

Cerrado, sociobiodiversidade e saúde: uma análise bibliométrica

Cerrado, sociobiodiversity and health: A bibliometric analysis

Régia Leiliana Souza Oliveira¹, Carlos Eduardo Leal Lopes¹, Mariana Nardi Furtado¹, Valéria Gonçalves da Vinha², Lenaura de Vasconcelos Costa Lobato³

DOI: 10.1590/2358-28982026E210903P

RESUMO O Cerrado desempenha um papel ecológico e econômico crucial: é a savana mais biodiversa do mundo, regulador da disponibilidade hídrica e um dos maiores exportadores de commodities agrícolas, como soja, milho e algodão. Nele, habitam povos e comunidades tradicionais, como indígenas e quilombolas, que detêm conhecimentos ancestrais sobre sua biodiversidade, mas são pouco estudados e praticamente ignorados pelas políticas públicas. No contexto atual de degradação ambiental, em que a expansão agropecuária ameaça a integridade do Cerrado, comprometendo a saúde e a reprodução social dessas comunidades, torna-se fundamental mapear o conhecimento produzido para subsidiar intervenções. Uma análise bibliométrica foi empregada em uma amostra de 478 artigos (2018-2024), mapeando a produção acadêmica sobre a sociobiodiversidade do Cerrado, sua relação com o meio ambiente e a saúde, identificando tendências e lacunas de pesquisa. Os resultados apontam que a maior parte da produção científica está centrada nas temáticas de dinâmicas ecológicas (44%) e impactos do agronegócio (31%), sendo que a dimensão da saúde é marginalmente abordada (6%), especialmente a saúde dos povos tradicionais. Conclui-se que há uma lacuna crítica na articulação entre sociobiodiversidade e saúde, demandando urgência na formulação de políticas públicas que promovam a preservação e a valorização cultural.

PALAVRAS-CHAVE Cerrado. Biodiversidade. Saúde. Bibliometria.

ABSTRACT *The Cerrado plays a crucial ecological and economic role: it is the most biodiverse savanna in the world, a regulator of water availability, and one of the largest exporters of agricultural commodities such as soy, corn, and cotton. It is home to traditional peoples and communities, such as Indigenous and quilombola communities, who possess ancestral knowledge about its biodiversity. But they are poorly studied and practically ignored by public policies. In the current context of environmental degradation, where the expansion of agriculture threatens the integrity of the Cerrado biome, compromising the health and social reproduction of these communities, it becomes essential to map the knowledge produced in order to support interventions. A bibliometric analysis was employed on a sample of 478 articles (2018-2024), mapping academic production on the socio-biodiversity of the Cerrado, its relationship with the environment and health, identifying trends and research gaps. The results indicate that most scientific production is centered on the themes of ecological dynamics (44%) and impacts of agribusiness (31%), with the health dimension being marginally addressed (6%), especially the health of traditional peoples. We conclude that there is a critical gap in the articulation between socio-biodiversity and health, demanding urgent formulation of public policies that promote cultural preservation and appreciation.*

KEYWORDS Cerrado. Biodiversity. Health. Bibliometrics.

¹Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) - Rio de Janeiro (RJ), Brasil.
regialeilianaoliveira@gmail.com

²Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro (RJ), Brasil.

³Universidade Federal Fluminense (UFF) - Niterói (RJ), Brasil.

Introdução

O Cerrado, segundo maior bioma da América do Sul, estende-se por 1.983.017 km² e ocupa cerca de 23,3% do território brasileiro¹, distribuídos entre os estados de Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, sul de Mato Grosso, oeste de Minas Gerais, Distrito Federal, oeste da Bahia, sul do Maranhão, oeste do Piauí e partes de São Paulo. Reconhecido como a savana mais biodiversa do mundo, abrigando 12.829 espécies de plantas nativas catalogadas, o Cerrado ainda desempenha a função de regulação hídrica, pois nele nascem as três maiores bacias hidrográficas sul-americanas: Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata².

Atualmente, restam 49,9% da área do Cerrado coberta por vegetação natural. O bioma também desempenha um importante papel social: nesse território, habitam diversos povos e comunidades tradicionais – incluindo etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, babaçueiras, vazanteiros e comunidades quilombolas – que, juntos, integram o patrimônio histórico e cultural brasileiro. Essas populações detêm um vasto conhecimento ancestral e tradicional sobre a biodiversidade. A interação entre a diversidade biológica e as práticas culturais locais define a sociobiodiversidade, um conceito central para o manejo sustentável dos recursos, apesar de ser pouco estudado e, praticamente, ignorado pelas políticas públicas. Consequentemente, os direitos dessas comunidades sobre seus recursos ainda não estão integralmente garantidos^{2,3}.

Essa riqueza, contudo, está sob intensa ameaça. O Cerrado é a principal fronteira de expansão para *commodities* agrícolas, o que resulta em altas e crescentes taxas de desmatamento. A expansão agropecuária e a degradação ambiental, que inclui o uso intensivo de agrotóxicos, comprometem diretamente a integridade ecológica do bioma e, por consequência, afetam a segurança alimentar, a medicina tradicional e a própria reprodução social dessas comunidades, transformando áreas em ‘zonas de sacrifício’ para o desenvolvimento nacional⁴.

A produção acadêmica sobre a inter-relação entre sociobiodiversidade, meio ambiente e, principalmente, saúde humana no Cerrado é fragmentada e pouco explorada. Portanto, é fundamental mapear o estado da arte para entender como a ciência tem abordado as vulnerabilidades e as contribuições da sociobiodiversidade e de seus povos, particularmente os impactos na saúde. Este estudo bibliométrico objetivou mapear a produção científica recente (2018-2024) sobre a sociobiodiversidade do Cerrado, buscando identificar tendências e, crucialmente, lacunas de pesquisa voltadas à saúde de povos tradicionais.

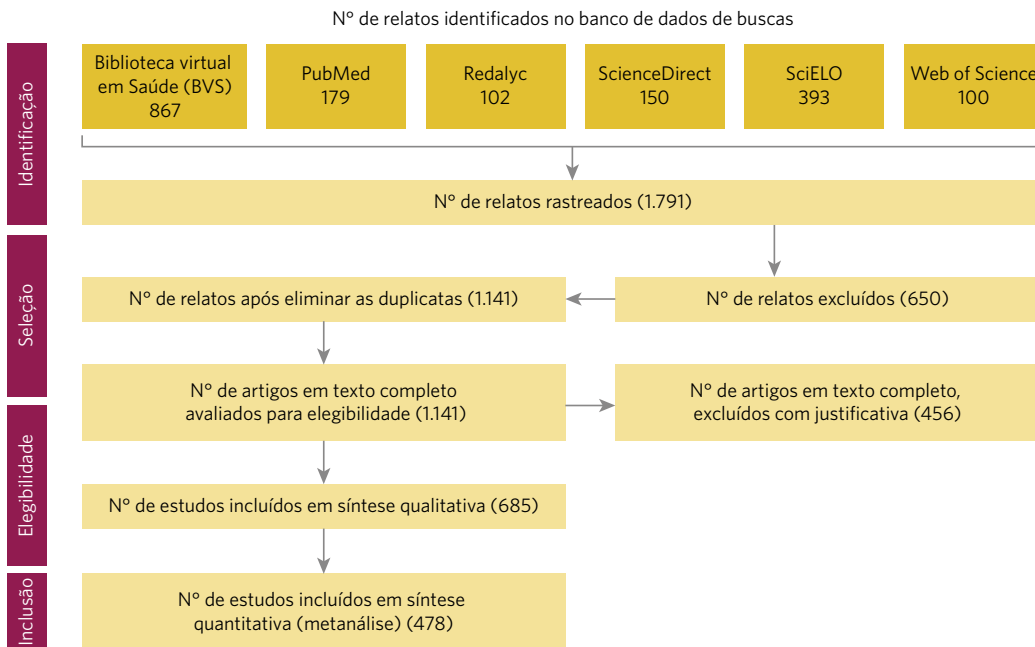
A análise bibliométrica consistiu na consulta a artigos científicos publicados em bases de dados especializadas nas temáticas selecionadas, a saber: PubMed, ScienceDirect, Redalyc, Web of Science, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e Scientific Electronic Library Online (SciELO). Espera-se que os resultados gerem uma base sólida para a formulação de políticas públicas direcionadas à preservação da biodiversidade e à valorização das culturas locais.

Material e métodos

Coleta de dados – Prisma

Com o intuito de garantir rigor e transparência à seleção das publicações científicas, este estudo utilizou o protocolo Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) como referência metodológica para a triagem dos dados. Reconhecido internacionalmente por sua robustez em revisões sistemáticas e metanálises⁵, o Prisma estrutura a seleção dos estudos em quatro fases: identificação, seleção, elegibilidade e inclusão, conforme ilustrado na *figura 1*. Essa abordagem permite a filtragem de um grande volume de registros, assegurando a integridade e a relevância dos dados analisados⁶.

Figura 1. Etapas da revisão bibliométrica utilizando o protocolo Prisma



Fonte: elaboração própria.

Estratégia de busca e bases de dados

A análise bibliométrica foi conduzida a partir da consulta a bases de dados nacionais e internacionais de reconhecida confiabilidade e abrangência: PubMed, ScienceDirect, Redalyc, Web of Science, BVS e SciELO. Essas bases foram selecionadas devido às suas características editoriais e cobertura temática. A *tabela 1* apresenta o volume de documentos identificados entre 2018 e 2024, de acordo com

as palavras-chave utilizadas, estabelecidas a partir do enfoque temático.

Para garantir maior precisão na busca, utilizou-se o operador booleano ‘AND’, que restringe os resultados a artigos que contenham simultaneamente todos os termos selecionados, permitindo uma seleção mais específica. O operador ‘OR’, embora ampliasse a abrangência, poderia comprometer a relevância dos resultados ao incluir artigos de temáticas divergentes.

Tabela 1. Resultados das buscas (2018-2024) nas bases PubMed, ScienceDirect, Redalyc e Web of Science

Palavras-chave		Nº de artigos por bases de dados			
		PubMed	Redalyc	ScienceDirect	Web of Science
A.	Cerrado AND Sociobiodiversidade	-	-	-	-
B.	Cerrado AND <i>Sociobiodiversity</i>	-	-	-	3
C.	Cerrado AND Ambiente AND Saúde	22	-	-	47
D.	Cerrado AND <i>Environment AND Health</i>	157	-	-	50
E.	Cerrado AND <i>Social AND Biodiversity AND Health</i>	-	-	-	-
F.	Cerrado AND <i>Traditional AND Nature AND Health</i>	-	-	100	-

Tabela 1. Resultados das buscas (2018-2024) nas bases PubMed, ScienceDirect, Redalyc e Web of Science

Resultados das buscas - Intervalo (2018-2024)				
Palavras-chave	Nº de artigos por bases de dados			
	PubMed	Redalyc	ScienceDirect	Web of Science
G. Cerrado AND Biodiversidade AND Tradicional* AND Saúde	-	102	50	-
Nº de artigos por base de dados	179	102	150	100
Total de artigos				531

Fonte: elaboração própria.

