

Aplicação da Inteligência Artificial na Conservação da Biodiversidade

Ana Vitoria Araujo de Souza¹, Stephanie Menezes Cardozo²

¹Bacharelado em Sistemas de Informação – PUC Minas em Contagem

ana.souza.479774@sga.pucminas.br, scardozo@sga.pucminas.br

Resumo. *O problema que este trabalho busca resolver é como a aplicação da Inteligência Artificial (IA) pode contribuir para a conservação da biodiversidade. A IA oferece ferramentas para prever, monitorar e intervir em questões ambientais, utilizando dados precisos e atualizados. Isso é especialmente relevante diante de desafios críticos como a extinção de espécies, a degradação dos ecossistemas e a perda de habitats, todos resultantes das atividades humanas.*

1. Introdução

A área de Sistemas de Informação tratada neste trabalho é Inteligência Artificial. A IA refere-se à capacidade de criar sistemas computacionais que simulam ou replicam algumas funções cognitivas humanas, como o raciocínio, a aprendizagem e a percepção. Essa definição foi extraída do artigo “[Relevance Between Artificial Intelligence and Cognitive Science]”, de Can Jin, da Universidade de Berkley.

Este trabalho aborda a questão de como a Inteligência Artificial pode ser aplicada para auxiliar na preservação da biodiversidade. Ele explora o uso de IA para fornecer métodos de previsão, monitoramento e intervenção baseados em dados precisos e atualizados em tempo real. Isso é particularmente relevante diante dos desafios críticos que enfrentamos, como a extinção de espécies, a degradação dos ecossistemas e a perda de habitats, todos resultantes das atividades humanas.

Visto que as possibilidades de uso da inteligência artificial no setor florestal e da vida selvagens aumentaram com os progressos recentes na ciência e no tratamento de dados, além da mudança na tecnologia digital e geoespacial para as inovações atuais [Gairola et al. 2023]. O objetivo geral é analisar como a aplicação de técnicas específicas de inteligência artificial, como rede neural, pode auxiliar na conservação da biodiversidade, proporcionando mecanismos de previsão, monitoramento e intervenção baseados em dados precisos e em tempo real.

Os quatro objetivos específicos são:

- Identificar as principais aplicações da inteligência artificial na conservação da biodiversidade, como a identificação de espécies, o monitoramento de animais e a previsão de mudanças ambientais, utilizando técnicas específicas de IA, como rede neural;
- Analisar os benefícios e desafios do uso de técnicas de inteligência artificial na conservação da biodiversidade, considerando fatores como a eficácia, os aspectos éticos e legais, bem como as limitações tecnológicas;

- Propor recomendações para a implementação efetiva de técnicas de inteligência artificial na conservação da biodiversidade, levando em consideração as melhores práticas identificadas e as necessidades específicas de organizações de conservação e instituições acadêmicas;
- Investigar as contribuições da inteligência artificial para a conservação da biodiversidade, como prevenção de crimes ambientais, monitoramento de espécies ameaçadas, entre outros, por meio de pesquisa empírica que inclui análise de softwares que utilizam IA para a conservação da biodiversidade.

Para alcançar os objetivos propostos, a pesquisa se concentrará na análise de softwares associados à Conservação da Biodiversidade que utilizam Inteligência Artificial. A busca por esses softwares será realizada em plataformas como o GitHub e em publicações especializadas em software como o Journal of Open Source Software. A partir de um conjunto de softwares para Conservação da Biodiversidade que utilizam IA, investigaremos como eles usam a IA, quais técnicas são empregadas, para que fins são usadas, entre outros aspectos. Ao final da pesquisa, espera-se identificar as melhores práticas, desafios e oportunidades no uso de técnicas específicas de IA para a conservação da biodiversidade, contribuindo para a proteção de ecossistemas naturais.

2. Fundamentação Teórica

Os conceitos e técnicas de Inteligência Artificial, Conservação da Biodiversidade e Rede Neural são apresentados nesta seção. Eles são importantes para entender a pesquisa realizada neste trabalho. Nesta seção, serão discutidos os aspectos relevantes de cada conceito no contexto do problema estudado.

2.1. Inteligência Artificial

Refere-se à capacidade de criar sistemas computacionais que simulam ou replicam algumas funções cognitivas humanas, como o raciocínio, a aprendizagem e a percepção [Jin 2020]. O autor do artigo de onde esse conceito foi extraído também destaca a relação entre a IA e a ciência cognitiva, mostrando como os avanços nessa área podem contribuir para o desenvolvimento de modelos de inteligência artificial mais robustos e eficientes.

