

CAPÍTULO 2

O Bioma Cerrado

Níckolas Castro Santana

Lineu Neiva Rodrigues



Fotos: Fabiano Bastos (da esquerda para a direita - 1 e primeiro plano); Lineu Rodrigues (da esquerda para a direita - 2, 3 e 4)



2.1 Introdução

O bioma Cerrado pode ser dividido em 19 ecorregiões (Figura 2.1). As ecorregiões são áreas geográficas definidas por padrões ambientais semelhantes, que refletem as características de um ecossistema, especialmente delimitadas a partir de um padrão geomorfológico, vegetação, solos, geologia, diversidade florística, topografia e precipitação (Sano et al., 2019). No Cerrado, a maior ecorregião é a do Paraná Guimarães, com área de 364.523 km², e a menor é a ecorregião costeira, com área de 8.800 km². A ecorregião da Depressão Cárstica do São Francisco é a mais vulnerável, o que ocorre devido à alta conversão do uso do solo e baixo percentual de unidades de conservação (Sano et al., 2019).

2.2 População

Atualmente, mais de 45 milhões de brasileiros residem em municípios estabelecidos no Cerrado, dos quais mais de 20% está concentrada nos municípios-capitais dos estados, enquanto o interior é esparsamente povoado (Figura 2.2).

O Cerrado cobre totalmente a superfície de 752 municípios, sendo Ribas do Rio Pardo (17.300 km²), localizado no estado do Mato Grosso do Sul, o maior município com área totalmente incluída no Cerrado e o município de Santo Antônio dos Milagres (33 km²), localizado no estado do Piauí, o menor. Outros 682 municípios se encontram em zonas de transição entre a vegetação de Cerrado e de outros biomas, desses o maior é o município de Corumbá (64.400 km²), no estado do Mato Grosso do Sul e o menor o município de Águas de São Pedro (3 km²), localizado no estado de São Paulo.

No ano de 2010, mais de 85% da população do Cerrado estava concentrada em áreas urbanas. Entretanto, alguns municípios não seguem esse padrão. Mais de 85% das populações dos municípios de Muquém do São Francisco, BA, Marajá do Sena, MA, por exemplo, residiam em

áreas rurais. Por outro lado, os municípios de Valparaíso de Goiás, GO, Águas de São Pedro, SP, por exemplo, não apresentaram nenhum morador residente em áreas rurais.

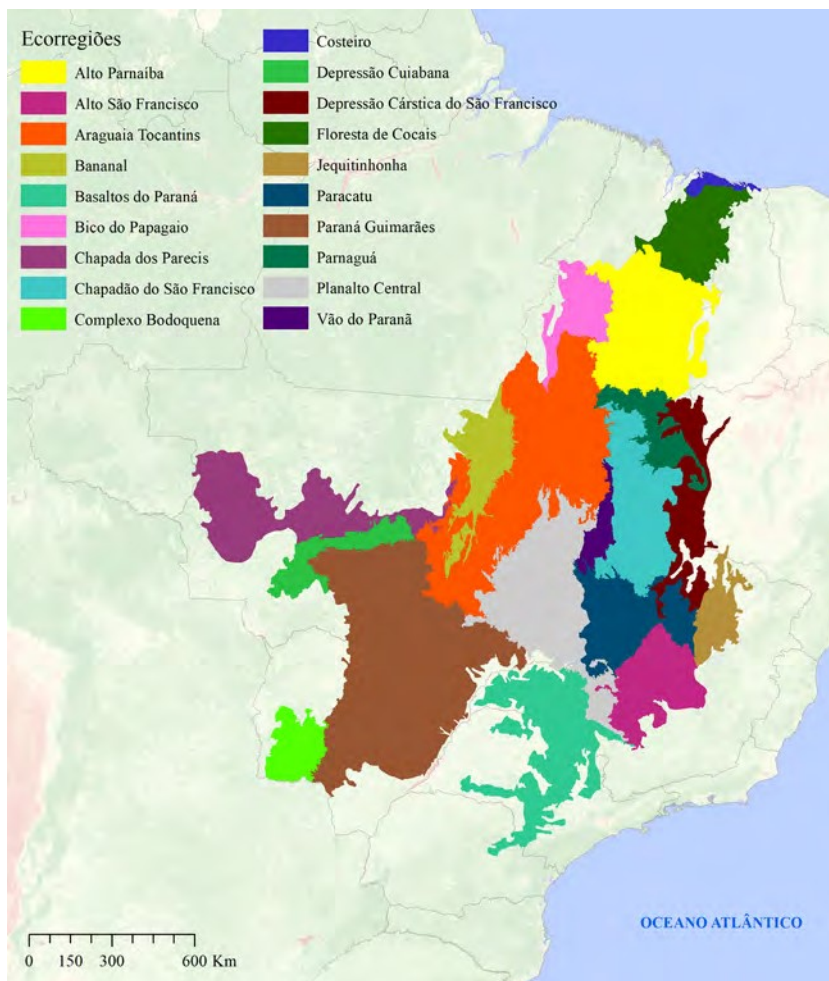


Figura 2.1. Divisão do bioma Cerrado em ecorregiões. O limite utilizado é diferente da nova atualização dos biomas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Fonte: Adaptado de Sano et al. (2019).