Cada base de dados foi selecionada conforme sua especialização: PubMed, voltada à biomedicina e saúde pública; Redalyc, enfocada em temáticas sociais e ambientais da América Latina; ScienceDirect, multidisciplinar com ênfase nas ciências da saúde e ambientais; Web of Science, reconhecida por sua abrangência internacional e ampla cobertura multidisciplinar.

Com o objetivo de contemplar as dimensões socioeconômicas, culturais e políticas da socio-biodiversidade no Cerrado, foram introduzidas

as bases SciELO e BVS, relevantes na divulgação científica em saúde pública e ciências sociais, e adicionadas novas palavras-chave, além do termo 'Brazil' na BVS para restringir os resultados ao contexto nacional (*tabela 2*). Restringiu-se a busca a duas palavras-chave, pois o acréscimo de uma terceira resultou em poucos ou nenhum artigo. Nas demais bases, não houve necessidade de acrescentar palavras, pois os termos inicialmente definidos geraram um número satisfatório de artigos.

Tabela 2. Resultado das buscas (2018 a 2024), utilizando as palavras-chave adequadas às bases de dados SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde

Resultados das buscas - Intervalo (2018-2024)					Nº de artigos por bases de dados	
Palavras-chave					Biblioteca Virtual em Saúde	SciELO
A.	Cerrado	AND	Health	Brazil	134	33
B.	Cerrado	AND	Agriculture	Brazil	110	53
C.	Cerrado	AND	Agribusiness	Brazil	3	8
D.	Cerrado	AND	Traditional communities	Brazil	12	8
E.	Cerrado	AND	Biodiversity	Brazil	212	91
F.	Cerrado	AND	Environment	Brazil	106	45
G.	Cerrado	AND	Impacts	Brazil	83	40
M.	Cerrado	AND	Fire	Brazil	83	33
O.	Cerrado	AND	Health policies	Brazil	11	1
Q.	Cerrado	AND	Vulnerability	Brazil	11	6
R.	Cerrado	AND	Glifosato	Brazil	10	13
S.	Cerrado	AND	Public policies	Brazil	19	15
U.	Cerrado	AND	Women	Brazil	7	4

Tabela 2. Resultado das buscas (2018 a 2024), utilizando as palavras-chave adequadas às bases de dados SciELO e Biblioteca Virtual em Saúde

Resultados das buscas - Intervalo (2018-2024)					Nº de artigos por bases de dados	
Palavras-chave					Biblioteca Virtual em Saúde	SciELO
W.	Cerrado	AND	Water resources	Brazil	18	9
Z.	Cerrado	AND	Water quality	Brazil	21	21
A.1	Cerrado	AND	Ecological restoration	Brazil	27	13
Número de artigos por base					867	393
Total de artigos					1.260	

Fonte: elaboração própria.

Triagem e seleção dos estudos

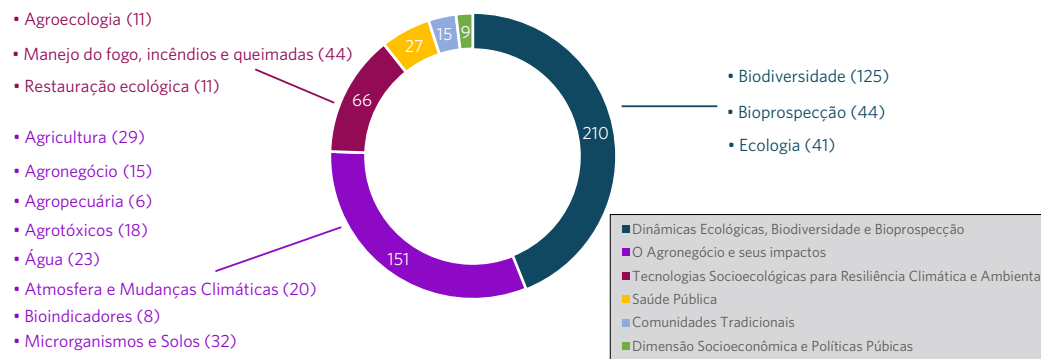
A busca inicial resultou em 1.791 registros, distribuídos entre as bases BVS (867), PubMed (179), Redalyc (102), ScienceDirect (150), SciELO (393) e Web of Science (100). Todo o processo de triagem foi realizado na plataforma Rayyan, que auxiliou na identificação de duplicatas e na aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Após a exclusão de 650 duplicatas e 456 artigos não relacionados aos temas, restaram 685. Os artigos eleitos para análise foram exportados para uma planilha em formato CSV (Valores Separados por Vírgula), contendo resumos, decisões e

observações feitas pela equipe, possibilitando a identificação das principais temáticas abordadas e a construção de gráficos que subsidiaram a análise e a discussão dos resultados.

Resultados e discussão

A partir da análise dos artigos eleitos na fase elegibilidade, foram incluídos 478 estudos, dividindo as temáticas a partir da leitura dos textos completos (*gráfico 1*). No total, foram geradas 6 temáticas principais e 14 subtemáticas.

Gráfico 1. Número de artigos publicados de acordo com suas temáticas (entre os anos 2018 e 2024) com o assunto sociobiodiversidade no Cerrado, meio ambiente e saúde nas bases de dados BVS, PubMed, Redalyc, ScienceDirect, SciELO e Web of Science



Fonte: elaboração própria.

A temática de dinâmicas ecológicas, biodiversidade e bioprospecção destaca-se pela grande quantidade de artigos incluídos, representando 44% do total; seguida pelas temáticas o agronegócio e seus impactos (31%) e tecnologias socioecológicas para a resiliência climática e ambiental (14%). As demais temáticas não apresentaram números expressivos de artigos: saúde pública (6%), comunidades tradicionais (3%) e dimensões socioeconômicas e políticas públicas (2%). As temáticas serão apresentadas a seguir, com ênfase nos principais aspectos abordados nos artigos.

Dinâmicas ecológicas, biodiversidade e bioprospecção

Reconhecido como um dos *hotspots* de biodiversidade do mundo e segundo maior bioma do País, presente em 23,3% do território, o Cerrado abriga uma rica variedade de espécies endêmicas² e fornece vários serviços ecossistêmicos, como a regulação climática e o ciclo hidrológico, os quais dependem diretamente da conservação da sua biodiversidade^{7,8}. Os 125 artigos sobre biodiversidade, 41 de ecologia e 44 de bioprospecção destacam tanto a relevância ecológica do bioma quanto os impactos das ações antrópicas e a subvalorização dos saberes tradicionais⁹⁻¹¹.

Alguns estudos apontam que gradientes ambientais e zonas de transição, como ecótonos e matas ciliares, exercem papel fundamental na composição e equilíbrio das comunidades biológicas, pois abrigam espécies vegetais e animais altamente especializados, cuja sobrevivência depende de fatores como sazonalidade, luminosidade e regimes de fogo^{12,13}. Contudo, o uso intensivo da terra pela produção agropecuária, o crescimento das áreas urbanas, entre outros fatores, impactam severamente a biodiversidade, resultando na fragmentação de habitats, reduzindo a conectividade genética de espécies nativas como o pequi (*Caryocar brasiliense*)^{11,14}, comprometendo os serviços de polinização de ácaros, formigas e abelhas^{15,16} e a diversidade de mamíferos e peixes, além

de alterar a ictiofauna de riachos, associadas à fragmentação e à qualidade da água, agravadas por práticas agrícolas no entorno¹⁷. Mesmo após o abandono de pastagens por mais de uma década, a presença de gramíneas exóticas e a compactação do solo dificultam a recomposição da vegetação nativa¹⁸.

Por outro lado, diversas espécies do Cerrado apresentam estratégias adaptativas, como a rebrota após incêndios ou o acúmulo de compostos bioativos em resposta à seca, características que têm despertado interesse no campo da bioprospecção¹⁹. Diversos estudos têm investigado frutos nativos do Cerrado, como araticum (*Annona montana*), pequi (*Caryocar brasiliense*), cagaita (*Eugenia dysenterica*), baru (*Dipteryx alata*), mangaba (*Hancornia speciosa*) e buriti (*Mauritia flexuosa*), por sua riqueza em compostos bioativos fenólicos, flavonoides e outras substâncias com propriedades anti-inflamatórias, anticancerígenas, prebióticas e antimicrobianas, com potencial para prevenir doenças crônicas e desenvolver alimentos, cosméticos e fármacos de alto valor agregado^{20,21}.

Óleos essenciais e extratos vegetais do Cerrado também têm se mostrado eficazes como larvicidas, repelentes e antifúngicos, constituindo alternativas sustentáveis para o controle de pragas e vetores, como o *Aedes aegypti*, com benefícios à saúde pública e à sustentabilidade agrícola^{22,23}. A fitorremediação é apontada como técnica promissora para a recuperação de solos e águas contaminadas, com espécies como a lobeira, demonstrando potencial para remoção de metais pesados^{24,25}. Paralelamente, a biodiversidade microbiana do bioma vem sendo explorada, principalmente os fungos endofíticos, por sua capacidade de produzir metabólitos secundários com aplicações em biocontrole, saúde e bioenergia²⁶⁻²⁸.

A bioprospecção emerge como um elo entre o ecológico tradicional e o saber científico, promovendo inovações baseadas na diversidade biológica e cultural. Espécies do gênero *Solanum* apresentam propriedades terapêuticas, e hortaliças não convencionais cultivadas por agricultores familiares evidenciam o

potencial do Cerrado para segurança alimentar e sustentabilidade^{29,30}.

Rossi-Santos et al.³¹ observaram que comunidades do sudeste do Cerrado estruturam sua farmacopeia a partir de espécies nativas e exóticas, destacando a dinamicidade e adaptabilidade do saber tradicional. Já Ribeiro Neto et al.³² apontam que há um distanciamento entre os usos populares e a experimentação científica das plantas medicinais, revelando que a pesquisa ainda negligencia as formas de preparo e aplicação utilizadas pelas comunidades locais. Barbosa et al.³³ identificaram 166 espécies medicinais na comunidade quilombola do Cedro/GO, utilizadas tradicionalmente na produção de fitoterápico, que representam a diversidade do conhecimento local, além da relevância cultural, econômica e terapêutica.

