

CAPÍTULO 11

Massas de Água no Cerrado

Níckolas Castro Santana

Lineu Neiva Rodrigues



Fotos: Lineu Rodrigues (da esquerda para a direita - 1, 2 e 3); Wladisson L. Borges (da esquerda para a direita - 4); Daniel Medeiros (primeiro plano).

11.1 Introdução

As massas de água existentes no Cerrado, como lagos, lagoas, açudes, represas, reservatórios e trechos de rios são reservas hídricas importantes para o desenvolvimento dessa região. Reservatórios artificiais e barragens são intervenções hídricas que visam a acumulação de volume de água para diferentes fins e usos.

O Brasil possui 240.899 massas de água, incluindo lagos, lagoas, barragens e segmentos de rios, das quais 27,6% são de origem natural e 72,4% são artificiais (Agência Nacional de Águas, 2020). Os usos principais são para irrigação, hidroeletricidade, abastecimento humano e contenção de rejeitos de mineração. Os maiores volumes de água estão armazenados nos reservatórios para geração de energia hidrelétrica, onde três bacias hidrográficas, todas com nascentes no Cerrado, respondem por mais de 87% do volume total: Bacia do Paraná, Tocantins-Araguaia e São Francisco (Agência Nacional de Águas, 2020; Rodrigues; Althoff, 2021).

No caso específico da agricultura irrigada, as pequenas barragens são as mais relevantes, uma vez que se constituem em infraestruturas estratégicas para o desenvolvimento do setor. Elas armazenam o excesso de água durante a estação chuvosa para suprir a deficiência hídrica durante a seca, quando a demanda é geralmente maior que a oferta. Em regiões onde a disponibilidade hídrica é muito variável durante o ano, as pequenas barragens são estruturas essenciais para viabilizar a prática da irrigação e, consequentemente, manter a qualidade de vida das pessoas no meio rural (Rodrigues; Althoff, 2021).

11.2 Mapeamento das massas de água no Cerrado

O mapeamento das massas de água existentes no Cerrado é estratégico para o gerenciamento de recursos hídricos dessa região e para o desenvolvimento de estratégias de segurança hídrica e alimentar para

o Brasil. Para caracterizar a distribuição espaço-temporal de massas de água no Cerrado (pequenos e grandes reservatórios naturais e antrópicos, incluindo água em áreas de mineração), foram utilizados dados do Projeto MapBiomas dos anos de 1985 e 2021 (MapBiomas, 2022a).

O projeto MapBiomas é uma iniciativa multi-institucional que envolve universidades federais públicas, empresas privadas e organismos não-governamentais para a produção de diversos mapas temáticos como mapas anuais de uso e cobertura de terras do Brasil, cicatrizes de queimadas, desmatamentos para fins de fiscalização e dinâmica da água superficial. Os dados básicos desse projeto são as séries históricas de imagens do satélite Landsat, as quais são processadas em nuvem na plataforma da Google Earth Engine e complementadas com outras imagens de alta resolução espacial e temporal, notadamente as imagens do satélite PlanetScope, com resolução espacial de 3 m e periodicidade diária.

Em relação aos seis biomas brasileiros, o Cerrado ocupa o quarto lugar em termos de extensão total de água superficial, com um total de 1.356.738 ha, atrás dos biomas Amazônia (10.229.270 ha), Mata Atlântica (2.043.318 ha) e Pampa (1.787.571 ha) (Figura 11.1). No Cerrado, destacam-se os grandes reservatórios para geração de energia hidrelétrica instalados nas bacias do Rio Tocantins, Rio Paranaíba e Rio Grande. Apesar dessa relativamente modesta contribuição do Cerrado no cenário nacional, é importante ressaltar que o Cerrado desempenha um importante papel no processo de distribuição de recursos hídricos para outros biomas devido à sua localização em regiões de altitudes elevadas.