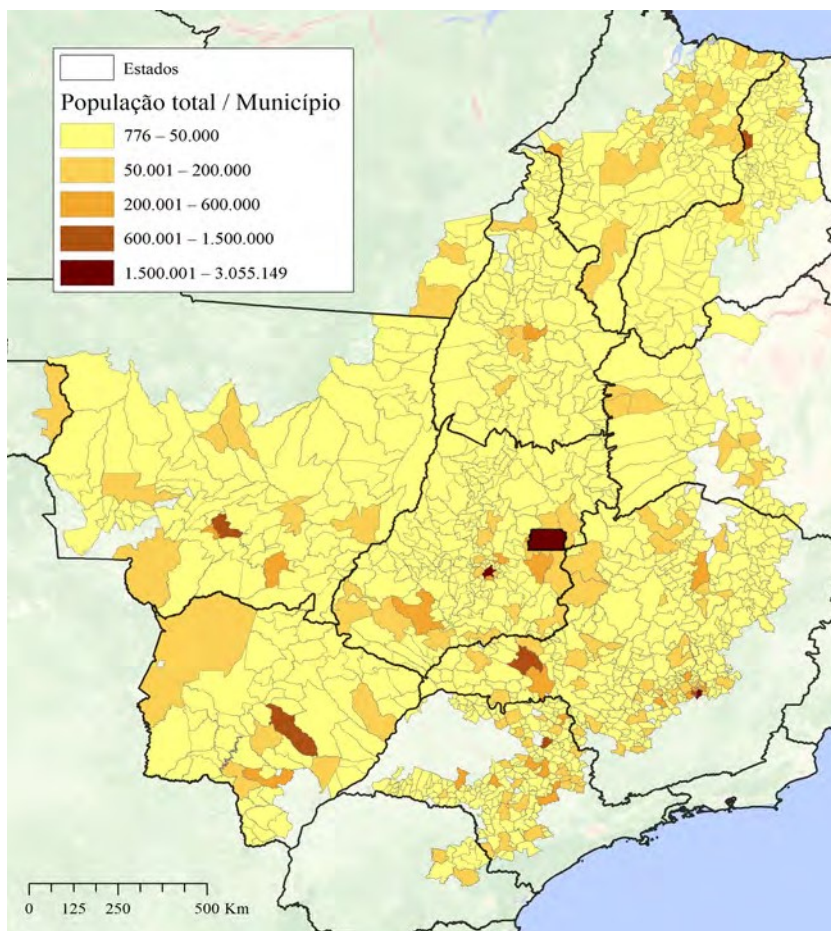


Figura 2.2. População por município na região do Cerrado para o ano de 2020.
Fonte: IBGE (2020).

Mais de 80% dos municípios do Cerrado possuem a população total variando entre 776 e 50 mil habitantes. Os municípios mais populosos incluem Brasília, DF e Belo Horizonte, MG, com 3.055.149 e 2.521.564 habitantes, respectivamente. Os municípios menos populosos são Serra da Saudade, MG e Borá, SP, com 776 e 838 habitantes, respectivamente.

No Cerrado, os municípios com populações menores do que 50 mil habitantes, em geral, possuem como principal atividade econômica a agropecuária, o que os leva a dependerem mais diretamente dos recursos naturais provenientes desse bioma e das condições climáticas favoráveis a esses processos produtivos. Municípios com populações maiores do que 1,5 milhão de habitantes, como Brasília, Belo Horizonte e Campinas, possuem atividades econômicas diversas, que variam entre os setores agropecuários, industriais e serviços.

Assim como a população brasileira em geral, a população do Cerrado é diversificada quanto à classificação de cor ou raça. A ocupação original por povos indígenas e posteriormente pelos europeus e africanos levou a uma população altamente miscigenada (Figura 2.3). De fato, cada estado possui um padrão único, por exemplo, no Maranhão mais de 68% da população se declarou parda, enquanto, em São Paulo, esse percentual é menor que 24%.

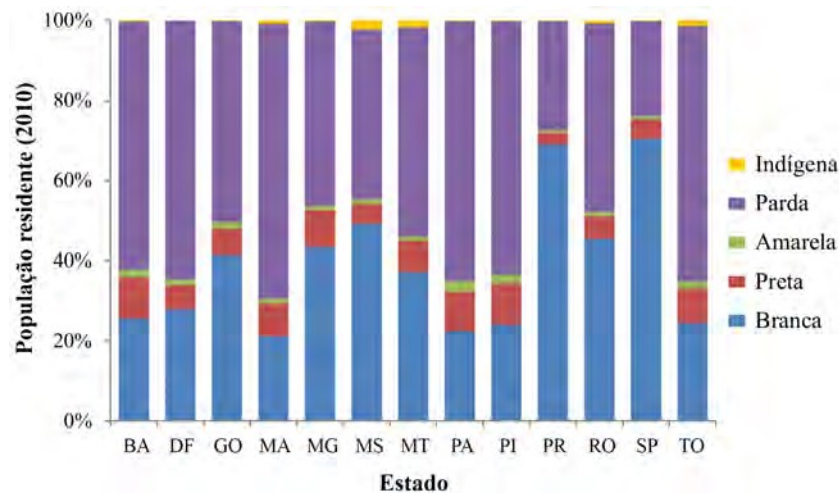


Figura 2.3. Percentuais da população por estado conforme declaração de cor ou raça no ano de 2010. Os dados são referentes apenas aos municípios inseridos no limite do Cerrado.

Fonte: IBGE (2020).

Além da subdivisão da população entre áreas urbanas e rurais, há a presença de populações tradicionais, dispersas no território do Cerrado. Essas populações podem estar localizadas também em terras indígenas, quilombos e assentamentos da reforma agrária (Figura 2.4). Até o ano de 2020, foram listadas 102 terras indígenas, 77 quilombos e 1.890 assentamentos da reforma agrária, englobando mais que 8% da área total do Cerrado.

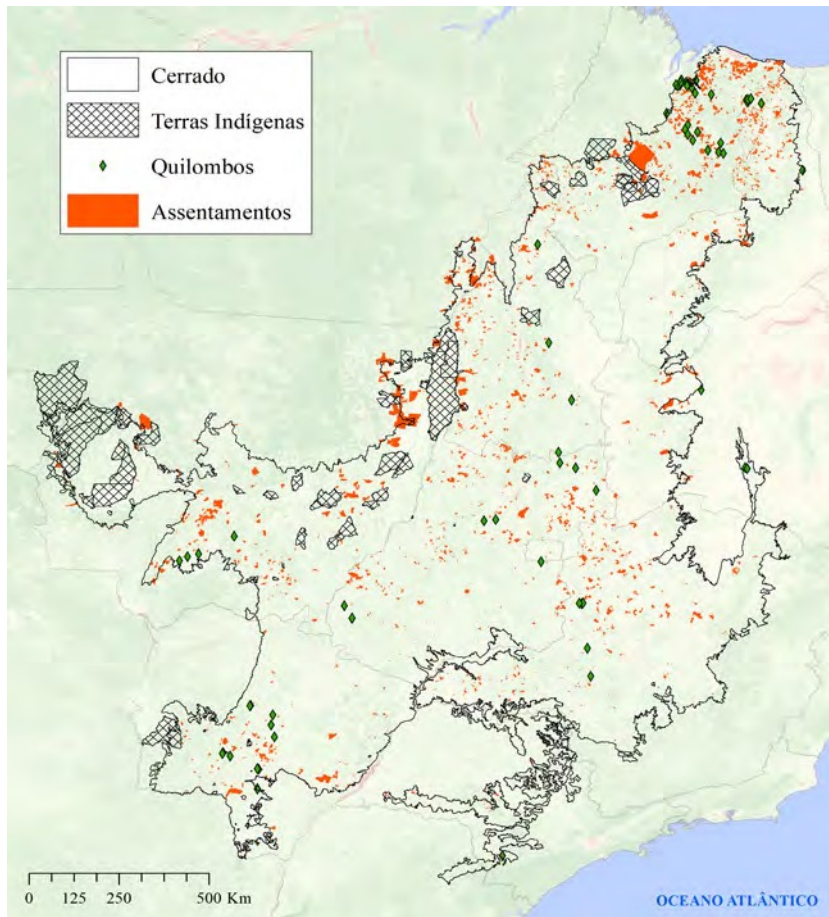


Figura 2.4. Áreas de populações tradicionais no Cerrado.

