

Utilização de Inteligência Artificial para Monitoramento do desmatamento do Cerrado

Mariana Miranda de Toledo¹
Marcos Magalhães de Souza²

Conservação de solos e recuperação de áreas degradadas

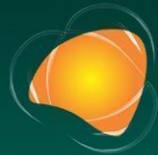
Resumo

Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre a aplicação da Inteligência Artificial (IA) no monitoramento do desmatamento e na conservação ambiental do Cerrado, um bioma crucial ameaçado pela degradação. A revisão explora como técnicas de IA, como aprendizado profundo e machine learning, são utilizadas para processar grandes volumes de dados de imagens de satélite e outras fontes. Essas tecnologias facilitam a identificação de padrões complexos e mudanças sutis na vegetação, possibilitando a detecção em tempo real das alterações na cobertura do solo e melhorando o planejamento das ações de conservação. A metodologia da revisão abrange a análise de estudos sobre a eficácia da IA em diferentes contextos, como o Projeto PRODES na Amazônia e iniciativas na Indonésia, evidenciando seu potencial transformador no monitoramento ambiental. Os resultados mostram que a IA oferece ferramentas avançadas para análises em tempo real e modelos preditivos robustos, embora enfrente desafios como a qualidade dos dados, a complexidade dos modelos e questões éticas relacionadas à privacidade e à participação comunitária. A conclusão do trabalho destaca que, apesar das dificuldades, a IA possui um grande potencial para inovar o monitoramento e a gestão do desmatamento, contribuindo significativamente para a preservação e sustentabilidade do Cerrado. A revisão sublinha a importância de superar barreiras técnicas e éticas para uma gestão ambiental mais eficaz e sustentável.

Palavras-chave: Análise ambiental; Preservação; Conservação; Gestão Sustentável

¹Graduanda do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, IFSULDEMINAS –Campus Inconfidentes, mariana.miranda@alunos.ifsuldeminas.edu.br

² Prof. Dr. no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, marcos.souza@ifsuldeminas.edu.br



INTRODUÇÃO

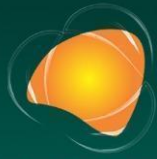
O Cerrado, um dos biomas mais ricos em biodiversidade do Brasil, desempenha um papel crucial na regulação climática e no equilíbrio ecológico da região central do país. Originalmente cobrindo cerca de 2 milhões de quilômetros quadrados, o bioma abriga uma vasta gama de espécies vegetais e animais, muitas das quais são endêmicas (Santos, 2022). No entanto, o desmatamento acelerado e a conversão de terras para a agricultura e pecuária reduziram drasticamente sua área, deixando apenas uma pequena fração intacta (Strassburg et al., 2017). Em 2021, o desmatamento no Cerrado aumentou 25% em comparação com 2020, com alertas de desmatamento em 433 km² durante agosto, segundo dados do INPE e a WWF Brasil (2021).

A conservação do Cerrado tornou-se uma prioridade urgente. A Inteligência Artificial (IA) surge como uma solução promissora para enfrentar esses desafios, oferecendo ferramentas avançadas para o monitoramento ambiental e a formulação de estratégias de conservação mais eficazes (Iglecias & Ferrari, 2024; Sarlet & Filter, 2024).

Tecnologias de IA, como aprendizado profundo e machine learning, permitem a análise de grandes volumes de dados, como imagens de satélite, e a criação de modelos preditivos para aprimorar as práticas de gestão. O machine learning (aprendizado de máquina) refere-se a algoritmos que aprendem a partir de dados para reconhecer padrões e fazer previsões, melhorando sua precisão com o tempo (Dong & Wang, 2024). Aprendizado profundo (deep learning) é uma subcategoria do machine learning que utiliza redes neurais artificiais com múltiplas camadas para processar dados em níveis complexos e extrair características sutis que são difíceis de identificar com técnicas tradicionais (Chollet, 2021).

Essas técnicas têm se mostrado eficazes na análise de imagens do Sentinel-2 e na detecção de mudanças ambientais, auxiliando no planejamento da conservação do Cerrado (Pereira et al., 2023).

Este estudo visa revisar a literatura sobre a aplicação da IA na conservação ambiental, com foco no Cerrado, para fornecer um panorama das contribuições da IA para a preservação do bioma e explorar como essas tecnologias podem apoiar o monitoramento ambiental.