Tecnologias socioecológicas para resiliência climática e ambiental

As chamadas tecnologias socioecológicas têm demonstrado capacidade de regenerar o ambiente, preservar a sociobiodiversidade e promover a saúde e autonomia das comunidades rurais. Os artigos de agroecologia (11), manejo do fogo, incêndios e queimadas (44) e restauração ecológica (11) reforçam o papel fundamental dessas tecnologias na mitigação das mudanças climáticas.

A agroecologia tem demonstrado ser uma alternativa profundamente enraizada nos saberes e nas práticas dos povos do Cerrado. Entre os estudos incluídos na temática, diversos analisam a contribuição do agroextrativismo baseado no uso sustentável de frutos nativos, plantas medicinais e outros recursos do território, na segurança alimentar, na geração de renda e no fortalecimento da identidade cultural de comunidades locais³⁴⁻³⁷. Pesquisas apontam que esses sistemas produtivos, quando bem manejados, são eficientes aliados no sequestro de carbono^{38,39}.

A experiência descrita por Siqueira et al.⁴⁰ apresenta a produção de sementes agroecológicas não apenas como uma forma de cultivo,

mas também como afirmação política de autonomia, resistência e pertencimento. A semente carrega um valor simbólico que ultrapassa sua função agrônômica, sendo a memória viva do território. Esse sentido profundo se conecta diretamente às práticas de restauração ecológica que envolvem a coleta e disseminação de sementes nativas por comunidades tradicionais. Tecnologias como as cápsulas biodegradáveis⁴¹ e a semeadura direta⁴² ganham ainda mais força quando aliadas ao protagonismo de povos que, historicamente, têm sido os guardiões da biodiversidade.

A restauração ecológica, por sua vez, vai muito além do plantio de árvores: ela reativa ciclos vitais do ecossistema, como a ciclagem de nutrientes, o balanço hídrico e a regeneração do solo, contribuindo diretamente para a saúde humana e ambiental. Embora os estudos demonstrem que áreas em processo de restauração apresentam melhorias importantes na qualidade do solo^{43,44}, a discrepância entre as espécies nativas disponíveis em viveiros e aquelas que, de fato, representam a diversidade do Cerrado compromete a efetividade ecológica da restauração⁴⁵.

Estudos recentes (33) mostram que o fogo é capaz de cumprir funções ecológicas fundamentais, ajudando a manter a diversidade e o equilíbrio dos ambientes savânicos⁴⁶⁻⁴⁸. Práticas tradicionais de queima, realizadas de forma controlada e sazonal, criam mosaicos na paisagem que reduzem a intensidade e a extensão de incêndios de grandes proporções^{49,50}. A criminalização dessas práticas desestruturou regimes sustentáveis e contribuiu para o aumento de queimadas descontroladas^{51,52}. Iniciativas como o Manejo Integrado do Fogo (MIF) vêm tentando reverter esse cenário, apostando em soluções construídas com base na ciência e nos saberes locais. Ferramentas como sistemas de alerta precoce⁵³ e mapeamentos estratégicos⁵⁴ se somaram a essas práticas com bons resultados.

Os estudos sobre queimadas (11) mostram que seu impacto na saúde humana continua sendo uma preocupação grave. Em cidades

como Sinop/MT, o aumento da concentração de poluentes atmosféricos decorrentes de incêndios tem relação direta com o agravamento de doenças respiratórias e cardiovasculares⁵⁵. Estudos estimam milhares de mortes associadas à poluição gerada pelas queimadas⁵⁶. Além disso, o fogo afeta a reprodução de diversas espécies vegetais^{57,58}, modifica a fauna⁵⁹, altera a microbiota do solo⁶⁰, provoca contaminação hídrica⁶¹ e favorece processos erosivos, especialmente em áreas com menor cobertura vegetal⁶².

Comunidades tradicionais

Na temática de comunidades tradicionais, chamam a atenção os poucos artigos registrados (15), principalmente sobre os prejuízos ambientais da expansão do agronegócio na região ou o crescente número de denúncias de movimentos sociais e de associações civis sobre violações de direitos das comunidades dos Cerrados. Apenas dois estudos abordam essas consequências para a saúde das comunidades. Egger et al.⁶³ caracterizam como ecocídio o processo de destruição e destituição ambiental das comunidades tradicionais que vem ocorrendo no Cerrado, dada a ocupação pelo agronegócio, que denominam de modelo moderno-colonial com incentivo estatal. Dentre outros impactos, os autores destacam os causados pelo uso intensivo de agrotóxicos, como as intoxicações agudas, as malformações congênitas e os cânceres infantojuvenis. Em 2018, o Cerrado concentrava 73,5% do total de agrotóxicos consumidos no País e apresentava mais casos de intoxicação exógena e de câncer infantojuvenil em comparação aos demais biomas. Outras condições de saúde estão relacionadas à insegurança hídrica e ao adoecimento mental decorrentes da vulnerabilidade gerada pela perda de terra ou restrições para seu uso.

Rigotto et al.⁴ seguem a mesma direção crítica em relação ao agronegócio. A partir de pesquisa com mulheres de comunidades da Serra do Centro (município de Campos Lindos/TO), investigam os impactos da

sojicultura nas vidas e na saúde dessas mulheres, que geram um ‘desassossego’ referente a um conjunto de vulnerabilidades e riscos antes inexistentes. Os autores alertam para a necessidade de ampliar o diálogo entre a saúde coletiva e a agroecologia como estratégia para o enfrentamento político e epistêmico das consequências nocivas do modelo extrativista para a saúde e o bem-viver.

Queiroz e Maia⁶⁴ relatam a experiência da comunidade indígena Santuário Sagrado dos Pajés, em Brasília, durante a pandemia da covid-19, e as estratégias que adotaram para mitigar os efeitos negativos dela, como a intensificação da comunicação e a adaptação dos rituais. Reis et al.⁶⁵ realizam estudo etnomicológico do povo indígena Karajá da Ilha do Bananal, Tocantins (transição Cerrado-Amazônia), e apontam o conhecimento da comunidade sobre os fungos e seu uso em adornos e fins medicinais, demonstrando a importância da relação da cultura com o meio ambiente e a preservação. Paim et al.⁶⁶ realizam estudo sobre o conhecimento etnobotânico popular na comunidade Kalunga sobre plantas tóxicas para o gado na região.

Dimensão socioeconômica e políticas públicas

A temática dimensão socioeconômica e políticas públicas foi selecionada dadas as tensões geradas para a sociobiodiversidade em decorrência do modelo econômico dominante no Cerrado, sempre mediadas pela política. Foram analisados nove artigos, dos quais três destacam as consequências nocivas do modelo econômico prevalente. Santos⁶⁷ analisa a relação entre produção de soja na região dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Matopiba) e desigualdades fundiária e de renda. Ao comparar municípios produtores e não produtores de soja, concluiu que, nos primeiros, houve crescimento econômico continuado e maior que nos municípios não produtores de soja, mas sem alteração significativa na concentração fundiária e de

renda, mantendo-se a desigualdade. Já nos municípios não produtores, mesmo os menores em renda e área, houve queda na desigualdade fundiária e de renda. Oliveira⁶⁸ e Pires⁶⁹ traçam a trajetória histórica do desenvolvimento conservador de incentivo à exploração econômica do bioma em detrimento do seu equilíbrio, sendo que Pires analisa a contribuição do Estado para a expansão da soja na região do Matopiba, cuja particularidade é a apropriação de terras por empresas transnacionais e fundos de investimento, alinhada ao fenômeno global da financeirização de ativos ambientais. Essa forma de expansão e ocupação construiu fortes interesses políticos que restringiram a margem de atuação do próprio Estado nas políticas ambientais para o bioma.

O artigo de Perosa et al.⁷⁰ analisa a aplicação de Normas Voluntárias de Sustentabilidade (NVS) por empresas na região de café do Cerrado mineiro para identificar se foram capazes de garantir direitos trabalhistas após a reforma trabalhista de 2017, que flexibilizou várias normas. Os autores concluem que, apesar da importância das NVS como mecanismo de governança privada, e sua ampla utilização na região, elas não foram capazes de ir além das regras já previstas em lei, mantendo os trabalhadores expostos às inseguranças da flexibilização.

O artigo de Bachi e Carvalho-Ribeiro define sociobiodiversidade como

a conjunção da diversidade sociocultural e biológica associada à coleta e ao pré-processamento de espécies nativas, como produtos florestais não madeireiros (PFNMs)⁷¹⁽¹⁾.

A partir de modelagem espacialmente explícita, os autores identificaram áreas adequadas a combinar Turismo de Base Comunitária (TBC) com a venda de produtos geridos por comunidades tradicionais locais, apesar de reconhecerem que mercados para produtos da sociobiodiversidade carecem de infraestrutura e de apoio institucional, lembrando que o único PFNM de expressão comercial do Cerrado é o pequi. Isso explica o menor percentual detido

pelo bioma nas 15 iniciativas de TBC analisadas (11%), sendo que apenas 7% localizavam-se em municípios com alto índice de PFNMs existentes no Cerrado.

Na temática de políticas públicas, foram identificados apenas dois artigos. Colman et al.⁷² estimaram que as perdas de vegetação nativa no Cerrado, principalmente em grandes propriedades privadas na região do Matopiba, atingirão 30,6 milhões de hectares até 2070. Para reduzir essas perdas, recomendam que esse segmento seja alvo de políticas de proteção da vegetação nativa. Trigueiro et al.⁷³ analisam a variabilidade espacial entre regiões do Cerrado em relação a fatores socioeconômicos e ambientais e o desmatamento, identificando diferentes vetores para o aumento ou diminuição em diferentes regiões, postulando que políticas públicas destinadas a preservar o Cerrado devem focar as especificidades espaciais e regionais. Uma contribuição semelhante é apresentada por Sano et al.⁷⁴, que realizam uma revisão das ecorregiões do bioma. Tendo em vista que o agronegócio convencional não é ambientalmente sustentável, os autores propõem definir metas específicas de conservação e restauração para cada ecorregião com base em avaliações indicativas das regiões menos e mais ameaçadas, de modo a alcançar melhores resultados.

Com exceção de dois artigos que analisaram as desigualdades sociais e os conflitos fundiários causados pela expansão da fronteira agrícola na região do Matopiba, questões estruturais relevantes, como a demarcação de territórios tradicionais e meios de produção alternativos à monocultura, foram citadas superficialmente ou não foram lembradas. A expansão da monocultura da soja no Matopiba é usada para ilustrar a mudança na paisagem do bioma sob o 'pretexto de desenvolvimento', embora os autores tenham constatado, em pesquisa de campo realizada em 18 municípios, alterações no acesso à terra e à água, bem como degradação ambiental, sem a prometida contrapartida do desenvolvimento inclusivo que reduziria as desigualdades sociais^{75,76}.