Fonte: Adaptado de Funai (2022) e Incra (2022).

2.3 Recursos estratégicos do Cerrado

O Cerrado brasileiro dispõe de grande riqueza ecológica ao mesmo tempo em que fornece grande aporte para a economia brasileira. Para a proteção de sua biodiversidade foram implementadas diversas unidades de conservação, totalizando cerca de 8,44% da sua área total (Figura 2.5).

Cerca de 35% das áreas protegidas, ou 2,6% da área total do Cerrado, são classificadas como unidades de proteção integral, com o objetivo de assegurar a preservação da natureza e minimizar a presença humana, sendo permitidas apenas pesquisas científicas, turismo ecológico e uso indireto dos recursos.

O restante, cerca de 65% das unidades de conservação, estão inseridos no grupo de unidades de conservação de uso sustentável, sendo permitido, nesse caso, o uso sustentável dos recursos naturais. Para o bioma Cerrado essa porcentagem de áreas protegidas, principalmente as áreas de proteção integral, é considerada baixa em comparação à sua área total, colocando em risco a sua conservação no futuro (Klink; Machado, 2005).

O Cerrado desempenha papel importante na economia brasileira, principalmente na produção agrícola e pecuária, na irrigação de lavouras, na geração de energia elétrica e no abastecimento humano/animal, além da mineração.

No setor da agropecuária, foram desenvolvidas diversas técnicas que contribuíram para aumentar a produtividade do Cerrado, tornando o Brasil um dos maiores produtores de alimentos. Grande parte da produção de grãos e cereais é realizada na região, como a soja e o milho (Rada, 2013), que também concentra mais de 55% da produção pecuária do Brasil (Pereira et al., 2018).

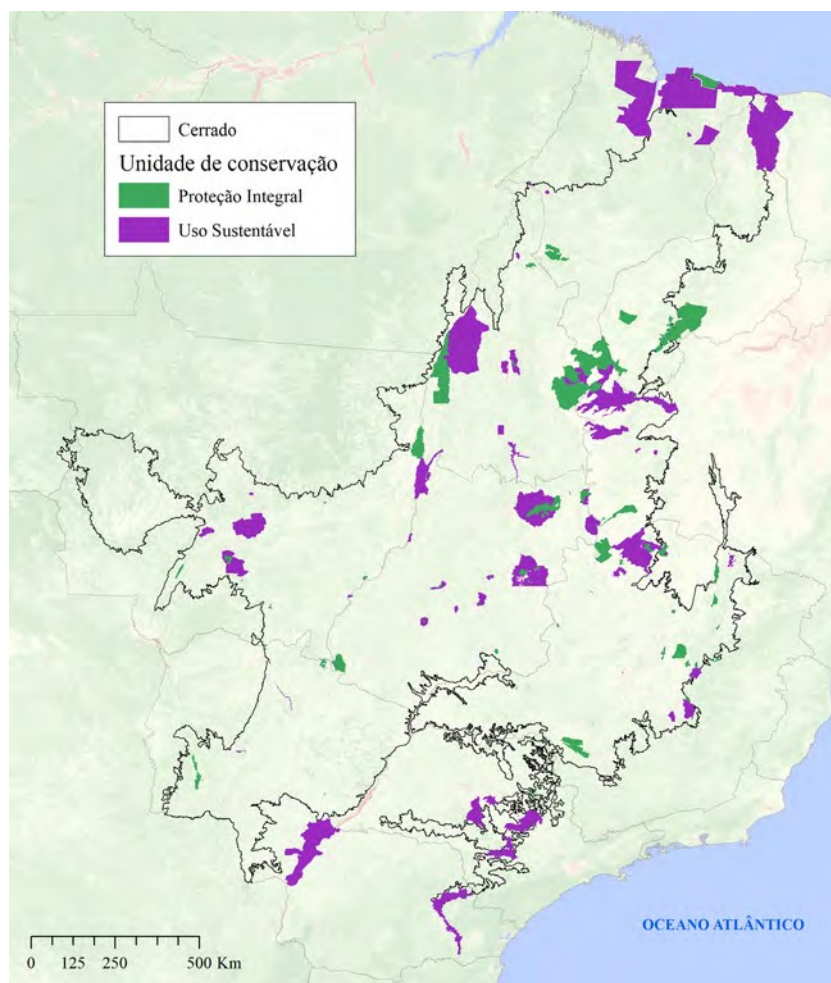


Figura 2.5. Unidades de conservação do Cerrado.

Fonte: Adaptado de Brasil (2022) e ICMBiO (2022).

De acordo com características ambientais, como o tipo de solo e relevo, cada município se especializou em um tipo de produção agropecuária (Figura 2.6). Os municípios com maior percentual de sua área composta por pastagens é Jauru, MT e Aurilândia, GO, com 88 e 74%,

respectivamente. Os municípios de Ipiranga do Norte, MT e Montividiu, GO possuem respectivamente 65 e 71% da sua área total cultivada com lavouras de soja, sendo esses municípios os que apresentam o maior percentual de área total ocupada com essa cultura.

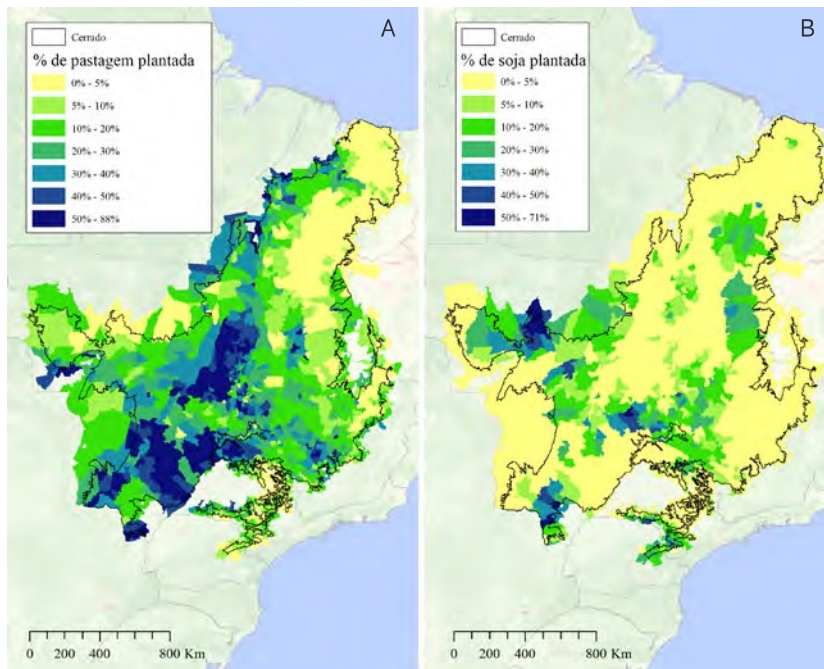


Figura 2.6. Porcentagens de ocupação dos solos municipais: pastagens plantadas (A); soja (B).

