

CLIMA

# CERRADO AMEAÇADO

Com 45,6% de sua vegetação original alterada, o bioma está se tornando mais quente, seco e propenso a grandes queimadas

Ricardo Zorzetto





Cerrado, o segundo bioma brasileiro mais extenso e um dos mais ricos em diversidade de plantas e animais, encontra-se ameaçado. A rápida eliminação da vegetação nativa – que neste século ocorre ao ritmo de 0,5% de sua área ao ano, duas vezes superior ao observado na Amazônia – e a posterior conversão dessas terras em vastas pastagens e plantações de soja, milho, algodão e cana estão alterando a ecologia e o clima desse ecossistema de maneira que pode se tornar irreversível em algumas regiões. O Cerrado está hoje, nos meses de estiagem, até 4 graus Celsius (°C) mais quente do que nos anos 1960, além de mais seco. Em algumas regiões, também vem sofrendo queimadas mais intensas, duradouras e frequentes do que algumas décadas antes.

Essas mudanças, que começam a ser registradas em medições sistemáticas e observações em campo feitas por pesquisadores brasileiros, têm o potencial de afetar a sobrevivência da fauna e da flora do Cerrado, levando a extinções locais, e de reduzir a disponibilidade de água, prejudicando os 20 milhões de pessoas que vivem no bioma e o agronegócio, que prosperou em suas terras nas últimas décadas. “O Cerrado já sofre hoje as consequências de mudanças que estão ocorrendo em escala local, regional e global”, afirma a ecóloga Mercedes Bustamante, da Universidade de Brasília

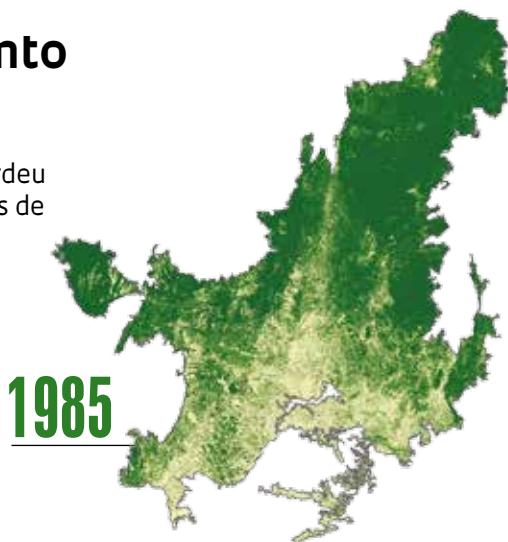
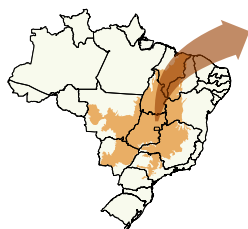
(UnB), especialista em conservação e uso sustentável desse ecossistema.

Nos últimos 36 anos, o Cerrado perdeu quase 20% do que restava de sua vegetação original. De 1985 a 2020, cerca de 26,5 milhões de hectares contendo os três principais tipos de formação nativa (campos, savanas e florestas) deram lugar a novas áreas de criação de gado e produção em larga escala das principais *commodities* agrícolas brasileiras, segundo o mais recente relatório do Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, o MapBiomias, divulgado em setembro deste ano. A área de campos, savanas e florestas perdida nesse período equivale quase ao território do Equador e é maior do que a de outros 120 países.

Com 2 milhões de quilômetros quadrados (km<sup>2</sup>), o correspondente a um quarto do território nacional, o Cerrado originalmente ocupava toda a região central do Brasil, do sul do Piauí e do Maranhão, no Nordeste, ao norte do Paraná, na região Sul. Hoje, no entanto, apenas 54,4% dessa área continua coberta por vegetação nativa – e uma proporção bem menor (em torno de 20%) permanece inalterada. Com 45,6% de sua área convertida em plantações, pastagens, estradas, hidrelétricas e cidades, o Cerrado é o segundo bioma brasileiro mais alterado pela ação humana. Perde apenas para a Mata Atlântica, suprimida de quase 90% do território que ocupava.