Saúde pública

Na temática de saúde pública (27 artigos), os trabalhos são, em sua maioria (14), sobre vetores e causadores de doenças endêmicas ou emergentes em áreas ou estados que compõem o Cerrado, explorando marginalmente a dinâmica ambiental dos ecossistemas e o tema da biodiversidade. Os artigos abordam a presença ou distribuição de vetores de doenças como febre maculosa, leishmaniose, doença do mormo, malária, doença de chagas, febre amarela, criptosporidiose e giardíase.

No caso da dengue, dois artigos associam a doença à dinâmica ambiental. Fernandes et al.⁷⁷ analisam a dengue em Mato Grosso e concluem que o aumento da incidência foi influenciado por fatores como a precipitação e o desmatamento, além de características da política municipal de saúde, indicando áreas cuja ação governamental poderia impactar na redução da doença. Marinho et al.⁷⁸, por sua vez, analisando mudanças ambientais no Tocantins, concluem que o desmatamento e as mudanças climáticas exerceram forte associação no aumento de infecções por dengue, chikungunya e zika.

O estudo ecológico de Brito et al.⁷⁹ explora hospitalizações por doenças negligenciadas no Piauí e aponta queda temporal das taxas de hospitalizações, mas com aglomerados onde as taxas permanecem altas, sendo os maiores riscos de internações para pessoas idosas, pardos e residentes de municípios de média vulnerabilidade social. Outra análise ecológica associa condicionantes socioeconômicos à ocorrência do ofidismo no Tocantins e aponta as regiões com maiores riscos⁸⁰.

Silva et al.⁸¹ fazem amplo estudo sobre risco de infecção por criptosporidiose e giardíase e tipo de uso da terra em Goiás. Destaca-se, das conclusões, a relação entre a presença de parasitas e bacias hidrográficas em áreas de pastagens ou de pastagens com agricultura e ausência de floresta, indicando maior risco de infecção para a população residente em bacias hidrográficas com percentual de pastagens acima de 50%, e

que excrementos de animais podem ser uma fonte de contaminação no Cerrado.

O agronegócio e seus impactos

O termo agronegócio (*agribusiness*) foi cunhado em 1957 pelos economistas americanos John Davis e Ray Goldberg, da Universidade de Harvard, para descrever o sistema integrado de produção, processamento e distribuição de produtos agrícolas. No Brasil, ganhou força nos anos 1990, com as políticas liberais e a chamada modernização da agricultura, que conectou o setor agropecuário à produção industrial, conformando cadeias produtivas globais, dominadas por grandes corporações multinacionais, como Monsanto, Syngenta, Bunge e Cargill, que controlam desde a oferta dos insumos agrícolas (fertilizantes, máquinas, sementes transgênicas), passando pelo processamento industrial das matérias-primas até a distribuição das exportações. A partir dos anos 2000, o agronegócio se consolida com a expansão das *commodities* agrícolas, que passam a ser vistas como ativos financeiros, com negociações em bolsas e investimentos externos. Desde então, o Cerrado brasileiro enfrenta crescentes ameaças causadas pela acelerada substituição da vegetação nativa por monoculturas como soja, milho e algodão, além de pastagens e eucalipto, comprometendo a biodiversidade, a saúde humana e os modos de vida das comunidades locais.

O Cerrado é líder em desmatamento absoluto, com 653 mil hectares desmatados em 2024, dos quais quase dois terços apresentam indícios de ilegalidade. Segundo o 'Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil' do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação⁸², em 2022, 70% das emissões nacionais foram geradas pelos setores de mudança de uso do solo e florestas e pela agropecuária.

Como a agricultura intensiva é o principal vetor de transformação ecológica no bioma, reunimos nesta seção os 18 artigos da temática

agrotóxicos, 23 de água, 20 de atmosfera e mudanças climáticas, 32 de solo e microrganismos, 8 de bioindicadores, 6 de agropecuária, 15 de agronegócio e 29 de agricultura, tendo em vista a interconexão entre os impactos do modelo produtivo e os processos de degradação ambiental, especialmente do solo e dos recursos hídricos.

Na temática agrotóxicos, observam-se os efeitos adversos da aplicação intensiva de herbicidas e inseticidas sobre a biodiversidade nativa do Cerrado. Espécies como o baru (*Dipteryx alata*)^{83,84}, a cagaiteira (*Eugenia dysenterica*)⁸⁵ e a sucupira (*Bowdichia virgilioides*)⁸⁶ mostraram alta sensibilidade a substâncias como glifosato, atrazina e nicosulfuron, mesmo em doses reduzidas, comprometendo sua sobrevivência e regeneração natural. Paralelamente, estudos^{87,88} evidenciam o uso de herbicidas para controle de plantas daninhas resistentes, como buva (*Conyza spp.*) e capim-amargoso (*Digitaria insularis*), que intensificam o ciclo de dependência química sem solucionar o problema agrônomo.

Outro alerta importante refere-se à toxicidade dos agrotóxicos sobre organismos não alvo. O inseticida imidacloprido demonstrou efeitos letais sobre minhocas e colêmbolos do solo⁸⁹, pesticidas afetaram a visitação de abelhas polinizadoras⁹⁰ e alterações genéticas em aves, tiziu (*Volatinia jacarina*), utilizadas como bioindicadoras de contaminação ambiental em fazendas de café⁹¹. Além disso, o fenômeno da deriva de pulverização aérea amplia os riscos ambientais ao alcançar áreas adjacentes⁹² e a gestão inadequada de embalagens de agrotóxicos que ainda representa um problema grave⁹³.

A temática água reforça o papel central da agricultura na degradação hídrica. Os estudos acerca da irrigação intensiva da soja apontam a necessidade de aprimorar o manejo da irrigação por meio do uso de tecnologias que considerem a sensibilidade das culturas ao déficit hídrico^{94,95}. A modelagem hidrológica tem se mostrado fundamental para a previsão de vazões, planejamento de outorgas e gestão

de bacias hidrográficas; com isso, a aplicação desta permite simular o comportamento hidrológico diante das transformações do uso da terra, da escassez de dados e da variabilidade climática^{96,97}. A substituição da vegetação nativa por pastagens e lavouras compacta o solo, reduz sua porosidade e capacidade de retenção de água, agravando a erosão e o escoamento superficial^{98,99}.

O monitoramento da qualidade da água revela impactos significativos de origem urbana, industrial e agrícola. Análises têm identificado alterações nos parâmetros de qualidade com a presença de metais pesados, nutrientes em excesso, compostos emergentes e microrganismos multirresistentes que apontam riscos crescentes à saúde humana e à segurança hídrica¹⁰⁰⁻¹⁰². Os resultados dos estudos reforçam a necessidade de ações preventivas e de controle ambiental, principalmente em regiões onde há lançamento de efluentes¹⁰³ e/ou uso intensivo do solo¹⁰⁴.

Na temática atmosfera e mudanças climáticas, os impactos do desmatamento, das queimadas, do uso intensivo de fertilizantes e da pecuária são alarmantes. O aumento das queimadas no Cerrado tem elevado significativamente as concentrações de ozônio (O₃) troposférico¹⁰⁵; o preparo do solo, a adubação nitrogenada e seu uso agrícola impactam diretamente as emissões de óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂)^{106,107}; e os impactos da pecuária, produção de carne bovina, evidenciam altos índices de emissão de metano (CH₄)¹⁰⁸.

As mudanças climáticas também alteram a distribuição de espécies nativas, como vernônia (*Lessingianthus*)¹⁰⁹, jaborandi (*Pilocarpus microphyllus*)¹¹⁰ e jatobá (*Hymenaea stigonocarpa*)¹¹¹, que já apresentam perda de hábitat sob cenários futuros. Estudos destacam a relação entre o desmatamento aliado à conversão de áreas naturais em pastagens e lavoura com a redução na precipitação, levando à intensificação das secas^{112,113}. Pesquisas sobre modelagem climática e projeções de uso do solo empregam cenários futuros para avaliar como a elevação da temperatura e as alterações

na precipitação influenciarão a produtividade agrícola, a disponibilidade de água e a distribuição espacial das lavouras^{114,115}.

Na temática solo e microrganismos, os efeitos acumulados do manejo agrícola inadequado aparecem de forma clara. A redução da matéria orgânica, a compactação, a erosão e a perda da biodiversidade microbiana são consequências diretas da conversão do Cerrado em áreas de cultivo^{116,117}. Em contrapartida a aplicação de resíduos orgânicos, como o lodo de esgoto compostado^{118,119}, e o uso de microrganismos benéficos de cepas de *Trichoderma*¹²⁰ têm se mostrado alternativas viáveis para recuperar a fertilidade e restabelecer o equilíbrio biológico do solo.

A temática bioindicadores complementa esse panorama ao evidenciar como os organismos refletem os níveis de degradação ambiental. A presença de insetos aquáticos e de peixes indica o grau de integridade de riachos em áreas agrícolas^{121,122}. Frutos nativos bioacumuladores revelam a contaminação por metais pesados e a resposta ecológica ao uso da terra¹²³. Por outro lado, estudos afirmam que, em áreas agrícolas e tradicionais, a macrofauna edáfica é um importante bioindicador da qualidade ambiental, e os resultados mostram que práticas conservacionistas mantêm ou melhoram os níveis de estabilidade do solo e biodiversidade^{124,125}.

As pesquisas reunidas sob as temáticas de agronegócio, agricultura e agropecuária revelam que as mudanças no uso e na cobertura da terra afetam ecossistemas de água doce em diferentes escalas espaciais. Os padrões de metacomunidade encontrados em 183 sítios de riachos de cabeceira localizados no Cerrado, cobrindo uma área total de 46.394 km², sugerem que o mais importante mecanismo de montagem da comunidade em escala local foi a filtragem ambiental e que a mudança no uso da terra pode restringir a dispersão em escala regional¹²⁶. Compreender esses processos é crucial para atingir as metas de conservação e restauração dos biomas, sendo a proteção de toda a bacia hidrográfica a maneira mais

eficiente de preservar a saúde dos riachos e a biodiversidade aquática, associada à promoção de pesquisas integrativas entre ecologia terrestre e aquática.

Ao analisar a substituição de pastagens por áreas agrícolas, a conversão da vegetação nativa em áreas industriais e construções rurais, além da redução da disponibilidade hídrica e do crescimento de áreas com erosão, Alves et al.¹²⁷ estimaram um aumento vertiginoso de área de solo exposto da ordem de 3.259,15% no período de 1986 (7,81 ha) a 2016 (262,35 ha).

