



PROBIC

# A Viabilidade da Aplicação da Inteligência Artificial no Contexto Jurídico Ambiental

## TUJURAMB

Autores: Arthur Pandolfo, Carlos Alberto Lunelli



**FAPERGS**

## INTRODUÇÃO / OBJETIVO

Indispensável para a existência de vida no Planeta Terra, o meio ambiente é amplamente protegido pela Constituição Federal brasileira, sendo dever de todos zelar por sua conservação. É perceptível que os ecossistemas são preteridos aos avanços tecnológicos, frente à quarta revolução industrial que vivenciamos.

O bem ambiental representa grande preocupação para o direito, seja pelo crescente número de queimadas, tanto pelo número alarmante de autuações anuais realizadas pelo IBAMA. Desta forma, podemos encontrar no ordenamento jurídico do nosso país diversas formas pela qual o Estado versa em prol da tutela do meio ambiente.

A procura por meios mais eficazes para evitar danos irreparáveis ao nosso planeta exige que se tenha um panorama da atual situação do direito ambiental no conjunto de normativas legais brasileiras. Portanto, com base no método hermenêutico, tem-se como objetivo analisar soluções práticas, assegurando a tutela do bem ambiental.

Em que pese à criação de dispositivos legais e discussões jurisprudenciais, o número de delitos ambientais apenas aumenta. Assim, emerge a necessidade de uma fiscalização eficiente e de busca por alternativas para que o bem ambiental seja efetivamente amparado pela vastidão ordenamental que possuímos no Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida por meio de uma abordagem qualitativa e exploratória, com base no método hermenêutico, a fim de interpretar a legislação ambiental vigente e sua eficácia prática na tutela do meio ambiente. Foram analisados dispositivos constitucionais, infraconstitucionais e jurisprudenciais, com destaque para o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 e para a aplicação da Teoria do Risco Integral, bem como súmulas e decisões do Superior Tribunal de Justiça. O estudo também se valeu de referências bibliográficas e relatórios oficiais, como os dados fornecidos pelo IBAMA e estudos conduzidos por institutos de pesquisa ambiental.

Além disso, utilizou-se a técnica de análise documental para examinar a aplicação prática da inteligência artificial na seara jurídica, com especial atenção ao Projeto ELIS no Tribunal de Justiça de Pernambuco, e ao uso de plataformas como o MapBiomass e Cacao Floresta. A seleção dos casos e ferramentas se deu com base na relevância e notoriedade de sua contribuição para a fiscalização e proteção ambiental no Brasil, permitindo uma avaliação crítica dos potenciais benefícios e limitações da integração entre tecnologia e direito ambiental.

## RESULTADOS

A investigação revelou que, apesar da extensa normatização ambiental brasileira — especialmente após a promulgação da Constituição Federal de 1988 —, a efetividade na aplicação dessas normas encontra sérias limitações práticas. Leis como a de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) e o Código Florestal (Lei 12.651/2012) são fundamentais para a proteção do meio ambiente, porém, sua aplicação depende fortemente da atuação eficaz dos órgãos fiscalizadores. Nesse sentido, os dados do IBAMA demonstram não apenas uma redução no número de autuações nos últimos anos, como também a presença de falhas materiais em cerca de um quarto dos autos lavrados, comprometendo a eficácia das medidas sancionatórias.

Além disso, constatou-se que a descentralização da fiscalização ambiental, embora prevista legalmente como uma estratégia de fortalecimento da gestão local, encontra obstáculos operacionais em estados e municípios com baixa capacidade técnica. O princípio da subsidiariedade, que deveria otimizar a divisão de competências, muitas vezes não é aplicado de forma efetiva, sobrecarregando órgãos federais e gerando lacunas na fiscalização em regiões remotas. Esse cenário é especialmente crítico na Amazônia Legal, onde a escassez de fiscais, aliada à pressão política sobre os órgãos ambientais, agrava os índices de desmatamento.