2.2. Conservação da Biodiversidade

A conservação da biodiversidade envolve um conjunto de ações estratégicas voltadas para a proteção e o manejo sustentável da diversidade de espécies, ecossistemas e processos ecológicos que compõem a vida na Terra. Essas ações são fundamentais para garantir a sobrevivência e a prosperidade de todas as formas de vida no nosso planeta. Elas envolvem uma variedade de estratégias e técnicas, todas com o objetivo comum de preservar a rica biodiversidade que temos na Terra [Beery 2021].

No contexto da era dos dados em que vivemos, [Beery 2021] apresenta os desafios e as oportunidades para o monitoramento da biodiversidade e destaca como os avanços tecnológicos têm facilitado a coleta, o processamento e a análise de grandes volumes de dados ecológicos. Esses avanços estão revolucionando a maneira como monitoramos e entendemos a biodiversidade, permitindo-nos tomar decisões mais informadas e eficazes para sua conservação. A era dos dados nos oferece uma oportunidade sem precedentes para proteger e preservar a biodiversidade para as gerações futuras.

2.3. Rede Neural

Uma rede neural é uma estrutura computacional inspirada no sistema nervoso humano, composta por unidades interligadas, conhecidas como neurônios artificiais, que simulam o funcionamento dos neurônios biológicos. Essas unidades, organizadas em camadas e conectadas por sinapses ponderadas, são ajustadas durante o processo de aprendizado, permitindo que a rede aprenda a partir de dados. Este aprendizado torna as redes neurais úteis para uma variedade de tarefas complexas de processamento de informações, incluindo reconhecimento de padrões, classificação, previsão e otimização. A capacidade de aprender e generalizar a partir dos dados, modelar relações não-lineares e complexas, e fazer previsões precisas sobre dados não vistos, torna as redes neurais uma ferramenta poderosa para uma ampla gama de aplicações, desde visão computacional e processamento de linguagem natural até finanças e medicina [Piovosso and Owens 1991].

O artigo que apresenta esse conceito aborda o uso de redes neurais do tipo feed-forward, que são treinadas pelo método de retropropagação (back-propagation), para o controle de processos industriais. Os autores do artigo mostram como as redes neurais podem substituir ou complementar os modelos lineares dinâmicos usados em métodos de controle modernos, como o controle adaptativo, o controle matricial dinâmico e o controle por modelo interno.

2.4. Ecossistemas

Um ecossistema é um conjunto complexo e interativo de comunidades bióticas, que incluem plantas, animais e microorganismos, e os fatores abióticos, como o clima, o solo e a água, que interagem em uma determinada área. Esses componentes interagem através de processos como predação, competição e ciclos de nutrientes, formando uma rede intrincada de interdependência. Os ecossistemas são ambientes únicos e frágeis, muito sensíveis às alterações climáticas e ao impacto antropogênico direto, como a poluição e a destruição do habitat [Eugenio et al. 2023].

[Eugenio et al. 2023] destaca a importância de monitorar os ecossistemas costeiros insulares, que são particularmente vulneráveis devido à sua natureza única e frágil. As mudanças climáticas e o impacto antropogênico direto podem ter consequências devastadoras para esses ecossistemas e para as espécies que neles habitam. O uso do sensoriamento remoto oferece uma maneira acessível e econômica de monitorar essas áreas valiosas, fornecendo dados em tempo real sobre as condições do ecossistema. Eugenio apresenta uma metodologia para o monitoramento de dois ecossistemas costeiros protegidos nas Ilhas Canárias (Espanha) usando sensores multiespectrais de satélite de sensoriamento remoto (WorldView-2/3), demonstrando o potencial dessa tecnologia para a conservação dos ecossistemas.

3. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, serão apresentados alguns trabalhos que têm relação com o tema proposto e que contribuem para o entendimento do problema estudado. Entre eles, estão trabalhos que envolvem a detecção de desmatamento no cerrado, o reconhecimento de plantas a partir de imagens de folhas e a identificação de espécies de manguezais, utilizando redes neurais.