Analisando a Figura 11.2, observa-se uma tendência de aumento expressivo na área ocupada por águas superficiais no bioma Cerrado no período 1985–1991, porém, com uma tendência de redução gradativa e consistente a partir de 2009. No período 1985–2021, houve uma perda de quase 1,5 milhão de hectares de água superficial no bioma Cerrado. A figura mostra alguns picos de aumento significativo na área ocupada

por águas superficiais no Cerrado, principalmente durante a década de 1990, o que pode ser explicado pelo enchimento de reservatórios destinados à geração de energia hidrelétrica. Por exemplo, o aumento expressivo verificado em 1999 coincide com o enchimento do reservatório de Serra da Mesa no norte do estado de Goiás, iniciado em 1997.

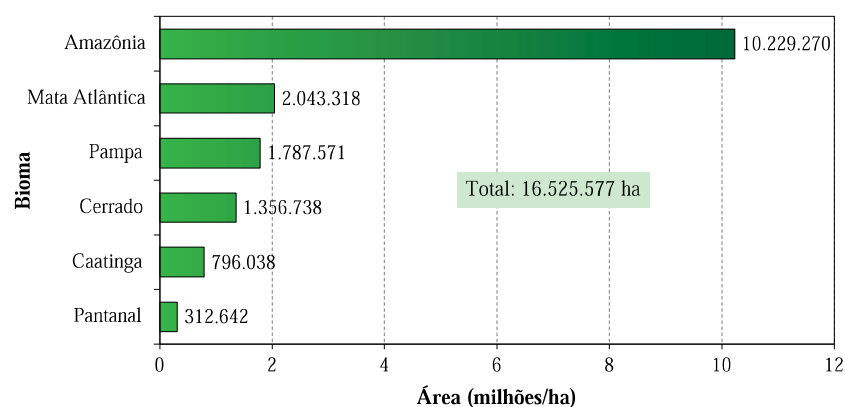


Figura 11.1. Área ocupada por águas superficiais nos diferentes biomas brasileiros em 2021.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022a).

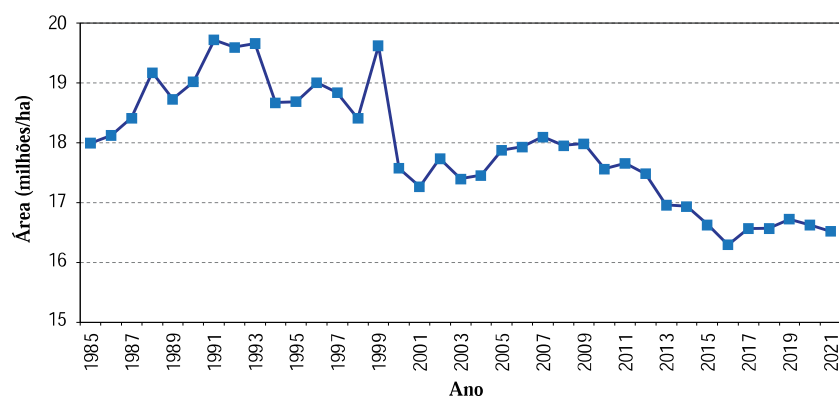


Figura 11.2. Variação temporal da área ocupada por águas superficiais no bioma Cerrado para o período 1985–2021.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022a).

O balanço de perda e ganho de água superficial no bioma Cerrado no período 1985–2021 é negativo (–68.293 ha) (Figura 11.3), indicando que há um número acentuado de rios e lagos que eram perenes em 1985 e acabaram secando em 2021. Conforme ressaltado anteriormente, os ganhos estão relacionados principalmente com a construção de reservatórios para geração de energia hidrelétrica, armazenamento de rejeitos de mineração e irrigação agrícola.

