

**MONITORANDO O CERRADO: O PAPEL DAS TECNOLOGIAS NO CONTROLE DO
DESMATAMENTO**

**MONITORING THE CERRADO: THE ROLE OF TECHNOLOGIES IN CONTROLLING
DEFORESTATION**

**MONITOREO DEL CERRADO: EL PAPEL DE LAS TECNOLOGÍAS EN EL CONTROL
DE LA DEFORESTACIÓN**



10.56238/revgeov16n5-055

Marta Silva Santos Mendes

Mestranda em Ciências Sociais e Humanidade
Instituição: Secretaria da Educação Municipal de Anápolis (SEMAD)
E-mail: smendes1976@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/8805660844812127>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-7108-8863>

Divina Aparecida Leonel Lunas

Doutorado em Desenvolvimento Econômico
Instituição: Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: divina.lunas@ueg.br
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1924813918867102>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3395-1120>

Álvaro José de Amorim

Mestrando em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: amorimalvaro7@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6042923439932361>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-9214-6259>

Leonila Barão de Souza Mendes

Mestrando em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG), Secretaria da Educação Municipal de Anápolis (SEMED)
E-mail: leonilabarao3@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7448696774044026>
Orcid: 0009-0009-3625-1980

Deborah Silva Bastos Maia

Mestre em Ciências Sociais e Humanidades
E-mail: deboraahbastos@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/3689413733722989>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5449-9877>



Leidiane Francisca Ferreira

Mestranda em Ciências Sociais e Humanidade
Instituição: Universidade Estadual de Goiás
E-mail: leidianefrancisca393@gmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/6331253223052274>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-1320-0268>

Juliana Brito Prates

Mestrando em Territórios e Expressões Culturais no Cerrado
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG)
E-mail: julianabprates@hotmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0890453454231837>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-7518-3959>

Nélia Dias Nogueira Peixoto

Mestranda em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás
E-mail: neliapire@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9683532526896428>
Orcid: <https://orcid.org/0009-0007-4359-8582>

Marilza Dias de Souza

Mestrando em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás
E-mail: marilzapvinius@yahoo.com.br
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7297783126316554>

Renata Felix dos Santos

Mestrando em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Unidade de Ciências Socioeconômicas e Humanas (CSEH)
E-mail: renatafelix_santos@hotmail.com
Lattes: <https://lattes.cnpq.br/7450799077676552>
Orcid: 0009-0001-6094-3989

Fabício de Oliveira Chapini

Mestrando em Ciências Sociais e Humanidades
Instituição: Universidade Estadual de Goiás (UEG) - Unidade de Ciências Socioeconômicas e Humanas (CSEH)
E-mail: fabriciochapini@gmail.com
Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0683133582799332>
Orcid: 0009-0004-8049-4764

RESUMO

O Cerrado, conhecido por sua rica biodiversidade, enfrenta uma ameaça constante do desmatamento. Este estudo explora como as tecnologias de monitoramento de sensores remotos têm desempenhado



um papel importante no controle da degradação ambiental. Ele tem por objetivo destacar a importância do uso de tecnologias na preservação de um dos biomas mais ameaçados do Brasil, assim, compreender a importância do uso dessas tecnologias no controle e na redução do desmatamento no território brasileiro. Essas ferramentas tecnológicas permitem um monitoramento preciso e em tempo real, facilitando a detecção precoce de desmatamentos e auxiliando na análise dos estudos das mudanças nos ecossistemas. Além disso, destaca-se a importância da integração dessas tecnologias com políticas eficazes e a colaboração entre diversas instituições no fornecimento de dados e na sua eficácia para o monitoramento dos biomas do Brasil. Apesar dos avanços tecnológicos, a preservação do Cerrado requer uma parceria entre tecnologia e sociedade, assegurando um desenvolvimento sustentável que equilibre crescimento econômico e proteção ambiental. A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica sobre o Cerrado e as plataformas de controle para o monitoramento com foco especial no meio ambiente. A revisão incluiu análise de relatórios de órgãos governamentais e publicações acadêmicas, dissertações, teses, artigos, e revistas sobre o Cerrado, degradação ambiental e o uso de tecnologias para monitoramento e combate a degradação. Neste cenário, visamos responder à problemática. Qual o papel das tecnologias no controle do desmatamento? O papel das tecnologias é, portanto, essencial, mas deve ser complementado por esforços contínuos e colaborativos para garantir a proteção do bioma Cerrado.

Palavras-chave: Cerrado. Desmatamento. Monitoramento. Tecnologia. Território.

ABSTRACT

The Cerrado, known for its rich biodiversity, faces a constant threat from deforestation. This study explores how remote sensing monitoring technologies have played an important role in controlling environmental degradation. It aims to highlight the importance of using technologies in the preservation of one of Brazil's most threatened biomes, thus understanding the importance of using these technologies in controlling and reducing deforestation in Brazil. These technological tools enable accurate, real-time monitoring, facilitating the early detection of deforestation and aiding in the analysis of studies on ecosystem changes. Furthermore, the study highlights the importance of integrating these technologies with effective policies and collaboration between various institutions in providing data and their effectiveness for monitoring Brazil's biomes. Despite technological advances, preserving the Cerrado requires a partnership between technology and society, ensuring sustainable development that balances economic growth and environmental protection. The methodology used was bibliographic research on the Cerrado and control platforms for monitoring, with a special focus on the environment. The review included analysis of government agency reports and academic publications, dissertations, theses, articles, and journals on the Cerrado, environmental degradation, and the use of technologies to monitor and combat degradation. In this context, we aim to address the following issue: What is the role of technologies in controlling deforestation? The role of technologies is, therefore, essential, but must be complemented by continuous and collaborative efforts to ensure the protection of the Cerrado biome.