A conversão da vegetação nativa em monoculturas e pastagens impacta diretamente a fertilidade do solo, reduzindo a mineralização de nitrogênio e os estoques de nitrogênio inorgânico¹²⁸, além de causar compactação, dificultando o desenvolvimento das raízes e a absorção de nutrientes pelas plantas¹²⁹. Nas últimas décadas, houve um aumento significativo na compactação do solo no Cerrado devido às práticas de intensificação nas lavouras de ciclo-curto e o crescente uso de maquinário, mesmo sob o sistema de plantio direto¹³⁰.

Por ser um componente essencial tanto para a saúde da terra quanto para o enfrentamento das mudanças climáticas, a perda de carbono orgânico no solo é outro problema crítico. Ainda que práticas como o plantio direto e o uso de sistemas integrados (lavoura-pecuária-floresta) ajudem a recuperar parte desse carbono, essa recuperação depende de diversos fatores, como a profundidade do solo e o tipo de manejo adotado¹³¹.

Com relação à água, é notório que a Pegada Hídrica Cinza (PHC) vem aumentando devido ao uso intensivo de agroquímicos e à expansão agrícola, lembrando que o Brasil lidera o consumo global de agrotóxicos desde 2008, segundo Bombardi citada por Santos e Naval¹³². No período abrangido pela pesquisa, encontramos apenas um artigo¹³³, pioneiro em mapear a dinâmica temporal e espacial da pegada hídrica da soja na fronteira agrícola do Cerrado nas regiões Norte e Nordeste, de 1999 a 2018, que incluiu a quantificação do

PHC do herbicida glifosato de acordo com o limite permitido pela União Europeia. O resultado confirmou que a expansão do cultivo da soja de alta tecnologia aumentou a pegada hídrica. Contudo, como não há monitoramento contínuo desse indicador, será difícil planejar o uso sustentável da água. Além disso, sem a redução de agroquímicos, a escassez de água para diluir resíduos tóxicos ameaçará a viabilidade da cultura.

Dados alarmantes indicam, ainda, que 29% das áreas irrigadas por pivôs centrais sofrem erosão severa, com formação de ravinas de até 1.200 metros, devido ao excesso de irrigação em terrenos inclinados¹³⁴. Por outro lado, a ocorrência de veranicos e pluviosidade irregular prejudica a produção não irrigada, requerendo manejos conservacionistas que favoreçam a qualidade física do solo e mais eficiência no consumo de água, de modo a não agravar o déficit hídrico¹³⁵.

Conclusões

A escassez de publicações no período 2018-2024 sobre a sociobiodiversidade do Cerrado e sua relação com o meio ambiente e a saúde humana pode ser atribuída a uma combinação de fatores: viés acadêmico que prioriza outros biomas (Amazônia e Pantanal) e fragmentação disciplinar; falta de financiamento à pesquisa sobre biodiversidade, incluindo inventário de espécies com potencial de alavancar uma economia da sociobiodiversidade; dificuldade de pensar em outras trajetórias de desenvolvimento dada a presença dominante do agronegócio, incentivado por políticas públicas bem-sucedidas; cortes orçamentários que comprometem o monitoramento e a fiscalização ambiental; e carência de políticas públicas especificamente voltadas ao bioma, com o agravante que o período pesquisado foi particularmente atingido pelo obscurantismo patrocinado pelos governos de Michel Temer e Jair Bolsonaro, marcados pela negligência com a aplicação da legislação ambiental, e

pela pouca produção de estudos pelos órgãos governamentais (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Não por acaso, as mais altas taxas de desmatamento do Cerrado foram registradas durante os mandatos desses presidentes (2016-2022), haja vista a incorporação acelerada e, em grande medida, ilegal, de novas terras para as *commodities* agrícolas e a pecuária de corte.

No bioma fadado a ser ‘zona de sacrifício’, há um visível desinteresse, quase desprezo, pelo aproveitamento dos saberes das comunidades tradicionais, assim como são raros os estudos que abordam os conflitos por terra e os impactos do desmatamento no dia a dia dessas comunidades, tais como acesso limitado à água, à educação e a serviços básicos de saúde. Por outro lado, sem pesquisas sistemáticas sobre os conhecimentos tradicionais de indígenas e quilombolas, a compreensão das práticas de manejo e conservação é parcial, comprometendo a capacidade estatal de elaborar políticas públicas voltadas ao uso sustentável da sociobiodiversidade a partir de frutas, óleos, plantas medicinais nativas e do etnoecoturismo.

Diante disso, a articulação entre ciência, tecnologia, políticas públicas e conhecimentos tradicionais é condição necessária para enfrentar os impactos socioambientais e promover estratégias integradas de conservação e uso sustentável dos recursos do Cerrado. Alguns artigos registraram as manifestações próprias das comunidades tradicionais e seu papel na preservação do bioma, mas avançaram pouco em alternativas baseadas na biodiversidade para o enfrentamento dos impactos do modelo hegemônico na região. Chama a atenção, por exemplo, a ausência de pesquisas que tratem a saúde para além das doenças, mas como beneficiária da sociobiodiversidade. Para tanto, os pesquisadores devem buscar a interdisciplinaridade e a intersetorialidade, embora sejam práticas ainda raras na comunidade científica brasileira.

Apesar dos avanços metodológicos e empíricos observados nos estudos analisados, a produção científica sobre agroecologia no Cerrado ainda é desigual em termos de cobertura geográfica, diálogo interdisciplinar e articulação com os saberes locais. Em geral, os trabalhos acadêmicos seguem uma lógica tecnicista, sem considerar as dimensões socioculturais associadas às práticas agroecológicas e questões estruturais, como acesso à terra, racismo ambiental e desigualdade de gênero. Esse vasto campo de pesquisa tem sido coberto pelas organizações não governamentais que atuam no Cerrado (Campanha Nacional em Defesa do Cerrado que reúne 56 entidades), e por alguns nichos acadêmicos, localizados na Universidade Federal de Goiás, na Universidade de Brasília, na Fundação Oswaldo Cruz, entre outros. Portanto, a produção do campo científico *stricto sensu* carece de um posicionamento que valorize a agroecologia como ciência e como bandeira política.

Apesar da diversidade temática das pesquisas analisadas, são escassas as abordagens centradas na defesa da biodiversidade do Cerrado. A maioria dos artigos evita posicionamentos contundentes sobre os modelos hegemônicos de uso da terra, tratando os impactos ambientais como ‘efeitos colaterais’ do sistema produtivo, e não como reflexos de escolhas políticas e econômicas que marginalizam os saberes e modos de vida tradicionais. Quando há críticas, são dirigidas aos ‘excessos’ no uso de agrotóxicos ou à ‘inadequação’ de um determinado método de cultivo, mas não ao modelo de produção.

Enquanto isso, a base material para uma economia da sociobiodiversidade permanece precária, pois faltam inventários de espécies úteis, experimentos em laboratórios e financiamento das cadeias produtivas. Nem os

potenciais agentes econômicos são conhecidos, a exemplo das comunidades quilombolas que foram contempladas pela primeira vez no Censo de 2022. Ademais, embora sejam responsáveis pela interação da diversidade biológica com as práticas culturais locais que definem a sociobiodiversidade, seus direitos sobre os territórios não estão integralmente garantidos. Logo, não há base jurídica nem dados suficientes para orientar políticas públicas efetivas para esse segmento.

Sem investimento, produtos como óleos vegetais, frutos nativos e fitoterápicos não conseguem competir em condições de igualdade com as *commodities* do agronegócio. Essa assimetria se agrava na emergência climática, pois afeta as pouquíssimas áreas que restaram às comunidades tradicionais, lembrando que, para esse segmento, o território não é apenas um espaço produtivo, mas, sobretudo, um elemento central da sua identidade. Outrossim, a falta de apoio a essas cadeias de valor tanto perpetua desigualdades econômicas quanto coloca em risco conhecimentos ancestrais e práticas sustentáveis que poderiam contribuir significativamente para a resiliência socioambiental do Cerrado.

Contribuições de autoria

Oliveira RLS (0000-0001-9920-3251)*, Vinha VG (0000-0001-6217-2471)* e Lobato LVC (0000-0002-2646-9523)* contribuíram para concepção e desenho do trabalho, coleta, análise e interpretação dos dados, redação, revisão e análise crítica, e aprovação final do manuscrito. Lopes CEL (0009-0004-7788-7284)* e Furtado MN (0000-0001-7661-0815)* contribuíram para interpretação de dados, redação e revisão crítica do manuscrito. ■

*Orcid (Open Researcher and Contributor ID).

Referências

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Biomas e sistema costeiro-marinho do Brasil [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; [data desconhecida] [acesso em 2025 out 27]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/biomas/pdf/Lim08_BiomSist.pdf
2. Ministério do Meio Ambiente (BR) [Internet]. Brasília, DF: Gov.br; [data desconhecida]. Cerrado; 2022 jan 28 [atualizado em 2024 set 5; acesso em 2025 jun 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/biomas/cerrado>
3. Cunha MM, Magalhães SB, Adams C, organizadores. Povos tradicionais e biodiversidade no Brasil: contribuições dos povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais para a biodiversidade, políticas e ameaças [Internet]. São Paulo: SBPC; 2021 [acesso em 2025 out 27]. 351 p. Disponível em: <http://portal.sbpnet.org.br/livro/povostradicionais7.pdf>
4. Rigotto RM, Santos VP, Costa AM. Territórios tradicionais de vida e as zonas de sacrifício do agronegócio no Cerrado. *Saúde Debate*. 2022;46(Esp 2):13-27. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-11042022E201>
5. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:71. DOI: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
6. Booth P, Chaperon SA, Kennell JS, et al. Entrepreneurship in island contexts: A systematic review of the tourism and hospitality literature. *Int J Hosp Manag*. 2020;85:102438. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102438>
7. Lima DS, Piscoya VC, Cunha Filho M, et al. Stocks of elements in radicular biomasses in different coverages in the cerrado of tocantins, Brazil. *Rev Caatinga*. 2023;36(1):124-34. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n114rc>
8. Maracahipes-Santos L, Santos JO, Reis SM, et al. Temporal changes in species composition, diversity, and woody vegetation structure of savannas in the Cerrado–Amazon transition zone. *Acta Bot Bras*. 2018;32(2):254-63. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062017abb0316>
9. Souza-Oliveira AF, Zuquim G, Martins LF, et al. The role of environmental gradients and microclimates in structuring communities and functional groups of lizards in a rainforest-savanna transition area. *Peer J*. 2024;12:e16986. DOI: <https://doi.org/10.7717/peerj.16986>
10. Lima DS, Piscoya VC, Cunha Filho M, et al. Stocks of elements in radicular biomasses in different coverages in the cerrado of tocantins, Brazil. *Rev Caatinga*. 2023;36(1):124-34. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252023v36n114rc>
11. Ragusa-Netto J. *Syagrus flexuosa* (Mart.) Becc. (Arecaceae) seedling recruitment at the edge and interior of Cerrado remnants. *Braz J Biol*. 2024;84:e259137. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.259137>
12. Silva GSD, Ferraro A, Ogando FIB, et al. Structures related to resprouting potential of two Myrtaceae species from Cerrado: morpho-anatomical and chemical studies. *An Acad Bras Ciênc*. 2020;92(1):e20180472. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202020180472>
13. Miranda VL, Koch EBA, Oliveira LS, et al. Seasonality effect on ant (Hymenoptera: Formicidae) activity in an ecotonal environment in the state of Piauí, Brazil. *Pap Avulsos Zool*. 2022;62:e202262003. DOI: <https://doi.org/10.11606/1807-0205/2022.62.003>
14. Amaral TS, Santos JS, Rosa FF, et al. Agricultural landscape heterogeneity matter: Responses of neutral genetic diversity and adaptive traits in a Neotropical Savanna Tree. *Evol Popul Genet*. 2020;11:606222. DOI: <https://doi.org/10.3389/fgene.2020.606222>
15. Goldas CS, Podgaiski LR, Silva CVC, et al. Structural resilience and high interaction dissimilarity of plant-pollinator interaction networks in fire-prone

