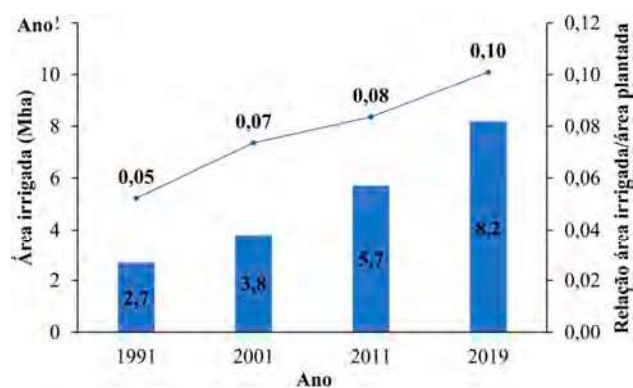


Figura 16.4. Evolução da área irrigada no Brasil no período 1991–2019.

Fonte: Adaptado de FAO (2019).

É notório o crescente desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil. Vale ressaltar que esse crescimento também é impulsionado pelo surgimento de novas fronteiras agrícolas, como, por exemplo, a região do Matopiba, que possui a maior parte da sua extensão localizada dentro do bioma Cerrado. O Cerrado é responsável por 2,3 milhões de hectares irrigados no Brasil (Figura 16.5).

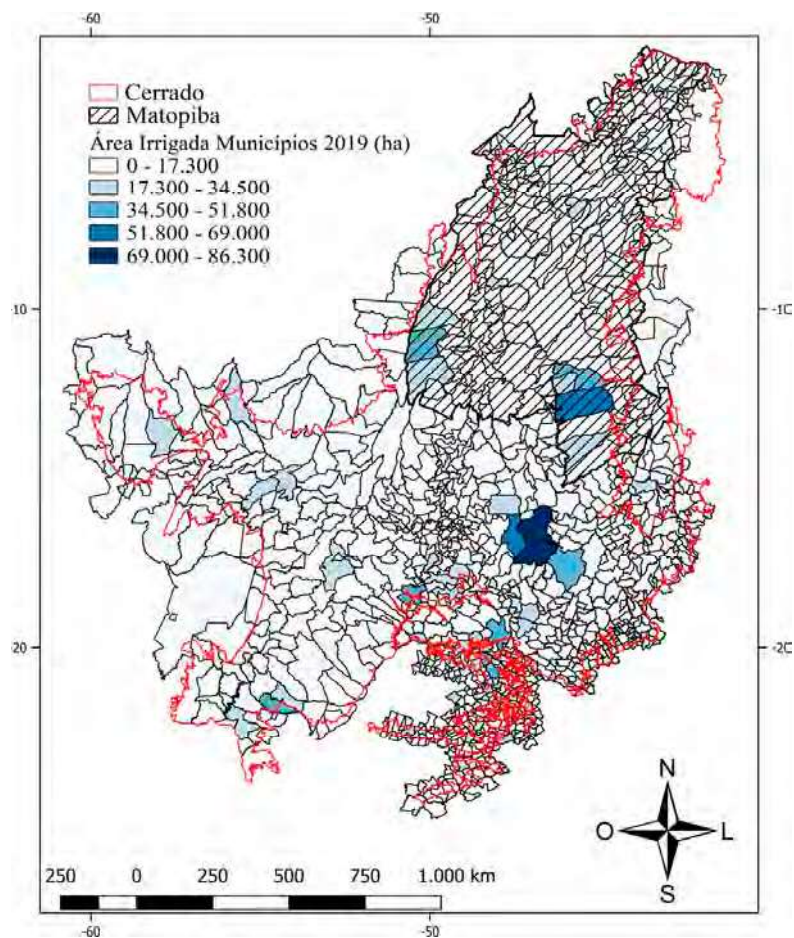


Figura 16.5. Área irrigada em municípios que se localizam totalmente ou parcialmente no bioma Cerrado, com destaque para a região do Matopiba.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2021) e Embrapa (2022).

A agricultura irrigada no Cerrado representa 64% da irrigação praticada no Brasil (Brasil, 2014), concentrando 80% dos pivôs centrais do país (Althoff; Rodrigues, 2019). Segundo esses autores, a região, de 2000 a 2017, apresentou um crescimento médio de área irrigada de 43 mil hectares por ano. Já no período de 2010 a 2017, a região apresentou um crescimento equivalente a 56 mil hectares por ano. Utilizando esse último valor como referência, observa-se que a área irrigada na região atingirá 3 milhões de hectares por volta de 2050.

Considerando as informações apresentadas no Atlas de Irrigação (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021), observa-se que, dos 4,1 milhões de hectares irrigados no Cerrado, os métodos de irrigação predominantes foram aspersão – outros (14%), aspersão – pivôs centrais (29%), localizada (19%), superficial (4%) e outros sem predominância (34%) (Figura 16.6). O pivô central foi o sistema de irrigação que mais cresceu na região do Cerrado, sendo responsável por aproximadamente 40% do total do aumento anual dos sistemas de irrigação nas últimas duas décadas (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021). Essa expansão deve-se principalmente ao seu grau de automação, uniformidade de aplicação de água e facilidade de operação, além das condições ambientais favoráveis do Cerrado.

O estudo apresentado no Atlas de Irrigação (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021) mostrou que a área potencial de expansão da agricultura irrigada no Brasil é de aproximadamente 55,85 milhões de hectares. Cerca de 95,6% desse potencial de expansão deve ocorrer em áreas de sequeiro e em áreas de pastagens potencialmente irrigáveis. Esse mesmo estudo indicou que o Brasil possui potencial efetivo, isto é, áreas em condições mais favoráveis de desenvolvimento da agricultura irrigada, de 13,7 milhões de hectares, com 45% desse potencial localizado no Centro-Oeste, especialmente em Mato Grosso e Goiás e em maior parte no bioma Cerrado (Figura 16.7A).

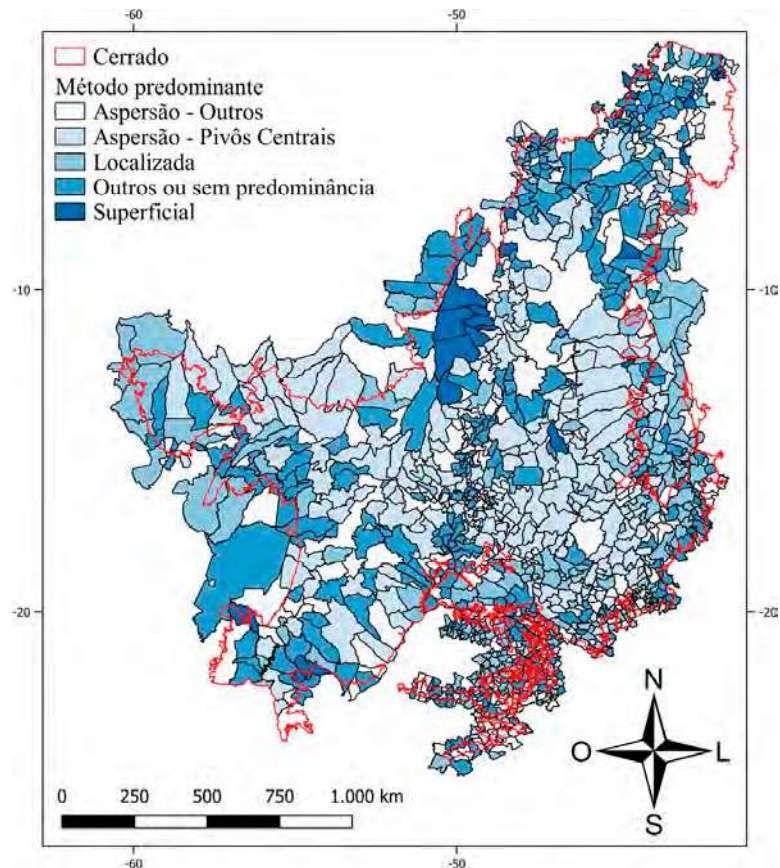


Figura 16.6. Métodos de irrigação predominantes na região do Cerrado brasileiro.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2021).