Keywords: Cerrado. Deforestation. Monitoring. Technology. Territory.

RESUMEN

El Cerrado, conocido por su rica biodiversidad, se enfrenta a la amenaza constante de la deforestación. Este estudio explora cómo las tecnologías de monitoreo mediante teledetección han desempeñado un papel importante en el control de la degradación ambiental. Su objetivo es destacar la importancia del uso de tecnologías en la preservación de uno de los biomas más amenazados de Brasil, comprendiendo así la importancia de usar estas tecnologías para controlar y reducir la deforestación en el país. Estas herramientas tecnológicas permiten un monitoreo preciso y en tiempo real, facilitando la detección temprana de la deforestación y ayudando en el análisis de estudios sobre cambios en los ecosistemas. Además, el estudio destaca la importancia de integrar estas tecnologías con políticas efectivas y la colaboración entre diversas instituciones para el suministro de datos y su eficacia en el monitoreo de los biomas de Brasil. A pesar de los avances tecnológicos, la preservación del Cerrado requiere una



alianza entre la tecnología y la sociedad, garantizando un desarrollo sostenible que equilibre el crecimiento económico y la protección ambiental. La metodología utilizada fue la investigación bibliográfica sobre el Cerrado y las plataformas de control para su monitoreo, con especial atención al medio ambiente. La revisión incluyó el análisis de informes de organismos gubernamentales y publicaciones académicas, disertaciones, tesis, artículos y revistas sobre el Cerrado, la degradación ambiental y el uso de tecnologías para monitorear y combatir la degradación. En este contexto, nos proponemos abordar la siguiente cuestión: ¿Cuál es el papel de las tecnologías en el control de la deforestación? Por lo tanto, el papel de las tecnologías es esencial, pero debe complementarse con esfuerzos continuos y colaborativos para garantizar la protección del bioma del Cerrado.

Palabras clave: Cerrado. Deforestación. Monitoreo. Tecnología. Territorio.



1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é a segunda maior formação vegetal do Brasil, uma região de vasta riqueza em biodiversidade e com um potencial aquífero de relevância estratégica para o país. Sua extensão abrange os estados do Brasil central (Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal), além de porções significativas de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Tocantins, Bahia, Maranhão e Piauí. Este bioma, que cobre aproximadamente 22% do território brasileiro, abriga uma imensa e muitas vezes subestimada variedade de espécies de flora e fauna (TUDO [...], 2020).

No entanto, este ecossistema vital enfrenta ameaças crescentes e multifacetadas, impulsionadas pela expansão agrícola e pecuária, pela exploração intensiva de recursos naturais e pelo desenvolvimento urbano desordenado. Tais fatores têm acelerado drasticamente a degradação desse importante bioma, colocando em risco não apenas sua biodiversidade, mas também os serviços ecossistêmicos que ele proporciona, como a regulação hídrica e o sequestro de carbono.

Diante desse cenário alarmante, as tecnologias modernas de geoprocessamento e sensoriamento remoto emergem como aliadas indispensáveis no monitoramento e controle da degradação ambiental. O uso de imagens de satélites de alta resolução, drones para vigilância localizada, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) para análise espacial e algoritmos de inteligência artificial para processamento de grandes volumes de dados permite um acompanhamento mais eficaz e uma resposta rápida às atividades de degradação. Essas ferramentas são cruciais para a vigilância e preservação das áreas remanescentes do Cerrado e suas magníficas riquezas naturais.

Neste contexto, o presente artigo visa responder à seguinte problemática: **Qual o papel das tecnologias no controle do desmatamento do Cerrado?** O objetivo geral é destacar e analisar a importância do uso de tecnologias na preservação de um dos biomas mais ameaçados do Brasil, buscando compreender como essas ferramentas podem ser otimizadas para o controle e a redução efetiva do desmatamento no território brasileiro.

Para alcançar tal objetivo, o artigo foi estruturado em seções que abordam a complexidade do tema de forma progressiva. A primeira parte do desenvolvimento apresenta uma contextualização conceitual sobre a categoria "território", fundamental para a análise das disputas socioespaciais, e descreve o avanço do desmatamento no Cerrado ao longo dos anos, identificando a importância crescente da tecnologia de controle nesse processo. A segunda parte aprofunda a análise sobre a eficácia dessas tecnologias, detalhando as principais plataformas e métodos utilizados e avaliando seu impacto real no controle e na eventual redução do desmatamento no Cerrado.