Fonte: Adaptado de IBGE (2018).

A geração de energia hidroelétrica no Brasil depende especialmente da disponibilidade hídrica do Cerrado, que possui mais de 291 usinas hidrelétricas (Latrubesse et al., 2019). Além disso, as principais usinas hidrelétricas, tais como Belo Monte, Tucuruí e Itaipu, possuem algumas das suas principais nascentes localizadas nesse bioma (Figura 2.7). De fato, cerca de 64% da energia elétrica produzida no Brasil é derivada de usinas hidrelétricas (Lima et al., 2020), sendo, 77% provenientes

de usinas que contam com nascentes localizadas no bioma Cerrado (Andrade; Santos, 2015; Agência Nacional de Energia Elétrica, 2022).

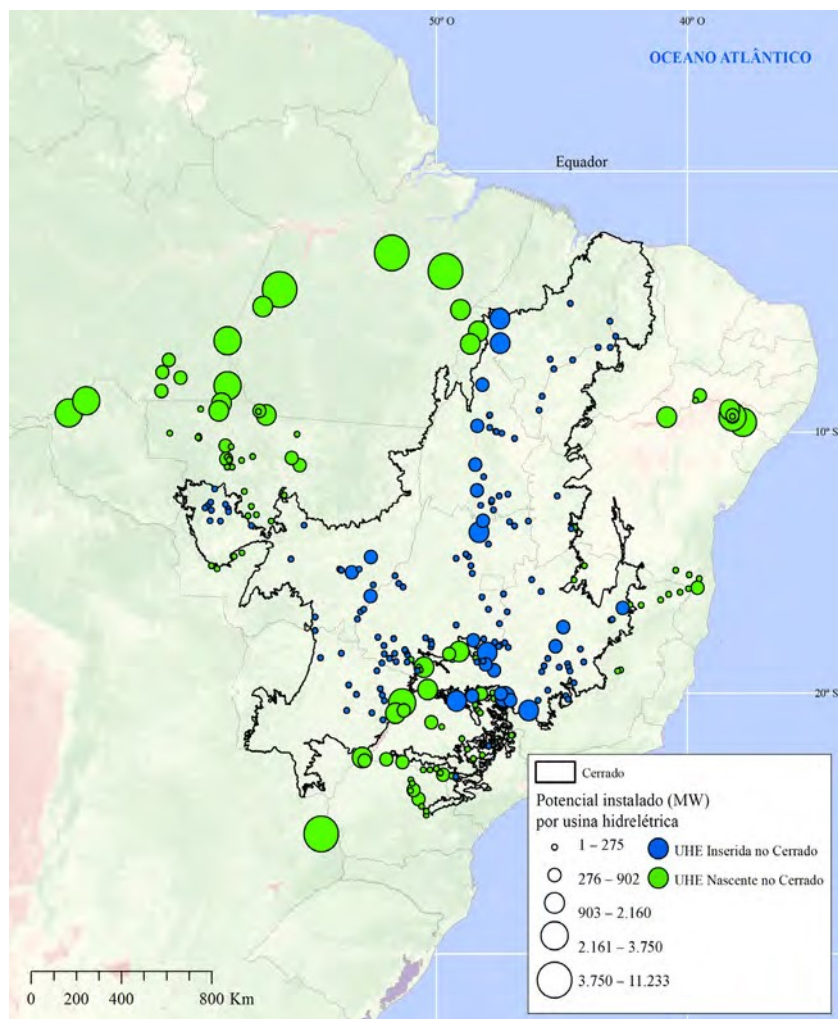


Figura 2.7. Potencial instalado (MW) em cada usina hidrelétrica, dependente de águas do Cerrado, no ano de 2020, onde também estão incluídas usinas em estágio de planejamento.

Fonte: Adaptado de Agência Nacional de Energia Elétrica (2022).

A usina hidrelétrica de Marimbondo, localizada no Rio Grande, entre São Paulo e Minas Gerais, é a que possui maior potência instalada dentro do limite do Cerrado, com capacidade total de até 1.440 MW. Entre as usinas hidrelétricas localizadas em outros biomas, mas que possuem nascentes no Cerrado, a de Belo Monte, no estado do Pará, é a que apresenta maior capacidade instalada, chegando a 11.233 MW. Atualmente, entretanto, opera efetivamente com 4.500 MW (Fearnside, 2014).

2.4 Meio físico

2.4.1 Vegetação

O Cerrado é o maior ecossistema de savana da América do Sul, sendo considerado um dos biomas mais ricos do planeta (Franco et al., 2014). A sua classificação como savana é generalista pois há uma grande diversidade de formações vegetais que variam de florestas ombrófilas e semidecíduais em áreas com maior disponibilidade hídrica; de florestas decíduais em áreas com menor disponibilidade hídrica, mas solos férteis, até a formações típicas de savanas, arbustivas e gramíneas, encontradas em áreas com solos menos férteis e com altas taxas de incêndios (Bueno et al., 2018).

A vegetação do Cerrado é influenciada pela alta variabilidade climática anual, especialmente da precipitação, com períodos de 3 a 6 meses de estiagem. Na Figura 2.8, é ilustrada a variação da cobertura vegetal a partir da variação mensal do índice de vegetação da diferença normalizada (Normalized Difference Vegetation Index – NDVI), calculado a partir de imagens obtidas com um espectroradiômetro de imagem com resolução moderada (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer – MODIS), para os meses de janeiro a dezembro.

O NDVI é uma fração da resposta da vegetação nos canais espectrais do vermelho e infravermelho próximo, indicando a intensidade da atividade fotossintética em cada pixel das imagens obtidas. A partir do NDVI, é possível analisar a fenologia da vegetação e possíveis distúr-

bios relacionados, por exemplo, à degradação do solo ou às alterações climáticas (Santos et al., 2021).

O padrão observado na Figura 2.8 indica o período de crescimento da vegetação do Cerrado, a partir do início do período de chuvas no mês de outubro, enquanto o declínio da vegetação coincide com o início do período de estiagem no mês de maio. Também, é possível observar que certas áreas do Cerrado têm menor NDVI em comparação com outras, resultado das diferentes fitofisionomias dominantes em cada ecorregião. Na zona costeira ao norte, por exemplo, o NDVI se mantém acima de 0,5 durante todo o ano.