# O encolhimento do Cerrado

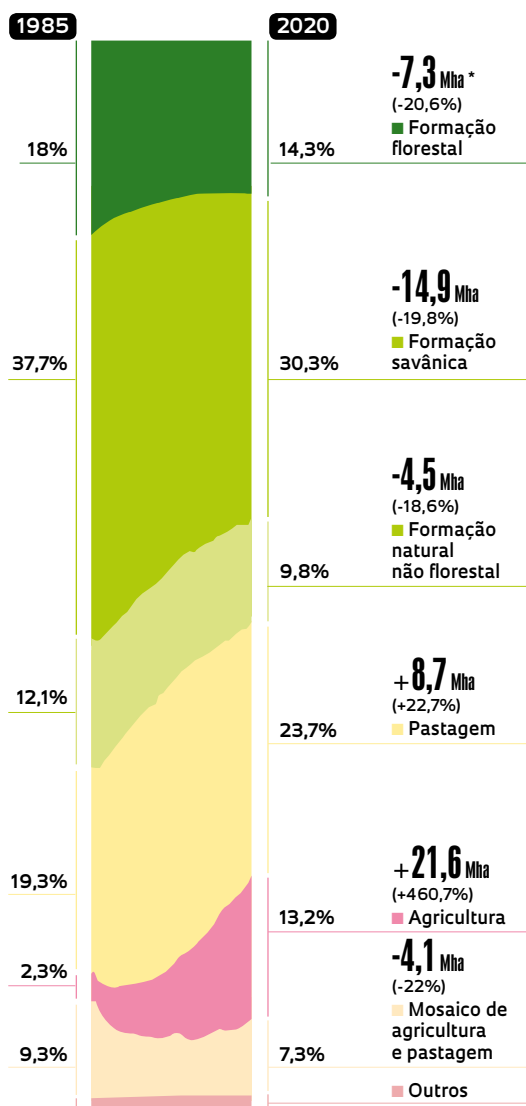
Em 36 anos, o bioma perdeu 26,5 milhões de hectares de vegetação nativa



FONTE MAPBIOMAS

## Mudança da cobertura da terra entre 1985 e 2020

Proporção (em %) da área do Cerrado por tipo de vegetação e uso do solo



Desde 1985, a área das formações florestais diminuiu 20,6%, a das formações savânicas, 19,8% e a das formações não florestais (campos) 18,6%; já a destinada às pastagens aumentou 22,7% e à agricultura 460,7%

FONTE MAPBIOMAS  
\* MILHÕES DE HECTARES

Alguns efeitos associados a essa transformação radical na paisagem e no uso do solo estão cada vez mais evidentes: o Cerrado está se tornando mais quente, seco e, conseqüentemente, propenso a sofrer incêndios devastadores. Indícios da perda de umidade, do aquecimento e do crescimento do número de queimadas de grandes proporções foram apresentados nos últimos meses em estudos conduzidos por equipes de pesquisadores de diferentes regiões do país.

Em um artigo publicado em maio na revista *Global Change Biology*, o geógrafo Gabriel Hoffmann, atualmente em seu segundo doutorado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), quantificou o aumento da temperatura no Cerrado nos últimos 60 anos. Com colaboradores do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), do Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Hoffmann avaliou os dados de temperatura e umidade coletados de 1961 a 2019 por 45 estações meteorológicas espalhadas pelo bioma e os confrontou com medições por satélites. Conclusão: na estação seca, a temperatura média no Cerrado subiu de 2,2 °C a 4 °C e a umidade relativa do ar caiu 15%.

Uma possível explicação para o ressecamento é a conversão da vegetação nativa em plantações e pastagens. Em experimentos realizados em uma área de Cerrado na região de Itirapina, interior de São Paulo, a equipe do engenheiro especialista em recursos hídricos Edson Wendland, da Universidade de São Paulo (USP) em São Carlos, verificou que em um ano uma área com arbustos e árvores típicos da formação savânica lança 30% mais umidade na atmosfera do que outra com as mesmas dimensões coberta por cana ou pasto. “A substituição da vegetação de grande porte por uma de menor estatura altera a circulação de



## Em 60 anos, a temperatura média do Cerrado subiu de 2,2°C a 4°C na estação seca e a umidade relativa do ar diminuiu 15%

água nos diferentes compartimentos do ambiente. Mais água penetra no solo e chega ao lençol freático, deixando a atmosfera menos úmida por causa da menor transpiração das plantas. Ainda não sabemos se esse efeito é local ou se pode gerar impacto em todo o ecossistema”, diz Wendland.

Nas seis décadas analisadas por Hofmann e colaboradores, houve mudanças importantes na paisagem e no padrão de uso do solo em boa parte do Cerrado. “O desmatamento, que inicialmente ocorria em áreas pequenas, para extração de carvão ou o estabelecimento de pastagens para pecuária de subsistência, foi substituído pela derrubada de extensos trechos de vegetação nativa, que deram lugar a amplos pastos e grandes áreas de monocultura”, lembra o geógrafo gaúcho.

