RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA ANÁLISE DE AUTOS DE INFRAÇÃO AMBIENTAL: DESAFIOS, BENEFÍCIOS E PERSPECTIVAS JURÍDICO-ADMINISTRATIVAS

APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN THE ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL INFRACTION NOTICES: CHALLENGES, BENEFITS, AND LEGAL-ADMINISTRATIVE PERSPECTIVES

APLICACIONES DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL ANÁLISIS DE ACTAS DE INFRACCIÓN AMBIENTAL: DESAFÍOS, BENEFICIOS Y PERSPECTIVAS JURÍDICO-ADMINISTRATIVAS

Thiago Lopes Ribeiro[1], Rafael Freitas da Silveira[1]

e666504
https://doi.org/10.47820/recima21.v6i6.6504

PUBLICADO: 6/2025

RESUMO

A crescente demanda por fiscalização ambiental no Brasil, aliada à limitação de recursos humanos e materiais, impõe à Administração Pública o desafio de modernizar seus processos. Neste contexto, tecnologias inteligentes baseadas em algoritmos de análise estatística e aprendizado computacional têm se mostrado promissoras para apoiar a triagem, interpretação e padronização dos procedimentos administrativos. Este artigo analisa a aplicação dessas soluções no âmbito do Batalhão de Polícia Militar Ambiental do Paraná, abordando seus potenciais usos na análise de autos de infração ambiental, na classificação de argumentos de defesa, na geração de relatórios conclusivos e no cruzamento de dados com bases geoespaciais. A proposta não é substituir a atuação humana, mas reforçar sua capacidade decisória com ferramentas de apoio técnico e jurídico. Por fim, são discutidos os benefícios, limitações e requisitos éticos e legais para uma implementação segura e eficiente dessas tecnologias no processo sancionador ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Fiscalização ambiental. Tecnologias inteligentes. Autos de infração. Processos administrativos. Aprendizado computacional. Análise documental. Padronização de decisões.

ABSTRACT

The growing demand for environmental enforcement in Brazil, combined with limited human and material resources, challenges Public Administration to modernize its procedures. In this context, intelligent technologies based on statistical analysis algorithms and machine learning have proven promising in supporting the screening, interpretation, and standardization of administrative procedures. This article analyzes the application of these solutions within the Environmental Military Police Battalion of Paraná, addressing their potential uses in the analysis of environmental infraction notices, classification of defense arguments, generation of conclusive reports, and data integration with geospatial databases. The goal is not to replace human action but to enhance decision-making capacity through technical and legal support tools. Finally, the article discusses the benefits, limitations, and ethical and legal requirements for the safe and effective implementation of these technologies in the environmental sanctioning process.

KEYWORDS: *Environmental enforcement. Intelligent Technologies. Infraction notices. Administrative procedures. Machine learning. Document analysis. Decision standardization.*

RESUMEN

La creciente demanda por fiscalización ambiental en Brasil, junto con la limitación de recursos humanos y materiales, impone a la Administración Pública el desafío de modernizar sus procesos. En este contexto, las tecnologías inteligentes basadas en algoritmos de análisis estadístico y aprendizaje automático han demostrado ser prometedoras para apoyar la selección, interpretación y estandarización de los procedimientos administrativos. Este artículo analiza la aplicación de estas soluciones en el ámbito del Batallón de Policía Militar Ambiental de Paraná, abordando sus posibles usos en el análisis de actas de infracción ambiental, la clasificación de argumentos de defensa, la

[1] Polícia Militar do Paraná - PMPR.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

elaboración de informes conclusivos y el cruce de datos con bases geoespaciales. La propuesta no busca sustituir la acción humana, sino reforzar su capacidad de decisión mediante herramientas de apoyo técnico y jurídico. Finalmente, se discuten los beneficios, limitaciones y requisitos éticos y legales para una implementación segura y eficiente de estas tecnologías en el proceso sancionador ambiental.

PALABRAS CLAVE: *Fiscalización ambiental. Tecnologías inteligentes. Actas de infracción. Procedimientos administrativos. Aprendizaje automático. Análisis documental. Estandarización de decisiones.*

1. INTRODUÇÃO

A crescente degradação ambiental no Brasil impõe à Administração Pública o desafio de promover políticas de proteção mais eficazes, especialmente diante da limitação de recursos humanos e materiais. O estado do Paraná, com significativa porção de seu território inserida no bioma Mata Atlântica, enfrenta pressões constantes sobre seus recursos naturais, notadamente pela supressão de vegetação nativa, exploração irregular da fauna silvestre, pesca predatória e poluição hídrica.