- grasslands. *Oecologia*. 2022;198(1):179-92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00442-021-05071-x>
16. Ramos DGS, Mascarenhas CS, Braga ÁA, et al. Phoretic mites (*Rhinoseius spp.*) in Apodiformes from Cerrado and Pantanal Biomes in midwestern Brazil. *Braz J Biol*. 2020;80(4):798-802. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.220812>
 17. Oliveira ES, Guimarães EC, Brito PS, et al. Ichthyofauna of the Mata de Itamacaoca, an urban protected area from the upper Munim River basin, Northern Brazilian Cerrado. *Biota Neotrop*. 2020;20(4):e20201116. DOI: <https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-1116>
 18. Silva TR, Rodrigues SB, Bringel JBA, et al. Factors affecting savanna and forest regeneration in pastures across the cerrado. *J Environ Manage*. 2023;330:117185. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.117185>
 19. Machado R, Loram-Lourenço L, Farnese FS, et al. Where do leaf water leaks come from? Trade-offs underlying the variability in minimum conductance across tropical savanna species with contrasting growth strategies. *New Phytol*. 2021;229(3):1415-30. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.16941>
 20. Arruda HS, Araújo MVL, Junior MRM. Underexploited Brazilian Cerrado fruits as sources of phenolic compounds for diseases management: A review. *Food Chem Mol Sci*. 2022;5:100148. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2022.100148>
 21. Campos NA, Cunha MSB, Arruda SF. Tucum-do-cerrado (*Bactris setosa* Mart.) modulates oxidative stress, inflammation, and apoptosis-related proteins in rats treated with azoxymethane. *PLoS One*. 2018;13(11):e0206670. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206670>
 22. Martins SMA, Cavalcante KSB, Teles RM, et al. Chemical profiling of *Dizygostemon riparius* (Plantaginaceae) plant extracts and its application against larvae of *Aedes aegypti* L. (diptera: culicidae). *Acta Trop*. 2023;237:106706. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2022.106706>
 23. Silva RL, Mello TRB, Sousa JPB, et al. Brazilian Cerrado biome essential oils to control the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Culex quinquefasciatus*. *Ind Crops Prod*. 2022;178:114568. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114568>
 24. Araújo CST, Almeida ILS, Rezende HC, et al. Elucidation of mechanism involved in adsorption of Pb(II) onto lobeira fruit (*Solanum lycocarpum*) using Langmuir, Freundlich and Temkin isotherms. *Microchem J*. 2018;137:348-54. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.11.009>
 25. França RSSSR, Miranda EEV, Paim GW. Potencial de espécies arbóreas nativas para fitorremediação sob solos de cerrado: revisão bibliográfica. *Rev Cerrados*. 2023;21(1):377-398. DOI: <https://doi.org/10.46551/rc24482692202315>
 26. Reis JBA, Vale HMM, Lorenzi AS. Insights into taxonomic diversity and bioprospecting potential of Cerrado endophytic fungi: a review exploring an unique Brazilian biome and methodological limitations. *World J Microbiol Biotechnol*. 2022;38:202. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11274-022-03386-2>
 27. Menezes FSR, Cruz GG, Lopes MO, et al. Evaluation of endoglucanase and α -glucosidase production by bacteria and yeasts isolated from a eucalyptus plantation in the cerrado of Minas Gerais. *Rev Ambient Água*. 2019;14(4):e2324. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2324>
 28. Retore YI, Lucini F, Rial RC, et al. Antifungal activity of *Caryocar brasiliense* camb. Alone or along with antifungal agents against multidrug-resistant *Candida auris*. *J Ethnopharmacol*. 2024;330:118240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2024.118240>
 29. Botrel N, Freitas S, Fonseca MJO, et al. Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. *Braz J Food Technol*. 2020;23:e2018174. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.17418>
 30. Silva Neto CM, Calaça FJS, Santos LAC, et al. Food and nutritional potential of two mushrooms native

- species to the Brazilian savanna (Cerrado). *Food Sci Technol*. 2022;42:e64422. DOI: <https://doi.org/10.1590/fst.64422>
31. Rossi-Santos B, Jacintho JO, Milliken W, et al. The role of exotic species in traditional pharmacopeias of the Cerrado: A case study in Southeast Brazil. *Econ Bot*. 2018;72:38-55. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12231-018-9406-6>
 32. Ribeiro Neto JA, Pimenta Tarôco BR, Batista dos Santos H, et al. Using the plants of Brazilian Cerrado for wound healing: From traditional use to scientific approach. *J Ethnopharmacol*. 2020;260:112547. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.112547>
 33. Barbosa KA, Souza LF, Silva FG, et al. Quilombola ethnobotany: a case study in a community of slave descendants from the center of the Cerrado biome. *Res Soc Dev*. 2020;9(8):e332985797. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5797>
 34. Ministério do Meio Ambiente (BR) [Internet]. Brasília, DF: Gov.br; [data desconhecida]. Povos e Comunidades Tradicionais; [data desconhecida] [acesso em 2025 jun 27]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/povos-e-comunidades-tradicionais>
 35. Campos RP, Bortolotto IM, Gomes RJB, et al. Produtos da Sociobiodiversidade: potencial do agroextrativismo sustentável em Mato Grosso do Sul. *Ambient Soc*. 2023;26:e00843. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0084r3vu2023L3AO>
 36. Moura OO, Santos ACP, Araújo SR, et al. O mercado municipal de Araguaína/TO como propulsor de alimentos do Cerrado. *Rev Cerrados*. 2020;18(1):44-62. DOI: <https://doi.org/10.22238/2Frc24482692202018014465>
 37. Mello NGR, Gulinck H, Broeck PV, et al. A Qualitative Analysis of Non-Timber Forest Products Activities as a Strategy to Promote Sustainable Land Use in the Brazilian Cerrado. *Land Use Policy*. 2023;132:106797. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106797>
 38. Zeferino LB, Filho JFL, Santos AC, et al. Simulation of Changes in C and N Stocks with Land Use and Cover in Amazon Forest-Cerrado Transition Environment. *Geoderma*. 2021;404:115388. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.115388>
 39. Martinelli GC, Schlindwein MM, Padovan MP, et al. Environmental Performance of Agroforestry Systems in the Cerrado Biome, Brazil. *World Dev*. 2019;122:339-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.06.003>
 40. Siqueira DL, Ferreira GHC. Produção de sementes de hortaliças agroecológicas: o caso da bionatur nas áreas de assentamentos do MST no norte de Minas Gerais. *Geopauta*. 2019;2:111. DOI: <https://doi.org/10.22481/rg.v3i2.5641>
 41. Lopes K, Machado DL, Silva NM, et al. Biodegradable Capsules May Increase the Seed Germination of Forest Species from the Cerrado. *Cienc Rural*. 2025;55(1):e20220664. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20220664>
 42. Wiederhecker A, Ferreira MC, Rodrigues SB, et al. Ten Years of Directing Seeding Restoration in the Brazilian Savanna: Lessons Learned and the Way Forward. *J Environ Manage*. 2024;365:121576. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121576>
 43. Novak E, Carvalho LA, Santiago EF, et al. Changes in the soil structure and organic matter dynamics under different plant covers. *Cerne*. 2019;25:230-39. DOI: <https://doi.org/10.1590/2F01047760201925022618>
 44. Boni ST, Pereira EIP, Santos AA, et al. Biomass Residues Improve Soil Chemical and Biological Properties Reestablishing Native Species in an Exposed Subsoil in Brazilian Cerrado. *Plos One*. 2022;17(6):e0270215. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0270215>
 45. Gomes WB, Corrêa RS, Balduino APC. Richness of Cerrado Woody Species Engaged in Ecological Restoration in the Brazilian Federal District. *Floresta Ambient*. 2020;27(4):e20190017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.001718>