Nesse período, o incremento maior ocorreu na temperatura máxima, registrada no início da tarde, embora a mínima, aferida à noite, também tenha apresentado um aumento importante. O aquecimento foi mais evidente no mês de outubro, no fim da estação seca e início da chuvosa. Com temperaturas da ordem de 33 °C, os dias de outubro de 2019 foram, em média, 4 graus mais quentes do que os do mesmo mês em 1961. À noite, a temperatura média ficou em torno dos 22 °C, até 2,8 graus superior à de 60 anos antes. Projeções realizadas pelo grupo sugerem que o fenômeno deve se agravar, com as temperaturas diurna e noturna subindo mais 2 graus até 2050.

O aquecimento observado no Cerrado é bem superior ao incremento de 0,2 °C por década indicado há poucos anos pelas projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para o hemisfério Sul. E segue um padrão que, na avaliação dos autores do estudo, aponta para a mudança na cobertura e no uso do solo como causadora principal desse aquecimento. O tal padrão é marcado por incrementos na temperatura diurna (máxima) maiores do que na noturna (mínima).

O aquecimento observado no Cerrado é bem superior ao incremento de 0,2 °C por década indicado há poucos anos pelas projeções do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) para o hemisfério Sul. E segue um padrão que, na avaliação dos autores do estudo, aponta para a mudança na cobertura e no uso do solo como causadora principal desse aquecimento. O tal padrão é marcado por incrementos na temperatura diurna (máxima) maiores do que na noturna (mínima).

**P**ara entender como os pesquisadores concluíram que as mudanças climáticas não são o fator principal, é preciso lembrar como os ecossistemas do planeta consomem grande parte da energia luminosa que recebem do Sol nos processos de fotossíntese e evapotranspiração. Ao longo do dia, a radiação solar atravessa a atmosfera quase sem aquecê-la e banha a vegetação. Uma parte importante dessa energia (25%) é usada pelas plantas para sintetizar carboidra-

tos (glicose) por fotossíntese e liberar grande quantidade de vapor-d’água na atmosfera por evapotranspiração. Quando a vegetação nativa é substituída por culturas que deixam a terra nua ou coberta de palha durante parte do ano (em geral na estação seca), a energia antes usada na fotossíntese e na evapotranspiração vai direto para o solo, que aquece mais ao longo do dia e aumenta a temperatura do ar perto da superfície. “Se o efeito fosse decorrente exclusivamente das mudanças climáticas, provocadas pelo aumento de gases de efeito estufa na atmosfera, seria esperada uma elevação maior na temperatura noturna”, explica Hofmann. É que esses gases aprisionam o calor que foi armazenado na superfície terrestre de dia e liberado para atmosfera no fim da tarde, reduzindo o resfriamento noturno.

No período analisado, os autores também notaram a tendência de a formação de orvalho se tornar mais difícil. Resultado da condensação do vapor-d’água da atmosfera sobre superfície mais fria, o orvalho serve como fonte de água, em especial nos meses de seca, para plantas de raízes curtas ou que crescem sobre pedras (por exemplo, as do gênero *Vellozia*) ou apoiadas em outras (bromélias, orquídeas e lianas). Essa água que se condensa sobre a vegetação e o solo também é importante para insetos e outros animais de pequeno porte que se deslocam por distâncias muito curtas.

“Muitas plantas do Cerrado parecem depender do orvalho. Se essa dificuldade de condensação da água se consolidar, o efeito pode ser desastroso para parte da flora”, comenta o botânico Rafael Oliveira, da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), que investiga a influência do fogo e da disponibilidade de água sobre certas formações do bioma. O impacto da redução do orvalho, segundo Hofmann, poderia afetar a biodiversidade em diferentes escalas. “Ele pode prejudicar o crescimento e a reprodução dos indivíduos, eliminar certas populações e alterar a relação ecológica entre diferentes espécies”, conta o pesquisador da UFRGS.

Em paralelo ao aumento da temperatura e à diminuição da umidade, o Cerrado enfrenta uma alteração no padrão de queimadas. Nas duas últimas décadas, as de pequeno porte diminuíram em número e frequência e aumentaram os incêndios, que atingem áreas maiores, de modo mais intenso. A partir de dados coletados por satélite, o grupo coordenado pela meteorologista Renata Libonati, da UFRJ, avaliou a frequência, intensidade, duração, sazonalidade e extensão das queimadas no Cerrado de 2001 a 2019 e sobrepôs essas informações ao mapa das 19 regiões com características ecológicas distintas (ecorregiões) em que se divide o bioma.