Nesse contexto, a atuação do Batalhão de Polícia Militar Ambiental (BPMA), unidade da Polícia Militar do Paraná (PMPR) especializada em combate aos crimes ambientais, é de fundamental importância dentro desse contexto. Compete a esse batalhão a fiscalização ostensiva e preventiva de uma ampla gama de infrações ambientais, com base na Lei nº 9.605/1998 (Lei de Crimes Ambientais) e no Decreto nº 6.514/2008, que regulamenta as infrações administrativas ao meio ambiente. Sua missão exige elevado nível de capacitação técnico-jurídica e integração com demais órgãos ambientais, tais como IBAMA, ICMBio e Instituto Água e Terra (IAT).

Apesar da reconhecida defasagem de efetivo — apontada inclusive no Planejamento Estratégico da PMPR 2022–2035, aprovado pela Portaria nº 273/2022 do Comando-Geral da PMPR —, o batalhão vem respondendo aos desafios por meio da incorporação de tecnologias como drones, sistemas de georreferenciamento, sensores remotos e bancos de dados integrados. Essas soluções mitigam os impactos da limitação operacional e garantem a continuidade das ações fiscalizatórias.

Nesse cenário, o uso de tecnologias computacionais inteligentes representa uma estratégia promissora para reforçar a eficiência da fiscalização ambiental. Ferramentas de análise estatística, interpretação textual automatizada e sistemas de apoio à decisão permitem lidar com grandes volumes de dados, identificar padrões recorrentes e padronizar procedimentos técnicos e jurídicos. Tais instrumentos não substituem o julgamento humano, mas ampliam sua capacidade de análise e resposta institucional.

A adoção dessas tecnologias está alinhada às diretrizes de modernização da gestão pública ambiental e institucional previstas no Planejamento Estratégico da Corporação. Contribuem ainda para garantir maior agilidade, coerência e segurança jurídica aos atos administrativos, fortalecendo o poder de polícia ambiental no Paraná.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

2. MÉTODOS

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza aplicada, com delineamento exploratório-explicativo. Parte-se da constatação empírica de limitações operacionais na fiscalização ambiental no Estado do Paraná e da hipótese de que tecnologias computacionais podem contribuir significativamente para o aprimoramento da análise de autos de infração ambiental. A escolha metodológica visa compreender, a partir de fundamentos teóricos e evidências institucionais, como soluções baseadas em Inteligência Artificial podem ser aplicadas ao contexto jurídico-administrativo do Batalhão de Polícia Militar Ambiental do Paraná (BPMA).

A investigação baseou-se em revisão bibliográfica, análise documental e estudo de caso institucional. Conforme defendem Gil (2010) e Yin (2005), o estudo de caso é apropriado quando se busca examinar fenômenos contemporâneos inseridos em contextos reais, sobretudo quando há pouca separação entre o objeto estudado e seu ambiente.

A revisão bibliográfica envolveu obras clássicas e recentes sobre Inteligência Artificial, direito administrativo e fiscalização ambiental, incluindo autores como Goodfellow, Bengio e Courville (2016) — no campo da ciência computacional — e Celso Antônio Bandeira de Mello (2023) e Édis Milaré (2023), no campo do direito ambiental e administrativo. Também foram consultadas publicações institucionais, como o Manual de Fiscalização Ambiental do IAT (2021) e os memorandos técnicos internos da PMPR, que normatizam os procedimentos de autuação e instrução de processos ambientais.

A análise técnica considerou o potencial de aplicação de modelos supervisionados de aprendizado computacional (Mitchell, 1997; Jurafsky; Martin, 2021), com destaque para a classificação automática de argumentos de defesa e a sugestão de enquadramentos jurídicos com base em precedentes administrativos. Além disso, foram simuladas estruturas de apoio à decisão, fundamentadas em dados previamente tratados, seguindo a lógica de sistemas especialistas descrita por Kroll *et al.,* (2017).

A triangulação metodológica — entre dados teóricos, normativos e empíricos — permitiu não apenas verificar a viabilidade técnica das soluções propostas, mas também discutir seus limites éticos, jurídicos e operacionais, conforme as diretrizes da literatura especializada (Doneda; Monteiro, 2020; European Commission, 2019).