Por meio desta investigação, busca-se não apenas evidenciar o potencial das ferramentas tecnológicas, mas também refletir sobre a necessidade de integrá-las a políticas públicas robustas e a uma governança ambiental participativa, elementos indispensáveis para a conservação a longo prazo do bioma.



2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada para a realização deste artigo foi pautada em uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo. O objetivo foi coletar, analisar e sintetizar o conhecimento existente sobre a degradação do bioma Cerrado e o uso de tecnologias como ferramentas de controle e monitoramento ambiental. A abordagem descritiva permitiu caracterizar o problema do desmatamento, as especificidades do bioma e o funcionamento das tecnologias aplicadas.

O levantamento bibliográfico abrangeu diversas fontes de dados, incluindo:

1. **Publicações Acadêmicas:** Foram consultados artigos científicos, dissertações de mestrado e teses de doutorado indexados em bases de dados como Scielo, Google Scholar e periódicos especializados em ciências ambientais, geografia e agronomia.
2. **Relatórios de Órgãos Governamentais e ONGs:** Analisaram-se dados e relatórios técnicos de instituições de referência no monitoramento ambiental, como o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e redes colaborativas como o MapBiomas.
3. **Livros e Capítulos de Livros:** A fundamentação teórica sobre os conceitos de território, globalização e desenvolvimento regional foi construída a partir de obras clássicas e contemporâneas de autores como Milton Santos, Roberto Lobato Corrêa e Rogério Haesbaert. Para a caracterização do bioma, foram utilizadas as contribuições de Nurit Bensusan e Marcelo Bizerril.

A análise dos dados foi realizada de forma interpretativa, buscando conectar os fundamentos teóricos sobre a apropriação do espaço com os dados empíricos sobre o desmatamento e as funcionalidades das plataformas de monitoramento. A pesquisa caracteriza-se, portanto, como um estudo que utiliza abordagens qualitativas para analisar a eficácia e o papel da tecnologia como ferramenta de controle para o desmatamento no Cerrado.

3 RESULTADOS

A análise da literatura e dos dados de monitoramento revela uma complexa interação entre a apropriação do espaço, a degradação ambiental e os esforços tecnológicos para mitigá-la. Os resultados são apresentados em três eixos: a fundamentação conceitual do território, a caracterização do bioma ameaçado e a evidência da sua degradação.

3.1 O CONCEITO DE TERRITÓRIO COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE

Para compreender a dinâmica do desmatamento no Cerrado, é imperativo primeiro entender o conceito de território, que transcende a mera delimitação física. O território é uma categoria geográfica



central, pois se refere às relações de poder que se manifestam e se inscrevem no espaço geográfico. Conforme aponta Haesbaert (1999, p. 23), o território é, “ao mesmo tempo e obrigatoriamente, funcional e simbólico, pois as relações de poder têm no espaço um componente indissociável tanto na realização de ‘funções’ quanto na produção de ‘significados’”. O Cerrado, portanto, não é apenas um bioma, mas um território em disputa, onde diferentes lógicas – a do agronegócio globalizado e a da conservação – se confrontam.

Essa dimensão simbólica e identitária é fundamental. O território é palco para a construção da cultura e da identidade de uma nação. Silva (1998, p. 259) reforça essa ideia ao afirmar que “conhecer o território é, inicialmente conhecer a si mesmo, nas partes e no todo. Em segundo lugar, conhecer o território é conhecer o outro”. A perda do Cerrado nativo representa, assim, uma desterritorialização, um apagamento de identidades e saberes locais associados à sua biodiversidade.

Santos et al. (2001, p. 27) aprofundam a noção de territorialidade, ligando-a ao sentimento de pertencimento e à construção do futuro, um privilégio humano. No entanto, a lógica da globalização, como criticada por Santos (2010), frequentemente ignora essas territorialidades locais em favor de uma racionalidade econômica hegemônica, que vê o Cerrado não como um lar ou patrimônio, mas como um recurso a ser explorado. É o "território usado", sinônimo de espaço geográfico, que interessa a essa lógica (SANTOS et al., 2001, p. 28).

A ocupação do Cerrado pelo agronegócio exemplifica essa transformação. À medida que o espaço é "invadido por outros sujeitos e por propósitos de uso econômico, os signos vão mudando bem como o tempo do espaço, o sentido que se dá a natureza e aos seus elementos" (CHAVEIRO, 2008, p. 92). O discurso do "desenvolvimento" e da "produção de alimentos para o mundo" legitima a conversão da vegetação nativa em lavouras e pastagens, reconfigurando o território e impondo uma nova paisagem e novas relações de poder. A análise do desmatamento, portanto, não pode se limitar a números e mapas; deve considerar a luta por diferentes projetos de território.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DO BIOMA CERRADO