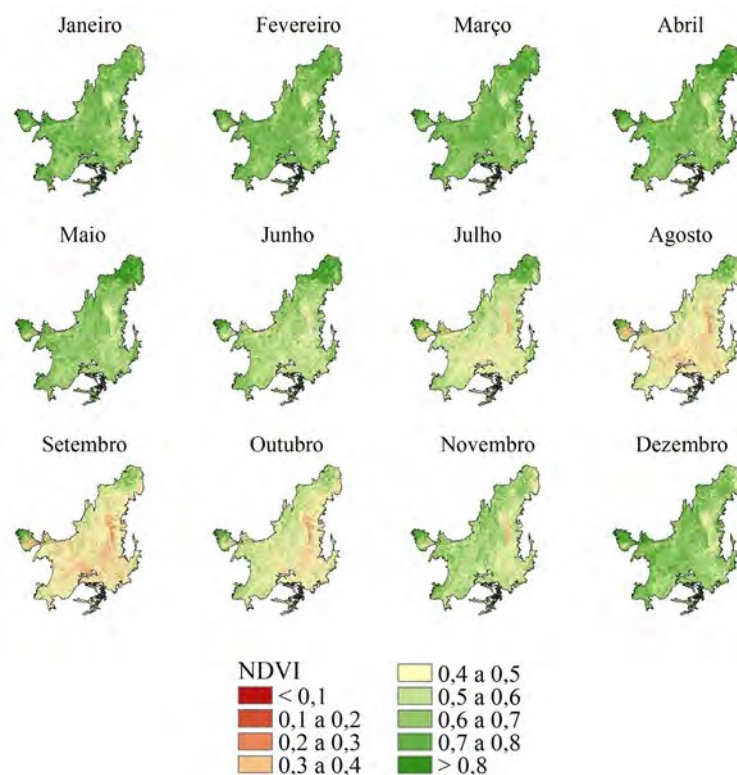


Figura 2.8. Média mensal do índice de vegetação da diferença normalizada (NDVI) no Cerrado, para o período de 2001 a 2019.

2.4.2 Relevo e pedologia

Conforme a classificação geomorfológica do IBGE (2009), o Cerrado pode ser dividido de forma mais abrangente em sete unidades geomorfológicas ou compartimentos (Figura 2.9). A maior parte do Cerrado é definida como depressões, 27% da área total, seguida por planaltos, 22%; patamares, 20%; chapadas, 15%; planícies, 6%; serras, 5%; e tabuleiros, 4%. Essa classificação é baseada nos parâmetros de altimetria, fisionomia, litologia, estrutura, além dos processos originários como, por exemplo, o comportamento da drenagem.

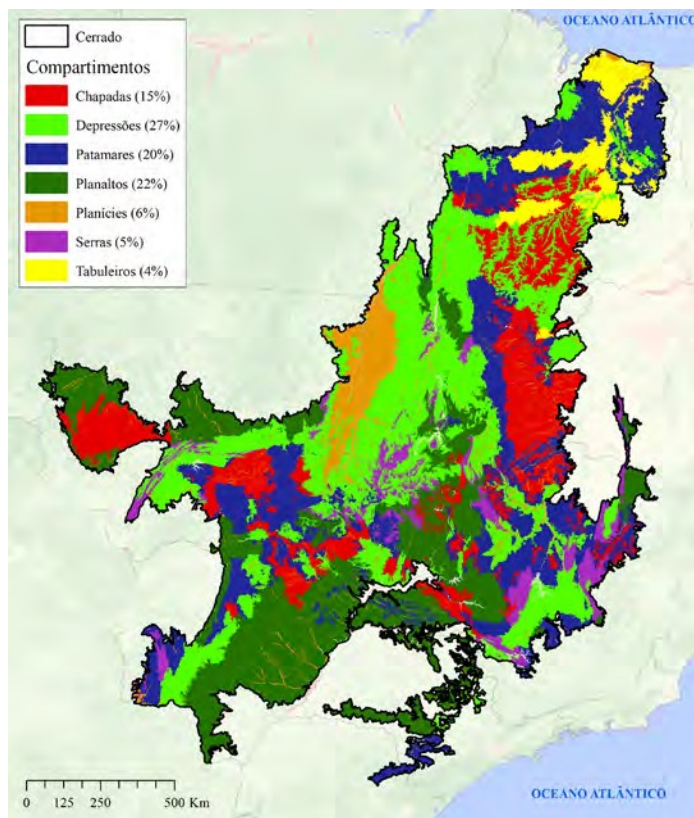


Figura 2.9. Compartimentação geomorfológica do Cerrado.

Fonte: Adaptado de IBGE (2009).

De forma geral, os compartimentos geomorfológicos podem ser resumidos em dois grandes grupos: platôs e depressões (Sano et al., 2019). Os platôs são as áreas de maior altitude e maior inclinação do terreno, ocupando principalmente a porção centro-sul do bioma. As depressões são áreas com menor altitude e menor inclinação do terreno, ocupando, principalmente, a porção noroeste do bioma. A altitude do Cerrado varia entre 85 m, nas ecorregiões do Bananal e Floresta de Cocais, a 1.045 m na ecorregião do Planalto Central (Sano et al., 2019). A ocupação do Cerrado e sua utilização atual foram dependentes, entre outras variáveis, do padrão geomorfológico. As áreas que mais foram aproveitadas pela agricultura dada a facilidade de implantação de maquinários foram as chapadas e os planaltos, enquanto as outras áreas se especializaram principalmente na pecuária.

A pedologia foi outro fator importante para a ocupação agrícola atual do Cerrado. Os solos mais representativos no Cerrado e os que mais são utilizados na agricultura atual são: os latossolos, ocupando cerca de 43% da área total do bioma; e os neossolos, ocupando cerca de 22% (Figura 2.10). Os latossolos são solos altamente intemperizados e profundos, com boa drenagem, localizados em áreas de relevo plano a suave-ondulado. Os neossolos podem ser divididos em três subclasses, sendo a mais comum a dos neossolos quartzarênicos, que são profundos, de textura arenosa e bem drenados, ocorrendo em áreas planas ou suave-onduladas (Reatto; Martins, 2005).

Apesar dessas características, a maioria dos solos do Cerrado possui baixa fertilidade natural, dada à alta acidez, ao alto teor de alumínio, a baixas taxas de cálcio e magnésio, sendo necessário aplicar técnicas de correção do solo para se poder viabilizar a produção agrícola. Desde a década de 1970, a ocupação tem se intensificado, tendo o seu auge na década de 1990 com a aplicação de técnicas desenvolvidas especialmente para aumentar a produtividade e a resistência das culturas (Hunke et al., 2015). A grande dificuldade atual está em se buscar equilibrar o aumento da produtividade com a preservação dos solos, em que se tem observado altas taxas de perdas por erosão em todo o

bioma, diminuindo a produtividade ao aumentar a perda de nutrientes (Gomes et al., 2019).