Em síntese, a metodologia adotada busca promover uma compreensão crítica, realista e aplicável do uso de tecnologias inteligentes no processo sancionador ambiental, tendo como pano de fundo a atuação concreta do BPMA e o ordenamento jurídico vigente.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Fundamentos dos autos de infração ambiental

A atuação administrativa na proteção ambiental no Brasil está alicerçada em um conjunto normativo robusto, que define as infrações e as sanções aplicáveis. A Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

de 1998 (Lei de Crimes Ambientais), em seu artigo 70, estabelece que infração administrativa ambiental é toda ação ou omissão que viole as normas jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente.

O Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008, regulamenta essa lei, detalhando as condutas infracionais e suas respectivas penalidades, entre elas: advertência, multa simples, multa diária, apreensão de bens, embargo de obras ou atividades, suspensão de licenças, entre outras medidas.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, criou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), que integra órgãos da União, Estados, Distrito Federal e Municípios responsáveis pela proteção ambiental. No Paraná, a Lei Estadual nº 20.070, de 18 de dezembro de 2019, reestruturou o Instituto Água e Terra (IAT) e reconheceu expressamente o Batalhão de Polícia Militar Ambiental como integrante do SISNAMA, conforme os §§ 2º e 3º do seu artigo 3º:

> "§ 2º O Instituto Água e Terra integra o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA (...).
> § 3º O Batalhão da Polícia Ambiental Força Verde da Polícia Militar do Paraná integra o Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA."
> (Lei Estadual nº 20.070/2019)

Esse reconhecimento legal confere ao BPMA competência explícita para exercer o poder de polícia administrativa ambiental, lavrar autos de infração, aplicar sanções e encaminhar infratores às autoridades competentes, sempre observando os princípios da legalidade, do contraditório, da ampla defesa e do devido processo legal.

Outro marco relevante é a Lei Federal nº 14.751, de 12 de dezembro de 2023, que institui a Lei Orgânica Nacional das Polícias Militares e dos Corpos de Bombeiros Militares. Esta norma reforça o papel das polícias militares na preservação da ordem pública e na proteção dos direitos fundamentais, abrangendo também a fiscalização ambiental em sua dimensão ostensiva e especializada. Cabe destacar que esta Lei Federal incluiu as Polícias Militares de todo o País dentro do SISNAMA, o que trouxe à PMPR um reforço em seu alicerce jurídico na fiscalização ambiental.

No plano estadual, a Lei nº 22.354, de 2025, que dispõe sobre a organização básica da Polícia Militar do Paraná, atualizou a estrutura da corporação e consolidou a atuação do BPMA como unidade especializada voltada à proteção dos recursos naturais, formalizando sua inserção plena no sistema de gestão ambiental estadual.

A consolidação desse arcabouço normativo — aliado à crescente complexidade dos processos administrativos — demanda a adoção de ferramentas modernas de apoio à análise, organização e uniformização das decisões. Tecnologias inteligentes podem contribuir para esse aprimoramento, desde que utilizadas como suporte à atuação humana, em conformidade com os princípios jurídicos que regem a administração pública ambiental.

Conforme ensina Celso Antônio Bandeira de Mello (2023, p. 929), a motivação constitui requisito obrigatório dos atos administrativos, sendo expressão da vinculação do Estado ao interesse

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

público. Já a discricionariedade, quando presente, não é liberdade absoluta, devendo ser exercida com base em critérios racionais, objetivos e revisáveis. Assim, qualquer apoio computacional à tomada de decisão deve respeitar esses limites dogmáticos, sendo o servidor público o responsável final pela motivação dos atos produzidos.

3.2. O convênio entre o batalhão de Polícia Militar Ambiental e o Instituto Água e Terra do Paraná

A atuação administrativa do Batalhão de Polícia Militar Ambiental (BPMA) no que se refere à lavratura de autos de infração e à aplicação de sanções administrativas é respaldada não apenas por normas federais e estaduais, mas também por instrumentos de cooperação formal com outras instituições públicas. O principal desses instrumentos é o Termo de Cooperação Técnica firmado entre a Polícia Militar do Paraná e o Instituto Água e Terra (IAT), autarquia vinculada à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SEDEST).