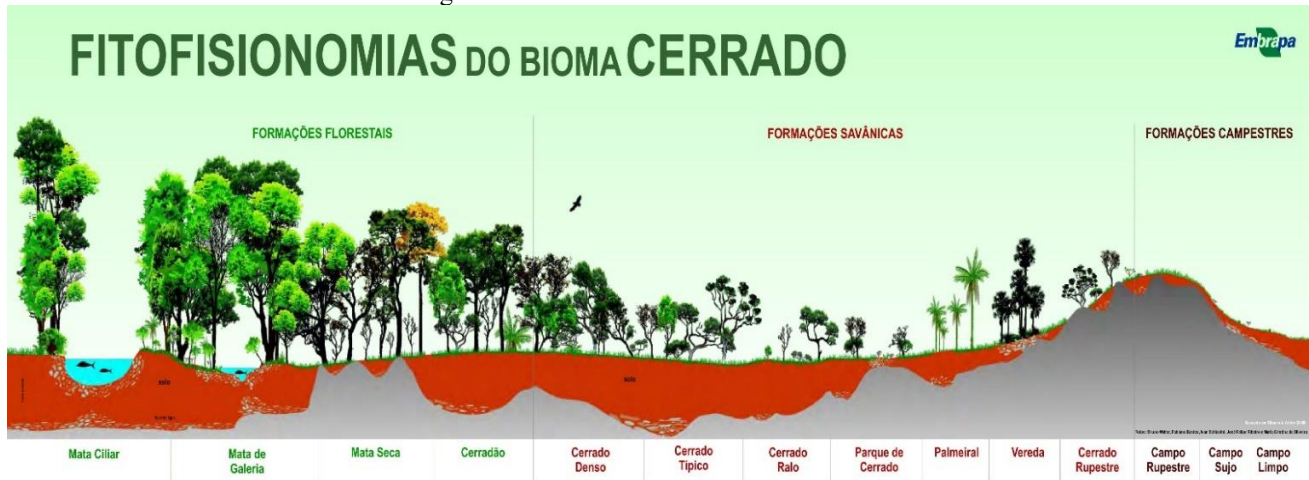
O Cerrado é um bioma de importância superlativa, mas paradoxalmente negligenciado. Conhecido como a savana mais biodiversa do mundo, é o segundo maior bioma do Brasil e da América do Sul. Abriga mais de 12 mil espécies de plantas e 300 mil espécies de animais, muitas delas endêmicas (BENSUSAN, 2016). No entanto, como aponta a mesma autora, o Cerrado é um "bioma azarado", subestimado em comparação com a Amazônia ou a Mata Atlântica, muitas vezes visto pejorativamente como um conjunto de "árvores tortas" e solo infértil.

Essa visão ignora sua complexidade ecológica. O bioma não é homogêneo, mas um mosaico de fitofisionomias que incluem formações florestais (Mata de Galeria, Mata Ciliar, Mata Seca, Cerradão), savânicas (Cerrado sentido restrito, Parque de Cerrado, Palmeiral, Vereda) e campestres



(Campo Sujo, Campo Limpo, Campo Rupestre). Essa diversidade está intrinsecamente ligada às variações de solo, relevo e regime hídrico (BIZERRIL, 2021). Ver figura 1.

Figura 1. Fitofisionomias do Bioma Cerrado.



Fonte: Adaptado de Ribeiro e Walter (2008). Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 6, p. 151.

As espécies do Cerrado são adaptadas a condições extremas, como solos ácidos e um clima com estações seca e chuvosa bem definidas. Suas árvores, com troncos tortuosos e cascas grossas, são resistentes ao fogo, e seus sistemas radiculares profundos permitem o acesso à água em períodos de estiagem (BIZERRIL, 2021). Essa resiliência, no entanto, não é suficiente para resistir à pressão antrópica.

Ribeiro & Walter (2008, p. 156) detalham a estrutura da vegetação, explicando que "floresta representa áreas com predominâncias de espécies arbóreas, onde há formação de dossel", enquanto "savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso" e "campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceas".

Essa complexidade estrutural sustenta uma vasta biodiversidade.

Bizerril (2021, p. 26) destaca o potencial subutilizado dessa riqueza, afirmando que "o Brasil é um dos maiores detentores mundiais de diversidade biológica [...] um número cada vez maior de espécies do Cerrado vem sendo catalogado com potencial de uso como alimento pelos humanos". A destruição do Cerrado significa, portanto, a perda de um patrimônio genético e de oportunidades futuras para a bioeconomia.

3.3 A DEGRADAÇÃO ACELERADA DO CERRADO

O processo de ocupação e transformação do Cerrado é relativamente recente, mas extremamente veloz. A partir da década de 1970, impulsionado pela chamada "Revolução Verde", o bioma foi incorporado à lógica da economia globalizada, tornando-se uma das principais fronteiras