O trabalho mais relacionado [Matosak et al. 2020] apresenta uma metodologia para detectar o desmatamento no Cerrado, um dos principais biomas brasileiros, usando uma combinação de duas arquiteturas de aprendizado profundo (*Deep Learning*), a Rede Neural Recorrente de Memória de Longo Prazo (LSTM) e a Rede Neural Convolutacional U-Net, e uma série temporal de imagens dos satélites Landsat e Sentinel. A LSTM avalia a série temporal em relação ao eixo do tempo para criar um mapa de probabilidade de desmatamento, que é analisado espacialmente pela U-Net junto com a declividade do terreno para produzir os mapas finais de desmatamento. A metodologia foi aplicada em duas áreas de estudo diferentes, que representam melhor os principais padrões de desmatamento presentes no Cerrado. Os mapas de desmatamento resultantes baseados nas imagens gratuitas do Sentinel-2 alcançaram altas métricas de acurácia, atingindo uma acurácia global de aproximadamente $98,5\% \pm 0,21$ e F1-Score de $0,8795 \pm 0,1180$. Além disso, o método proposto mostrou forte potencial para automatizar o projeto PRODES, que fornece os mapas oficiais de desmatamento anual do Cerrado baseados em interpretação visual.

O segundo trabalho mais relacionado [Minarno et al. 2022] propõe um modelo para identificar plantas com base em imagens de folhas usando uma Rede Neural Convolutacional (CNN). O modelo foi testado no conjunto de dados, que contém 1907 imagens de 32 espécies de plantas, e obteve uma acurácia de 95,3%. Além disso, o artigo apresenta um novo conjunto de dados chamado Indonesian Herb Leaf Dataset (IHLN), que contém 1000 imagens de 10 espécies de plantas medicinais da Indonésia, com o objetivo de comparar a acurácia e medir a robustez do modelo proposto em um conjunto de dados diferentes. O modelo também foi capaz de identificar as espécies do IHLN com uma acurácia de 94,6%.

O terceiro trabalho relacionado [Viodor et al. 2022] apresenta uma metodologia para identificar espécies de manguezais usando uma Rede Neural Profunda (*Deep Neural Network*). O método combina duas arquiteturas de aprendizado profundo e a Rede Neural Convolutacional U-Net, e uma série temporal de imagens dos satélites Landsat e Sentinel. A LSTM avalia a série temporal em relação ao eixo do tempo para criar um mapa de probabilidade de presença de manguezais, que é analisado espacialmente pela U-Net junto com a declividade do terreno para produzir os mapas finais de identificação de espécies. A metodologia foi aplicada em uma área de estudo na Indonésia, que contém cinco espécies de manguezais. Os mapas de identificação de espécies resultantes alcançaram uma acurácia de 97,07%, mostrando a viabilidade do uso do método em aplicações móveis.

O quarto trabalho relacionado [Jodhani et al. 2023] expõe uma metodologia para a classificação do uso e cobertura da terra do rio Rel usando o Google Earth Engine (GEE) e quatro técnicas de aprendizado de máquina (ML): floresta aleatória (RF), máquina de vetores de suporte (SVM), rede neural artificial (ANN) e mapa preditivo supervisionado de teoria da ressonância adaptativa fuzzy (Fuzzy ARTMAP). O objetivo principal da pesquisa, relacionado ao manejo sustentável das áreas costeiras, é gerar conhecimento que se materializa na implementação de uma robusta metodologia de processamento de imagens para gerar mapas de batimetria e bentônicos de alta resolução em águas costeiras rasas. O artigo também apresenta um estudo multitemporal onde a utilidade da tecnologia no monitoramento dos ecossistemas marinhos é apresentada. O artigo destaca a importância de monitorar os ecossistemas costeiros insulares, que são ambientes únicos e frágeis e muito sensíveis às mudanças climáticas e ao impacto antropogênico direto. O uso do sensori-

amento remoto oferece a vantagem de monitorar essas áreas valiosas de forma acessível e econômica. O artigo conclui que a metodologia proposta é eficaz e precisa para gerar mapas de alta resolução que podem auxiliar na conservação e gestão desses ecossistemas.

4. Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem quantitativa, visando analisar softwares vinculados à conservação da biodiversidade que incorporam Inteligência Artificial. A pesquisa será conduzida por meio da investigação de softwares específicos, com foco na compreensão de como a IA é empregada, as técnicas utilizadas e outros aspectos relevantes.

Os materiais utilizados consistem em dados coletados por meio de pesquisas e análises realizadas na plataforma amplamente reconhecida, o GitHub. Esses dados serão cruciais para a compreensão do panorama atual de softwares de IA na conservação da biodiversidade.