Celebrado com base no Decreto Estadual nº 3.141/2004 e na Lei Federal nº 13.019/2014, esse convênio tem como objetivo operacionalizar o exercício do poder de polícia ambiental administrativa por parte do BPMA, com fundamento na competência atribuída pelo Decreto Federal nº 6.514/2008 e pela Lei Estadual nº 20.070/2019.

Por meio do convênio, o IAT delega ao Batalhão as seguintes competências:

- Lavratura de autos de infração, termos de apreensão, embargo e notificações;
- Instrução preliminar de processos administrativos ambientais;
- Utilização de sistemas informatizados e formulários padronizados;
- Compartilhamento de bases de dados ambientais;
- Realização de ações integradas de fiscalização;
- Promoção de capacitação técnica conjunta entre policiais militares e servidores do IAT;
- Possibilidade de revisão e aperfeiçoamento do instrumento por meio de aditivos e reuniões técnicas.

Esse modelo de cooperação fortalece juridicamente a atuação autônoma do BPMA como órgão executor do SISNAMA, conferindo-lhe legitimidade plena na aplicação de sanções administrativas e na condução de procedimentos sancionadores. A formalização dessa competência reduz a dependência de análises posteriores por parte do IAT, conferindo maior celeridade à resposta estatal frente às infrações ambientais.

Além disso, essa integração permite maior eficiência no uso de ferramentas operacionais e tecnológicas já utilizadas por ambas as instituições, favorecendo a padronização de rotinas e decisões. O modelo paranaense, inclusive, é citado como referência nacional por promover sinergia entre a capilaridade operacional da Polícia Militar e a expertise técnica do órgão ambiental estadual.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

3.3. O processo administrativo ambiental no âmbito do BPMA

O processo administrativo de apuração de infrações ambientais conduzido pelo Batalhão de Polícia Militar Ambiental está estruturado com base no Decreto Federal nº 6.514/2008, no Manual de Fiscalização Ambiental do Instituto Água e Terra (2021), bem como em Memorandos Técnicos internos que normatizam os procedimentos da tropa.

3.3.1. Lavratura e cadastramento do auto de infração ambiental (AIA)

A lavratura do AIA é o marco inicial do processo. Deve conter a individualização das condutas infracionais, a correta fundamentação legal e o registro completo das circunstâncias da ocorrência. Conforme o Memorando Técnico nº 04/2019, o AIA — juntamente com termos de apreensão e notificação — deve ser cadastrado no Sistema de Informações Ambientais (SIA), no SISGCOP e no e-Protocolo, preferencialmente no mesmo dia, respeitando prazos máximos de até três dias para unidades com intranet e seis dias para as demais.

3.3.2. Apreensão e destinação de bens

Nos casos de apreensão de objetos ou produtos da infração, devem ser elaborados o Termo de Apreensão, Avaliação e Depósito (TAAD) e, posteriormente, o Termo de Destinação (TD). O Memorando Técnico nº 03/2020 regulamenta esses procedimentos, exigindo avaliação adequada, destinação legal (como doação, destruição ou soltura) e proibição de designação do próprio órgão como depositário.

3.3.3. Defesa e instrução do processo

O autuado possui o prazo legal de 20 dias para apresentar defesa administrativa, conforme o art. 71 da Lei nº 9.605/98. O Memorando Técnico nº 05/2024 determina que a defesa deve ser recebida, digitalizada e registrada no sistema e-Protocolo em até dois dias úteis. O policial responsável por analisar a defesa deve verificar sua regularidade formal e material, podendo recomendar diligências complementares.

3.3.4. Relatório conclusivo

O Relatório Conclusivo de Infração Ambiental é elaborado por policial distinto daquele que realizou a autuação, conforme previsto no Memorando Técnico nº 06/2020, a fim de garantir a imparcialidade. O relatório deve consolidar a análise técnica e jurídica do processo, identificar eventuais falhas sanáveis ou insanáveis e apresentar recomendação fundamentada quanto à validade do auto.

3.3.5. Encaminhamento ao IAT

Com o processo instruído, cabe à Companhia ou à ROTAM responsável o envio dos autos ao Instituto Água e Terra, observando rigorosamente a padronização documental e as orientações

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

previstas no Memorando Técnico nº 09/2021, especialmente no tocante à ordem dos documentos e à manifestação sobre pedidos de conversão de multa em serviços ambientais.