Dois terços das áreas queimadas a cada ano estão em apenas cinco das 19 ecorregiões, indicam os pesquisadores em artigo publicado em outubro no *Journal of Environmental Management*.

As queimadas de maior intensidade, extensão e frequência ocorrem na metade norte do Cerrado. Lá estão quase 90% da vegetação nativa remanescente do bioma e, desde meados dos anos 1980, as principais frentes de expansão agrícola.

As áreas mais afetadas são o centro-norte de Mato Grosso e o oeste do Maranhão, em uma zona de transição com a Amazônia muito alterada pela ação do homem e conhecida como Arco do Desmatamento, e as ecorregiões localizadas no Matopiba, formado pelo estado do Tocantins e parte do Maranhão, Piauí e Bahia. “A região sul do Cerrado tem áreas agrícolas bem estabelecidas desde o século passado e remanescentes de vegetação nativa muito fragmentados, o que dificulta as queimadas de grande porte”, explica Libonati.

No que diz respeito ao risco de incêndios, a situação no Matopiba pode ainda se agravar. Com 337 municípios espalhados por 73 milhões de hectares (quase um terço do Cerrado), essa região é uma importante produtora nacional de soja, milho e algodão. Nas últimas três décadas, seu clima vem apresentando uma mudança importante, com potencial impacto na agricultura e na vegetação nativa.

**A**nálises da equipe do climatologista José Marengo, recém-submetidas para publicação em uma revista científica, confirmam as tendências observadas pelo grupo da UFRGS e indicam que o Matopiba está hoje 1,2 °C mais quente do que em 1981. Segundo a projeção do grupo, a temperatura ali deve seguir aumentando à taxa de 0,45 °C por década neste século. Além disso, houve um aumento no número de dias secos consecutivos e o retardo de quase um mês do início do período de chuvas.

“Essas alterações parecem decorrer de uma mistura de efeitos do aquecimento global e da mudança de uso do solo na região”, conta Marengo, coordenador de pesquisa do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden), do Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI), e coordenador-geral do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT for Climate Change), apoiado pela FAPESP. “O atraso das chuvas altera o regime de abastecimento dos rios e aumenta o risco de fogo”, afirma o climatologista.

Esse não é o único sinal de ameaça à agricultura do Matopiba. Anos atrás, a engenheira ambiental Marcia Zilli, hoje em estágio de pós-doutorado na Universidade de Oxford, no Reino Unido, usou um modelo computacional para avaliar o desempenho de 18 culturas agrícolas, cinco produtos florestais e sete pastoris nacionais até 2050. O modelo leva em consideração a competição por terra entre a agricultura, a restauração da vegetação nativa e a produção de energia renovável em um cenário

otimista de mudanças climáticas (com o aumento de 1,7 °C na temperatura até a metade do século) e outro pessimista (2 °C). Detalhados em um artigo de 2020 na revista *Science of the Total Environment*, os resultados indicam que em ambas as situações a produção de soja e milho deve diminuir no país, em especial no Matopiba, porque as condições climáticas se tornarão desfavoráveis a essas culturas. Como resultado, parte delas deve se deslocar para o Sudeste e o Sul.

Assim como as savanas da África e da Austrália, o Cerrado é um ambiente moldado naturalmente pelo fogo. Muitas das 12.699 espécies de plantas do bioma apresentam características de resistência ao fogo – sementes que germinam só após queimadas, troncos recobertos por cortiça grossa e frutos com revestimento espesso – que teriam surgido há cerca de 4 milhões de anos, simultaneamente ao aparecimento de gramíneas, que, na estiagem, têm seus ramos e folhas dessecados e se tornam inflamáveis. Há indícios de que o fogo de origem natural ocorra nas savanas do planeta há milhões de anos. Fragmentos de carvão aprisionados em camadas profundas de sedimento permitiram concluir, ainda nos anos 1990, que há 12 mil anos queimadas já ocorriam com certa frequência no Cerrado. Também há indícios de que, há pelo menos 4 mil anos, os grupos humanos que habitavam o bioma usavam o fogo para alterar a paisagem.