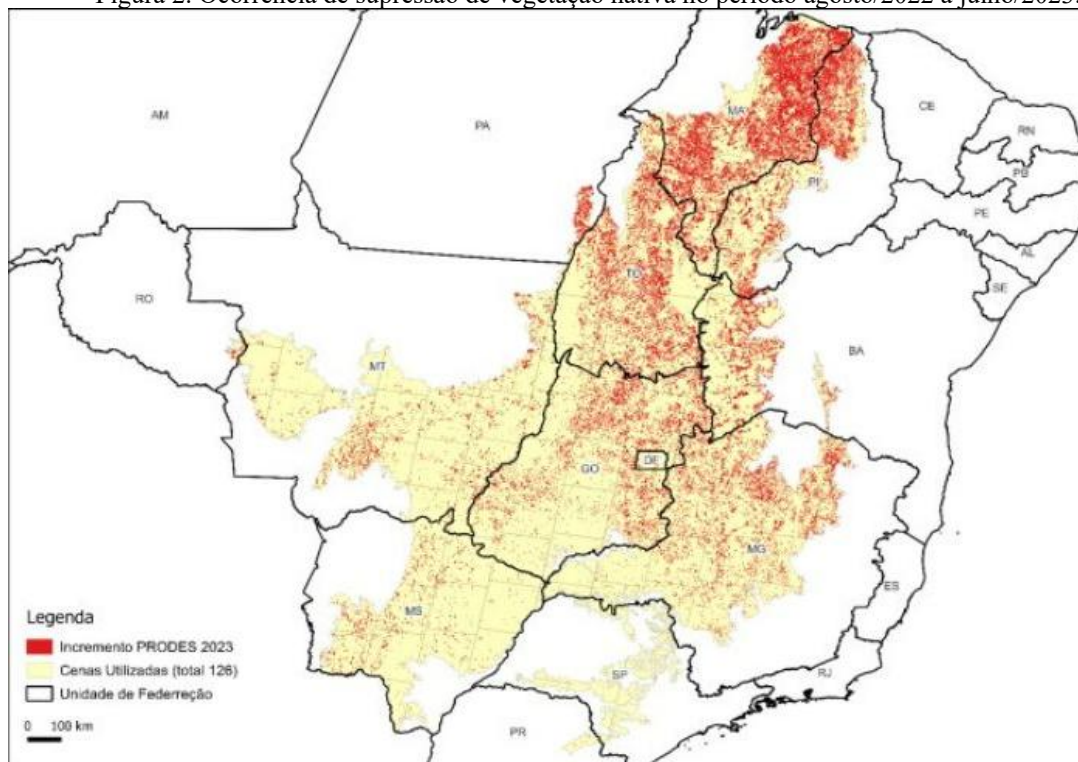
agrícolas do mundo. A narrativa de transformar o Brasil no "celeiro do mundo" serviu como justificativa para a conversão de vastas áreas de vegetação nativa (FREDERICO, 2010).

Essa transformação foi tão intensa que o Cerrado, junto com a Mata Atlântica, foi classificado como um *hotspot* de biodiversidade, ou seja, uma área de alta riqueza biológica e endemismo, mas ao mesmo tempo extremamente ameaçada. Estima-se que hoje apenas cerca de 50% da cobertura original do bioma permaneça conservada (UNB, 2019).

Os dados de monitoramento confirmam a gravidade da situação. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) reportou que a área de vegetação nativa suprimida no bioma no ano de 2020 foi de 7.340 km², representando um aumento de 13% em relação a 2019 (NOTA TÉCNICA - INPE, 2020). Dados mais recentes, do projeto PRODES Cerrado, indicam que a devastação continua em níveis alarmantes. Para o período de agosto de 2022 a julho de 2023, o desmatamento atingiu 11.011,70 km², um aumento de 3,02% em relação ao período anterior (INPE, 2023).

A Figura 2, gerada pelo INPE, ilustra a distribuição espacial dessa supressão vegetal, concentrada principalmente na região conhecida como MATOPIBA (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), a mais nova fronteira de expansão do agronegócio. Ver figura 2.

Figura 2. Ocorrência de supressão de vegetação nativa no período agosto/2022 a julho/2023.



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2023).

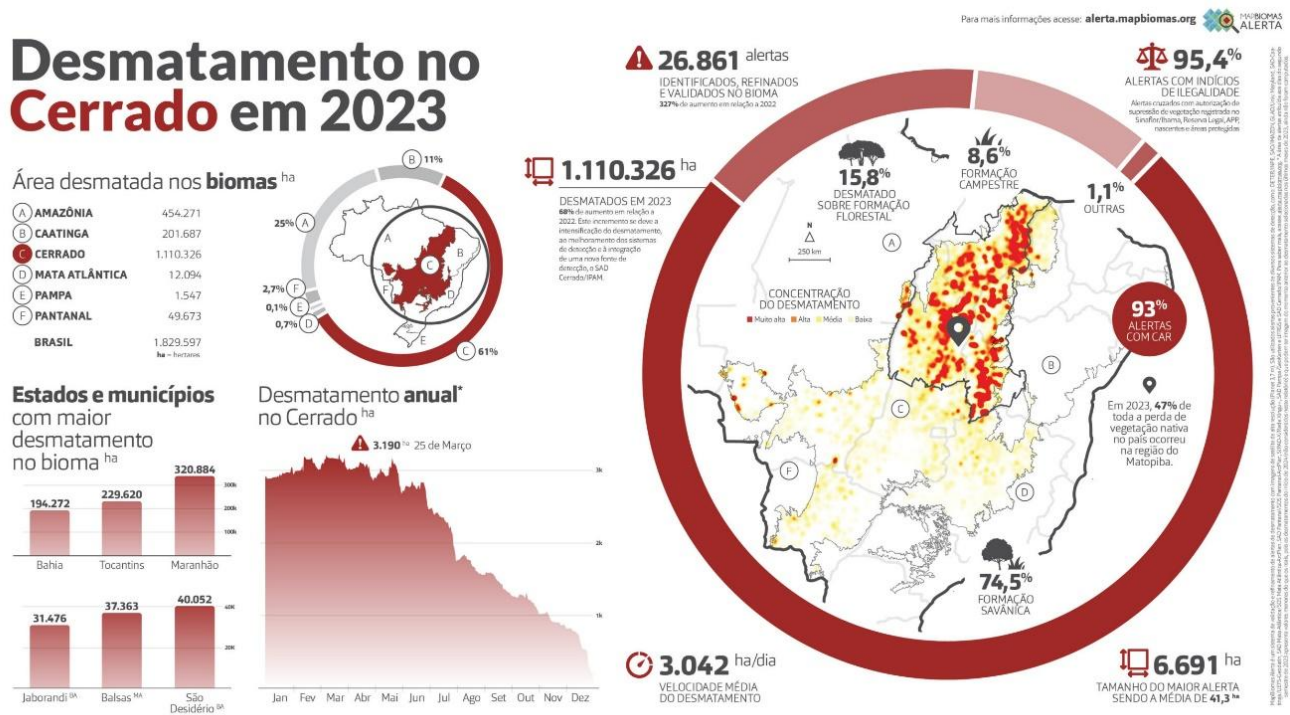
Essa degradação é impulsionada pela lógica do capitalismo global, que, como critica Santos (2010, p. 32), “mata a noção de solidariedade, devolve o homem à condição primitiva do cada um por si”. O espaço geográfico do Cerrado torna-se, assim, um testemunho das relações socioeconômicas