## RESULTADOS

No campo tecnológico, os estudos de caso analisados evidenciaram ganhos expressivos na aplicação da inteligência artificial como ferramenta de apoio à gestão pública e à fiscalização ambiental. O Projeto ELIS, implantado no Tribunal de Justiça de Pernambuco, serviu como exemplo concreto da eficiência da IA ao reduzir drasticamente o tempo necessário para triagem de processos de execução fiscal. A automação dessa etapa possibilitou a realocação de recursos humanos e agilizou o trâmite processual, demonstrando como tecnologias de machine learning podem ser aplicadas em contextos jurídicos com alto grau de repetitividade.

Também se destacou o papel do MapBiomass e do projeto Cacao Floresta como modelos de sucesso na aplicação de IA e sensoriamento remoto para o monitoramento ambiental. O cruzamento de dados entre essas plataformas possibilitou identificar, com agilidade e precisão, áreas impactadas por desmatamento. Essa análise automatizada superou significativamente os métodos tradicionais, que dependem de equipes de campo e análises manuais de imagens de satélite, além de permitir respostas mais rápidas na atuação dos órgãos fiscalizadores.

Por fim, os resultados obtidos confirmam que o uso da inteligência artificial no contexto da tutela ambiental é não apenas viável, mas também desejável, desde que adotado com critérios técnicos e responsabilidade ecológica. O uso intensivo de tecnologia, contudo, também exige atenção aos impactos energéticos e ambientais da própria IA, como a emissão de CO<sub>2</sub> gerada por servidores e centros de processamento. Portanto, a adoção dessas ferramentas deve estar integrada a políticas públicas sustentáveis e ao contínuo aprimoramento dos algoritmos e das bases de dados utilizadas, garantindo tanto a eficácia quanto a legitimidade na proteção do meio ambiente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise desenvolvida neste estudo evidenciou que, apesar do arcabouço jurídico brasileiro ser extenso e tecnicamente adequado à proteção ambiental, sua efetividade esbarra em limitações operacionais, como a escassez de recursos humanos, falhas administrativas e baixa integração entre os entes federativos. O modelo atual de fiscalização ambiental, mesmo com inovações legislativas, tem falhado em conter o avanço das práticas lesivas ao meio ambiente, sobretudo em áreas de difícil acesso e alta pressão econômica, como a Amazônia Legal. Torna-se evidente, portanto, a necessidade de repensar os mecanismos de controle e execução dessas políticas públicas.