3.3.6. Padronização e prazos

Todos os atos do processo devem seguir as diretrizes do Manual de Fiscalização do IAT (2021), respeitando prazos e estrutura documental padronizada. A inobservância desses requisitos pode comprometer a validade jurídica do auto e ensejar responsabilização funcional por parte do servidor responsável.

Este capítulo evidencia a complexidade do trâmite administrativo no âmbito do BPMA, justificando a adoção de soluções informatizadas que possam apoiar a regularidade, eficiência e rastreabilidade dos atos praticados — sempre em conformidade com os limites legais e a supervisão de um agente público.

3.4. Conceitos fundamentais de Inteligência Artificial

As tecnologias inteligentes, aplicadas à gestão pública ambiental, englobam um conjunto de soluções computacionais voltadas à execução de tarefas que tradicionalmente exigiriam análise e julgamento humano. Entre essas tarefas estão o reconhecimento de padrões em documentos, a interpretação de linguagem escrita, a categorização de informações e a geração de previsões com base em registros anteriores.

No contexto da fiscalização ambiental, essas ferramentas surgem como alternativas viáveis para superar limitações operacionais, permitindo o tratamento automatizado de grandes volumes de dados e a padronização de análises em processos administrativos. A seguir, destacam-se os principais tipos de tecnologias com aplicação direta à gestão de autos de infração.

3.4.1. Modelos de aprendizados computacional

O aprendizado computacional refere-se a técnicas que permitem que sistemas extraiam padrões de dados históricos para melhorar sua capacidade de resposta, sem a necessidade de reprogramação constante. Divide-se em três categorias principais: aprendizado supervisionado, não supervisionado e por reforço.

Exemplo aplicado: modelos supervisionados podem ser treinados para prever reincidência de infratores com base em variáveis como tipo de infração, localização geográfica e histórico de sanções, contribuindo para a gestão de risco ambiental.

3.4.2. Análise da linguagem escrita natural

As ferramentas de interpretação de linguagem natural têm por objetivo permitir que sistemas compreendam textos produzidos por seres humanos. No âmbito jurídico-administrativo, essa

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

tecnologia possibilita a leitura automática de autos de infração, a identificação de argumentos em defesas administrativas e a sugestão de respostas com base em padrões históricos.

Exemplo aplicado: um sistema pode identificar que determinado argumento de defesa se baseia em erro material no auto ou em ausência de dolo, classificando-o automaticamente e sinalizando sua relevância.

3.4.3. Estruturas de processamento multicamadas

Soluções inspiradas em redes neurais artificiais são compostas por múltiplas camadas de análise que identificam relações complexas em grandes conjuntos de dados. São eficazes para tarefas como classificação de condutas infracionais, agrupamento de autos por similaridade e sugestão de penalidades proporcionais.

Exemplo aplicado: um sistema pode sugerir o enquadramento jurídico mais comum para determinada conduta, com base em decisões anteriores, facilitando a uniformização de autuações e relatórios.

3.4.4. Tecnologias complementares

Além dos modelos já mencionados, outras ferramentas complementares têm potencial de aplicação na fiscalização ambiental:

- Interpretação automatizada de imagens (visão computacional): útil para identificar áreas de desmatamento em imagens de satélite.
- Automação de tarefas repetitivas (automação robótica de processos): permite o preenchimento automático de campos em sistemas administrativos.
- Sistemas de apoio à decisão com base em regras (sistemas especialistas): simulam o raciocínio técnico-jurídico humano com base em normativas aplicáveis.

Essas tecnologias não substituem a atuação dos policiais ambientais nem dos analistas jurídicos, mas ampliam sua capacidade de ação ao oferecer suporte analítico, agilidade e confiabilidade aos processos, especialmente em cenários de grande volume e alta complexidade.

3.5. Aplicações computacionais na análise jurídico-administrativa

A aplicação de tecnologias computacionais avançadas ao campo jurídico-administrativo tem evoluído de forma expressiva, impulsionada tanto pelo aprimoramento dos algoritmos quanto pela crescente demanda por automação no setor público. Em especial, a análise de documentos — como autos de infração ambiental, defesas e relatórios técnicos — tem se beneficiado de soluções capazes de lidar com grandes volumes de informação, oferecendo apoio à tomada de decisões administrativas.