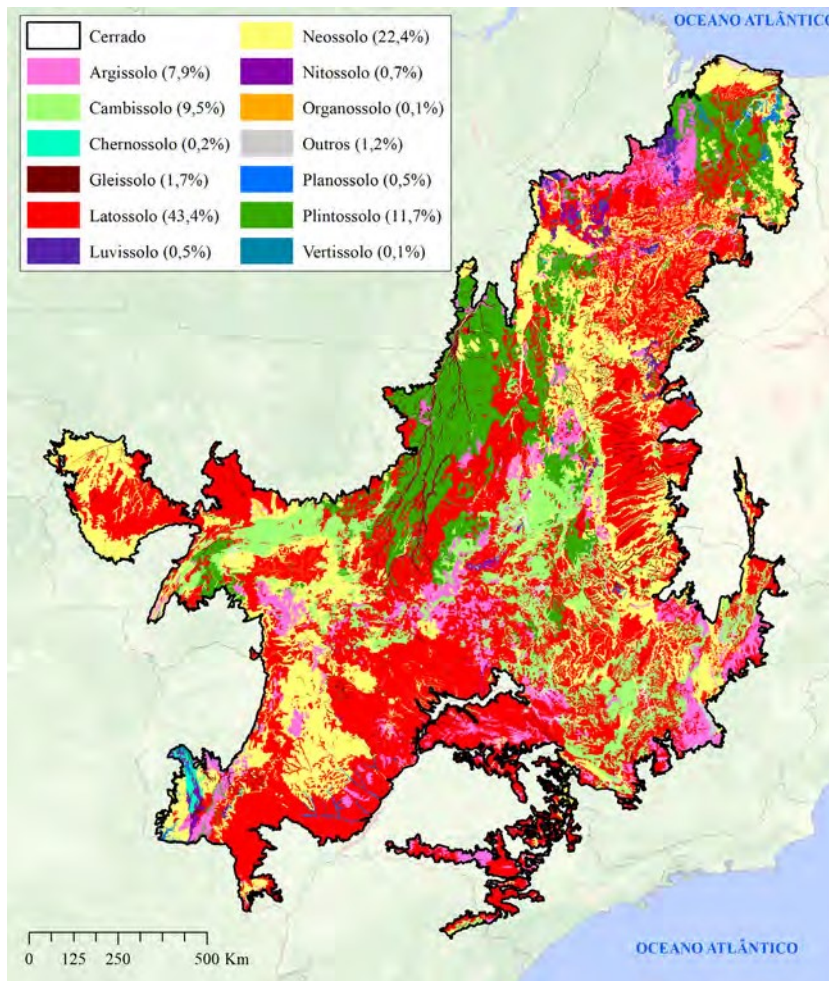


Figura 2.10. Mapa pedológico do Cerrado.

Fonte: Adaptado de IBGE (2019).

2.4.3 Uso do solo e ocupação do Cerrado

A ocupação do Cerrado brasileiro foi resultado de um conjunto de fatores: características ambientais favoráveis como clima, relevo e solos, além de projetos públicos de ocupação do território. Essa ocupação ocorreu há muitos séculos a partir de populações tradicionais, entretanto se tornou intensiva a partir da década de 1970, principalmente por avanços tecnológicos na agricultura.

Institutos de pesquisa, assim como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) contribuíram com técnicas adequadas de manejo do solo e inovação de maquinários, aumentando a produtividade no bioma. Além disso, o crescimento do setor de serviços e industrial fez surgir grandes centros urbanos no Cerrado, como Brasília e Goiânia (Rocha, 2012).

No ano de 2019, as principais coberturas do Cerrado incluíam cerca de 31% de pastagens, 30% de formações naturais savânicas, 15% de formações naturais florestais, 13% de agricultura e 8% de formações campestres (Figura 2.11). Os 3% restantes se encontravam divididos entre espelhos d'água, áreas urbanas, silvicultura, mangue e áreas sem vegetação. A ocupação no Cerrado atual atingiu praticamente todos os tipos de formações vegetais, solos e classes geomorfológicas.

Entre os anos de 1989 e 2019, houve uma intensa alteração da cobertura do Cerrado (Figura 2.12). As classes de silvicultura, urbano e agricultura tiveram os ganhos mais expressivos no período, com mais de 150% de ganhos de área. As outras classes tiveram aumento menos expressivo.

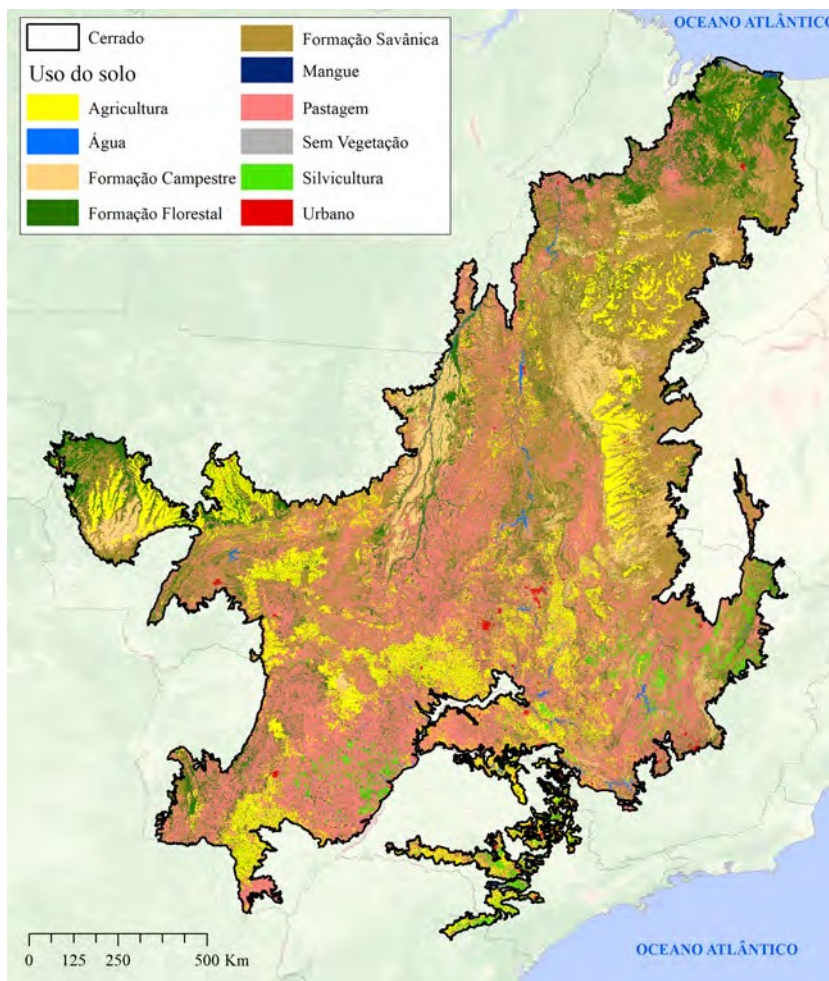


Figura 2.11. Mapa de uso do solo do Cerrado no ano de 2019.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2019).