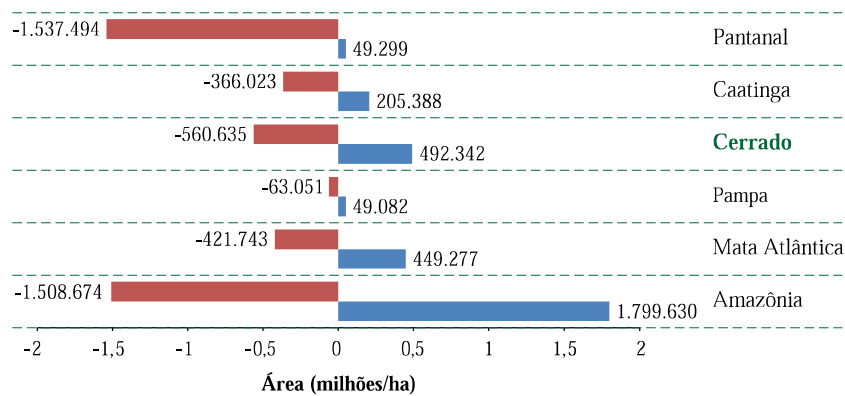


Figura 11.3. Comparação de perda (em vermelho) e ganho (em azul) de água superficial no bioma Cerrado em relação aos outros biomas brasileiros no período 1985–2021.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022a).

Foram identificadas cerca de 59 mil massas de águas individuais no Cerrado, compostas de lagos e lagoas naturais (mais de 60%), barragens artificiais para uso agrícola, abastecimento humano e contenção de rejeitos de mineração (cerca de 39%) e barragens para usinas hidrelétricas (menos de 1%) (Figura 11.4).

As massas de água classificadas como artificiais somam 72,4% da área total de 45.583,76 km², sendo a maioria (92%) com área superficial menor ou igual a 10 ha.

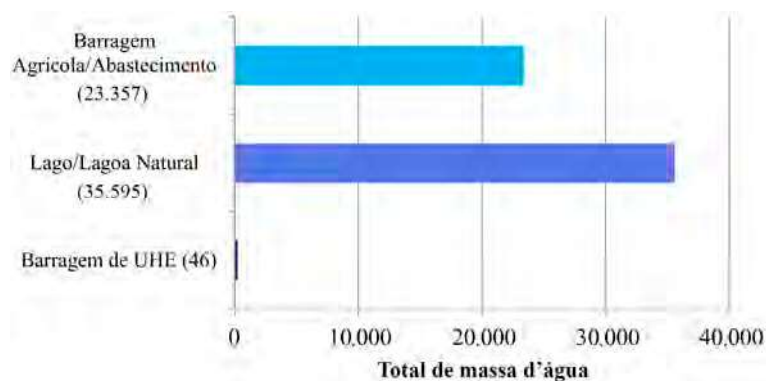


Figura 11.4. Número total de massas de água por tipo de armazenamento.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022a).

Apesar do número expressivo de lagos e lagoas naturais, sua área total média é a menor, cerca de 4 ha. As barragens agrícolas artificiais possuem uma área média de cerca de 7 ha, enquanto as barragens de usinas hidrelétricas possuem, em média, mais de 16 mil hectares (Tabela 11.1).

Tabela 11.1. Estatísticas gerais para a área em hectares de cada tipo de massa de água no Cerrado.

Tipo	Mínimo (ha)	Máximo (ha)	Média (ha)	Desvio padrão (ha)
Barragem agrícola/abastecimento	0,001	6.204	7	74
Lago/lagoa natural	< 0,0001	2.536	4	49
Barragem de usina hidrelétrica	154	96.906	16.484	21.820

Em todo o Cerrado, mais de 10 mil quilômetros quadrados foram classificados como massas de água com represamento. Dessa área total, 75% foram definidas como barragens de usinas hidrelétricas (UHE), 17% como barragens para uso agrícola, abastecimento humano e con-

tenção de rejeitos de mineração, assim como 8% como lagos e lagoas naturais (Figura 11.5). Apesar de possuírem um número menor de massas de água individuais, as barragens de usinas hidrelétricas são as principais responsáveis pelo armazenamento de água no Cerrado.



Figura 11.5. Área total de massas de água com represamento no Cerrado no ano de 2019.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022a).