A área irrigada atual e o potencial efetivo de irrigação do Brasil são apresentados na Figura 16.7B. O potencial efetivo leva em consideração as características do solo-relevo e a infraestrutura (energia, transporte rodoviário e ferroviário e capacidade de armazenamento de produtos agrícolas). Esse indicador explicita, de forma mais precisa, as potencialidades de curto e médio prazo de crescimento da irrigação

no território brasileiro e correspondem às áreas de intensificação sobre agricultura de sequeiro e que apresentam aptidão de solo-relevo média ou alta.

O potencial de expansão de áreas irrigadas (total e efetivo) apresentado no Atlas de Irrigação (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021) deve ser analisado com cautela para que o desenvolvimento da agricultura irrigada na região não seja limitado. Essa informação é útil para fins de planejamento geral, zoneamentos e monitoramento do setor. No entanto, particularidades locais, expansão da infraestrutura e obras de infraestrutura hídrica podem alterar a estimativa de área adicional irrigável, especialmente quando a oferta de água é aumentada devido a transferências de outras bacias ou diminuída com a instalação de outros usos ou com a revisão de bases de dados de oferta de água.

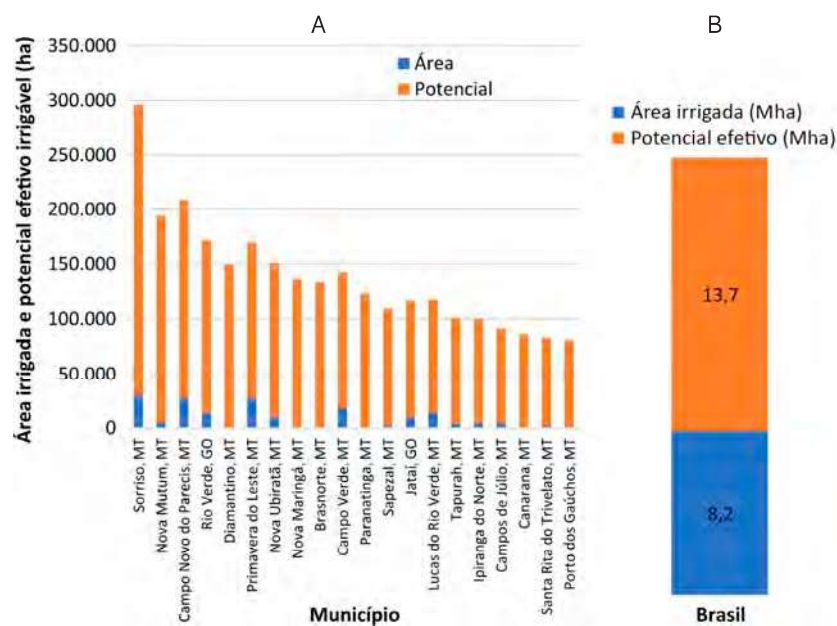


Figura 16.7. Área irrigada e potencial efetivo de irrigação dos vinte municípios brasileiros com maior potencial (A) e no Brasil (B).

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2021).

Analisando os dados apresentados no Atlas de Irrigação (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021) para municípios que compõem ou estão inseridos em partes no Cerrado (Figura 16.8), observa-se um potencial efetivo de expansão da área irrigada de 7,3 milhões de hectares, o que equivale a 3,6% da área total do Cerrado (204,5 milhões de hectares).

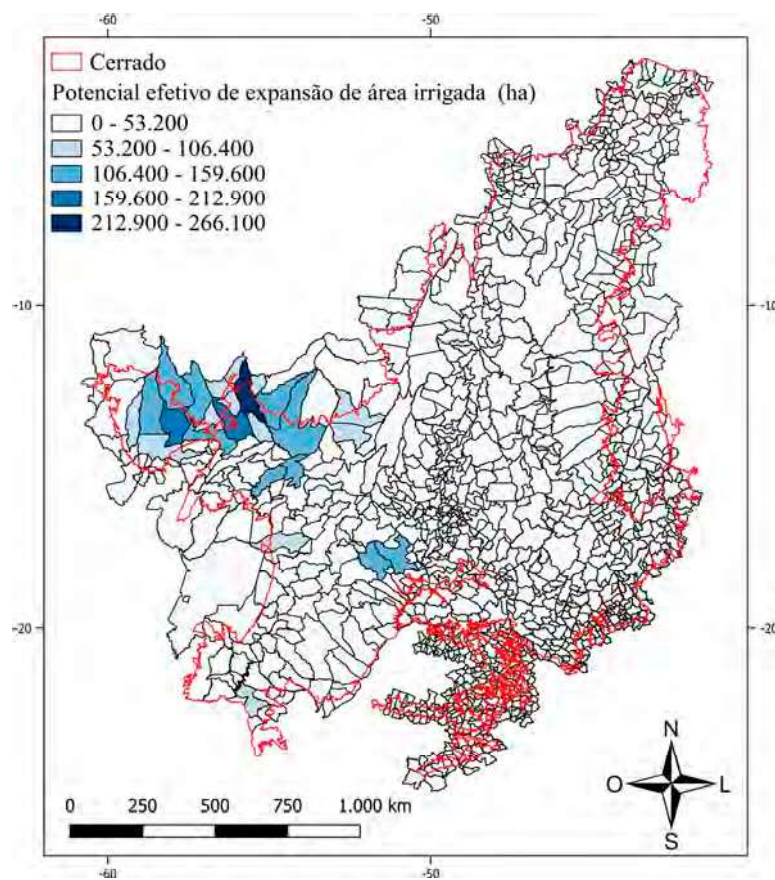


Figura 16.8. Potencial efetivo de expansão e área irrigada na região do Cerrado.
Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas (2021).

Na Figura 16.9, apresenta-se (porcentagem em relação a área irrigada total) a área irrigada atual e a área potencial efetiva de crescimento para cada unidade da federação. A porcentagem da área irrigada atual, por exemplo, foi calculada pela relação entre área irrigada atual e a irrigação total (irrigação atual + potencial efetivo).

Na Figura 16.9, observa-se que os estados do Acre, Amapá, Amazonas e Roraima, no cenário atual, não possuem potencial efetivo para aumento de área irrigada. O Mato Grosso, por sua vez, é o estado que possui maior potencial de incremento de área irrigada, podendo chegar a aproximadamente 4 milhões de hectares irrigados, cerca de 94,7% do total (área irrigada + área potencial). Nota-se, com base nessa informação, que o estado do Mato Grosso irriga pouco em relação ao seu potencial efetivo.