46. Jesus JB, Rosa CN, Barreto ÍDC, et al. Análise da incidência temporal, espacial e de tendência de fogos nos biomas e unidades de conservação do Brasil. *Ciênc Florest*. 2020;30(1):176-91. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509837696>
47. Silva PS, Nogueira J, Rodrigues JA, et al. Putting Fire on the Map of Brazilian Savanna Ecoregions. *J Environ Manage*. 2021;296:113098. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113098>
48. Batista EKL, Russell-Smith J, França H, et al. An Evaluation of Contemporary Savanna Fire Regimes in the Canastra National Park, Brazil: Outcomes of Fire Suppression Policies. *J Environ Manage*. 2018;205:40-49. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.09.053>
49. Eloy L, Schmidt IB, Borges SL, et al. Seasonal fire management by traditional cattle ranchers prevents the spread of wildfire in the Brazilian Cerrado. *Ambio*. 2019;48(8):890-99. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13280-018-1118-8>
50. Schmidt IB, Eloy L. Fire regime in the Brazilian Savanna: Recent changes, policy and management. *Flora*. 2020;268:151613. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151613>
51. Moura LC, Scariot AO, Schmidt IB, et al. The legacy of colonial fire management policies on traditional livelihoods and ecological sustainability in savannas: Impacts, consequences, new directions. *J Environ Manage*. 2019;15;232:600-606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.057>
52. Bailão AS. Histórias do fogo e das transformações de paisagens no Brasil central para naturalistas estrangeiros no século XIX. *Estud Hist*. 2023;36(80):370-91. DOI: <https://doi.org/10.1590/S2178-149420230302>
53. Oliveira U, Filho BS, Rodrigues H, et al. A near real-time web-system for predicting fire spread across the Cerrado biome. *Sci Rep*. 2023;13(1):4829. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-023-30560-9>
54. Moreira PAG, Mendes TA, Santos DF. Avaliação de locais potenciais para instalação de torres de observação para prevenção de risco de incêndios florestais. *Ciênc Florest*. 2020;30(4):1266-82. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509839686>
55. Jaffe DA, O'Neill SM, Larkin NK, et al. Wildfire and prescribed burning impacts on air quality in the United States. *J Air Waste Manag Assoc*. 2020;70(6):583-615. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2023.102033>
56. Cobelo I, Castelhana FJ, Borge R, et al. The Impact of Wildfires on Air Pollution and Health across Land Use Categories in Brazil over a 16-Year Period. *Environ Res*. 2023;224:115522. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.115522>
57. Sousa DG, Cunha HF. Effect of fire on flowering and fruiting of *anacardium humile* (anacardiaceae) in cerrado *stricto sensu*. *Rev Árvore*. 2018;42(6):e420605. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-90882018000600005>
58. Sato MN, Musso C, Miranda HS. Fire induced Damage to *Qualea Multiflora* Mart. Seeds Depends on Fruit Protection and the Position in the Tree Crown. *Plant Biol (Stuttg)*. 2018;20(6):1036-1041. DOI: <https://doi.org/10.1111%2Fplb.12886>
59. Rosa TF, Camarota F, Zuanon LA, et al. The effects of high-severity fires on the arboreal ant community of a Neotropical savanna. *Oecologia*. 2021;196(4):951-961. DOI: <https://doi.org/10.1007%2Fs00442-021-04922-x>
60. Belmok A, Rodrigues-Oliveira T, Lopes FAC, et al. Long-term effects of periodical fires on archaeal communities from Brazilian Cerrado Soils. *Archaea*. 2019;27;6957210. DOI: <https://doi.org/10.1155/2019/6957210>
61. Oliveira-Filho EC, Brito DQ, Dias ZMB, et al. Effects of ashes from a Brazilian savanna wildfire on water, soil and biota: An ecotoxicological approach. *Sci Total Environ*. 2018;618(15):101-111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.051>

62. Costa MP, Schoeneboom JC, Oliveira SA, et al. A Socio-eco-efficiency analysis of integrated and non-integrated crop-livestock-forestry systems in the Brazilian Cerrado Based on LCA. *J Clean. Prod.* 2018;171:1460-71. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.063>
63. Egger DS, Rigotto RM, Lima FANS, et al. Ecocídio nos Cerrados: agronegócio, espoliação das águas e contaminação por agrotóxicos. *Desenvolv. Meio Ambiente.* 2021;57:16-54. DOI: <https://doi.org/10.5380/dma.v57i0.7621>
64. Queiroz P, Maia B. Território usado, saúde indígena e Covid-19 no Brasil. *PatryTer.* 2021;4(8):60-79. DOI: <https://doi.org/10.26512/patryter.v4i8.35493>
65. Reis MJ, Leonardo-Silva L, Xavier-Santos S. The ethnomycological knowledge of Karajá indigenous people from Bananal Island, Brazil. *PLoS One.* 2024;19(10):e0311716. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311716>
66. Paim RCS, Paula LGE, Soares DM. Toxic plants from the perspective of a “Quilombola” community in the Cerrado region of Brazil. *Toxicon.* 2023;224:107028. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107028>
67. Santos JFS. Produção de soja, desigualdades no campo e mudanças climáticas na região do Mato-piba. *DRd-Revista.* 2020;10:535-61. DOI: <https://doi.org/10.24302/drd.v10i0.2703>
68. Oliveira ÉM. O significado do processo de modernização agrícola e os impactos ambientais em áreas de cerrado. *Rev Cerrados.* 2018;16(1):40-58. DOI: <https://doi.org/10.22238/rc24482692201816014058>
69. Pires MO. ‘Cerrado’, old and new agricultural frontiers. *Bras Political Sci Rev.* 2020;14(3):e0004. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-3821202000030006>
70. Perosa BB, Saes MSM, Jesus CM. Between law and voluntary sustainability standards: a case study of the labor conditions in Brazilian coffee production. *Rev Econ Sociol Rural.* 2024;62(3):e275418. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-9479.2023.275418>
71. Bachi L, Carvalho-Ribeiro S. Markets for Non-Timber Forest Products (NTFPs): The Role of Community-Based Tourism (CBT) in Enhancing Brazil’s Sociobiodiversity. *Forests.* 2023;14(2):298. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14020298>
72. Colman CB, Guerra A, Almagro A. et al. Modeling the Brazilian Cerrado land use change highlights the need to account for private property sizes for biodiversity conservation. *Sci Rep.* 2024;14:4559. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55207-1>
73. Trigueiro WR, Nabout JC, Tessarolo G. Uncovering the spatial variability of recent deforestation drivers in the Brazilian Cerrado. *J Environ Manage.* 2020;275:111243. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111243>
74. Sano EE, Rodrigues AA, Martins ES, et al. Cerrado ecoregions: A spatial framework to assess and prioritize Brazilian Savanna environmental diversity for conservation. *J Environ Manage.* 2019;232:818-828. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.108>
75. Lopes GR, Lima MGB, Reis TNP. Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil’s Cerrado in Matopiba. *World Dev.* 2021;139:105316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105316>
76. Nepomoceno TAR, Carniatto I. A nova fronteira agrícola do Brasil: um ensaio teórico sobre a insustentabilidade na região do Matopiba. *Rev Cerrados.* 2022;20(1):2448-692. DOI: <https://doi.org/10.46551/rc24482692202205>
77. Fernandes KAP, Almeida Filho AR, Moura Alves TV, et al. A tale of 141 municipalities: the spatial distribution of dengue in Mato Grosso, Brazil. *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2023;117(10):751-759. DOI: <https://doi.org/10.1093/trstmh/trad062>
78. Marinho RSS, Duro RLS, Mota MTO, et al. Environmental Changes and the Impact on the Human Infections by Dengue, Chikungunya and Zika Viruses in Northern Brazil, 2010-2019. *J Environ Res*

- Public Health. 2022;19(19):12665 DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph191912665>
79. Brito SPS, Lima MS, Ferreira AF, et al. Hospitalizações por doenças tropicais negligenciadas no Piauí, Nordeste do Brasil: custos, tendências temporais e padrões espaciais, 2001-2018. *Cad Saúde Pública*. 2022;38(8):e00281021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311XPT281021>
 80. Feitosa SB, Mise YF, Mota ELA. Ofidismo no Tocantins: análise ecológica de determinantes e áreas de risco, 2007-2015. *Epidemiol Serv Saúde*. 2020;29(4):e2020033. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400016>
 81. Silva DP, Bezerra NR, Basso RE, et al. Health risks in a Brazilian Cerrado population due to pathogens transmitted through water and land use conditions. *Water*. 2023;15(1):158. DOI: <https://doi.org/10.3390/w15010158>
 82. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (BR). Relatório do Inventário Nacional das Emissões Antrópicas por Fontes e das Remoções por Sumidouros de Gases de Efeito Estufa do Brasil (NIR 2024) [Internet]. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; 2024 [acesso em 2025 jul 25]. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-bienais-de-transparencia-btrs/Relatorio_deInventario_NacionalNIR_2024_PORT.pdf
 83. Bernardes AMA, Moura TM, Alves EM, et al. Tolerance of cerrado baru tree (*Dipteryx alata*) submitted to different doses of glyphosate. *Rev Ceres*. 2022;69(4):470-5. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-737X202269040012>
 84. Silva FB, Costa AC, Müller C, et al. *Dipteryx alata*, a tree native to the Brazilian Cerrado, is sensitive to the herbicide nicosulfuron. *Ecotoxicology*. 2020;29(2):217-225. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10646-019-02154-7>
 85. Azevedo LPN, Rocha TB, Gonçalves FB, et al. Physiological and anatomical responses of *Eugenia dysenterica* to glyphosate. *Rodriguésia*. 2023;74:e01172022. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202374036>
 86. Oliveira APA, Crispim Filho AJ, Santos VRS, et al. Physiological and morphoanatomic responses of *Bowdichia virgilioides* kunth. (fabaceae) to glyphosate. *Rev Árvore*. 2021;45:e4528. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-908820210000028>
 87. Correia NM. Interference of glyphosate-resistant *conyza sumatrensis* in soybean crops in Central Brazil. *Adv Weed Sci*. 2023;41:e020230071. DOI: <https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2023;41:00018>
 88. Correia NM, Rampazzo PE, Araújo LS, et al. Sensitivity of *Digitaria insularis* to herbicides in agricultural areas, in the Brazilian Cerrado biome. *Pesq Agropec Bras*. 2020;55:e01570. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2020.v55.01570>
 89. Bernardino MM, Alves PRL, Santo FB, et al. Ecotoxicity of imidacloprid to soil invertebrates in two tropical soils with contrasting texture. *Environ Sci Pollut Res*. 2021;28:27655-27665. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12562-0>
 90. Tschoeke PH, Oliveira EE, Dalcin MS, et al. Botanical and synthetic pesticides alter the flower visitation rates of pollinator bees in Neotropical melon fields. *Environ Pollut*. 2019;251:591-599. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.133>
 91. Souto HN, Campos Júnior EO, Campos CF, et al. Biomonitoring birds: the use of a micronuclei test as a tool to assess environmental pollutants on coffee farms in southeast Brazil. *Environ Sci Pollut Res Int*. 2018;25(24):24084-92. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2466-4>
 92. Baio FHR, Antuniassi UR, Castilho BR, et al. Factors affecting aerial spray drift in the Brazilian Cerrado. *PLoS One*. 2019;14(2):e0212289. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0212289>
 93. Rodrigues MA, Lopes JB, Silva EA. Management of agricultural pesticide packaging in the Piauí Cerra-