METODOLOGIA

Para a realização deste estudo, entre maio e agosto de 2024, foi conduzida uma revisão bibliográfica sistemática focada na aplicação da Inteligência Artificial (IA) na conservação ambiental, com ênfase no bioma Cerrado. O processo iniciou-se com a definição de palavras-chave específicas, como "Inteligência Artificial e conservação ambiental", "IA no Cerrado" e "machine learning em ecologia". Essas palavras-chave foram empregadas nas buscas realizadas em várias bases de dados acadêmicas, incluindo Google Scholar, SCIELO e ResearchGate, para garantir uma ampla cobertura da literatura disponível.

A delimitação do tema foi clara, concentrando-se na aplicação da IA à conservação ambiental no Cerrado, e o período de análise foi restringido aos últimos cinco anos, de 2019 a 2024, para assegurar a inclusão dos estudos mais recentes e relevantes. Documentos que discutiam a aplicação prática da IA na conservação ambiental ou ofereciam insights significativos sobre a ecologia foram incluídos na revisão, enquanto aqueles que não se relacionavam diretamente com o tema foram excluídos.

Os documentos selecionados foram então revisados e sistematizados em categorias temáticas, como métodos de IA aplicados ao monitoramento ambiental, impactos dessas tecnologias na conservação do Cerrado e a eficácia das abordagens propostas. A análise crítica dessas informações permitiu identificar tendências emergentes, contribuições significativas e lacunas na aplicação da IA para a preservação do bioma.

A metodologia adotada proporcionou uma visão abrangente das contribuições da IA para a conservação do Cerrado, resultando em recomendações para a adoção de práticas inovadoras na proteção ambiental e destacando áreas com potencial para melhorias e desenvolvimento. O objetivo final foi otimizar as estratégias de conservação e promover a sustentabilidade ambiental.

RESULTADOS E DISCUSSÃO



A aplicação de Inteligência Artificial (IA) no monitoramento ambiental tem demonstrado avanços significativos, especialmente no combate ao desmatamento no Cerrado (Iglecias & Ferrari, 2024).

EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

2024). Tecnologias como machine learning (aprendizado de máquina) e aprendizado profundo (deep learning) desempenham um papel essencial na análise e monitoramento das mudanças ambientais. O machine learning utiliza algoritmos para reconhecer padrões e prever eventos a partir de grandes volumes de dados, enquanto o aprendizado profundo emprega redes neurais artificiais com múltiplas camadas para processar dados em níveis mais complexos (Dong & Wang, 2024; Zhao & Shang, 2024). Essas técnicas são fundamentais para identificar padrões complexos e mudanças sutis na vegetação. Essas técnicas são fundamentais para identificar padrões complexos e mudanças sutis na vegetação.

A técnica de segmentação U-Net, uma aplicação avançada de aprendizado profundo, tem mostrado eficácia no mapeamento de ecossistemas ameaçados no Cerrado usando imagens do Sentinel-2 (Pereira et al., 2023). U-Net é uma arquitetura de rede neural convolucional projetada para realizar segmentação de imagens com alta precisão, delimitando áreas de interesse a partir de imagens de alta resolução (Oliveira, 2020). A análise de imagens de satélite, apoiada por algoritmos de visão computacional, permite a detecção em tempo real das mudanças na cobertura do solo, oferecendo uma visão detalhada do estado do Cerrado. Isso facilita a avaliação da extensão do desmatamento e a implementação de estratégias de conservação eficazes (Sarlet & Filter, 2024).

Modelos preditivos aprimorados por IA são cruciais para o planejamento das ações de conservação, pois permitem prever áreas vulneráveis e identificar padrões de desmatamento que métodos tradicionais podem não revelar. Esses modelos aumentam a precisão das análises ecológicas e a eficiência das práticas de gestão (Chollet, 2021). No entanto, a qualidade e a disponibilidade dos dados permanecem desafios críticos. A limitação de imagens e dados ambientais no Cerrado pode impactar a precisão das análises, e a complexidade dos modelos de IA exige conhecimentos especializados para interpretação adequada (Iglecias & Ferrari, 2024). Comparada a outras tecnologias de monitoramento, a IA oferece vantagens significativas, como maior escalabilidade e capacidade de fornecer análises em tempo real (Sarlet & Filter, 2024).

Ao comparar com outras revisões sobre o uso de IA na conservação ambiental, observa-se que, apesar dos avanços significativos, desafios semelhantes persistem. Oliveira (2020) destaca que, embora



técnicas de machine learning e aprendizado profundo ofereçam novas possibilidades para a classificação e monitoramento ambiental, a integração de dados heterogêneos e a necessidade de

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

refinamento dos modelos continuam sendo questões críticas. Esta revisão confirma a importância dessas técnicas, mas também aponta que a eficácia das abordagens de IA pode ser aprimorada com maior disponibilidade de dados e melhor integração com metodologias tradicionais.