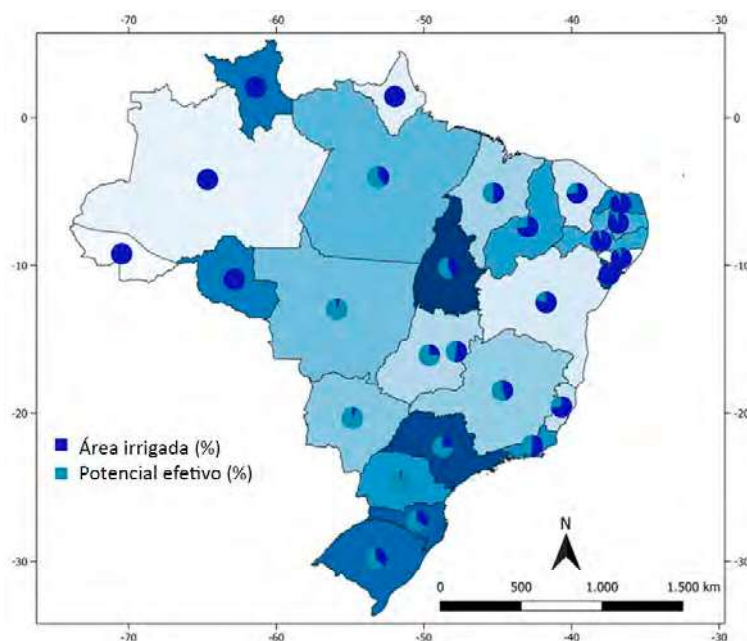


Figura 16.9. Área irrigada atual (%) e potencial efetivo de crescimento da área irrigada (%) nas unidades da federação.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2021.

Os estados do Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás, São Paulo e Minas Gerais, com potencial de crescimento da irrigação acima de 1 milhão de hectares, apresentam porcentagens de crescimento iguais a 96,8, 62,7, 76,1, 75 e 55% do total. Os estados de Sergipe, Bahia, Alagoas, Acre, Amapá, Amazonas, Roraima, Rondônia, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba, Ceará, Espírito Santo e Piauí possuem potencial efetivo de incremento de área irrigada abaixo de 30%. Os demais estados possuem potencial que varia de 47 a 97%.

16.4 Áreas irrigadas por pivô central

Relatório da ANA projeta, para 2040, um crescimento de 133% em áreas cultivadas com culturas anuais sob pivô central, o que poderá acarretar um aumento de 7% na demanda hídrica nessas áreas. Por isso, é importante que o país mantenha um programa de monitoramento de expansão de áreas irrigadas nos seus diferentes biomas ou bacias hidrográficas.

Sistemas de irrigação por pivô central, no geral, podem ser bem identificados e quantificados por meio de imagens de satélite. Tem-se observado recentemente algumas iniciativas no sentido de identificar pivôs por meio de imagens de satélite de forma automática, utilizando técnicas de classificação supervisionada de imagens. Essa tarefa, no entanto, não é simples, uma vez que as técnicas tradicionais de classificação baseadas em assinaturas espectrais de diferentes classes de uso e cobertura de terras não funcionam a contento para mapear pivôs, pois pode haver mais de uma cultura em um único pivô. A base de dados mais completa do País e com série temporal consistente sobre mapeamento de pivôs-centrais utilizando técnicas de classificação supervisionada de imagens é o Projeto MapBiomas Irriga. As principais etapas da abordagem metodológica desse projeto podem ser encontradas em Rudorff (2023).

16.4.1 Dinâmica de pivôs no Cerrado

Na Figura 16.10, é mostrada a evolução temporal do número de pivôs-centrais e da correspondente área irrigada no período 1985–2020. A magnitude de aumento no número de pivôs nesse período foi de 17 vezes, passando de 1.085 unidades em 1985 para 18.308 unidades em 2020. Em termos de área irrigada por esse sistema de irrigação, a magnitude de aumento foi de 26 vezes, passando de 46.573 ha em 1985 para 1.191.882 ha em 2020. O crescimento ao longo desse período foi relativamente constante, com uma ligeira tendência de aceleração nos últimos 10 anos do período.

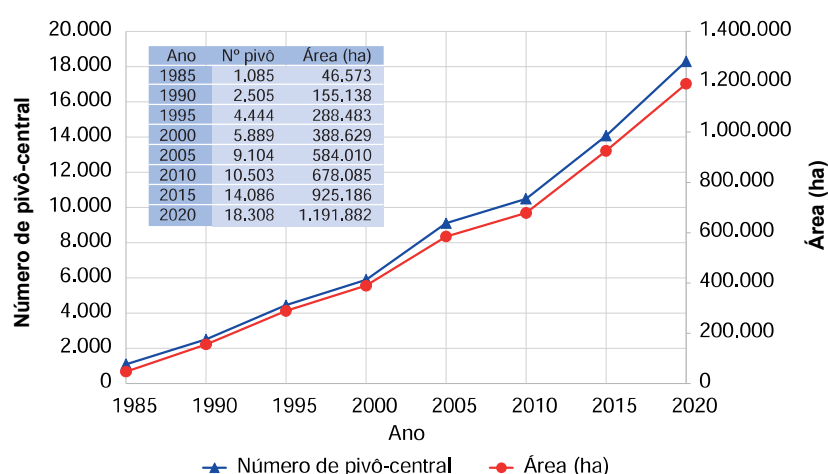


Figura 16.10. Número total de pivôs-centrais e a correspondente área total irrigada no bioma Cerrado para o período 1985–2020.

As estimativas de 2020 estão próximas dos levantamentos a nível nacional que vem sendo produzidos pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional e compilados por Farias e Rodrigues (2023), para o bioma Cerrado; total de pivôs: 18.820; e total de área irrigada: 1.253.792 ha. A referida agência adota a metodologia de interpretação

visual de imagens do satélite Landsat para mapear os pivôs-centrais do Brasil, o que deve explicar as diferenças encontradas nesses dois estudos. O menor tamanho médio de pivôs foi encontrado em 1985: 43 ha. Para o restante do período, o tamanho médio manteve-se em torno de 65 ha, menor que o valor encontrado pela metodologia da ANA, que foi 80 ha.

16.4.2 Dinâmica de pivôs em escala estadual

Em todo o período considerado neste estudo, verifica-se a contribuição destacada do estado de Minas Gerais, vindo a seguir, os estados de Goiás e São Paulo. Em 2020, Minas Gerais contribuiu com 43% sobre o total de pivôs no bioma Cerrado (Figura 16.11). Praticamente todos os estados, em maior ou menor magnitude, apresentaram um histórico de desenvolvimento crescente e consistente, com ligeira tendência de aceleração nos últimos 10 anos (2010–2020). Conforme ressaltado por Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021), essa tendência esteve, muitas vezes, na contramão de períodos econômicos instáveis, tanto a nível nacional como a nível internacional.

Analisando a Figura 16.12, observa-se que o estado de Minas Gerais continua se destacando em termos de área total irrigada por pivô central, seguido dos estados de Goiás e São Paulo. Em 2020, foi estimada uma área de aproximadamente 444 mil hectares de Minas Gerais, seguida de Goiás com cerca de 260 mil hectares e Bahia, com 194 mil hectares. Interessante notar que a Bahia apresentou uma área irrigada maior que São Paulo, apesar de possuir menos pivôs. Essa característica é decorrente dos tipos diferentes de culturas agrícolas que são irrigadas nesses dois estados. Enquanto na Bahia predomina o café irrigado, em São Paulo, predominam as hortifruticulturas.