“Muitas espécies de plantas do Cerrado são beneficiadas pelo fogo. Produzem mais flores e sementes após uma queimada”, afirma a engenheira florestal Giselda Durigan, pesquisadora do Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA) de São Paulo, que investiga há quase três décadas estratégias de manejo e restauração do Cerrado. Sob sua orientação, a bióloga Natashi Pilon comparou o florescimento e a produção de sementes de 47 espécies de plantas de duas áreas de Cerrado – uma queimada seis meses antes e outra que não pegou fogo. Segundo os resultados, publicados em 2018

Após uma queimada, vegetação campestre floresce na Chapada dos Veadeiros: as ervas *Bulbostylis paradoxa* (no alto) e *Lantana glaziovii* (ao lado) e um campo de *Paepalanthus chiquitensis*





na *Plant Ecology & Diversity*, 63% dos exemplares de plantas floresceram nas regiões queimadas, diante de 19% no trecho não atingido pelo fogo. “O fogo induziu a floração em 79% das espécies estudadas, incluindo 20 que só produziram flores após a queimada”, relata Durigan.

**E**specialistas dizem que o mosaico de campos, savanas e matas característico do Cerrado é influenciado pelas queimadas. O fogo iniciado pela queda de raios no início do período de chuvas – a região onde o Cerrado predomina é uma das áreas de maior incidência de descargas elétricas no país – aparentemente tem menor intensidade e alcança uma extensão mais limitada, já que potencialmente é apagado pela precipitação. Essas queimadas de pequenas proporções, também feitas de forma controlada pelo ser humano, consomem a biomassa morta acumulada e contribuem para manter o mosaico

formado por manchas de vegetação aberta (campos) e savânica (com árvores em proporções variadas) que caracterizam o Cerrado.

Aliás, a predominância das paisagens abertas, que ocupam quase 40% do Cerrado, parece ser fundamental para que esse bioma funcione como um grande coletor de água. Sem a vegetação de maior porte, a água das chuvas infiltra no solo e abastece o lençol freático e os rios. “Esse é um dos principais serviços ecossistêmicos que o Cerrado presta à sociedade”, afirma Durigan.

As queimadas controladas e de baixa intensidade também contribuem para evitar os grandes incêndios. O efeito protetor dessa estratégia de manejo da paisagem foi observado

pelos equipes de Libonati e da ecóloga Isabel Schmidt, da UnB. Elas e colaboradores acompanharam a evolução da dinâmica do fogo de 2003 a 2018 em duas áreas no Tocantins: a Terra Indígena Xerente e o Parque Indígena Araguaia – nas quais o manejo integrado do fogo foi implantado em 2015. A adoção de queimadas em períodos específicos reduziu a frequência, a dimensão e a intensidade dos grandes incêndios, relataram em artigo publicado em setembro na revista *Fire*.

“O Cerrado é o bioma que mais queima no Brasil. Em média, 6 milhões de hectares, o correspondente a 3,3% da área total, pegam fogo a cada ano”, afirma a geógrafa Ane Alencar, pesquisadora do Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (Ipam) e coordenadora da equipe do MapBiomias que realiza as análises do Cerrado. Segundo os dados apresentados em setembro, 36% do bioma pegou fogo ao menos uma vez nos últimos 36 anos. Dessa área, 60% queimaram mais de uma vez e 15% mais de cinco vezes no período.

O problema, como constatou o grupo de Libonati, é a mudança no regime das queimadas. “O que se está observando não condiz com o regime natural de fogo, que ocorre no início do período chuvoso e tem intensidade e extensão baixas”, afirma a bióloga Vânia Pivello, da USP, que estuda o efeito do fogo sobre o Cerrado. “O aumento da intensidade das queimadas e a redução do intervalo entre elas modificam a estrutura e a diversidade da vegetação”, diz. Há também indícios de que muitas dessas queimadas sejam provocadas por ação humana (intencional ou acidental). Monitoramento por satélite realizado pelo Inpe desde 1998 mostra que, em mais da metade desse período, foram registrados mais de 60 mil pontos de queimada por ano no Cerrado. Em quase 90% dos casos, o fogo ocorreu na seca, quando há menos raios.

Com a diminuição das chuvas e o aumento da frequência dos incêndios, o fogo passa a atingir vegetações que, por serem mais úmidas, normalmente não queimariam, como as matas que margeiam os rios e servem de abrigo para muitos animais (*ver a reportagem “Incêndio na beira do rio” no site de Pesquisa FAPESP*). “A ocorrência de queimada nessas matas atinge uma fauna muito menos adaptada ao fogo”, afirma o zoólogo Reuber Brandão, da UnB. “Em algumas regiões, esse efeito do fogo é agravado pelo consumo de água para irrigar as plantações”, diz. Há mais de 20 anos ele estuda anfíbios e répteis no oeste da Bahia, onde houve um aumento importante no uso de água para a agricultura. Como resultado, o nível do lençol freático baixou, fazendo lagos e grandes áreas de veredas secarem e algumas populações de sapos, lagartos e serpentes desaparecerem. ■