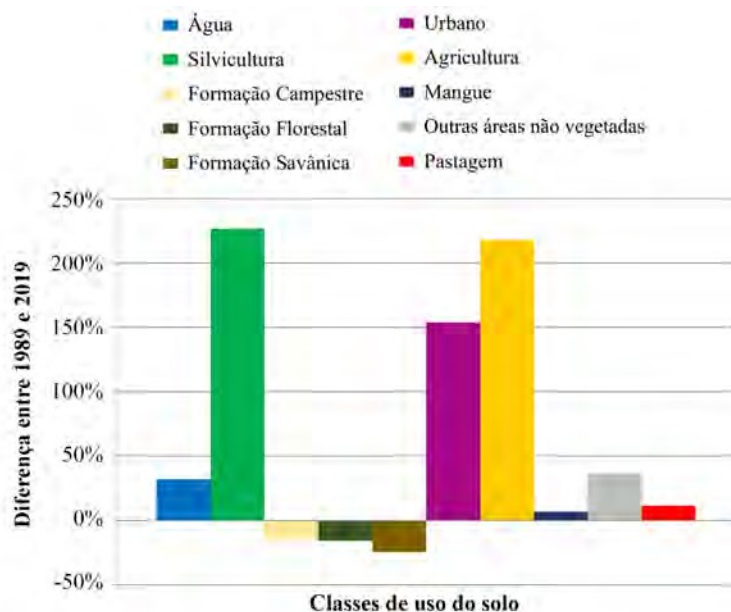


Figura 2.12. Diferença percentual entre as classes de uso do solo nos anos de 1989 e 2019 no Cerrado.

Fonte: Adaptado de MapBiomias (2019).

Nas Figuras 2.13 e 2.14, é demonstrado o padrão de alteração da superfície em cada uma das classes de uso do solo. As classes de uso antrópico, silvicultura, agricultura e urbano apresentaram crescimento constante entre o período de 1989 e 2019, enquanto a classe de pastagens apresentou diminuição na última década. As classes de uso naturais, formações campestres, florestais e savânicas apresentaram diminuição constante nas últimas décadas, com exceção das áreas de mangue que estão estabilizadas.

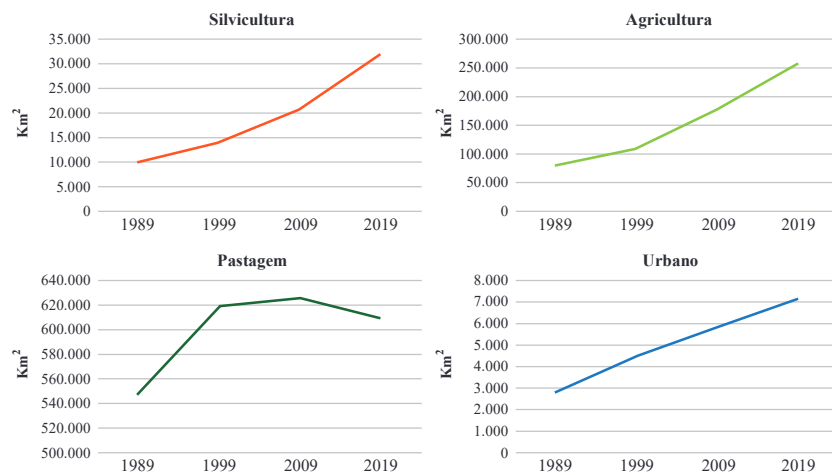


Figura 2.13. Alteração das classes de uso do solo antrópicas no Cerrado entre os anos de 1989 e 2019.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2019).

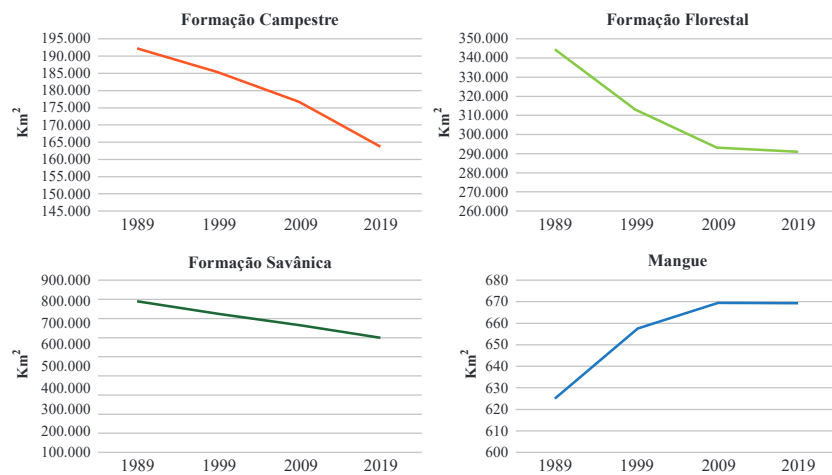


Figura 2.14. Alteração das classes de uso do solo naturais no Cerrado entre os anos de 1989 e 2019.

Fonte: Adaptado de MapBiomas (2019).

A quantificação da fragmentação da paisagem do Cerrado pode ser realizada por métricas da paisagem, as quais podem ser definidas como indicadores quantitativos da estrutura da paisagem, como fragmentação, bordas, formas, área central, vizinhos, diversidade, conectividade, entre outros (Oliveira et al., 2017).

Na Tabela 2.1, é indicada a situação da vegetação do Cerrado no ano de 2019 a partir dos dados do MapBiomass (2019).

Tabela 2.1. Métricas tradicionais da paisagem natural do Cerrado em quilômetros quadrados para o ano de 2019.

Métrica	MPS ⁽¹⁾	NumF ⁽²⁾	MedF ⁽³⁾	Área total de vegetação (km ²)
Valor	4,55	231.881	0,29	1.056.160

⁽¹⁾MPS = tamanho médio dos fragmentos.

⁽²⁾NumF = número de fragmentos.

⁽³⁾MedF = tamanho mediano dos fragmentos.

Analisando a Tabela 2.1, observa-se uma área total de vegetação natural de 1.056.160 km² em 2019, sendo dividida em 231.881 fragmentos (NumF). O tamanho médio dos fragmentos foi de 4,55 km² (MPS), enquanto o tamanho mediano foi de 0,29 km² (MedF). Nesse cenário, percebe-se que, para aquele ano, houve grande concentração de pequenos fragmentos de vegetação natural, dado que o tamanho mediano é 0,29 km², indicando assim uma alta fragmentação da paisagem, sendo associada principalmente às áreas de intenso uso agrícola (Carvalho et al., 2009).