Foram identificadas 46 massas de água de represas de usinas hidrelétricas, considerando apenas a área inserida no Cerrado, em casos de limites com outros biomas. Dentre essas, a menor é a de São Domingos, localizada no município de São Domingos, GO, com cerca de 154 ha de área inundada, e a maior a de Três Marias, localizada no município de Três Marias, MG, com cerca de 97 mil hectares de área inundada (Figura 11.6). No quesito geração de energia, a maior é a de Marimondo, no Rio Grande, MG, com capacidade de potência nominal geradora das turbinas de até 1.440 MW, seguida pela usina de Serra da Mesa, no Rio Tocantins, GO, com capacidade de potência nominal geradora das turbinas de até 1.275 MW.

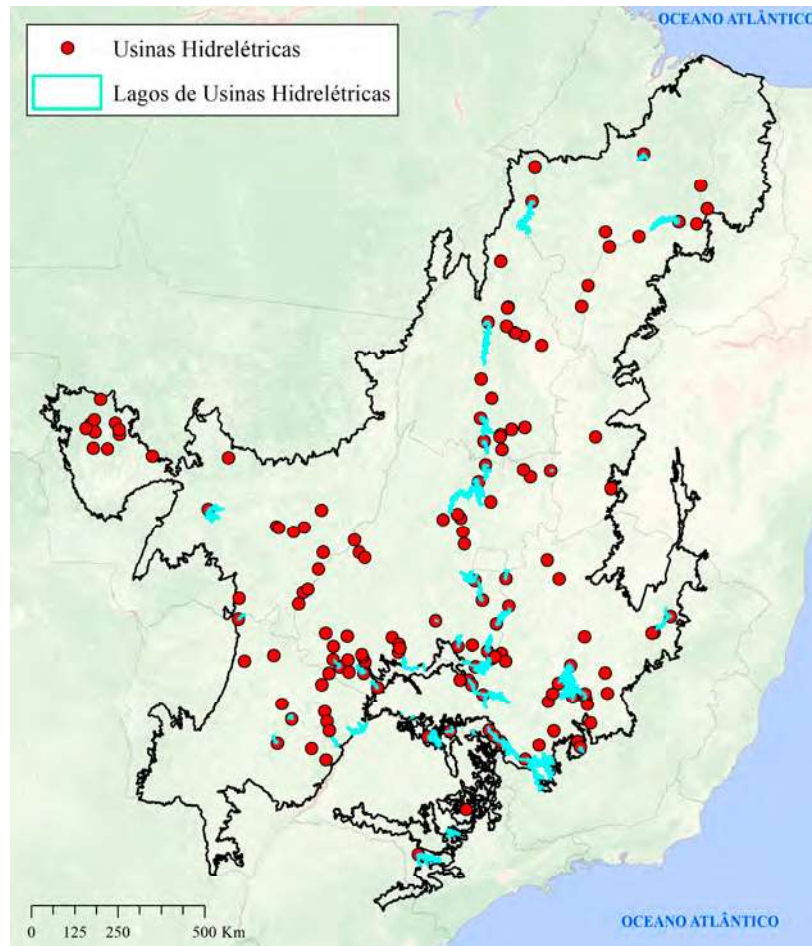


Figura 11.6. Localização das usinas hidrelétricas do Cerrado e os seus respectivos lagos no ano de 2019⁹.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022b) e Agência Nacional de Energia Elétrica (2020).

Os municípios do Cerrado seguem padrões distintos com relação à localização de lagoas naturais e barragens, especialmente as destinadas para irrigação. Os municípios com maior área total de lagoas

⁹ A área dos lagos apresentada na figura foi aumentada para facilitar a visualização. Somente lagos com mais que 900 m² de largura foram incluídos.

e lagos naturais são Santo Amaro do Maranhão e Barreirinhas, ambos no Maranhão, com 54,5 km² e 43,1 km², respectivamente, na região do Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses (Figura 11.7). Outra região com muitas lagoas naturais é a planície do Rio Araguaia, destacando-se o município de Cocalinho, MT, que possui a maior área total de massas de água naturais (cerca de 28 km²).