que privilegiam o lucro imediato em detrimento da sustentabilidade e da diversidade cultural e biológica (SANTOS, 1978). O avanço sobre o Cerrado não apenas destrói habitats, mas também gera conflitos sociais, como a disputa por terras e a expulsão de comunidades tradicionais, aprofundando as desigualdades sociais na região.

As tecnologias de sensoriamento remoto são fundamentais para quantificar e localizar essa destruição. Plataformas como o MapBiomas, uma rede colaborativa entre ONGs, universidades e startups, têm sido cruciais para "revelar as transformações do território brasileiro, por meio da ciência, tornando acessível o conhecimento sobre o uso da terra" (UFG, 2021). A Figura 3, extraída da plataforma MapBiomas Alerta, demonstra a amplitude e a capilaridade dos alertas de desmatamento em todo o país, com forte incidência no Cerrado.

Figura 3. Alertas de desmatamento detectados em 2023.



Fonte: Plataforma MapBiomas Alerta (<https://alerta.mapbiomas.org/2023>).

Essas ferramentas, ao fornecerem dados precisos e atualizados, são a base para qualquer estratégia de combate ao desmatamento. Elas permitem que órgãos de fiscalização atuem de forma mais direcionada e que a sociedade civil monitore a eficácia das políticas ambientais.

A geotecnologia, definida como um conjunto de hardware e software capaz de processar informações espaciais, é a espinha dorsal desse sistema de vigilância (EMBRAPA, 2014). A escolha adequada do satélite e da qualidade da imagem é determinante para a acurácia das informações geradas (CUNHA, 2009). O uso de imagens de satélites como Landsat e CBERS, e mais recentemente Sentinel e Planet, permite uma análise multitemporal que revela a dinâmica de uso e cobertura da terra, tornando visível o processo de conversão da vegetação nativa.



O Sensoriamento Remoto, como definido por Novo (2008), permite obter informações sobre a superfície terrestre sem contato direto, de forma rápida e com um custo relativamente baixo, tornando-se uma ferramenta indispensável para a gestão de territórios extensos e de difícil acesso como o Cerrado. A análise desses dados é essencial para desenvolver estratégias que possam, de fato, assegurar a preservação do que resta deste bioma vital.

4 DISCUSSÃO

Os resultados apresentados evidenciam um paradoxo central: ao mesmo tempo em que o Brasil desenvolve e aplica tecnologias de monitoramento ambiental de ponta, reconhecidas globalmente, o bioma Cerrado continua a sofrer com taxas de desmatamento extremamente elevadas. Esta seção discute a eficácia e as limitações dessas tecnologias no contexto socioeconômico e político que impulsiona a degradação.

4.1 A EFICÁCIA DAS TECNOLOGIAS NO CONTROLE DO DESMATAMENTO

Não há dúvida de que as tecnologias de sensoriamento remoto, como os sistemas PRODES e DETER do INPE e a plataforma MapBiomas, revolucionaram a capacidade do Estado e da sociedade de monitorar o desmatamento. Essas ferramentas desempenham papéis cruciais:

1. **Transparência e Acesso à Informação:** A disponibilização pública e quase em tempo real de dados sobre o desmatamento permite o controle social e a cobrança por ações de fiscalização. A ciência, aqui, cumpre um papel democrático ao tornar visível o que antes era oculto ou de difícil mensuração.
2. **Base para a Fiscalização:** Os alertas de desmatamento são insumos essenciais para que órgãos como o IBAMA e as secretarias estaduais de meio ambiente planejem suas operações em campo, otimizando recursos e aumentando a chance de flagrantes de atividades ilegais.
3. **Fundamento para Políticas Públicas:** As séries históricas de desmatamento permitem avaliar a eficácia de políticas como as moratórias da soja e da carne, a criação de unidades de conservação e a demarcação de terras indígenas, fornecendo evidências para a tomada de decisões.
4. **Pressão de Mercado:** Empresas, investidores e consumidores, tanto no Brasil quanto no exterior, utilizam cada vez mais os dados de monitoramento para rastrear suas cadeias de suprimentos e evitar a compra de produtos associados ao desmatamento, criando um importante vetor de pressão econômica.

A interação entre ciência e tecnologia, como destacam Vieira Filho et al. (2010), é fundamental para a inovação. No campo ambiental, essa interação gerou um sistema robusto de monitoramento.



Contudo, a tecnologia por si só é apenas uma ferramenta. Sua eficácia depende da vontade política e da capacidade institucional para utilizá-la.

O conceito de território, discutido anteriormente, ajuda a entender essa lacuna. O desmatamento no Cerrado não é um problema técnico, mas um conflito territorial. A lógica do capital globalizado, que busca a expansão contínua da produção de commodities, exerce uma pressão imensa sobre o território, muitas vezes se sobrepondo à legislação ambiental e à capacidade de fiscalização do Estado. A tecnologia detecta o desmatamento, mas não impede a aprovação de projetos de lei que flexibilizam o licenciamento ambiental ou anistiam desmatadores.

A globalização, como analisada por Santos (2010), cria uma racionalidade hegemônica que valoriza a produção em detrimento da conservação. Nesse contexto, a tecnologia de monitoramento pode ser vista como reativa: ela quantifica o dano, mas tem dificuldade em atuar sobre suas causas estruturais, que são de natureza política e econômica.

4.2 DESAFIOS E LIMITAÇÕES DO MONITORAMENTO TECNOLÓGICO

Apesar de sua importância, o sistema de monitoramento enfrenta desafios significativos. Um dos principais é a tradução dos alertas em ações efetivas de combate ao crime ambiental. A vasta extensão territorial, a complexidade logística e, em muitos períodos, o enfraquecimento dos órgãos de fiscalização por cortes orçamentários e desmonte político limitam o impacto da tecnologia no campo.

Outro desafio é a chamada "ilegalidade legalizada". Grande parte do desmatamento no Cerrado ocorre dentro dos limites permitidos pelo Código Florestal, que exige uma proteção menor para o bioma (apenas 20% a 35% de Reserva Legal) em comparação com a Amazônia (80%). Nesses casos, a tecnologia monitora uma destruição que é, do ponto de vista legal, permitida, evidenciando que a solução passa necessariamente pela revisão e fortalecimento da legislação ambiental.

Ademais, a velocidade do desmatamento, muitas vezes realizado com maquinário pesado em curtos períodos, pode superar a capacidade de resposta dos sistemas de alerta e fiscalização. A impunidade, com multas que não são pagas e processos que se arrastam por anos, também diminui o poder dissuasório da fiscalização, tornando o crime ambiental uma atividade de baixo risco e alto retorno financeiro.

Portanto, a discussão sobre o papel da tecnologia deve ser acompanhada por um debate sobre governança ambiental. É preciso fortalecer as instituições, garantir a aplicação da lei, valorizar a bioeconomia da sociobiodiversidade como alternativa econômica viável e envolver a sociedade na proteção do Cerrado. A tecnologia é uma aliada indispensável, mas a batalha pela conservação do Cerrado será vencida no campo da política, da economia e da justiça.



5 CONCLUSÃO

A preservação do Cerrado, bioma de suma importância para a manutenção da biodiversidade e para o equilíbrio hídrico do Brasil, depende de uma ação coordenada e multifacetada. Este trabalho demonstrou que as tecnologias de monitoramento, como imagens de satélite e sensores remotos, se consolidaram como ferramentas essenciais no controle da degradação ambiental, permitindo um acompanhamento eficaz e detalhado dos biomas brasileiros. Ao longo desta análise, destacou-se como essas tecnologias são fundamentais na detecção precoce de atividades de degradação, fornecendo dados cruciais para a análise das mudanças na cobertura vegetal.

As tecnologias não apenas aumentam a precisão dos dados, mas também viabilizam uma resposta mais rápida e assertiva por parte das autoridades competentes. A integração entre diferentes plataformas e a colaboração entre instituições de pesquisa, organizações governamentais e não-governamentais são cruciais para o sucesso das iniciativas de monitoramento. Conforme discutido, a constituição de um sistema nacional de inovações é de extrema importância para garantir o sucesso desta interação.

No entanto, é fundamental reconhecer que, apesar dos avanços tecnológicos, o desafio do desmatamento no Cerrado requer uma abordagem multidimensional. A tecnologia, por si só, não pode reverter um processo cujas raízes são políticas e econômicas. É indispensável a implementação de políticas públicas eficazes, a promoção da conscientização e do engajamento da sociedade, e uma atuação forte e constante dos órgãos de fiscalização. O desenvolvimento sustentável deve ser a prioridade, buscando um equilíbrio real entre a necessidade de crescimento econômico e a preservação dos recursos naturais para as presentes e futuras gerações.