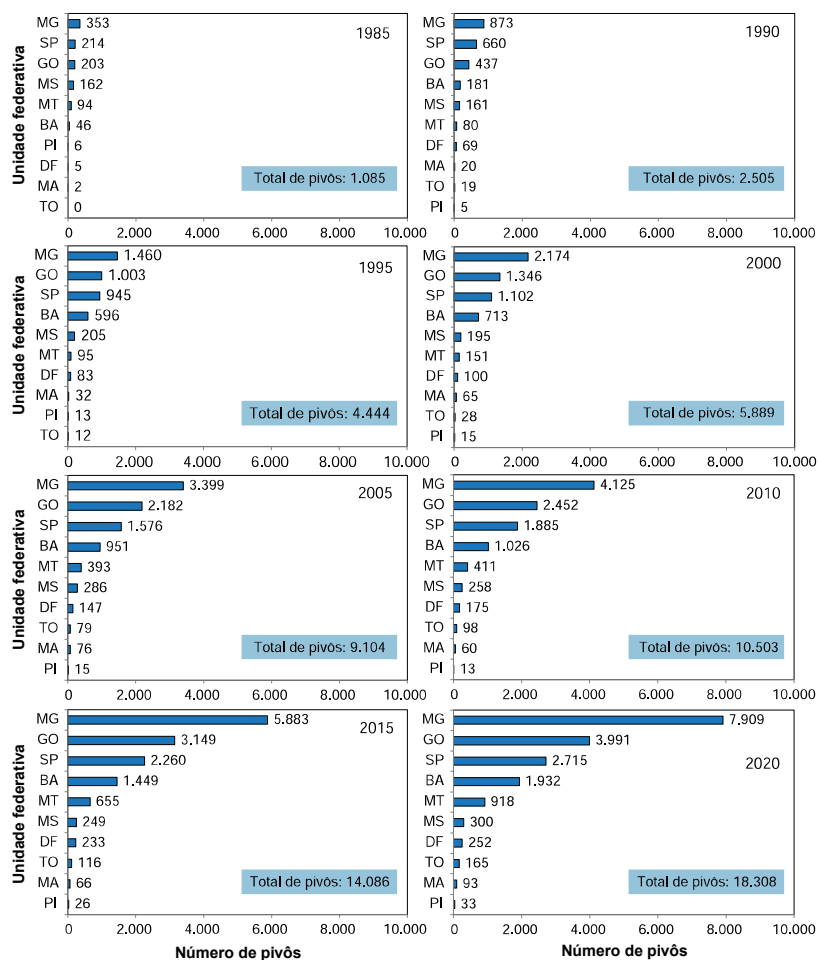


Figura 16.11. Número total de pivôs por unidade federativa do bioma Cerrado, período 1985–2020.

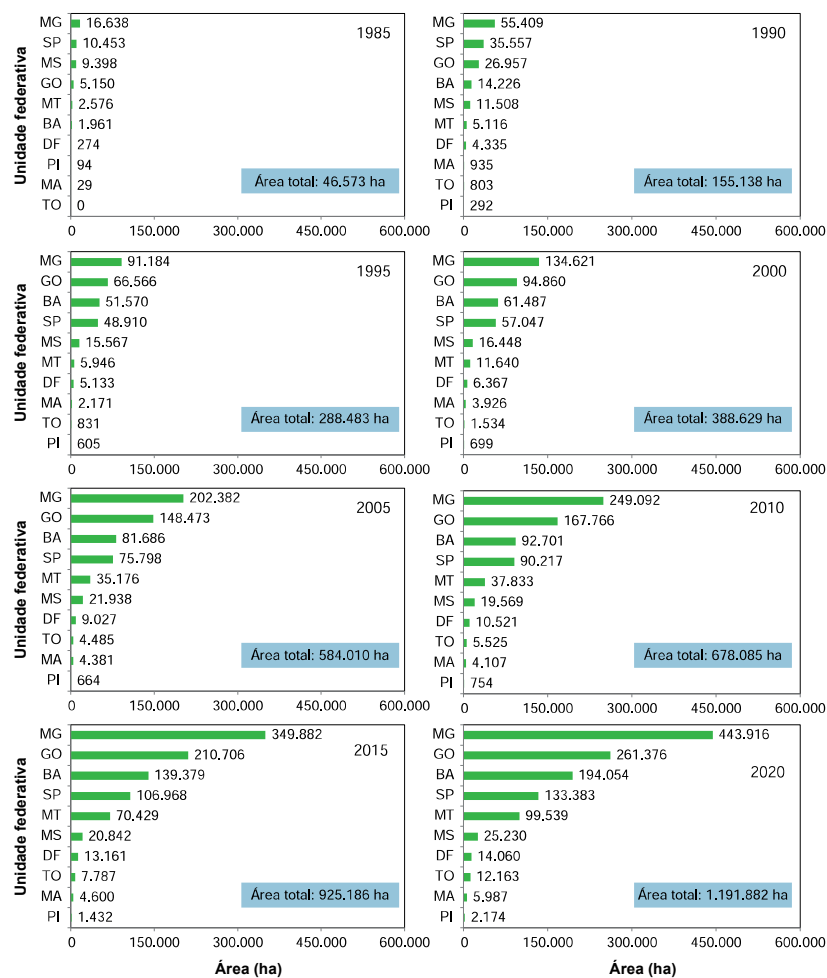


Figura 16.12. Área total irrigada com pivô central por unidade federativa do bioma Cerrado, período 1985–2020.

16.4.3 Dinâmica de pivôs em escala de microrregião

Na Tabela 16.1 são apresentados os grupos das cinco microrregiões com o maior número de pivôs para cada um dos anos analisados. As microrregiões de Paracatu e Unaí do estado de Minas Gerais destacam-se por aparecerem durante todo o período considerado. Em contraste, a microrregião do Sudoeste de Goiás apareceu somente em 1985, enquanto a microrregião de Araxá, estado de Minas Gerais, aparece somente depois de 2010. A porcentagem de participação dessas microrregiões no total de pivôs localizados no bioma Cerrado foi menor em 1985 (29%) e em 1990 (33%), estabilizando-se a partir de 1990 em torno de 36%.

Os estados de Goiás e Minas Gerais destacam-se por apresentarem pelo menos uma microrregião na lista das cinco microrregiões com os maiores números de pivôs no bioma Cerrado (Figura 16.13). Minas Gerais é o único estado que possui pelo menos duas microrregiões na referida lista para todo o período considerado. Os pivôs das microrregiões do Centro-Oeste caracterizam-se por apresentar plantio de culturas anuais como feijão, milho e café. A cafeicultura irrigada é encontrada principalmente nas microrregiões de Araxá, Minas Gerais, e Barreiras, Bahia, conforme destacados, por exemplo, por Ferreira et al. (2018) e Prudente et al. (2020).

Paracatu e Unaí destacam-se novamente por aparecerem em todos os anos do período considerado na lista de cinco microrregiões com as maiores áreas com pivôs (Tabela 16.2). Em 2020, as duas microrregiões com as maiores áreas com pivô foram o Paracatu, Minas Gerais (~ 128 mil hectares) e Barreiras, Bahia (~ 123 mil hectares). O estado de Minas Gerais destaca-se por apresentar quatro microrregiões com as maiores áreas irrigadas com pivô central (Paracatu, Unaí, Januária e Araxá (Figura 16.14).

Tabela 16.1. Grupo de cinco microrregiões com o maior número de pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Microrregião	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
São Joaquim da Barra, SP	89	328	363	378	431			
Dourados, MS	85	98						
Sudoeste de Goiás, GO	55							
Paracatu, MG	51	213	365	521	842	969	1.591	2.259
Unaí, MG	33	98	305	428	577	692	991	1.381
Entorno de Brasília, GO		96	192	341	679	817	1.043	1.289
Barreiras, BA			364	469	646	731	928	1.161
Araxá, MG						461	639	908
Total de pivôs	1.085	2.505	4.444	5.889	9.104	10.503	14.086	18.308
Porcentagem de participação (%)	29	33	36	36	35	35	37	38