Além dos avanços tecnológicos, as iniciativas de preservação também são essenciais para o sucesso da conservação. Estudos mostram que a combinação de tecnologias avançadas com práticas de conservação no campo pode levar a resultados mais eficazes. Por exemplo, a WWF Brasil (2019) aponta que o desmatamento e as atividades de garimpo têm um impacto significativo na degradação do Cerrado, enquanto iniciativas de agroextrativismo sustentável têm mostrado resultados positivos na preservação da biodiversidade (WWF Brasil, 2019).

A metodologia desta revisão envolveu uma análise extensiva da literatura existente sobre o uso de IA para monitoramento ambiental, com foco em estudos que aplicaram técnicas de machine learning e aprendizado profundo ao desmatamento e conservação do Cerrado. A seleção de fontes foi baseada na relevância, rigor metodológico e impacto dos estudos sobre o tema, revisando artigos acadêmicos, relatórios técnicos e estudos de caso, com ênfase em fontes recentes para capturar tendências e desenvolvimentos atuais.

Estudos de caso, como o uso de IA no Projeto PRODES na Amazônia (Iglecias & Ferrari, 2024) e em iniciativas na Indonésia (Sarlet & Filter, 2024), destacam a adaptabilidade dessas tecnologias a diferentes biomas, evidenciando sua eficácia em contextos ecológicos variados (Pereira et al., 2023). O desenvolvimento futuro de algoritmos mais sofisticados e a integração com tecnologias emergentes, como drones e Internet das Coisas (IoT), têm o potencial de aprimorar ainda mais o monitoramento e a gestão ambiental (Iglecias & Ferrari, 2024).

As implicações práticas dos resultados são substanciais para políticas e práticas de conservação. A aplicação de IA pode informar políticas públicas ao fornecer dados mais precisos e em tempo real sobre desmatamento, permitindo uma resposta mais ágil e direcionada. Além disso, a integração de IA com tecnologias emergentes, como drones e sensores de IoT, pode otimizar práticas de monitoramento e gestão ambiental, promovendo a sustentabilidade do Cerrado. Políticas que incentivem a adoção de



IA em conservação devem considerar investimentos em infraestrutura de dados e capacitação técnica para enfrentar os desafios associados. Outras pesquisas podem se beneficiar ao explorar a combinação

EXTREMOS CLIMÁTICOS, IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

de técnicas de IA com metodologias participativas e modelos híbridos que integrem conhecimentos locais e dados científicos para uma conservação mais eficaz.

Aspectos éticos e sociais, como a privacidade de dados e a participação das comunidades locais, são fundamentais para garantir a aplicação justa e eficaz das tecnologias de IA na conservação (Sarlet & Filter, 2024). Em suma, a IA oferece um potencial significativo para inovar na preservação e sustentabilidade do Cerrado, transformando a forma como o desmatamento é monitorado e gerenciado (Chollet, 2021). Embora haja desafios, como a necessidade de dados de alta qualidade e a complexidade dos modelos, a integração de IA com tecnologias emergentes e uma abordagem ética serão fundamentais para otimizar sua eficácia e garantir benefícios sustentáveis para o Cerrado e suas comunidades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Inteligência Artificial (IA) no monitoramento ambiental do Cerrado constitui um avanço crucial na conservação desse bioma essencial. Tecnologias como aprendizado profundo e machine learning oferecem ferramentas poderosas para análise em larga escala e em tempo real, possibilitando a identificação precoce e precisa de padrões de desmatamento e mudanças na vegetação. Apesar dos desafios associados, como a necessidade de dados de alta qualidade e a complexidade dos modelos, as capacidades de processamento e análise da IA oferecem um potencial transformador para a conservação. A integração da IA com tecnologias emergentes e uma abordagem ética e inclusiva serão fundamentais para maximizar sua eficácia e garantir benefícios sustentáveis para o Cerrado e suas comunidades.