Entre os recursos mais relevantes nesse contexto, destaca-se a interpretação automatizada da linguagem escrita, que permite a classificação de defesas apresentadas por autuados, a extração de argumentos recorrentes, a identificação de dispositivos legais citados e até mesmo o resumo de

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

documentos extensos. Tais ferramentas são utilizadas em plataformas de busca jurídica e em sistemas de apoio à elaboração de decisões e pareceres.

Outro conjunto importante de soluções é composto por modelos estatísticos de aprendizado computacional, capazes de prever desfechos de processos administrativos com base em variáveis como tipo de infração, reincidência e perfil socioeconômico do autuado. Com isso, é possível priorizar casos mais complexos ou críticos, racionalizando o uso dos recursos humanos disponíveis.

As chamadas estruturas de processamento multicamadas (comumente associadas a redes neurais artificiais) representam um avanço adicional, por sua capacidade de detectar padrões complexos em dados não estruturados, como textos livres, imagens e planilhas. Elas são particularmente eficazes para classificar automaticamente autos digitalizados, identificar enquadramentos legais e sugerir penalidades compatíveis com decisões anteriores.

Mais recentemente, os chamados modelos de linguagem de larga escala têm sido utilizados por órgãos públicos e instituições de pesquisa para resumir relatórios, redigir minutas de decisões e simular raciocínios jurídicos com base em bancos de dados institucionais. Sua capacidade de compreensão semântica de documentos extensos tem se mostrado especialmente útil no campo do direito ambiental, em que os processos frequentemente reúnem laudos, croquis, termos e anexos fotográficos.

Essas tecnologias já estão em uso por diversas instituições nacionais e estrangeiras. No Brasil, o Superior Tribunal de Justiça (STJ) desenvolveu sistemas como o Athos e o Sócrates, voltados à triagem de recursos e à detecção de temas repetitivos. A Advocacia-Geral da União (AGU) também emprega soluções inteligentes para redigir peças jurídicas com mais agilidade. No cenário internacional, destaca-se o sistema *Prometea*, implementado pelo Ministério Público Fiscal da Argentina, que automatiza a elaboração de pareceres em processos administrativos.

Tais avanços indicam que essas tecnologias, longe de substituírem os profissionais da área jurídica, atuam como ferramentas de apoio que ampliam a eficiência, a padronização e a capacidade analítica das instituições. Para sua adoção segura e legítima, contudo, é fundamental observar princípios como a transparência decisória, a prevenção de vieses e o respeito ao devido processo legal, assegurando a participação humana em todas as decisões relevantes.

4. DISCUSSÃO

4.1. Inteligência Artificial explicável e a responsabilidade do decisor humano

Com o avanço da aplicação de ferramentas computacionais no setor público, especialmente em atividades jurídicas e administrativas, torna-se essencial garantir que esses sistemas operem com clareza, rastreabilidade e possibilidade de interpretação por seres humanos. Nesse cenário, destaca-se o conceito de tecnologias explicáveis — isto é, modelos cujos resultados e recomendações possam ser compreendidos por seus operadores.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Esse princípio é particularmente importante em processos administrativos que envolvam sanções, como os autos de infração ambiental. Nesses casos, a utilização de sistemas de apoio ao julgamento exige que o agente público compreenda os critérios utilizados para que determinada sugestão técnica tenha sido gerada. Por exemplo, se um sistema indicar a aplicação de uma penalidade com base em padrões anteriores, é necessário que o policial ambiental compreenda quais elementos foram determinantes para essa recomendação: reincidência, gravidade do dano, ausência de licenciamento, entre outros.

De acordo com diretrizes internacionais, como as *Ethics Guidelines for Trustworthy AI* da Comissão Europeia (2019), toda decisão relevante na administração pública deve ser validada por um agente humano. Isso significa que o uso de tecnologias inteligentes deve servir como suporte, nunca como substituto da análise crítica do servidor público.

A adoção automática de recomendações geradas por sistemas, sem compreensão ou validação por parte do operador, pode violar princípios constitucionais como o devido processo legal (art. 5º, incisos LIV e LV da Constituição Federal), além de comprometer a legitimidade do ato administrativo, especialmente no que tange à motivação exigida pelo art. 50 da Lei nº 9.784/1999.

Outro risco relevante é o da reprodução de vieses nos dados utilizados para treinar ou alimentar os sistemas. Modelos baseados em informações históricas podem reforçar desigualdades preexistentes ou tomar decisões discriminatórias, caso não sejam submetidos a auditorias periódicas e ajustes transparentes. Por isso, é imprescindível que as soluções adotadas no âmbito ambiental contem com supervisão técnica contínua, validação jurídica e participação de especialistas.