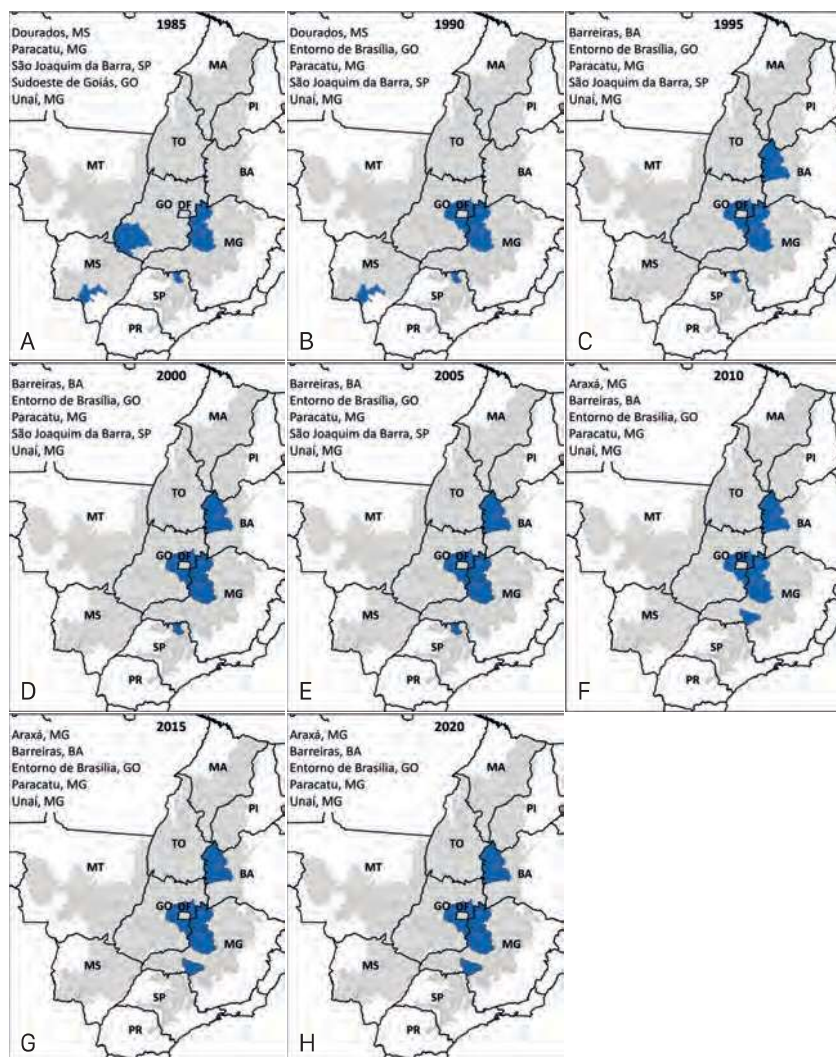


Figura 16.13. Localização das cinco microrregiões com os maiores números de pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Tabela 16.2. Grupo de cinco microrregiões com as maiores áreas com pivô central no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Microrregião	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Dourados, MS	7.581	9.488						
São Joaquim da Barra, SP	5.518	18.313	19.542	19.969	21.371			
Paracatu, MG	3.134	13.811	23.213	31.807	50.550	58.407	96.103	127.881
Unaí, MG	1.849	7.596	22.833	32.127	44.701	54.308	77.769	100.228
Januária, MG	1.591							
Barreiras, BA		6.153	34.833	44.289	59.667	67.543	93.702	123.220
Entorno de Brasília, GO			14.243	26.421	51.834	60.978	75.027	90.557
Araxá, MG						24.961		
Santa Maria da Vitória, BA							36.662	60.623
Área total (ha)	46.573	155.138	288.483	388.629	584.010	678.085	925.186	1.191.882
Porcentagem de participação (%)	42	36	40	40	39	39	41	42

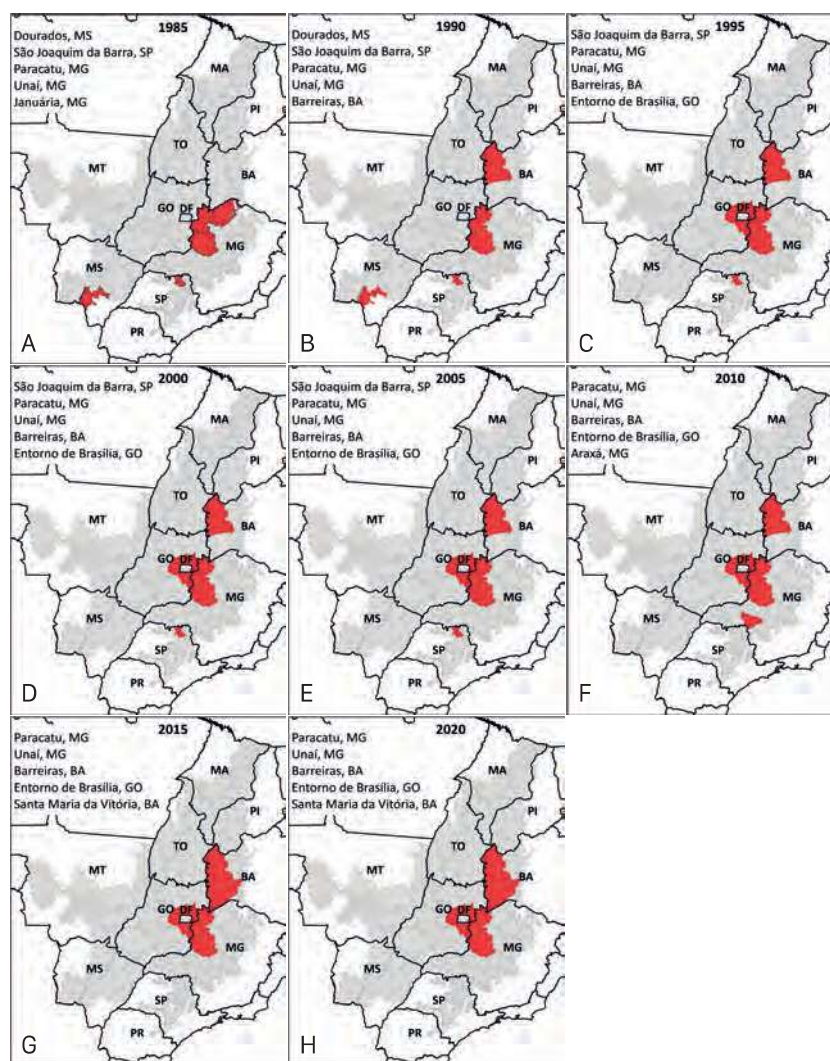


Figura 16.14. Localização das cinco microrregiões com as maiores áreas com pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

16.4.4 Dinâmica de pivôs em regiões hidrográficas

A lista dos grupos das cinco regiões hidrográficas (RH) com o maior número de pivôs para cada um dos anos analisados inclui Ivinhema; Pardo; Paracatu; Alto Araguaia; Sapucaí; Bois; Grande; São Marcos/Veríssimo; Araguari e Alto Paranapanema (Tabela 16.3).

A RH de Paracatu é a única que aparece em todos os anos, passando de 72 pivôs em 1985 para 2.620 pivôs em 2020. Em 2010, aparece, pela primeira vez, a RH de Alto Paranapanema, permanecendo na lista até 2020. A porcentagem de participação dessas regiões no total de pivôs localizados no bioma Cerrado vai aumentando com o passar dos anos, passando de 33% em 1985 para 44% em 2020. A partir de 2010, não houve alteração na referida lista. As cinco RH localizaram-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás e Bahia (Figura 16.15).

Em termos de área total de pivôs, a RH de Paracatu destaca-se por aparecer em todos os anos do período considerado (Tabela 16.4). Em 2020, as duas RH com as maiores áreas com pivô foram o Paracatu, localizado na divisa entre Goiás e Minas Gerais (~ 153 mil hectares) e Grande, Bahia (~ 121 mil hectares). Conforme mostrada na Figura 16.16, a RH Grande, localizada no Oeste da Bahia, entrou na lista das cinco RH com as maiores áreas com pivô a partir de 1995 (Figura 16.16). A década de 1990 coincide com a grande expansão agrícola verificada nessa região da Bahia, onde foi instalado um grande número de pivôs para o cultivo de café irrigado, além de extensas plantações de soja, milho e algodão, conforme amplamente divulgado na literatura científica (Bendini et al., 2019).

Tabela 16.3. Grupo de cinco regiões hidrográficas com o maior número de pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Região Hidrográfica	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Ivinhema	87	104						
Pardo	78	248	312	331				
Paracatu	72	291	451	614	959	1.134	1.839	2.620
Alto Araguaia	64							
Sapucai	56	204						
Bois		103	292	336	487			
Grande			380	486	673	754	944	1.159
São Marcos/Veríssimo			288	439	814	997	1.272	1.519
Araguari					563	763	1.062	1.471
Alto Paranapanema						711	944	1.274
Total de pivôs	1.085	2.505	4.444	5.889	9.104	10.503	14.086	18.308
Porcentagem de participação (%)	33	38	39	37	38	42	43	44

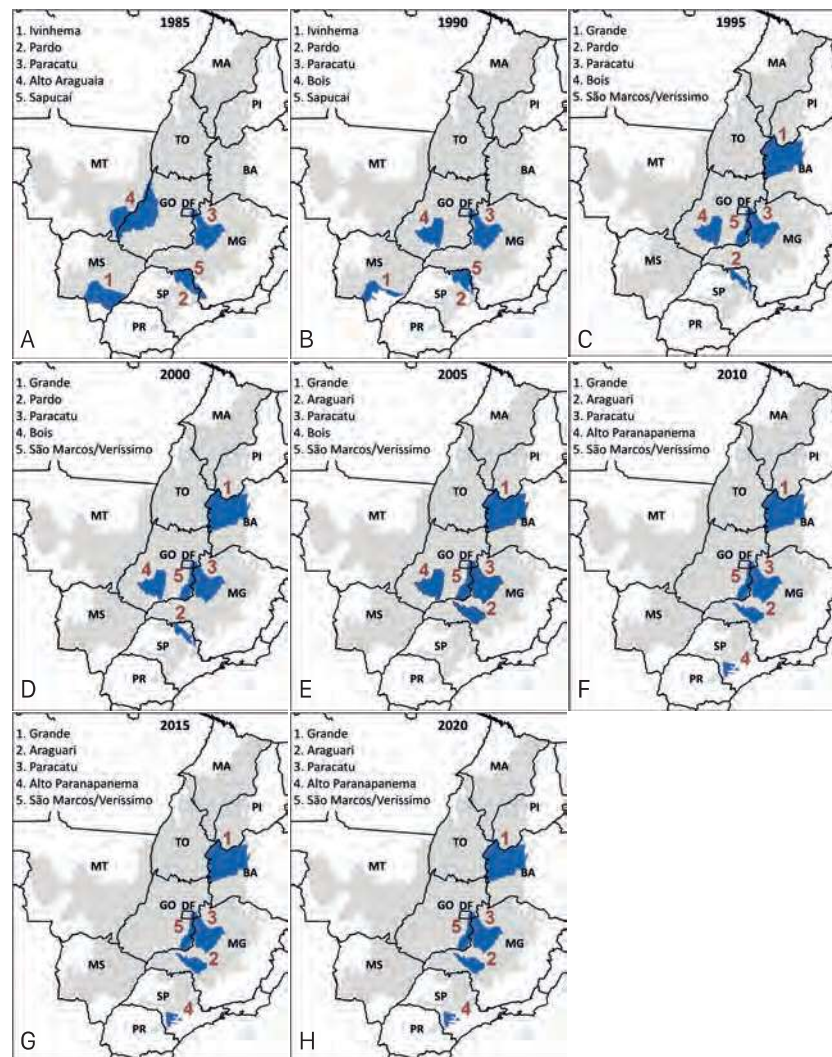


Figura 16.15. Localização das cinco regiões hidrográficas com os maiores números de pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Tabela 16.4. Bacias hidrográficas com as maiores áreas com pivô central no bioma Cerrado, período 1985–2020.

Região Hidrográfica	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Ivinhema	7.587	9.824						
Paracatu	4.623	20.097	30.850	41.030	62.574	72.738	116.180	152.619
Pardo (SP)	4.375	15.324	18.056					
Sapucai (SP)	3.121	10.524						
Baixo Grande	2.315							
São Marcos/Veríssimo		6.825	19.931	32.183	62.519	76.460	96.762	110.913
Grande			35.209	44.750	60.507	68.085	93.914	120.927
Bois			19.124	22.632	32.038			
Urucuia				19.207				
Araguari					29.994	39.783	55.705	73.103
Alto Paranapanema						37.967	50.056	65.389
Área total (ha)	46.573	155.138	288.483	388.629	584.010	678.085	925.186	1.191.882
Porcentagem de participação (%)	47	40	43	41	42	44	45	44

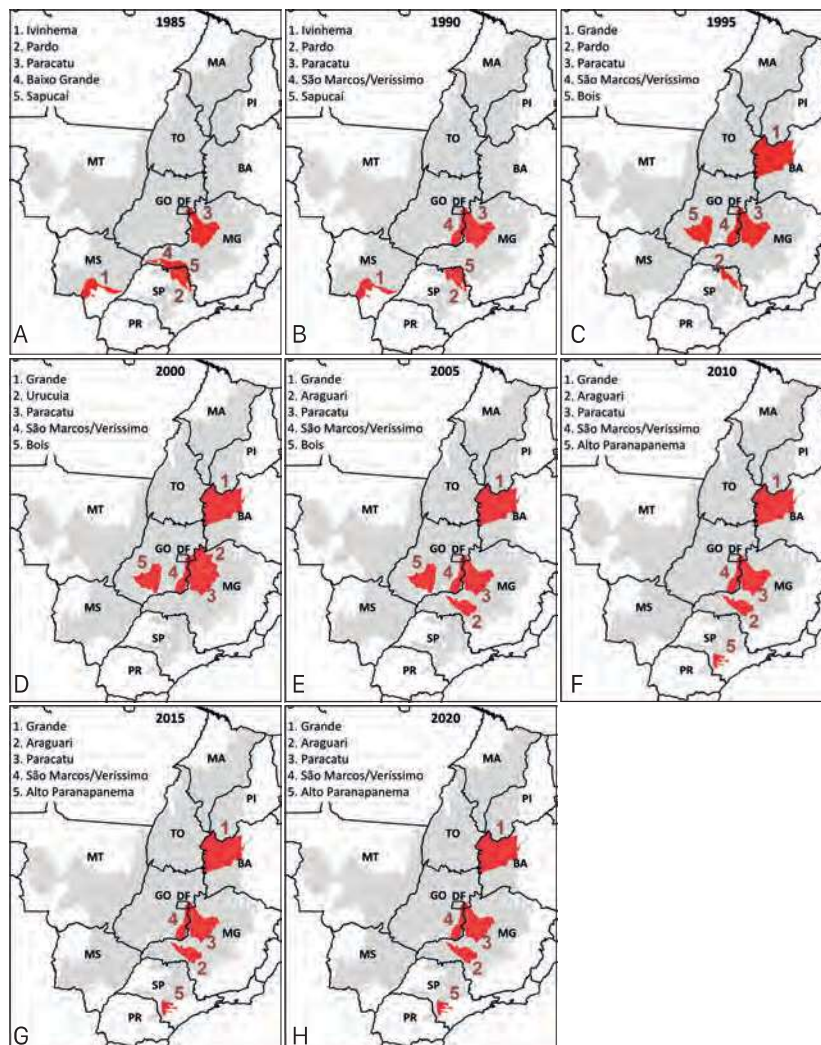


Figura 16.16. Localização das cinco regiões hidrográficas com as maiores áreas com pivôs no bioma Cerrado, período 1985–2020.

16.5 Principais culturas irrigadas

Em 2013, a agricultura anual no Cerrado ocupava 17,4 milhões de hectares, representando 9% da área total, enquanto a agricultura perene ocupava 6,4 milhões de hectares, correspondendo 3% da área total. As principais culturas encontradas foram: culturas anuais de sequeiro, como soja, milho e algodão, principalmente plantados em terrenos planos e com solos profundos, ácidos, de baixa fertilidade e elevada concentração de sílica e alumínio; culturas perenes, como café irrigado e citros; e cana-de-açúcar, considerada como cultura semiperene (Embrapa, 2022).

Segundo estudo realizado pela Agrosatélite, no período de 2000 a 2014, a agricultura anual do Cerrado era composta principalmente por soja, algodão e milho. De acordo com este mesmo estudo, a área de soja era concentrada principalmente nos estados de Mato Grosso (35%) e Goiás (22%). Os estados da Bahia e de Mato Grosso representavam 82% da produção total de algodão no Cerrado. A região do Matopiba apresentava 22% da área cultivada de soja na região. A produção de milho em primeira safra nos estados da Bahia, Goiás e Minas Gerais representavam 78% da produção total na região.

Os dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2019) indicam que as áreas do Cerrado ocupadas com culturas agrícolas anuais, culturas agrícolas perenes, pastagens cultivadas em boas condições e pastagens cultivadas degradadas totalizavam aproximadamente 67,9 milhões de hectares, o que equivale a um aumento de 11,2% quando comparado ao mesmo Censo realizado no ano de 2006 (IBGE, 2009). Essa diferença foi devido ao aumento das áreas de culturas anuais no Cerrado, principalmente nos estados de Tocantins e Piauí, que apresentaram aumento de 132% e 149%, respectivamente. Em todos os estados, exceto Bahia, observou-se uma redução nas áreas de pastagens nativas, que pode ser explicado pela substituição por gramíneas, como o capim braquiária, ou até por outras culturas agrícolas (Sano et al., 2020).

Analisando a produção agrícola de 2019 dos municípios que compõem o Cerrado (IBGE, 2019) (Figura 16.17), observa-se que a área total plantada com culturas anuais e perenes foi de 42,9 milhões de hectares, o que corresponde a aproximadamente 21% da área total do Cerrado (204,5 milhões de hectares).

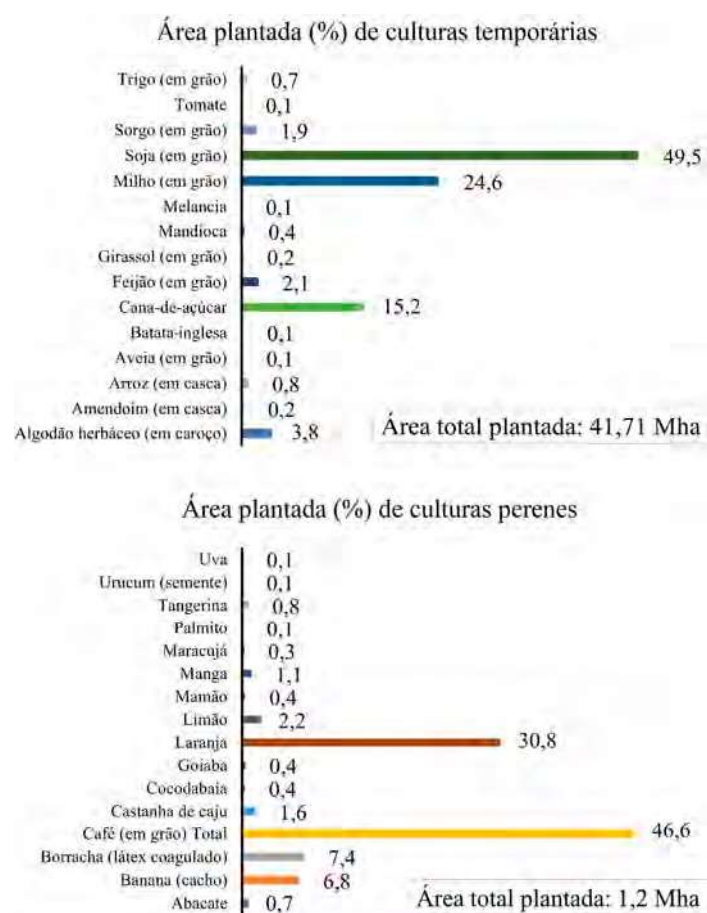


Figura 16.17. Principais culturas e porcentagem de área plantada ($\geq 0,1\%$) de culturas temporárias e perenes cultivadas em municípios presentes no Cerrado em 2019.

Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

Entre as culturas temporárias que têm representação igual ou superior a 0,1% de área plantada, a soja, o milho e a cana-de-açúcar foram as culturas mais cultivadas neste ano de análise, com áreas plantadas de 20,7 milhões, 10,3 milhões e 6,3 milhões de hectares, respectivamente, representando 89,3% da área plantada com culturas temporárias no Cerrado. Já entre as culturas perenes, as com as maiores áreas plantadas foram laranja (30,8%) e café (46,6%). A soja, milho, cana-de-açúcar, café e laranja foram responsáveis por 38,2 milhões de hectares (89% do total) plantados em 2019, o que corresponde a 18,7% da área do Cerrado.

Dados sobre área plantada, área cultivada com irrigação, produção de culturas permanentes (por exemplo, frutas e café), temporárias (por exemplo, soja e milho), horticultura e floricultura são apresentadas na Figura 16.18. Nas culturas permanentes e na horticultura e floricultura, o gotejamento é o sistema de irrigação mais utilizado, representando, respectivamente, 65% e 75% da área irrigada. Já nas lavouras temporárias, o pivô central se sobressai com um percentual de área irrigada de 75%. De modo geral, a área cultivada com irrigação correspondeu a 73% das lavouras temporárias em 2019.

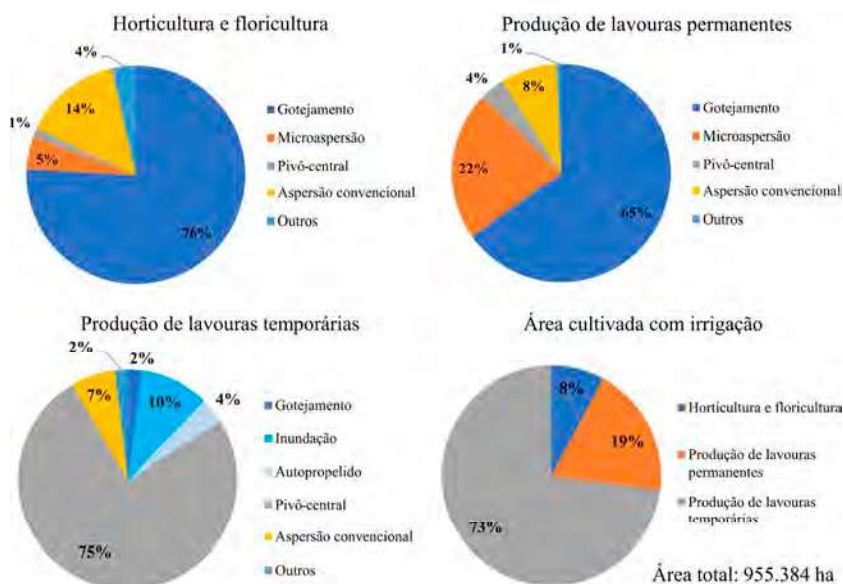


Figura 16.18. Área ocupada com diferentes sistemas de irrigação em 2019 no Cerrado.

Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

16.6 Considerações finais

O Cerrado se destaca como uma região estratégica na produção agrícola do país, onde a agricultura irrigada desempenha um papel essencial, principalmente em um mundo em que o clima é cada vez mais variável.

A energia e a água surgem como fatores limitantes para o crescimento da agricultura irrigada. Em comparação com outros usos, o percentual de consumo de água na agricultura irrigada é significativo. Entretanto, em termos absolutos, quando comparado com a vazão média natural em longo prazo, esse consumo é ínfimo, representando menos de 1%. Isso sugere que os recursos hídricos não devem ser considerados como um fator limitante para o desenvolvimento da agricultura irrigada.

De modo geral, o Brasil ainda possui uma baixa taxa de irrigação, ocupando a sexta posição entre os dez países com maior área equipada para esse fim. Essa realidade representa uma oportunidade perdida para impulsionar o desenvolvimento em diversas regiões do país e elevar a qualidade de vida da população.

O crescimento da agricultura irrigada no Cerrado requer uma abordagem ordenada para garantir sua sustentabilidade. Para isso, é crucial compreender a dinâmica desse crescimento na região. Essa compreensão permitirá o desenvolvimento de políticas públicas mais eficazes, que possibilitem a implementação de programas e projetos com uma visão sistêmica do ambiente.

16.7 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Brasília, DF, 2021. 130 p.

ALLEN, E.; VALDES, C. Brazil's corn industry and the effect on the seasonal pattern of US corn exports. **USDA. AES: Economic Research Service/USDA**, v. 93, June 2016.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L. N. The expansion of center-pivot irrigation in the Cerrado biome. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 56-61, 2019.

BENDINI, H. N.; FONSECA, L. M. G.; SCHWIEDER, M.; KORTING, T. S.; RUFIN, P.; SANCHES, I. D.; LEITÃO, P. J.; HOSTERT, P. Detailed agricultural land classification in the Brazilian Cerrado based on phenological information from dense satellite image time series. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 82, 101872, 2019.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Análise territorial para o desenvolvimento da agricultura irrigada no Brasil**. Brasília, DF, 2014. 217 p.

EMBRAPA. TerraClass mostra a cobertura e o uso da terra no bioma Cerrado. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/77150778/terraclass-mostra-a-cobertura-e-o-uso-da-terra-no-bioma-cerrado>. Acesso em: 5 ago. 2022.

FAO. **Aquastat Fao's global information system on water and agriculture**. Disponível em: <http://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use>. Acesso em: 17 out. 2022.

FAO. **FAOSTAT Statistical Database**. Rome, 2019.

FAO. Food and Agriculture Policy Decision Analysis. **Brazil country fact sheet on food and agriculture policy trends**. Rome, 2014. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i3759e/i3759e.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.

FAO. **The future of food and agriculture: trends and challenges**. Rome, 2017. 180 p.

FARIAS, D. B. S.; RODRIGUES, L. N. Agricultura irrigada no Cerrado. In: RODRIGUES, L. N.; ALTHOFF, D.; FARIAS, D. B. S.; SANO, E. E.; BETTIOL, G. M.; CAMPOS, J. E. G.; SANTANA, N. C.; AUGUSTO, V. A. (ed.). **Agricultura irrigada no cerrado: subsídios para o desenvolvimento sustentável**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2023. Cap. 7, p. 176-200.

FERREIRA, D. S.; RIBEIRO, W. R.; GONÇALVES, M. S.; PINHEIRO, A. A.; SALES, R. A.; REIS, E. F. Cenário da área irrigada por pivô central no Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais, Brasil. **Nativa**, v. 6, n. 6, p. 613-618, 2018.

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

IBGE. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acesso em: 5 ago. 2022.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola municipal**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html?=&t=destaques>. Acesso em: 5 ago. 2022.

IBGE. **Sistema IBGE de recuperação automática**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pimpfbr/brasil>. Acesso em: 5 ago. 2022.

KLINK, C. A. Policy intervention in the Cerrado savannas of Brazil: changes in the land use and effects on conservation. In: CONSORTE-MCCREA, A. G.; FERRAZ SANTOS, E. (ed.). **Ecology and conservation of the maned wolf: multidisciplinary perspectives**. Boca Raton: CRC Press, 2014. p. 293-308.

MEADE, B.; PURICELLI, E.; McBRIDE, W.; VALDES, C.; HOFFMAN, L.; FOREMAN, L.; DOHLMAN, E. **Corn and soybean production costs and export competitiveness in Argentina, Brazil, and the United States**. Denver: USDA, 2016. (USDA. Economic Information Bulletin, 154).

MIRANDA, E. E. de; MAGALHÃES, L. A.; CARVALHO, C. A. de. **Proposta de delimitação territorial do MATOPIBA**. Campinas: Embrapa, 2014. 18 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139202/1/NT1-DelimitacaoMatopiba.pdf>. Acesso em: 17 out. 2022.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.

Governança dos recursos hídricos no Brasil. Paris, 2015. 307 p.

PRUDENTE, V. H. R.; MARTINS, V. S.; VIEIRA, D. C.; SILVA, N. R. D. F.; ADAMI, M.; SANCHES, I. D. Limitations of cloud cover for optical remote sensing of agricultural areas across South America. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 20, 100414, 2020.

RAMANKUTTY, N.; MEHRABI, Z.; WAHA, K.; JARVIS, L.; KREMEN, C.; HERRERO, M.; RIESEBERG, H. L. Trends in global agricultural land use: implications for environmental health and food security. **Annual Review of Plant Biology**, v. 69, p. 789-815, 2018.

RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Brasília, DF: INOVAGRI, 2017. 327 p.

RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, F. D.; CHRISTOFIDIS, D. Agricultura irrigada e produção sustentável de alimento. In: RODRIGUES, L. N.; DOMINGUES, A. F. (Ed.). **Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Brasília, DF: Inovagri, 2017. p. 21-108.

ROUX, G. **Ancient Iraq.** 3. ed. East Rutherford, NJ: Penguin Books, 1993. 576 p.

RUDORFF, B. (coord.). **MapBiomass Irrigation** – Appendix – Collection 8. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/4/2023/08/Irrigation-Appendix-C8.docx.pdf> . Acesso em: 11 dez. 2023.

SANO, E. E.; BETTIOL, G. M.; MARTINS, E. de S.; COUTO JÚNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; BOLFE, E. L.; VICTORIA, D. de C. Características gerais da paisagem do Cerrado. In: BOLFE, E. L.; SANO, E. E.; CAMPOS, S. K. (ed.). **Dinâmica agrícola no Cerrado: análises e projeções.** Brasília, DF: Embrapa, 2020.

SILVA, A. J.; MONTEIRO, M. S. L.; SILVA, M. V. Contrapontos da consolidação do agronegócio no Cerrado brasileiro. **Sociedade e Território**, v. 27, n. 3, 95114, 2015.

SILVA, E. M.; AZEVEDO, J. A. **Dimensionamento lateral de irrigação do pivô-central.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 1988, 54 p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 71).

TANG, J.; ARVOR, D.; CORPETTI, T.; TANG, P. Mapping center pivot irrigation systems in the Southern Amazon from Sentinel-2 images. **Water**, v. 13, n. 3, 2021.

UNITED NATIONS. **World population prospects: the 2017 revision, key findings and advance tables.** New York, 2017. Disponível em: https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf. Acesso em: 5 ago. 2022.

WORLD WATER WEEK LOOKS “BEYOND THE RIVER”, 2006, Stockholm. Proceedings... Stockholm: International Institute for Sustainable Development, 2006. Disponível em: <https://sdg.iisd.org/news/world-water-week-looks-%E2%80%9Cbeyond-the-river%E2%80%9D/>. Acesso em: 27 jun. 2024.