Os métodos empregados incluem o método de análise de dados que consiste em aplicar técnicas estatísticas, matemáticas ou computacionais para explorar, visualizar, modelar e inferir informações a partir de dados quantitativos. Esse método pode ser usado para analisar os dados gerados ou processados pelos softwares de IA, como imagens, sons, localizações, bem como os resultados obtidos pelos softwares, como identificações, classificações, previsões. E também o método de regressão para identificar possíveis relações entre softwares estudados. Por exemplo, examinar a relação entre o tamanho do software (número de linhas de código, variável independente) e o desempenho do software (tempo de execução, variável dependente).

As notas de avaliação, denominadas críticas de impacto, são um sistema de pontuação que será usado para medir a eficácia dos softwares de IA na conservação da biodiversidade. Essas notas são atribuídas com base em uma série de critérios que avaliam o impacto positivo que o software teve na conservação da biodiversidade. Utilizando indicadores de biodiversidade e resposta, que são métricas específicas usadas para avaliar a saúde e a diversidade de um ecossistema. Estes podem incluir, por exemplo, o número de espécies em uma área, a diversidade genética dentro de uma espécie, ou a taxa de crescimento da população de uma espécie. Assim, será possível avaliar aspectos como melhoria do estado de conservação das espécies e redução de ameaças aos ecossistemas. Paralelamente, número de forks e o número de estrelas podem ser indicadores valiosos da utilidade e popularidade de um software. Portanto, quanto maior o número de forks e estrelas, maior é a probabilidade de o software estar sendo amplamente utilizado e valorizado pela comunidade.

4.1. Etapas de Execução

O processo de execução do trabalho se divide em etapas:

Inicialmente, será realizada a seleção de softwares na plataforma GitHub. Para realizar a busca por esses softwares, serão utilizadas palavras-chave mais abrangentes e específicas. As palavras-chave incluirão termos como: *Deep Learning*, *Machine Learning*, *Neural Networks*, *Support Vector Machines*, *Decision Trees*, *Random Forests*, todos combinados com o termo *Conservation*. Cada busca será realizada individualmente para garantir que todos os softwares relevantes sejam considerados. Isso resultará em um total de seis buscas diferentes. Em seguida, a coleta de dados ocorrerá mediante a leitura

e compreensão do funcionamento dos softwares selecionados. Posteriormente, os dados serão analisados, identificando o que foi utilizado em cada software por meio do método de análise de dados.

A fase de comparação de resultados será crucial para identificar possíveis relações e diferenças entre os softwares estudados, utilizando o método de regressão. Por fim, serão avaliadas as melhores práticas na conservação da biodiversidade, com base nos dados coletados anteriormente. Esses resultados fornecerão *insights* valiosos para a proposição de recomendações visando a implementação eficaz de técnicas de IA na conservação da biodiversidade.

Referências

- Beery, S. (2021). Scaling biodiversity monitoring for the data age. *XRDS*, 27(4):14–18.
- Eugenio, F., Mederos-Barrera, A., and Marcello, J. (2023). High-resolution satellite monitoring of vulnerable coastal ecosystems using advanced artificial intelligence techniques. In *IGARSS 2023 - 2023 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pages 4104–4107.
- Gairola, S. U., Bahuguna, R., and Rawat, P. (2023). Significance of artificial intelligence in forest land management and biodiversity conservation. In *International Conference on Green Energy, Computing and Intelligent Technology (GEN-CITY 2023)*, volume 2023, pages 382–387.
- Jin, C. (2020). Relevance between artificial intelligence and cognitive science. In *Proceedings of the 1st International Symposium on Artificial Intelligence in Medical Sciences, ISAIMS '20*, page 147–151, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Jodhani, K. H., Jodhani, K. H., Patel, D., and Madhavan, N. (2023). Land use land cover classification for rel river using machine learning techniques. In *2023 International Conference on IoT, Communication and Automation Technology (ICICAT)*, pages 1–3.
- Matosak, B. M., Maretto, R. V., Körting, T. S., Adami, M., and Fonseca, L. M. G. (2020). Mapping deforested areas in the cerrado biome through recurrent neural networks. In *IGARSS 2020 - 2020 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pages 1389–1392.
- Minarno, A. E., Ibrahim, Z., Nur, A., Hasanuddin, M. Y., Diah, N. M., and Munarko, Y. (2022). Leaf based plant species classification using deep convolutional neural network. In *2022 10th International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, pages 99–104.
- Piovosio, M. J. and Owens, A. J. (1991). Neural network process control. In *Proceedings of the Conference on Analysis of Neural Network Applications*, ANNA '91, page 84–94, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.
- Viodor, A. C. C., Aliac, C. J. G., and Santos-Feliscuzo, L. T. (2022). Mangrove species identification using deep neural network. In *2022 6th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*, pages 1–6.