Nesse contexto, a aplicação da inteligência artificial se apresenta como uma alternativa concreta e promissora para ampliar a eficiência do monitoramento ambiental. Casos como o Projeto ELIS e o uso do MapBiomass demonstram o potencial da tecnologia na análise de dados massivos e na identificação rápida de infrações. No entanto, a incorporação dessas ferramentas deve vir acompanhada de investimentos estruturais, capacitação técnica e políticas de sustentabilidade energética. A sinergia entre ciência de dados, direito e proteção ambiental pode representar um novo paradigma na defesa do meio ambiente — mais eficiente, abrangente e tecnicamente fundamentado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIM, Eduardo Fortunato. Fiscalização ambiental à luz do princípio da subsidiariedade: contornos da competência comum. *Revista de informação legislativa*. RIL, v. 55, n. 217, p. 85-114, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://www12.senado.leg.br/rlid/edicoes/55/217/rli\_v55\_n217\_p85>. Acesso em 13 fev. 2025.
- BRASIL. Supremo Tribunal de Justiça (3. Turma). REsp 1612987/PR. Relatora: Min. Nancy Andrighi. 28 de abril de 2020. Disponível em: <https://processo.stj.jus.br/SCON/pesquisar.jsp>. Acesso em 24 set. 2023.
- BRASIL. Supremo Tribunal de Justiça. Súmula nº 623. As obrigações ambientais possuem natureza propter rem, sendo admissível cobrá-las do proprietário ou possuidor atual e/ou dos anteriores, à escolha do credor. Brasília, DF: Superior Tribunal de Justiça, [2016]. Disponível em: <https://www.stj.jus.br/publicacao/institucional/index.php/sumis/article/view/File5052/5179>. Acesso em 25 out. 2023.
- BRASIL. Supremo Tribunal Federal. Tema 999 - Inscriptibilidade da pretensão de reparação civil de dano ambiental. Relator: Min. Alexandre de Moraes. 01 de junho de 2016. Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/jurisprudencia/Repercussao/tema.asp?num=0999>. Acesso em 25 out. 2023.
- IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. *Relatório de Gestão 2022*. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/acesso-a-informacao/auditorias/arquivos/20230331\_Relatorio\_Gestao\_2022\_ibama.pdf>. Acesso em 18 out. 2023.
- LUCKWJ, Mylena; ARTUR STAMFORD DA SILVA. A Inteligência Artificial ELIS na prática do Tribunal de Justiça de Pernambuco. *Revista Brasileira de Inteligência Artificial e Direito - RBIAD*, [S. l.], v. 1, n. 1, 4014-2021. 35:101-007. Disponível em: <https://www.scielo.br/rla/a/wXBoYbYHVBV9x1tbGSGROZdP>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- MARQUES, Ana Luiza Pinto Coelho; NUNES, Dierle José Coelho. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E DIREITO PROCESSUAL: VIESES ALGORÍTMICOS E OS RISCOS DE ATRIBUIÇÃO DE FUNÇÃO DECISÓRIA ÀS MÁQUINAS. *Revista dos Tribunais*, São Paulo, v. 43, n. 285, p. 421-447, novembro 2018. Disponível em: <https://bd.tjdft.jus.br/ajsp/handle/tjdft/43025>. Acesso em: 14 nov. 2023.
- PACHOT, A.; PATISSIER, C. Towards Sustainable Artificial Intelligence: An Overview of Environmental Protection Uses and Issues. *Green and Low-Carbon Economy*, [s. l.], ano 2023, 22 dez. 2022. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.2212.11738. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2212.11738>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- RAJAO, Raoni et al. *Dicotomia da impunidade do desmatamento ilegal*. Minas Gerais: UFMG, 2021. 12 p. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/dicotomia-da-impunidade-do-desmatamento-legal>. Acesso em: 5 fev. 2025.
- ROSA, M.; SHIMBO, J. Z.; TASSO, A. MapBiomass - Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. In: VIII Simpósio de Restauração Ecológica: Desafio do processo frente à crise ambiental. Anais eletrônicos [...]. São Paulo: Instituição de Botânica de São Paulo, 2019, p. 95-100. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luiz-Barbosa-4/publication/338513848>. Acesso em: 04 dez. 2024.
- SCHMITT, Jair; SCARDUJA, Fernando Paiva. A descentralização das competências ambientais e a fiscalização do desmatamento na Amazônia. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro, v. 49, n. 5, out. 2015. DOI: https://doi.org/10.1590/0034-7612131456. Disponível em: <https://www.scielo.br/rap/a/jwXKZJZJUNPOVv6B7M0F#>. Acesso em: 26 out. 2023.
- SILVA, Thaciane et al. Aplicação de Script Python em Código Aberto com Dados do MapBiomass Alerta para Monitoramento em Projeto de Restauração no Estado do Pará. In: ANAIS DO XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2023, Florianópolis. *Anais eletrônicos*... INPE, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/sbsr-2023/trabalhos/aplicacao-de-script-python-em-codigo-aberto-com-dados-do-mapbiomas-alerta-para-mt-ng-m-n>. Acesso em: 03 fev. 2025.
- STRUBELL, E.; GANESH, A.; MCCALLUM, A. Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. *57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics*, Amherst, Massachusetts, 5 jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.48550/arXiv.1906.02243. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/1906.02243>. Acesso em: 17 fev. 2025.
- VARELLA, Marcelo Dias; LEUZINGER, Márcia Diegues. O meio ambiente na Constituição de 1988: Sobrevo por alguns temas vinte anos depois. *Revista de Informação Legislativa*, Brasília, v. 45, n. 179, p. 397-402, 2008. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bd/bf/bitstream/handle/id/176554/000345395.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 18 out. 2023.
- WERNER, David Augusto. *A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL*. um estudo sobre seus conceitos, reflexos e possível aplicação no Direito por meio da análise de texto jurídico como forma de contribuição no processo de categorização preditiva de acordãos. Orientador: Wilson Engelmann. 2019. Dissertação (Mestrado em Direito) - UNISINOS, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <http://repositorio.iesuita.org.br/handle/UNISINOS/8949>. Acesso em: 14 nov. 2023.

APOIO