2.5 Considerações finais

O conhecimento das características geográficas de um território é determinante para se ter eficiência na sua ocupação e sustentabilidade no seu desenvolvimento. O Cerrado é uma região estratégica para o Brasil, possui grande heterogeneidade entre suas sub-regiões,

apresentando padrões geomorfológicos, geológicos e pedológicos de alta variabilidade, o que dificultou ou retardou a sua exploração econômica. Associado a isso, a variabilidade climática foi um dos fatores essenciais para criar regiões de biodiversidade complexas, com alto endemismo.

A ocupação humana na região data dos períodos pré-coloniais, sendo amplamente modificada no presente, especialmente com a exploração econômica do bioma. A alta urbanização, associada ao desenvolvimento tecnológico da agropecuária, resultou em um mosaico de usos na região, os quais dependem principalmente dos recursos naturais disponíveis, desde água superficial e subterrânea, e propícios à agricultura, assim como um padrão climático estável, e manutenção da biodiversidade.

É necessário que essa região seja desenvolvida de forma sustentável, para isto, é fundamental a proteção dos recursos naturais, a criação de unidades de conservação, edição de normas e leis para preservação da água e do solo, assim como a regulação dos usos humanos. Essas são algumas ações desenvolvidas, considerando a importância ambiental e econômica da região para o Brasil. Existe a necessidade de ampliar essas ações, assim como ampliar o conhecimento científico do Bioma para que novas práticas sustentáveis possam ser desenvolvidas e a agricultura irrigada possa desenvolver considerando as peculiaridades das regiões.

2.6 Referências

ANDRADE, A. L.; SANTOS, M. A. Hydroelectric plants environmental viability: strategic environmental assessment application in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 52, p. 1413-1423, 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **Usinas hidrelétricas**. Disponível em: <https://sigel.aneel.gov.br/>. Acesso em: 31 out. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/>. Acesso em: 31 out. 2022.

BUENO, M. L.; DEXTER, K. G.; PENNINGTON, R. T.; PONTARA, V.; NEVES, D. M.; RATTER, J. A.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. de. The environmental triangle of the Cerrado domain: ecological factors driving shifts in tree species composition between forests and savannas. **Journal of Ecology**, v. 106, n. 5, p. 2109–2120, 2018.

CARVALHO, F. M. V.; DE MARCO, P.; FERREIRA, L. G. The Cerrado into-pieces: habitat fragmentation as a function of landscape use in the savannas of central Brazil. **Biological Conservation**, v. 142, n. 7, p. 1392–1403, 2009.

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River dams: unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia. **Environmental Science**, v. 38, p. 164–172, 2014.

FRANCO, A. C.; ROSSATTO, D. R.; SILVA, L. C. R.; FERREIRA, C. S. Cerrado vegetation and global change: the role of functional types, resource availability and disturbance in regulating plant community responses to rising CO₂ levels and climate warming. **Theoretical and Experimental Plant Physiology**, v. 26, n. 1, p. 19–38, 2014.

FUNAI. **Geoprocessamento e Mapas**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>. Acesso em: 31 out. 2022.

GOMES, L.; SIMÕES, S. J. C.; NORA, E. L. D.; SOUSA-NETO, E. R. de; FORTI, M. C.; OMETTO, J. P. H. B. Agricultural expansion in the Brazilian Cerrado: increased soil and nutrient losses and decreased agricultural productivity. **Land**, v. 8, n. 1, p. 12, 2019.

HUNKE, P.; MUELLER, E. N.; SCHRODER, B.; ZEILHOFER, P. The Brazilian Cerrado: assessment of water and soil degradation in catchments under intensive agricultural use. **Ecohydrology**, v. 8, p. 1154–1180, 2015.

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 8 out. 2021.

IBGE. **Manual técnico de geomorfologia**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2009. 182 p. Acompanha CD-ROM. (Manuais técnicos em geociências, 5).

IBGE. **Pedologia**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia.html>. Acesso em: 31 out. 2022.

IBGE. **Pesquisa nacional por amostra de domicílio contínua**. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 31 out. 2022.

ICMBIO. **Dados geoespaciais de referência da cartografia nacional e dados temáticos produzidos no ICMBio**: unidades de conservação federais. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/>. Acesso em: 31 out. 2022.

INCRA. **Acervo fundiário**. 2022. Disponível em: <https://acervofundiario.incra.gov.br/>. Acesso em: 31 out. 2022.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 707-713, 2005.

LATRUBESSE, E. M.; ARIMA, E. Y.; FERREIRA, M. E.; NOGUEIRA, S.; WITTMANN, F.; DIAS, M. S.; DAGOSTA, F.; BAYER, M. Fostering water resource governance and conservation in the Brazilian Cerrado biome. **Conservation Science and Practice**, v. 1, e77, 2019.

LIMA, M. A.; MENDES, L.; MOTHÉ, G.; LINHARES, F.; CASTRO, M. P.; SILVA, M. G. da; STHEL, M. Renewable energy in reducing greenhouse gas emissions: reaching the goals of the Paris agreement in Brazil. **Environmental Development**, v. 33, p. 100504, 2020.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas**. Coleção [5] da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2019. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 31 out. 2022.

OLIVEIRA, S. N. de; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; McMANUS, C. M. Landscape-fragmentation change due to recent agricultural expansion in the Brazilian savanna, Western Bahia, Brazil. **Regional Environmental Change**, v. 17, n. 2, p. 411-423, 2017.

PEREIRA, O.; FERREIRA, L. G.; PINTO, F.; BAUMGARTEN, L. Assessing pasture degradation in the Brazilian Cerrado based on the analysis of MODIS NDVI time-series. **Remote Sensing**, v. 10, n. 11, p. 1761, 2018.

RADA, N. Assessing Brazil's Cerrado agricultural miracle. **Food Policy**, v. 38, p. 146-155, 2013.

REATTO, A.; MARTINS, E. S. Classes de solos em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 47-59.

ROCHA, J. C. S. **Dinâmica de ocupação no bioma Cerrado: caracterização dos desmatamentos e análise das frentes de expansão**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

SANO, E. E.; RODRIGUES, A. A.; MARTINS, E. S.; BETTIOL, G. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; BEZERRA, A. S.; COUTO JÚNIOR, A. F.; VASCONCELOS, V.; SCHULER, J.; BOLFE, E. L. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian savanna environmental diversity for conservation. **Journal of Environmental Management**, v. 232, p. 818-828, 2019.

SANTOS, G. L.; PEREIRA, M. G.; DELGADO, R. C.; MAGISTRALI, I. C.; SILVA, C. G.; OLIVEIRA, C. M. M.; LARANJEIRA, J. P. B.; SILVA, T. P. Degradation of the Brazilian Cerrado: interactions with human disturbance and environmental variables. **Forest Ecology and Management**, v. 482, p. 118875, fev. 2021.