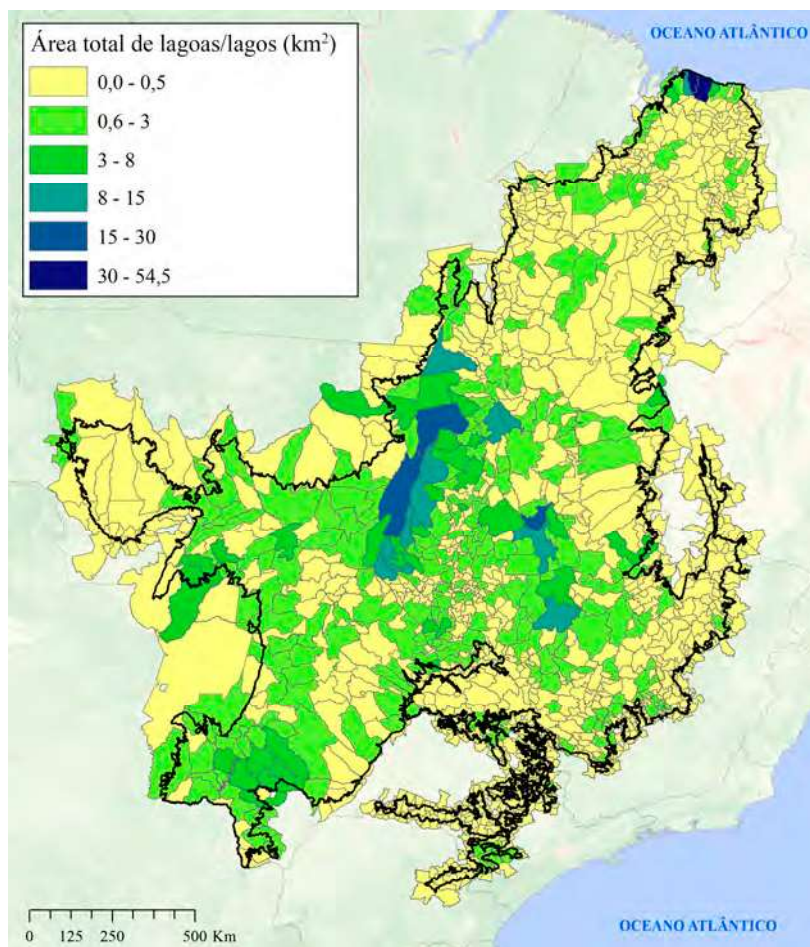


Figura 11.7. Área total (km²) de lagoas e lagos naturais por município do Cerrado.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022b).

O município com maior área total de barragens artificiais, excluindo-se as destinadas para geração de energia hidrelétrica, é o Formoso do Araguaia em Tocantins, com cerca de 65,23 km², compostas de grandes áreas inundadas para cultivo de arroz, além de diversas barragens para uso agropecuário em geral. A região que engloba a cidade de Brasília no Distrito Federal, Cristalina, em Goiás, e Unaí e Paracatu, em Minas Gerais, forma o principal complexo de áreas irrigadas no Cerrado, com barragens utilizadas principalmente para atender à irrigação por pivô central.

Brasília possui a segunda maior área de barragens, com cerca de 57,91 km², compostas principalmente por barragens para abastecimento humano, mas também por áreas utilizadas para irrigação. O município de Cristalina apresenta a terceira maior área de barragens, com 33,69 km², sendo a maior parte utilizada para irrigação (Figura 11.8).

11.3 Área ocupada por barragens artificiais

Analisando a Figura 11.9, observa-se que grande parte dos municípios apresenta uma pequena área ocupada por barragens, com menos que 1 km² no total. Os municípios considerados “outliers” são Formoso do Araguaia, TO, com 65 km² de área de barragens; Brasília, DF, com 57 km² de área de barragens; e Cristalina, GO, com 33,7 km² de barragens, conforme relatado no parágrafo anterior.

A partir da análise do percentual de áreas ocupadas por barragens artificiais em cada município (Figura 11.10), excluindo-se as destinadas para usinas hidrelétricas, foram identificados três municípios com as maiores porcentagens: Nerópolis, GO, com cerca de 14%, Taquaral, SP, com cerca de 13% e Taquarivaí, SP, com cerca de 12%. Esses municípios não são destaque na agricultura irrigada, mas por terem área total pequena, acabam apresentando alta porcentagem do seu território coberto por barragens.

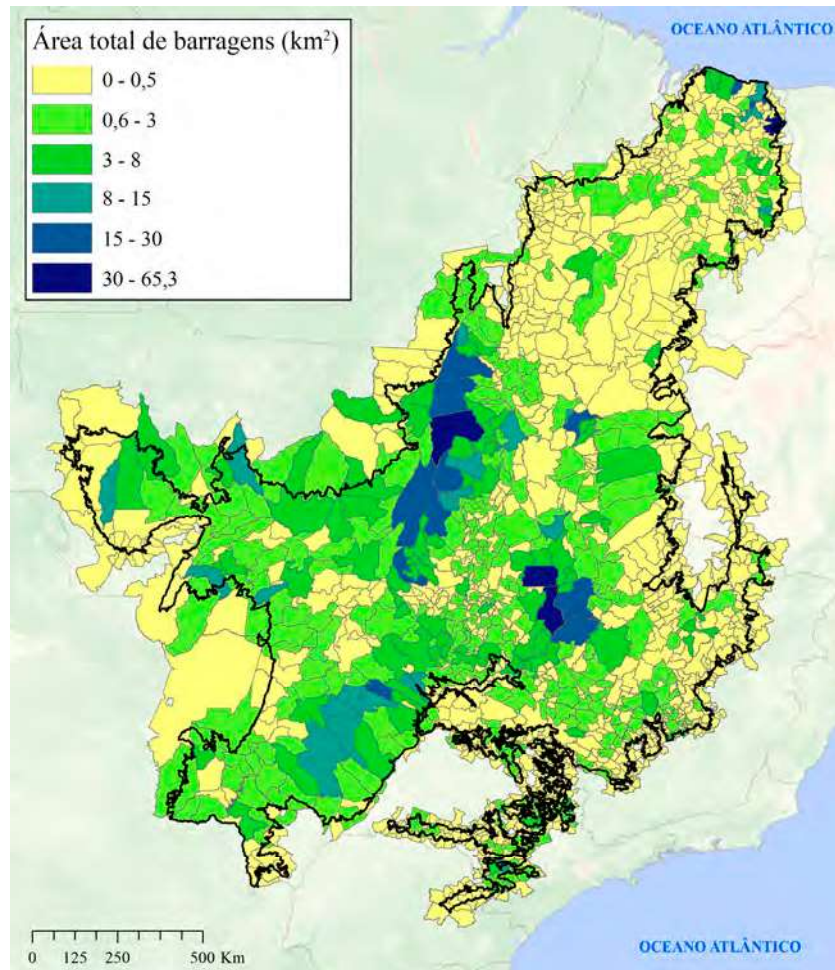


Figura 11.8. Área total (km²) de barragens, excluindo-se barragens de usinas hidrelétricas.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022b).

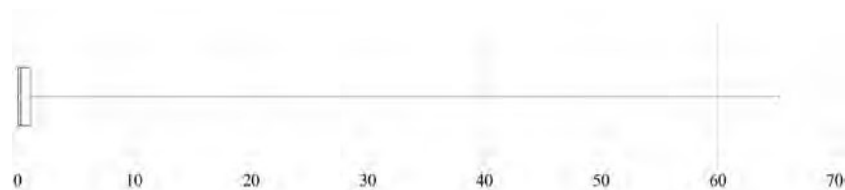


Figura 11.9. Boxplot do total de barragens (km²) por município.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022a).

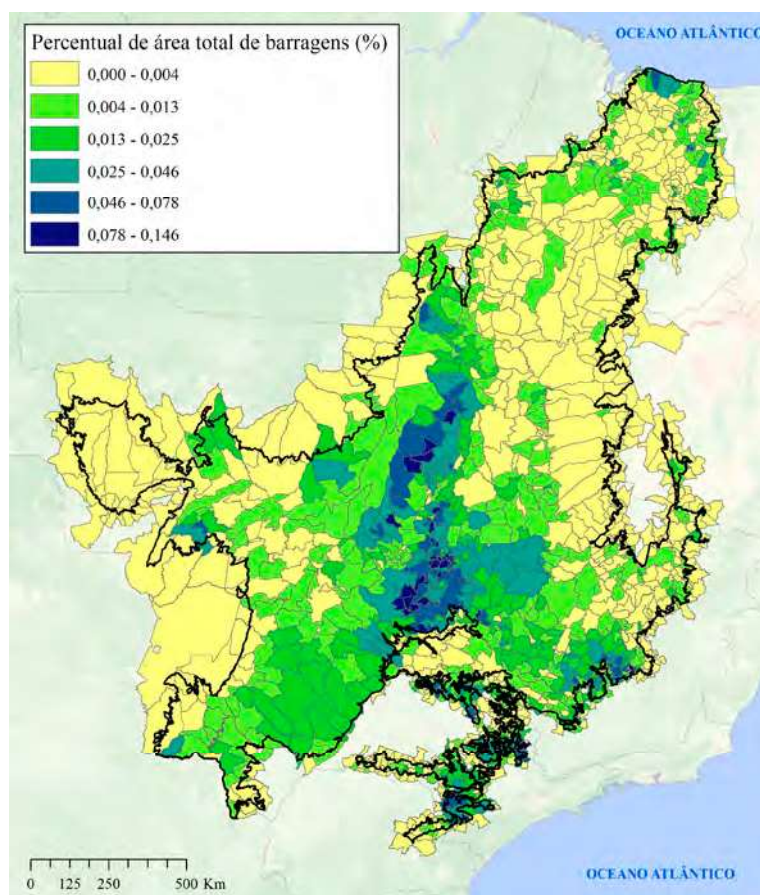


Figura 11.10. Percentual da área ocupada por barragens em cada município.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2022b).

Na Figura 11.11, é apresentada a área total ocupada por barragens antrópicas no Cerrado, podendo ser observada a alta concentração de pequenas barragens.

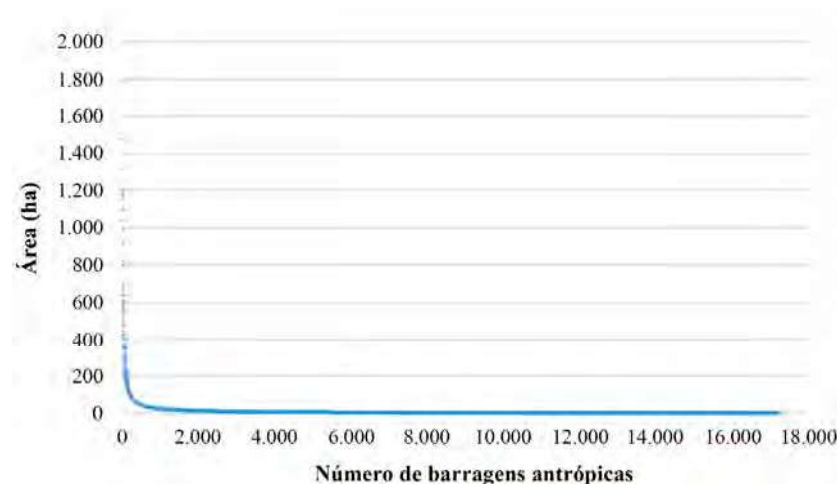


Figura 11.11. Área total ocupada por barragens antrópicas no Cerrado. Para facilitar a visualização, foram selecionadas apenas barragens com área entre 2 ha e 2.000 ha.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2022a).

11.4 Volume armazenado e evaporação

Com base na equação $V = 0.019 A^{1.1762}$ proposta por Pinhati et al. (2020), foram calculados os volumes armazenados nas barragens. As barragens de usinas hidrelétricas não foram consideradas. Os volumes das barragens antrópicas analisadas variaram entre 0,00007 hm³ até 549,112 hm³, com média de 0,33 hm³ e mediana de 0,02 hm³. O total de volume de água acumulado nas barragens do Cerrado foi de 7.799,33 hm³. Se somado o valor das barragens de usinas hidrelétricas, chega-se em um volume de 170.480,70 hm³, havendo ainda cerca de 12.043,50 hm³ de água armazenada em lagos e lagoas naturais.

Quanto à evaporação anual, estimada pelo método do coeficiente de tanque (Althoff et al., 2019), as lagoas e os lagos naturais apresentaram a maior amplitude média de evaporação, assim como de desvio padrão (Tabela 11.2), enquanto as barragens agrícolas/abastecimento apresentaram a menor taxa média de evaporação, assim como de desvio padrão.

Tabela 11.2. Estatísticas referentes a evaporação média anual (mm), considerando cada tipo de massa de água no Cerrado.

Tipo	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Lago/lagoa natural	1.031,1	1.539,3	1.348,5	146,1
Barragem agrícola/abastecimento	1.135,0	1.338,0	1.237,1	67,6
Barragem de usina hidrelétricas	1.087,7	1.417,4	1.259,2	78,0

11.5 Considerações finais

O desenvolvimento econômico e social de um país está fundamentado na disponibilidade hídrica, seja ela superficial ou subterrânea. No Cerrado brasileiro, há grande disponibilidade de água superficial tanto em mananciais quanto em reservas como lagos, o que propicia o desenvolvimento da agricultura irrigada na região.

A maior parte dos reservatórios de água são artificiais, criados com o intuito de regularizar a disponibilidade hídrica ao longo do ano, ou para a geração de energia elétrica. Em geral, os reservatórios menores têm usos relacionados com a irrigação, dessedentação animal e abastecimento humano, enquanto os reservatórios maiores estão relacionados com usinas hidrelétricas.

A partir dos dados do projeto Mapbiomas, foi possível observar a distribuição espaço-temporal das massas de água no Cerrado. Quanto à distribuição espacial, o Cerrado apresenta uma concentração de lagos naturais na planície do Araguaia, enquanto os reservatórios arti-

ficiais, excluindo-se os de usinas hidrelétricas, estão localizados nos municípios com maior produção agrícola irrigada, como Formoso do Araguaia, Brasília, Cristalina.

11.6 Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020**: Relatório Pleno. Brasília, DF, 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Usinas Hidrelétricas**. 2020.

ALTHOFF, D.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, D. D.; BAZAME, H. C. Improving methods for estimating small reservoir evaporation in the Brazilian savanna. **Agricultural Water Management**, v. 216, p. 105-112, 2019.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas**. Coleção [5] da Série anual de mapas de cobertura e uso de solo do Brasil. Disponível em: <https://mapbiomas.org>. Acesso em: 31 out. 2022a.

MAPBIOMAS. **MapBiomas Água**. Disponível em: <https://plataforma.agua.mapbiomas.org/map/-8.139086/-45.321527/5.0/biome/3/biome/water/2021/2021>. Acesso em: 5 ago. 2022b.

PINHATI, F. S. C.; RODRIGUES, L. N.; SOUZA, S. A. Modelling the impact of on-farm reservoirs on dry season water availability in an agricultural catchment area of the Brazilian savannah. **Agricultural Water Management**, v. 241, 106296, 2020.

RODRIGUES, L. N.; ALTHOFF, D. Pequenas barragens na agricultura irrigada. In: PAOLINELLI, A.; DOURADO NETO, D.; MANTOVANI, E. C. (ed.). **Diferentes abordagens sobre agricultura irrigada no Brasil**: história, política pública, economia e recurso hídrico. Piracicaba: Esalq/USP, 2021. p. 447-461.