A colaboração entre ciência e tecnologia é vital não apenas para monitorar a destruição, mas para construir alternativas que valorizem o bioma em pé. Políticas públicas que incentivem a pesquisa, o desenvolvimento de cadeias produtivas da sociobiodiversidade e a integração tecnológica são essenciais para promover uma gestão sustentável e eficiente.

Em suma, as tecnologias de monitoramento representam um avanço inestimável na luta contra o desmatamento no Cerrado. Contudo, para garantir a proteção duradoura deste bioma, é imperativo um esforço contínuo e colaborativo que envolva todos os setores da sociedade. Somente assim poderemos assegurar um futuro sustentável para o Cerrado.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (**FAPEG**) pelo indispensável apoio financeiro que viabilizou a realização deste trabalho. Agradecemos à **CNPq** pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa. Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em



Ciências Sociais e Humanidades da **Universidade UEG/UnUCSEH** pelo apoio institucional. Agradecemos, também, às professoras **Dr.^a Divina Aparecida Leonel Lunas Lima** e **Dr.^a Janes Socorro da Luz** pela orientação e valiosas contribuições ao longo deste trabalho. **Aos meus colegas de pesquisa que muito contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.**



REFERÊNCIAS

- BENSUSAN, Nurit. Cerrado Bioma Torto? Brasília (DF): IEB Mil Folhas, 2016.
- BIZERRIL, Marcelo. O Cerrado para educadores(as): Sociedade, natureza e sustentabilidade. Brasília: Editora Haikai, 2021.
- CHAVEIRO, E. F. O Cerrado em disputa: sentidos culturais e práticas sociais contemporâneas. In: ALMEIDA, M. G. de; CHAVEIRO, E. F.; BRAGA, H. C. (org.). Geografia e Cultura – os lugares da vida e a vida dos lugares. Goiânia: Editora Vieira, 2008. p. 75-97.
- CORRÊA, R. L. O espaço urbano. São Paulo: Ática, 1989.
- CUNHA, K. L. Uso de imagens Landsat e CBERS no mapeamento da suscetibilidade à erosão na região de Primavera do Leste – MT. 2009. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental) — Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Geotecnologias e Geoinformações: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília, DF: Embrapa, 2014. (Coleção 500 Perguntas, 500 Respostas).
- FREDERICO, Samuel. O novo tempo do Cerrado: expansão dos fronts agrícolas e controle do sistema de armazenamento de grãos. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2010.
- HAESBAERT, R; LIMONAD, E. O território em tempos de globalização. GeoUERJ, Rio de Janeiro, n. 5, p. 7-20, 1º sem., 1999.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Nota Técnica: A área de vegetação nativa suprimida no Bioma Cerrado no ano de 2020 foi de 7.340 km². São José dos Campos, 28 dez. 2020. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=5643. Acesso em: 14 out. 2025.
- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Ocorrência de supressão de vegetação nativa no período agosto/2022 a julho/2023. 2023. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias-obt-inpe/a-area-de-vegetacao-nativa-suprimida-no-bioma-cerrado-no-ano-de-2022-foi-de-10-688-73-km2/notatecnica_prodescerrado_2022_final_rev.pdf. Acesso em: 14 out. 2025.
- MAPBIOMAS. Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2023. Disponível em: <https://alerta.mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 jul. 2024.
- NOVO, E. M. L. de M. Sensoriamento remoto: princípios e aplicações. São Paulo: Edgard Blücher, 2008.
- RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. As principais fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Ed.). Cerrado: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Cap. 6, p. 151-212.
- ROSA, R. Introdução ao sensoriamento remoto. Uberlândia: EDUFU, 1995.
- SANTOS, M. Por uma geografia nova: da crítica da geografia a uma geografia crítica. São Paulo: Hucitec, 1978.



SANTOS, M. Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal. 19. ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M. L. O Brasil: território e sociedade no início do século XXI. Rio de Janeiro: Record, 2001.

SILVA, A. C. O território da consciência e a consciência do território. In: SANTOS, M. et al. Território, globalização e fragmentação. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1998.

SOUZA, M. J. L. O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento. In: CASTRO, I. E. de; GOMES, P. C. da C.; CORRÊA, R. L. (Org.). Geografia: conceitos e temas. 10. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

TIBIRIÇÁ, A. V. D. Análise temporal do uso do solo na região do assentamento trairão, estado de Roraima – Brasil. Minas Gerais, 2016.

TUDO Sobre o Cerrado. [S. l.]: Pé da Letra, 2020. v. 1.

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UnB). O Cerrado está morrendo: UnB protagoniza estudos para salvar o bioma. Revista Darcy, Brasília, n. 21, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). Laboratório de Processamento de Imagens e Geoprocessamento (Lapig). Lapig participa de pesquisa que mostra avanço do desmatamento. 2021. Disponível em: lapig.iesa.ufg.br/n/157697-lapig-participa-de-pesquisa-que-mostra-avanco-do-desmatamento. Acesso em: 30 jul. 2024.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; NAVARRO, Z. Trajetória tecnológica e aprendizado no setor agropecuário. In: A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília: Ipea, 2010. p. 67-96.