- do. *Ambient Soc.* 2021;24:e00711. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20200071r1vu2021L4AO>
94. Farias DBS, Rodrigues LN, Aleman CC, et al. Estimation of soybean crop water deficit sensitivity index. *Sci Agríc.* 2024;81:e20230103. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2023-0103>
 95. Alves ÉDS, Rodrigues LN, Cunha FF, et al. Evaluation of models to estimate the actual evapotranspiration of soybean crop subjected to different water deficit conditions. *An Acad Bras Ciênc.* 2021;93(4):e20201801. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120201801>
 96. Rodrigues JAM, Andrade ACO, Viola MR, et al. Hydrological modeling in a basin of the Brazilian Cerrado biome. *Rev Ambient Água.* 2021;16(1):e2639. DOI: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2639>
 97. Oliveira AKM, Pirajá RV. Análise multitemporal da cobertura vegetal na Bacia Hidrográfica do Córrego Ceroula, Mato Grosso do Sul. *Interações (Campo Grande).* 2022;23(4):997-1011. DOI: <https://doi.org/10.20435/interv.23i4.3023>
 98. Barbosa LR, Oliveira FP, Souza HA, et al. Physical-hydraulic properties of an ultisol under no-tillage and crop-livestock integration in the cerrado. *Rev Caatinga.* 2022;35(2):460-9. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252022v35n221rc>
 99. Confessor JG, Silva LL, Araújo PMS. Avaliação das perdas de água e solo em pastagem inserida em ambiente de Cerrado brasileiro sob chuva simulada. *Soc Nat.* 2022;34:e65618. DOI: <https://doi.org/10.14393/SN-v34-2022-65618>
 100. Figueiredo, HP, Figueiredo CRP, Barros JHS, et al. Water quality in an urban environmental protection area in the Cerrado Biome, Brazil. *Environ Monit Assess.* 2019;191:117. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-019-7194-9>
 101. Acioly TMS, Silva MF, Barbosa LA, et al. Levels of potentially toxic and essential elements in water and estimation of human health risks in a river located at the interface of Brazilian Savanna and Amazon Biomes (Tocantins River). *Toxics.* 2024;12:444. DOI: <https://doi.org/10.3390/toxics12070444>
 102. Santos IR, Silva INM, Oliveira Neto JR, et al. The presence of antibiotics and multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* reservoir in a low-order stream spring in central Brazil. *Braz J Microbiol.* 2023;54:997-1007. DOI: <https://doi.org/10.1007/s42770-023-00973-9>
 103. Santos IR, Silva INM, Cotrim CFC, et al. Spring water quality monitoring using multiple bioindicators from multiple collection sites. *J Toxicol Environ Health A.* 2023;86(19):707-19. DOI: <https://doi.org/10.1080/15287394.2023.2246507>
 104. Monteiro LC, Vieira LCG, Bernardi JVE, et al. Ecological risk of mercury in bottom sediments and spatial correlation with land use in Neotropical savanna floodplain lakes, Araguaia River, Central Brazil. *Environ Res.* 2023;238(Pt 2):117231. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.117231>
 105. Pope RJ, Arnold SR, Chipperfield MP, et al. Substantial increases in Eastern Amazon and Cerrado Biomass burning-sourced tropospheric ozone. *Geophys Res Lett.* 2019;47:e2019GL084143. DOI: <https://doi.org/10.1029/2019GL084143>
 106. Campanha MM, Oliveira AD, Marriel IE, et al. Effect of soil tillage and N fertilization on N₂O mitigation in maize in the Brazilian Cerrado. *Sci Total Environ.* 2019;692:1165-74. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.315>
 107. Espíndola SP, Bobuľská L, Ferreira A de S. Impact of nitrogen additions on soil microbial respiration and temperature sensitivity in native and agricultural ecosystems in the Brazilian Cerrado. *Journal of Thermal Biology.* 2018;75:120-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.06.005>
 108. Dick M, Silva MA, Silva RRF, et al. Environmental impacts of Brazilian beef cattle production in the Amazon, Cerrado, Pampa, and Pantanal biomes. *J Clean Prod.* 2021;311:127750. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127750>

109. Angulo MB, Pico GV, Dematteis M, et al. Impact of climate change on the current and future distribution of threatened species of the genus *Lessingianthus* (Vernonieae: Asteraceae) from the Brazilian Cerrado. *An Acad Bras Cienc.* 2021;93(2):e20190796. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120190796>
110. Monteiro WP, Souza EB, Miranda LS, et al. Potential distribution of *Pilocarpus microphyllus* in the Amazonia/Cerrado Biomes under near-future climate change scenarios. *Plants.* 2023;12(11):2106. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants12112106>
111. Maia RA, Fernandes GW, Silva AIS, et al. Improvement in light utilization and shoot growth in *Hymenaea stigonocarpa* under high CO₂ concentration attenuates simulated leaf herbivory effects. *Acta Bot Bras.* 2019;33(3):558-71. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-33062019abb0149>
112. Duku C, Hein L. Assessing the impacts of past and ongoing deforestation on rainfall patterns in South America. *Glob Change Biol.* 2023;29:5292-5303. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.16856>
113. Caballero CB, Ruhoff A, Biggs T. Land use and land cover changes and their impacts on surface-atmosphere interactions in Brazil: A systematic review. *Sci Total Environ.* 2022;808:152134. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152134>
114. Zilli M, Scarabello M, Soterroni AC, et al. The impact of climate change on Brazil's agriculture. *Sci Total Environ.* 2020;740:139384. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139384>
115. Cunha ER, Santos CAG, Silva RM, et al. Future scenarios based on a CA-Markov land use and land cover simulation model for a tropical humid basin in the Cerrado/Atlantic forest ecotone of Brazil. *Land Use Policy.* 2021;101:105141. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.105141>
116. Bocuti ED, Amorim RSS, Raimo LADLD, et al. Effective hydraulic conductivity and its relationship with the other attributes of Cerrado soils. *Rev Bras Eng Agríc Ambient.* 2020;24(6):357-63. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n6p357-363>
117. Schossler TR, Marchão RL, Santos ILD, et al. Soil Physical Quality in Agricultural Systems on the Cerrado of Piauí State, Brazil. *An Acad Bras Ciênc.* 2018;90(4):3975-89. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201820180681>
118. Prates AR, Kawakami KC, Coscione AR, et al. Composted sewage sludge sustains high maize productivity on an infertile oxisol in the Brazilian Cerrado. *Land.* 2022;11:1246. DOI: <https://doi.org/10.3390/land11081246>
119. Silva MB, Camargos LS, Teixeira Filho MCM, et al. Residual effects of composted sewage sludge on nitrogen cycling and plant metabolism in a no-till common bean-palisade grass-soybean rotation. *Front Plant Sci.* 2023;14:1281670. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1281670>
120. Morais EM, Silva AAR, Sousa FWA, et al. Endophytic *Trichoderma* strains isolated from forest species of the Cerrado-Caatinga ecotone are potential biocontrol agents against crop pathogenic fungi. *PLoS One.* 2022;17(4):e0265824. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0265824>
121. Veras DS, Pinto NS, Calvão L, et al. Environmental thresholds of dragonflies and damselflies from a Cerrado-Caatinga ecotone. *Environ Monit Assess.* 2022;194:614. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10310-6>
122. Ávila MP, Carvalho RN, Casatti L, et al. Metrics derived from fish assemblages as indicators of environmental degradation in Cerrado streams. *Zoologia.* 2018;35:e12895. DOI: <https://doi.org/10.3897/zoologia.35.e12895>
123. Machate DJ, Melo ESP, Arakaki DG, et al. Concentration of heavy metal and metalloid levels in edible *Campomanesia adamantium* Pulp from Anthropoc Areas. *Int J Environ Res Public Health.* 2021;18:5503. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph18115503>

124. Brown GG, Demetrio WC, Gabriac Q, et al. Soil macrofauna communities in Brazilian land-use systems. *Biodivers Data J.* 2024;12:e115000. DOI: <https://doi.org/10.3897/BDJ.12.e115000>
125. Silva AMM, Ramos MLG, Nascimento RSMP, et al. Soil quality indicators under management systems in a *Quilombola* community in the Brazilian Cerrado. *Sci Agric.* 2019;76(6):518-26. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0008>
126. Firmiano KR, Cañedo-Argüelles M, Gutiérrez-Cánovas C, et al. Land use and local environment affect macroinvertebrate metacommunity organization in Neotropical stream networks. *J Biogeogr.* 2021;48(3):479-91. DOI: <https://doi.org/10.1111/jbi.14020>
127. Alves WS, Martins AP, Pôssa EM, et al. Geotechnologies applied in the analysis of land use and land cover (LULC) transition in a hydrographic basin in the Brazilian Cerrado. *RSASE.* 2021;22:100495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2021.100495>
128. López-Poma R, Pivello VR, Brito GS, et al. Impact of the conversion of Brazilian Woodland Savanna (Cerradão) to pasture and *Eucalyptus* plantations on soil nitrogen mineralization. *Sci Total Environ.* 2020;704:135397. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135397>
129. Ferreira CJB, Silva AG, Tormena CA, et al. Physiological and agronomic response of soybean cultivars to soil compaction in the Brazilian Cerrado. *Bragantia.* 2023;82:e20220160. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20220160>
130. Feitosa CEL, Costa PHS, Meneses KC, et al. Changes in physical quality of oxisols under different management systems in the Brazilian Cerrado. *Eng Agríc.* 2020;40(5):609-16. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n5p609-616/2020>
131. Oliveira DMS, Tavares RLM, Loss A, et al. Climate-smart agriculture and soil C sequestration in Brazilian Cerrado: a systematic review. *Rev Bras Ciênc Solo.* 2023;47(esp):e0220055. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20220055>
132. Santos JFS, Naval LP. Spatial and temporal dynamics of water footprint for soybean production in areas of recent agricultural expansion of the Brazilian Savannah (Cerrado). *J Clean Prod.* 2020;251:119482. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119482>
133. Santos JFS, Naval LP. Soy water footprint and socioeconomic development: An analysis in the new agricultural expansion areas of the Brazilian Cerrado (Brazilian Savanna). *Environ Dev.* 2022;42:100670. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2021.100670>
134. Batista PVG, Baptista VBS, Wilken F, et al. First evidence of widespread, severe soil erosion underneath centre-pivot irrigation systems. *Sci Total Environ.* 2023;888:164119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164119>
135. Ferreira CJB, Silva AG, Tormena CA, et al. Physiological and agronomic response of soybean cultivars to soil compaction in the Brazilian Cerrado. *Bragantia.* 2023;82:e20220160. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4499.20220160>

Recebido em 28/05/2025

Aprovado em 29/01/2026

Conflito de interesses: inexistente

Disponibilidade de dados: os dados de pesquisa estão contidos no próprio manuscrito

Suporte financeiro: não houve

Editor responsável: Guilherme Franco Netto, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro (Rio de Janeiro/RJ), Brasil. Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5162760718464160>, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8861-8897>, e-mail: guilherme.netto@fiocruz.br