REFERÊNCIAS



CHOLLET, F. **Deep learning with Python**. 2. ed. [S.l: s.n.], 2021. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=mjVKEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR9&dq=Chollet>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

COELHO, L. P.; RICHERT, W.; BRUCHER, M. **Building machine learning systems with Python**. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=owZnDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Deep+Learning+for+Computer+Vision+with+Python:+Master+Deep+Learning+Techniques+to+Build+Intelligent+Computer+Vision+Systems.&ots=T5ZDyF8Z4M&sig=8wyCP1wAWO4OrTJLgTiSICadWwk#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

DONG, S.; WANG, P.; ABBAS, K. A survey on deep learning and its applications. Disponível em: <https://encurtador.com.br/KSncK>. Acesso em: 13 ago. 2024.

FRANCISCO, S. C. C. et al. Social wasps (Vespidae: Polistinae) in Cerrado and Caatinga conservation units, Minas Gerais, Brazil. **Biota Neotropica**, v. 23, p. e20231563, 8 dez. 2023.

FERRARESI, C. S.; FONSECA, I. C. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITO À CIDADE: AS SMART CITIES COMO MODELO DE CIDADES DO FUTURO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEIS. **DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL**, p. 119–140, 2024.

GAD, A. F. **Practical Computer Vision Applications Using Deep Learning with CNNs**. [S.l: s.n.].

IGLECIAS, P.; FERRARI, V. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E DANO AMBIENTAL. **DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLOGICAMENTE SUSTENTÁVEL**, p. 97–117, 2024.

IV CONGRESSO INTERNACIONAL DE DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IV CIDIA) MEIO AMBIENTE, TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://site.conpedi.org.br/publicacoes/s5y6p2k5/89dh7z4u/4gq0WyMI2CyRU887.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2024.

OLIVEIRA, D. A. B. **Inteligência Artificial para o Monitoramento da Biodiversidade Florestal em Biomas Brasileiros | Rede de Pesquisa**. Disponível em: <<https://rededepesquisa.fgv.br/projeto-de-pesquisa-aplicada/inteligencia-artificial-para-o-monitoramento-da-biodiversidade>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

OLIVEIRA, P. D. S. DE. Uso de aprendizagem de máquina e redes neurais convolucionais profundas para a classificação de áreas queimadas em imagens de alta resolução espacial. www.realp.unb.br,



PEREIRA, E. O. et al. Mapping threatened canga ecosystems in the Brazilian savanna using U-Net deep learning segmentation and Sentinel-2 images: a first step toward conservation planning. **Biota Neotropica**, v. 23, n. 1, 1 jan. 2023.

SARLET, I. W.; FILTER, P. A. S. A UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL COMO UM INSTRUMENTO DE PROTEÇÃO CLIMÁTICA. **DIREITO E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PERSPECTIVAS PARA UM FUTURO ECOLÓGICAMENTE SUSTENTÁVEL**, p. 35–54, 2024.

SANTOS, M. D. dos. **BIODIVERSIDADE E OS DESAFIOS QUE INFLUENCIAM NA PRESERVAÇÃO DO CERRADO**. INSTITUTO FEDERAL GOIANO -CAMPUS CERES LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS . CERES -GO 2022. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/3198/1/TCC-%20MICAELA%20DUARTE%20DOS%20SANTOS.pdf>>. Acesso em: 8 ago. 2024.

SANTOS, S. A.; CHEREM, L. F. S. Spatial and temporal structure of Cerrado Conservation Units: combined heterogeneity for conservation. **Sociedade & Natureza**, 13 dez. 2022.

STRASSBURG, B. B. N. et al. **Moment of truth for the Cerrado hotspot**. *Nature Ecology & Evolution*, v. 1, n. 4, 23 mar. 2017.

WWF BRASIL. **Tecnologia ajuda cooperativa do Cerrado a incrementar o agroextrativismo sustentável**. 2019. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomas/bioma_cerrado/bioma_cerrado_ameacas/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WWF Brasil. **Dia do Cerrado**: Desmatamento acumulado em 2021 aumentou 25% em relação a 2020. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/nossosconteudos/educacaoambiental/bibliotecavirtual/?79829/Dia-do-Cerrado-Desmatamento-acumulado-em-2021-aumentou-25-em-relacao-a-2020>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WWF Brasil. **Bioma Cerrado**. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?74962/Bioma-Cerrado>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

WWF Brasil. **Rica Biodiversidade**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/cerrado/biodiversidade/>. Acesso: 20 mai. 2024



21º Congresso Nacional de
MEIO AMBIENTE

de Poços de Caldas
22 a 25 DE OUTUBRO | 2024

ZHAO, Q.; SHANG, Z. **Deep learning and its development.** Disponível em:

<<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1948/1/012023/pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2024.

EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS