

VULNERABILIDADE E RESILIÊNCIA DO BIOMA CERRADO FRENTE AOS INCÊNDIOS FLORESTAIS

**Humanidades
& Inovação**

**VULNERABILITY AND RESILIENCE OF THE CERRADO
BIOME TO FOREST FIRES**

Maria Lohana Hexana de Moura Silva Siqueira

Universidade Estadual do Tocantins - Unitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9921650180542233>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0004-6530-5670>

Joab Coqueiro Meira

Universidade Estadual do Tocantins - Unitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9011584921477640>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0001-0204-1610>

Álvaro Cardoso dos Santos

Universidade Estadual do Tocantins - Unitins
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0165419811305734>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-8896-2342>

Reynaldo Vilarinho

Universidade Estadual do Tocantins - Unitins
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/9673274068403988>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-2071-4368>

Resumo: Este estudo analisa a complexa relação entre os incêndios e a vulnerabilidade do Cerrado, um bioma crucial para a biodiversidade global, mas que enfrenta ameaças crescentes. O trabalho tem como objetivo investigar as causas, os impactos e as implicações práticas dos incêndios florestais, que, frequentemente, resultam do uso inadequado de queimadas controladas. A metodologia adotada foi a revisão bibliográfica, que permitiu uma discussão aprofundada sobre a intensificação dos incêndios por fatores antrópicos e climáticos, e seus efeitos na biodiversidade, no solo e na saúde pública. Conclui-se que o enfrentamento do problema exige uma abordagem integrada, alinhada às metas de sustentabilidade globais, que unam políticas públicas, tecnologia e educação ambiental para garantir a resiliência do bioma e o desenvolvimento socioeconômico.

Palavras-chave: Cerrado. Incêndios florestais. Queimadas. Biodiversidade. Sustentabilidade.

Abstract: This study analyzes the complex relationship between fires and the vulnerability of the Cerrado, a crucial biome for global biodiversity that faces growing threats. The work aims to investigate the causes, impacts, and practical implications of forest fires, which often result from the improper use of controlled burns. The adopted methodology was a literature review, which allowed for a detailed discussion of how fires are intensified by anthropic and climatic factors, and their effects on biodiversity, soil, and public health. It is concluded that addressing the problem requires an integrated approach, aligned with global sustainability goals, that unites public policies, technology, and environmental education to ensure the biome's resilience and socioeconomic development.

Keywords: Cerrado. Forest fires. Burns. Biodiversity. Sustainability.

Introdução

O Cerrado, reconhecido internacionalmente pela sua biodiversidade e complexidade ecológica, desempenha papel crucial na manutenção dos serviços ambientais do Brasil. Caracterizado por uma vegetação heterogênea, que inclui campos, savanas e áreas de transição, o bioma desempenha papel crucial na manutenção de serviços ecossistêmicos essenciais, como regulação hídrica, sequestro de carbono e provisão de recursos para atividades agropecuárias e comunidades tradicionais. No entanto, enfrenta uma crescente ameaça: a intensificação e a recorrência dos incêndios florestais, que colocam em risco tanto sua biodiversidade quanto a sustentabilidade das atividades humanas associadas ao território.

O problema central deste estudo reside na relação destrutiva entre a vulnerabilidade, intrínseca do Cerrado, e ao fogo, além das pressões antrópicas, sobretudo aquelas decorrentes do uso inadequado da queima para manejo agropecuário, expansão urbana e outras atividades econômicas. Essa combinação tem potencializado impactos significativos sobre a flora e a fauna. Esses efeitos ampliam a urgência de estratégias integradas de prevenção e manejo. A relevância da pesquisa é reforçada pelo fato de que quase metade do território do Cerrado já foi afetada pelo fogo, um índice proporcionalmente superior ao observado na Amazônia, o que evidencia a magnitude do problema e suas implicações ambientais e socioeconômicas.

Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo analisar o contexto geral dos incêndios no Cerrado, seus impactos ambientais e jurídicos, além de sua relação com as metas de desenvolvimento sustentável, que serão expostas adiante. Para atingir tais objetivos, a metodologia adotada foi a revisão bibliográfica, baseada em uma abordagem qualitativa e descritiva, utilizando como técnica de coleta de dados a análise de pesquisas científicas sobre incêndios florestais e o trabalho dos bombeiros. A partir dessa análise, serão discutidos os fatores que influenciam a ocorrência dos incêndios, os impactos causados no ecossistema e as estratégias necessárias para sua prevenção e mitigação, contribuindo para o debate sobre a conservação do Cerrado e a promoção do desenvolvimento sustentável na região.

Contexto Geral dos Incêndios no Cerrado

O Cerrado brasileiro constitui um dos ambientes naturais mais ricos e complexos do país, caracterizando-se por uma elevada diversidade biológica e pela presença de inúmeras espécies endêmicas, exclusivas de sua extensão territorial. Essa diversidade confere-lhe importância estratégica para a manutenção do equilíbrio ecológico, a conservação da biodiversidade nacional e a provisão de serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação climática e o ciclo hidrológico.

Segundo Castro & Kauffman (1998) apud Silva (2015), o Cerrado é caracterizado por uma variedade natural de fisionomias, perpassando por campos abertos, savanas e florestas a depender da disponibilidade de água no ambiente. A variedade da vegetação do bioma é resultado de fatores como o tipo e a fertilidade do solo, da disponibilidade de água além da própria influência humana e pelas queimadas.

Reconhecido internacionalmente como *hotspot* de biodiversidade, o Cerrado abriga “5% de todas as espécies do planeta e 30% das espécies do país – mais de 32% são endêmicas” (WWF, 2019). Essa condição, ao mesmo tempo que valoriza o território em escala global, evidencia sua fragilidade diante das pressões antrópicas e ambientais. Dessa forma, é inegável perceber a importância e relevância ecológica da área, entretanto, o Cerrado enfrenta ameaças decorrentes da ação humana, especialmente no que diz respeito às queimadas. As práticas expostas a seguir alteram profundamente a dinâmica natural do bioma, comprometendo a regeneração da vegetação e afetando diretamente os serviços ambientais que ele oferece. Desta forma, a base teórica desta pesquisa apoia-se em estudos que evidenciam os impactos negativos dos incêndios florestais sobre o Cerrado, como a perda da biodiversidade, a degradação do solo e o aumento da emissão de gases do efeito estufa.

Inicialmente, observa-se a necessidade de trazer à discussão um ponto recorrente no debate que é a prática cultural chamada queima controlada. Histórica e comum em atividades agropecuárias,

a queima controlada é amplamente utilizada para limpeza de áreas e renovação de pastagens. Silva (1998) explica que as queimas controladas consistem na aplicação de fogo em vegetação natural ou plantada, seguindo condições ambientais específicas que permitem manter as chamas confinadas em uma área delimitada, com intensidade e velocidade adequadas aos objetivos do manejo, ou seja, é a provocação intencional de um incêndio em uma área originalmente delimitada.

Ocorre que, apesar de ser autorizada pela legislação sob critérios específicos, a hipótese é de que essa técnica frequentemente perde o controle, transformando-se em incêndios de grandes proporções e gerando danos ambientais severos, diretos e/ou indiretos.

Em regiões tropicais, anualmente ocorrem queimadas em campos abertos, especialmente nos períodos de estiagem. Essas queimadas ocorrem de várias formas, não apenas através da queima controlada, mencionada anteriormente: podem ser realizadas para limpeza de áreas rurais e urbanas de forma acidental, em razão de descuido, propagando-se até áreas de preservação, ou ainda, por meio da queima de resíduos de plantações. (Kirchhoff, 1990).

Isso posto, evidencia que a vulnerabilidade ambiental do Cerrado é intrínseca à sua relação com o fogo, e que, embora faça parte da dinâmica natural de alguns ecossistemas, pode se tornar avassalador quando associado a fatores climáticos e antrópicos. Essas discussões tornam-se ainda mais complexas quando se observa que o Cerrado possui adaptações naturais ao fogo decorrentes de seu próprio processo evolutivo.

Contudo, conforme destaca Coutinho (1990, apud Lopes, 2009), as queimadas realizadas no período de estiagem podem ocasionar impactos mais significativos na estrutura e na composição da vegetação do que aquelas que ocorrem na estação chuvosa, sobretudo pela maior intensidade das chamas.

Ressalta-se que mesmo que a vegetação nativa possua mecanismos para resistir às chamas, tais adaptações não garantem a preservação desse ecossistema diante da frequência com que os incêndios são realizados e da sua alta intensidade. Graças a isso, torna-se essencial adotar medidas rigorosas de controle e manejo seguro do fogo, evitando que essas práticas ultrapassem a capacidade natural de regeneração do Cerrado e causem perdas irreversíveis à sua biodiversidade.

Os incêndios florestais, independentemente da origem, liberam gases nocivos, como o monóxido de carbono, resultante diretamente da queima, e o ozônio, formado posteriormente na atmosfera, ambos considerados tóxicos (Kirchhoff, 1990).

Isto é, além de enfrentarem as próprias chamas, os bombeiros, estão expostos ao risco de intoxicação por esses gases, o que reforça a urgência de discutir e implementar protocolos específicos voltados à preservação da saúde durante o combate aos incêndios.

No Tocantins, por exemplo, a média anual de mortes em incêndios florestais no período 2017-2019 foi de cinco vítimas, resultando em uma taxa de 3,14 mortes por milhão de habitantes. Em 2018, foram registradas 1.675 ocorrências de incêndios, demonstrando a relevância de políticas de prevenção e fiscalização (Corrêa, 2024, p. 6-10).

Esses dados demonstram que os incêndios florestais não apenas comprometem o meio ambiente, como também representam uma ameaça significativa à vida humana, ressaltando a relevância do trabalho dos bombeiros e a necessidade de estratégias eficazes de prevenção e educação ambiental.

Diante de um cenário tão diversificado de ocorrências, observa-se o aumento da complexidade do trabalho dos bombeiros, que precisam atuar em diferentes frentes, urbanas, rurais e de preservação ambiental, o que exige elevado preparo técnico logístico para garantir um combate ao fogo eficiente. Esse contexto reforça que os impactos vão além da dimensão ambiental, alcançando aspectos sociais, econômicos e de saúde pública.

Outro aspecto que fragiliza o Cerrado é o comportamento das gramíneas no período de estiagem. Segundo Coutinho (1990, apud Lopes, 2009), embora a vegetação lenhosa apresente adaptações ao fogo, as queimadas na estação seca estão propensas a provocar alterações mais significativas na estrutura e composição da flora do que aquelas que ocorrem no período chuvoso, em razão da maior intensidade do fogo.

Essa afirmação reforça que o acúmulo de matéria seca cria um ambiente altamente inflamável, onde qualquer foco de calor pode se propagar rapidamente, tornando o manejo preventivo fundamental para evitar grandes perdas ambientais. Os chamados incêndios de copa

possuem maior impacto tendo em vista que a queima da copa das árvores, de uma para a outra espalhando-se rapidamente. Esse tipo de incêndio, conhecido por sua rápida propagação, costuma ser avassalador e é, de fato, a forma mais comum e amplamente reconhecida de queimada no Cerrado.

Contudo, não se trata da única modalidade de incêndio que afeta o ambiente. Existem ainda os chamados incêndios subterrâneos, ou segundo Coutinho (2000), incêndios de turfa. Esta modalidade de incêndio consiste no consumo da matéria orgânica enterrada no solo e são extremamente difíceis de serem identificados e apagados. Poderão persistir por semanas, meses ou até anos, dependendo do clima e do combustível disponível.

Nesse sentido, diante da dificuldade no controle dos incêndios nas modalidades acima mencionadas, faz-se necessário continuar a discussão analisando a perspectiva entre a complexa relação entre o fogo e os ecossistemas: fundamental reconhecer tanto seus aspectos benéficos quanto os riscos que sua ocorrência descontrolada pode trazer. Nesse contexto, Parizotto (2006) ressalta que, embora o fogo tenha um papel importante na manutenção de certos ecossistemas naturais e artificiais, sua ocorrência descontrolada pode gerar perturbações contínuas, provocando perdas e danos materiais significativos.

As evidências mostram que as vulnerabilidades ambientais do Cerrado resultam de uma combinação entre suas características ecológicas e as pressões externas que enfrenta. A interação entre fatores naturais, como o regime de chuvas e a sazonalidade, e ações antrópicas, como o uso inadequado do fogo, intensifica os riscos de degradação e compromete a capacidade de regeneração do bioma. Nota-se a importância em compreender essas fragilidades para analisar de forma mais precisa quais elementos contribuem para o surgimento e a propagação dos incêndios, tema que será abordado a seguir ao tratar dos fatores que influenciam a ocorrência desses eventos no Cerrado.

Destaca-se que os incêndios no Cerrado não são fenômenos isolados, mas resultado de uma combinação de fatores naturais e antrópicos. Entre eles, o uso intencional do fogo como instrumento de manejo, conforme mencionado anteriormente sobre a tentativa de queimadas controladas.

Quando as queimadas que inicialmente são controladas escapam ao controle, passa a ser caracterizada como um incêndio. Tal diferenciação é fundamental para compreender que, embora o fogo possa ter uso planejado em atividades agropecuárias, sua má condução é um dos principais vetores de incêndios de grandes proporções.

Os dados demonstram que a influência humana continua sendo o principal fator na ocorrência das queimadas. O relatório mais recente do MapBiomas revela que, entre 1985 e 2023, cerca de 199,1 milhões de hectares foram queimados pelo menos uma vez no Brasil, representando quase um quarto (23%) do território nacional. Mais de dois terços (68,4%) dessas áreas eram de vegetação nativa, e aproximadamente um terço (31,6%) correspondiam a áreas antropizadas, como pastagens e terras agrícolas (MAPBIOMAS, 2024).

A estação seca, de julho a outubro, concentra 79% das queimadas no Brasil, com setembro representando um terço do total (33%). Os dados revelam que cerca de 65% da área afetada pelo fogo foi queimada mais de uma vez em 39 anos, com o Cerrado sendo o ecossistema mais afetado por queimadas recorrentes. (MAPBIOMAS, 2024).

Esses padrões históricos permitem ao poder público identificar tendências, áreas de maior risco e implementar ações mais eficientes de combate às queimadas (MAPBIOMAS, 2024). Não apenas isso, os números reforçam que o regime climático do Cerrado, aliado a práticas humanas recorrentes, favorece a propagação do fogo e intensifica sua recorrência. Historicamente, a ocupação humana da região intensificou a frequência e a extensão das queimadas.

Essa constatação evidencia que a expansão agropecuária, ao introduzir práticas de uso do fogo para limpeza de áreas e renovação de pastagens, criou um ciclo de incêndios mais frequentes e abrangentes, alterando profundamente a dinâmica natural desse ambiente natural que atualmente encontra dificuldades em reduzir os reflexos decorrentes de tantos anos de queimadas intensas e recorrentes, resultando em perdas significativas da biodiversidade, degradação do solo e comprometimento dos serviços ecossistêmicos essenciais para a manutenção da vida.

Por fim, a magnitude dos incêndios nesse ecossistema se evidencia ao compará-lo a outros. Segundo o levantamento, o Cerrado e a Amazônia representaram juntos cerca de 86% da área

queimada no Brasil no período analisado, sendo que, no Cerrado, 88,5 milhões de hectares foram queimados — o equivalente a 44% de seu território. Essa proporção revela que, o sistema ecológico apresenta mecanismos adaptativos ao fogo, mas que a perda de biodiversidade, especialmente de espécies endêmicas e adaptadas às condições de savana, tem impactos diretos na integridade ecológica e na qualidade de vida das comunidades locais (MAPBIOMAS, 2024).

Diante de um cenário tão diversificado de ocorrências, considera-se essencial destacar o aumento na complexidade no trabalho dos bombeiros, que precisam atuar nas mais diversas frentes, sejam elas urbanas, rurais ou de preservação ambiental, exigindo preparo técnico e logístico para um combate ao fogo eficiente.

No entanto, para além das causas, torna-se imprescindível analisar os impactos ambientais que esses incêndios provocam no bioma, especialmente diante da sua recorrência e da crescente pressão antrópica. O próximo capítulo abordará, portanto, os efeitos dos incêndios florestais sobre a biodiversidade, os ciclos ecológicos e a qualidade dos recursos naturais, evidenciando a urgência de estratégias integradas de conservação e manejo sustentável no Cerrado.

Impactos ambientais dos incêndios florestais e sua previsão legal

Para compreender a real dimensão dos impactos causados pelos incêndios no Cerrado, é fundamental analisar não apenas a perda imediata da vegetação, mas também as consequências que se estendem ao equilíbrio ambiental e às comunidades que dependem diretamente desse bioma.

Os incêndios no Cerrado têm impactos profundos e variados, comprometendo a biodiversidade local, os serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação dos ciclos da água e do carbono, e a saúde das comunidades devido à poluição do ar. Além disso, essas queimadas contribuem para o aumento das emissões de gases de efeito estufa e podem gerar prejuízos econômicos para as populações que dependem dos recursos naturais (MAPBIOMAS, 2024).

Essa síntese demonstra que os impactos das queimadas ultrapassam a simples destruição da vegetação, afetando processos essenciais do ambiente que sustentam a vida e o clima. A emissão de gases que intensificam o efeito estufa evidenciam a conexão entre os incêndios locais e os problemas globais de mudança climática. Além disso, a poluição do ar e os prejuízos econômicos às comunidades reforçam a urgência no desenvolvimento e de estratégias que articulem a conservação ambiental com a proteção social.

Conforme mencionado no capítulo anterior, a queima controlada ainda é vista como uma prática cultural e habitual, mas, que constantemente desencadeia em um incêndio descontrolado, seus impactos ambientais são graves, afetando a qualidade do solo, facilitando a desertificação, o que agrava a vulnerabilidade do Cerrado. Assim faz-se necessário reforçar a importância de regulamentações que visem controlar e limitar o uso do fogo para preservar o meio ambiente.

No Brasil, o emprego do fogo em atividades agropastoris e florestais é permitido apenas mediante a citada queima controlada, conforme previsão do Decreto nº 2.661/1998.

Esse diploma legal estabelece uma série de procedimentos rigorosos para a realização dessas queimas, buscando minimizar seus impactos ambientais e evitar a propagação descontrolada do fogo:

Art. 2º - Considera-se queima controlada o emprego de fogo como fator de produção e manejo em atividades agropastoris ou florestais, e para fins de pesquisa científica e tecnológica, em áreas com limites físicos previamente definidos. (Brasil, 1998).

Esta definição legal reflete uma tentativa de conciliar as práticas econômicas tradicionais, muitas vezes dependentes do uso do fogo, com a crescente necessidade de preservar o meio ambiente. Com uma delimitação clara dos limites físicos para a realização das queimadas, o dispositivo busca minimizar os riscos de incêndios descontrolados que possam causar danos irreversíveis à biodiversidade, ao solo e aos recursos hídricos.

Além disso, o decreto impõe exigências como a autorização prévia junto ao SISNAMA, definição de técnicas, preparo de aceiros, treinamento de pessoal e acompanhamento contínuo da queima, garantindo que o fogo seja manejado com segurança e respeitando as características do ambiente. Esses cuidados são essenciais para evitar os impactos negativos como perda da biodiversidade e comprometimento dos serviços ecossistêmicos, discutidos anteriormente.

Entretanto, apesar da existência dessas normas, os desafios na prática do manejo do fogo permanecem, sobretudo no que se refere à fiscalização e à aplicação das medidas preventivas.

Em 2018, o Brasil contabilizou mais de 2,46 milhões de ocorrências atendidas pelos Corpos de Bombeiros Militares, das quais 243.160 estavam relacionadas a incêndios. A média de mortes por incêndio no período 2017-2019 foi de 907,6 ao ano, indicando uma taxa de 4,28 mortes por milhão de habitantes (Corrêa, 2024, p. 6-10). Esses dados destacam a magnitude do problema nacional e reforçam a importância da atuação preventiva, da fiscalização rigorosa e da capacitação da população para reduzir riscos e impactos socioambientais.

A vasta extensão do Cerrado torna o monitoramento e o controle das queimadas uma tarefa complexa, agravada pela dificuldade de acesso a regiões remotas, pelos recursos limitados e pela capacidade técnica e operacional restrita, o que eleva o risco de queimadas fora dos limites autorizados e intensifica os impactos ambientais e apesar da relevância desse ambiente natural para o mundo, os números refletem uma distribuição de profissionais insuficiente.

A distribuição de Bombeiros Militares no Brasil é bastante desigual: enquanto o Distrito Federal apresenta 18,74 profissionais para cada 10.000 habitantes, estados como o Piauí têm apenas 0,94, evidenciando disparidades regionais na capacidade de resposta a incêndios (Corrêa, 2024, p. 6-10). Essa desigualdade reforça a necessidade de políticas integradas que considerem a capacidade operacional regional e a importância de estratégias educativas e preventivas para complementar a ação direta dos bombeiros.

Nesse contexto, uma fiscalização eficaz depende não apenas de investimentos em tecnologia e pessoal capacitado, mas também da conscientização e do engajamento dos produtores rurais, de modo que o uso do fogo ocorra dentro dos limites estabelecidos pela legislação.

O artigo 16 do mesmo decreto aponta para a necessidade de eliminação gradual do uso do fogo em determinadas atividades, como o corte de cana-de-açúcar, e o artigo 17 prevê avaliações periódicas para ajustar as medidas conforme as consequências socioeconômicas observadas (Brasil, 1998).

Dessa forma, a legislação brasileira busca um equilíbrio entre a manutenção das atividades econômicas que dependem do fogo e a proteção do meio ambiente, reconhecendo que a queima descontrolada pode gerar impactos ambientais severos. A eficácia dessas medidas, no entanto, depende da implementação rigorosa e da conscientização dos agentes envolvidos.

A compreensão dos múltiplos fatores que contribuem para a ocorrência e intensificação dos incêndios no Cerrado, desde as práticas humanas, como o uso controlado do fogo e a expansão agropecuária, até as condições climáticas típicas da estação seca, é fundamental para direcionar políticas e ações eficazes de prevenção e controle.

Os impactos dos incêndios florestais no Cerrado vão muito além da perda imediata da vegetação, afetando a biodiversidade, os recursos hídricos, o solo e as comunidades locais, além de contribuir significativamente para as emissões de gases de efeito estufa.

A legislação ambiental vigente busca estabelecer diretrizes e mecanismos para prevenir, controlar e reparar os danos causados pelo fogo, contudo, sua efetividade depende da integração entre políticas públicas, fiscalização rigorosa e conscientização social.

Diante da complexidade do manejo do fogo no Cerrado, os bombeiros desempenham um papel central na mitigação dos impactos dos incêndios florestais, atuando tanto no combate direto às chamas quanto no apoio à fiscalização e na orientação de produtores rurais, reforçando a necessidade de esforços coordenados para preservar os serviços ecossistêmicos e a biodiversidade do bioma.

O Tocantins contava, em 2018, com apenas 540 Bombeiros Militares, o que corresponde a uma taxa de 3,40 profissionais para cada 10.000 habitantes. Essa proporção é inferior à observada em outras unidades federativas, evidenciando desafios na cobertura e capacidade operacional para enfrentar incêndios (Corrêa, 2024, p. 6-10).

A quantidade limitada de profissionais e sua distribuição desigual tornam o combate aos incêndios mais complexo, reforçando a necessidade de integração entre políticas públicas, educação ambiental e o esforço dos bombeiros no manejo seguro do fogo.

Frente a esses desafios, observa-se o aumento da complexidade que o combate aos incêndios florestais está intimamente ligado às agendas globais de conservação e sustentabilidade, destacando a importância de ações integradas que promovam não apenas a proteção ambiental, mas também o desenvolvimento socioeconômico sustentável no Cerrado.

O combate aos incêndios florestais e o desenvolvimento sustentável

Após analisar os fatores que influenciam a ocorrência dos incêndios no Cerrado e os impactos ambientais decorrentes desses eventos, torna-se evidente que o enfrentamento efetivo desse problema demanda uma abordagem integrada e alinhada às metas globais de sustentabilidade.

Os incêndios florestais, ao afetarem diretamente a biodiversidade, os recursos naturais e as comunidades locais, colocam em risco não apenas a integridade do ecossistema, mas também a capacidade de adaptação e resiliência diante das mudanças climáticas. Nesse sentido, a Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) oferecem um referencial estratégico para guiar a elaboração e a execução de políticas públicas e ações sociais que visem a mitigação, prevenção e recuperação das áreas afetadas.

Entre os ODS mais relevantes para o tema, estão o ODS 15 (Vida Terrestre), que enfatiza a proteção e uso sustentável dos ecossistemas terrestres, e o ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), que trata da necessidade urgente de ações para mitigar os efeitos do aquecimento global, ao qual os incêndios florestais contribuem significativamente. Sobre o ODS 13, tal objetivo visa:

Adotar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos. 13.1. Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países. 13.2. Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais. 13.3. Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação, adaptação, redução de impacto e alerta precoce da mudança do clima. 13.a. Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima [UNFCCC] para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano a partir de 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto das ações de mitigação significativas e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima por meio de sua capitalização o mais cedo possível. 13.b. Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas. (ONU, 2025).

Além disso, a relação dos incêndios com outros objetivos, como o ODS 6 (Água Limpa e Saneamento), o ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), evidencia a complexidade do desafio e a necessidade de uma resposta multifacetada. Em 2019, a Organização das Nações Unidas, manifestou, através da presidente da Assembleia Geral da ONU, a preocupação em relação aos incêndios florestais (ONU, 2019): “Espinosa enfatizou que as florestas são cruciais para enfrentar as mudanças climáticas, promover a conservação da biodiversidade e a segurança alimentar”.

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2022, tradução nossa), os incêndios florestais são o resultado de uma complexa interação de fatores biológicos,

meteorológicos, físicos e sociais, que influenciam sua probabilidade, comportamento, duração, extensão e impactos. As alterações nesses fatores, como as mudanças climáticas, que aumentam a frequência e a intensidade de condições meteorológicas favoráveis a incêndios, e o crescimento populacional em regiões de alto risco, elevam os potenciais efeitos dos incêndios.

Estratégias de manejo, como o controle de combustíveis antes da ocorrência do fogo, o combate ativo durante o incêndio ou a evacuação das áreas ameaçadas, podem reduzir alguns impactos econômicos, ambientais e sociais, mas não eliminam todos os riscos.

Dessa forma, as comunidades precisam conviver com o risco residual de incêndios florestais. Nesse sentido, a educação ambiental desempenha papel fundamental ao sensibilizar e capacitar a população para a prevenção dos incêndios, sobretudo por meio do engajamento de crianças, jovens e comunidades rurais. De acordo com a Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (2024), no contexto da educação ambiental voltada à prevenção de incêndios florestais, a participação de crianças e jovens tem se mostrado uma estratégia fundamental para promover mudanças de comportamento nas comunidades, especialmente em áreas rurais.

Esses dados evidenciam que o risco de incêndios florestais não é determinado apenas por fatores naturais, mas também por aspectos sociais e demográficos, reforçando a necessidade de planejamento integrado e de políticas públicas efetivas. Estratégias de prevenção, como o manejo de combustíveis, o combate ativo durante os incêndios e a evacuação de áreas ameaçadas, são essenciais para reduzir impactos econômicos, ambientais e sociais, embora não eliminem completamente os riscos. Assim, observa-se a essencialidade na resiliência e na capacidade de adaptação das comunidades através da educação ambiental.

Além disso, a relação entre o combate aos incêndios e o desenvolvimento sustentável fica clara, uma vez que a proteção ambiental e a adaptação às mudanças climáticas são medidas estratégicas para reduzir vulnerabilidades e promover um crescimento mais seguro e equilibrado.

Por fim, a coordenação entre políticas públicas, educação e participação social é imprescindível para avançar na prevenção e no controle dos incêndios, promovendo a conservação do Cerrado e a melhoria da qualidade de vida das populações locais. Portanto, mitigar os efeitos das queimadas nesse bioma exige estratégias integradas que aliem conservação ambiental, manejo sustentável do uso da terra e políticas eficazes de prevenção e combate ao fogo.

A articulação dessas ações, quando bem estruturada e aplicada, não apenas reduz os danos ambientais e sociais, mas também fortalece a resiliência das comunidades e dos ecossistemas diante de um cenário cada vez mais desafiador.

Por fim, a prevenção e o controle dos incêndios no Cerrado dependem da articulação entre políticas públicas, fiscalização, educação ambiental e participação social. Estratégias integradas que conciliam conservação ambiental, manejo sustentável do uso da terra e engajamento da população não apenas reduzem os impactos das queimadas, mas também fortalecem a resiliência das comunidades e dos ecossistemas. Quando bem estruturadas, essas ações permitem avançar na proteção da região e na melhoria da qualidade de vida das populações locais, preparando o Cerrado para enfrentar desafios cada vez mais complexos relacionados ao fogo.

Considerações finais

O presente estudo buscou analisar a complexa interação entre os incêndios e a vulnerabilidade intrínseca do Cerrado, revelando que, embora seja um ambiente que possui capacidade de adaptações naturais ao fogo, a pressão antrópica e as mudanças climáticas têm intensificado sua recorrência, transformando práticas como a queima controlada em vetores de degradação ambiental em larga escala. Os resultados evidenciam a magnitude do problema, com o Cerrado sendo desproporcionalmente mais afetado que outros biomas, resultando em perdas significativas de biodiversidade e no comprometimento de serviços ecossistêmicos essenciais. As implicações práticas são urgentes e multifacetadas, demandando a superação de desafios como a fiscalização em uma vasta área e a falta de recursos. Assim, a superação desse problema exige uma abordagem integrada que articule políticas públicas, avanços tecnológicos e uma educação ambiental que promova a conscientização e o engajamento de toda a sociedade, em alinhamento com as diretrizes da Agenda 2030. Conclui-se que o Cerrado sofre perdas significativas de biodiversidade e

de serviços ecossistêmicos essenciais, o que exige respostas urgentes e integradas. Enfrentar esse desafio demanda políticas públicas eficazes, tecnologia, educação ambiental e engajamento social, visando construir um modelo de desenvolvimento sustentável que concilie o uso econômico com a preservação desse importante ecossistema, fortalecendo sua resiliência frente aos incêndios florestais.

Referências

BRASIL. Decreto nº 2.661, de 8 de julho de 1998. Regulamenta o parágrafo único do art. 27 da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 (código florestal), mediante o estabelecimento de normas de precaução relativas ao emprego do fogo em práticas agropastoris e florestais, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2661.htm. Acesso em: 31 ago. 2025.

COUTINHO, L. M. **Cerrado**. São Paulo: Estação Gráfica Ltda., 2000. Disponível em: <http://eco.ib.usp.br/cerrado/index.htm>. Acesso em: 23 jun. 2024.

COUTINHO, L. M. **O Cerrado e a ecologia do fogo**. Revista Ciência Hoje, Rio de Janeiro, v. 12, n. 68, p. 24-30, nov. 1990.

CORRÊA, Cristiano. **Incêndios e atuação dos Bombeiros Militares no Brasil: dados e desafios**. Revista de Gestão e Secretariado – GeSec, v. 15, n. 11, p. 01-16, 2024. São José dos Pinhais, Paraná, Brasil.

KIRCHHOFF, Volker W. J. H. **Queimadas monitoradas**. [S.l.]: 1990. Disponível em: <https://documentacao.socioambiental.org/noticias/anexo_noticia/53793_20210423_120003.PDF>. Acesso em: 31 ago. 2025

LOPES, S. de F.; VALE, V. S. do; SCHIAVINI, I. **Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO**. Revista Árvore, 33, n. 4, p. 695–704, jul. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622009000400012>. Acesso em: 07 nov. 2025

MAPBIOMAS. **Um em cada quatro hectares do Brasil pegou fogo nas últimas quatro décadas**, 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/06/18/um-em-cada-quatro-hectares-do-brasil-pegou-fogo-nas-ultimas-quatro-decadas/>. Acesso em: 23 jun. 2024.

NAÇÕES UNIDAS. **Incêndios florestais preocupam presidente da Assembleia Geral da ONU**, 2019. Disponível em: [https://brasil.un.org/pt-br/84012-inc%C3%A3Andios-florestais-precupam-presidente-da-assembleia-geral-da-onu](https://brasil.un.org/pt-br/84012-inc%C3%A3Andios-florestais-preocupam-presidente-da-assembleia-geral-da-onu). Acesso em: 12 ago. 2025.

NAÇÕES UNIDAS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 13**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/13>. Acesso em 12 ago. 2025

PARIZOTTO, W. **O controle dos incêndios florestais pelo Corpo de Bombeiros de Santa Catarina: diagnóstico e sugestões para o seu aprimoramento**. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO DO DISTRITO FEDERAL. **Ação educativa conscientiza crianças sobre incêndios florestais**. Brasília, 2024. Disponível em: <https://www.educacao.df.gov.br/acao-educativa-conscientiza-criancas-sobre-incendios-florestais/>. Acesso em: 25 jun. 2025.

SILVA, R. B. M. da et al. **Relação solo/vegetação em ambiente de cerrado sob influência do grupo Urucuia**. Ciência Florestal, v. 25, n. 2, p. 363–373, abr. 2015. Disponível em: <https://doi>.

[org/10.5902/1980509818455](https://doi.org/10.5902/1980509818455). Acesso em: 25 jun. 2025.

SILVA, R. G. da. **Manual de prevenção e combate aos incêndios florestais**. Brasília: IBAMA, 1998.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Spreading like Wildfire – The Rising Threat of Extraordinary Landscape Fires. A UNEP Rapid Response Assessment*. Nairobi: UNEP, 2022. Disponível em: file:///C:/Users/maria/Downloads/wildfire_RRA.pdf. Acesso em: 31 ago. 2025

WWF Brasil. **Bioma Cerrado**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?74962/Bioma-Cerrado>. Acesso em: 12 ago. 2025.

Recebido em 14 de outubro de 2025.

Aceito em 15 de dezembro de 2025.