Cabe destacar que a introdução dessas ferramentas não diminui a responsabilidade do agente público — ao contrário, ela a intensifica. É necessário que o servidor tenha formação adequada, domínio dos princípios éticos relacionados ao uso de tecnologia e capacidade crítica para decidir quando acolher ou rejeitar uma sugestão automatizada.

4.2. A proposta de reestruturação e a adoção tecnológica como alternativas necessárias

Em 2020, diante de um cenário de crescimento populacional, agravamento da degradação ambiental e acúmulo de demandas operacionais, o Batalhão de Polícia Militar Ambiental (BPMA) apresentou uma proposta ousada: a criação do 2º Batalhão de Polícia Militar Ambiental. A ideia consistia em rearticular a estrutura da unidade existente, criando um novo batalhão com sede em Foz do Iguaçu e modernizando o Quadro Organizacional (QO) da corporação.

A proposta foi tecnicamente bem fundamentada. Levava em consideração a vasta extensão territorial do Paraná, o avanço do desmatamento sobre a Mata Atlântica e a sobrecarga estrutural imposta a uma única unidade para dar conta da proteção ambiental de um dos estados mais biodiversos do país. Propunha também um redesenho funcional com oito companhias, trinta pelotões e um comando especializado para gerir, com estratégia e doutrina, esse tipo de policiamento altamente técnico.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Entretanto, apesar do aval do Comandante-Geral da PMPR, a proposta foi arquivada no âmbito da Secretaria de Estado da Segurança Pública (SESP), em razão da vedação legal imposta pela Lei Complementar nº 173/2020, que proibia a criação de novos cargos durante a pandemia da COVID-19. Mais de 479 cargos deixaram de ser criados, e a malha de proteção ambiental proposta não pôde ser implementada. O impacto orçamentário estimado — R$ 1,2 milhão anuais — acabou sendo um obstáculo intransponível no contexto da crise sanitária.

Diante da negativa, o BPMA permaneceu como a única unidade especializada da Polícia Militar do Paraná voltada exclusivamente ao policiamento ambiental. Sua atuação, embora estratégica, passou a depender ainda mais da capacidade de improvisação, do engajamento de seus integrantes e do uso racional dos poucos recursos disponíveis.

Essa conjuntura revela com clareza uma verdade muitas vezes negligenciada: sem efetivo e sem estrutura, o único caminho viável é a inovação tecnológica.

O quadro funcional do BPMA é crítico. De acordo com dados oficiais de 2020, havia 452 policiais para cobrir todo o estado do Paraná, resultando em uma média de 1 policial militar ambiental para cada 441 km². Para efeito de comparação, o estado de São Paulo possui quatro batalhões e um comando ambiental, totalizando cerca de 2.200 policiais – uma média de 1 PM por 113 km².

A comparação não é trivial. Trata-se de reconhecer que o Paraná atua em condições de desvantagem estrutural mesmo diante de desafios ambientais similares ou superiores. Os dados demonstram a urgente necessidade de reorganização e modernização do policiamento ambiental, especialmente em regiões como o Litoral, o Centro-Sul e o Noroeste, onde se concentram os últimos remanescentes da Mata Atlântica.

A impossibilidade de ampliação do efetivo torna inevitável a busca por soluções tecnológicas. Sistemas de inteligência artificial, ferramentas de extração automatizada de dados, georreferenciamento de infrações e painéis dinâmicos de gestão territorial surgem como aliados estratégicos. Eles não substituem o policial, mas ampliam sua capacidade de análise, fiscalização e resposta. Permitem maior eficiência, com precisão, mais agilidade e segurança jurídica.

A proposta de reestruturação rejeitada não perdeu sua validade. Ela permanece como um diagnóstico institucional contundente, uma demonstração clara da necessidade de fortalecimento da estrutura ambiental da PMPR. No entanto, até que a ampliação de efetivo se torne uma realidade política e orçamentária, a única via institucional possível para garantir a efetividade do policiamento ambiental passa pela modernização tecnológica.

A adoção de ferramentas digitais, como análise de dados de autos de infração, triagem automatizada de defesas, classificação de tipificações recorrentes e cruzamento com bases geoespaciais, está alinhada ao *Planejamento Estratégico da PMPR 2022–2035*, aprovado pela Portaria nº 273/2022. Esse documento prevê a incorporação de novas tecnologias como diretriz essencial para enfrentar os desafios estruturais e operacionais da corporação.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Mais do que um modismo, a tecnologia tornou-se uma resposta institucional à escassez de meios. Sua implementação não depende, necessariamente, da criação de novos cargos, mas sim de investimento em capacitação, adaptação de sistemas já existentes e abertura à inovação.

O que se apresenta, portanto, é uma escolha: ou se permanece refém das limitações históricas de pessoal, ou se constrói uma nova forma de atuar, com inteligência, integração e eficiência. A PM Ambiental do Paraná já demonstrou capacidade técnica e visão estratégica. Falta agora consolidar, com apoio institucional, o uso pleno dessas tecnologias como parte integrante de sua rotina operacional e administrativa.

4.3. Extração automatizada de dados de autos de infração e defesas administrativas

A extração automatizada de dados representa uma das aplicações mais práticas e impactantes das tecnologias computacionais na análise de autos de infração ambiental e documentos correlatos. Trata-se da utilização de sistemas informatizados para identificar, categorizar e estruturar informações contidas em documentos digitais ou digitalizados — como autos, termos de apreensão, relatórios fotográficos e defesas administrativas.

No contexto do Batalhão de Polícia Militar Ambiental, essas ferramentas podem contribuir diretamente para a melhoria da eficiência processual, ampliando a capacidade de análise e resposta da corporação.

4.4. Estruturação de dados não estruturados

Grande parte dos documentos ambientais é composta por texto livre, imagens e anexos inseridos sem padronização, o que dificulta a análise gerencial e estatística. Por meio da aplicação de técnicas de interpretação computacional da linguagem, é possível extrair campos como:

- Nome do autuado e CPF/CNPJ;
- Endereço e coordenadas da infração;
- Enquadramento legal;
- Tipo de infração (flora, fauna, pesca, poluição etc.);
- Valor da multa e descrição do dano;
- Argumentos mais frequentes nas defesas apresentadas.

Esses dados estruturados alimentam painéis de inteligência e permitem uma gestão mais precisa da atividade fiscalizatória.

4.4.1. Apoio à instrução processual

Com base na análise de processos anteriores, sistemas automatizados podem apoiar o policial responsável pela instrução do processo, indicando a ausência de documentos obrigatórios, divergências entre anexos e narrativas, e a necessidade de diligências complementares. Essa função atua como um verificador auxiliar, promovendo a regularidade processual.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

4.4.2. Classificação de argumentos em defesas

A partir do reconhecimento de padrões recorrentes, ferramentas estatísticas podem classificar argumentos apresentados pelos autuados em categorias como:

- Alegação de desconhecimento da norma;
- Situação de necessidade;
- Erro material no auto;
- Ausência de dolo;
- Baixa lesividade da conduta.

Esse tipo de categorização favorece a análise preliminar e contribui para a padronização da resposta da Administração às defesas administrativas.

4.4.3. Extração de texto de documentos escaneados

Documentos arquivados em formato de imagem, como PDFs escaneados ou fotografias, podem ser convertidos em texto pesquisável por meio da tecnologia de Reconhecimento Óptico de Caracteres (OCR). Essa funcionalidade é essencial para a digitalização de acervos antigos, permitindo sua integração aos sistemas atuais de tramitação e análise.

4.5. Análise de jurisprudência e padrões de decisões administrativas com IA

A uniformidade e a previsibilidade das decisões administrativas são princípios fundamentais da legalidade e da segurança jurídica na Administração Pública. Na fiscalização ambiental, em que os autos de infração frequentemente resultam em sanções de impacto econômico, a análise de jurisprudência e a identificação de padrões decisórios são ferramentas essenciais para orientar a atuação dos órgãos competentes.

Soluções computacionais avançadas vêm sendo utilizadas para apoiar esse tipo de análise, especialmente por meio de sistemas que organizam, classificam e interpretam grandes volumes de decisões administrativas e judiciais. A seguir, destacam-se suas aplicações no contexto da fiscalização ambiental.

4.6. Análise automatizada de jurisprudência

Sistemas informatizados podem consultar e minerar decisões judiciais disponibilizadas em diários oficiais e bancos públicos, como os portais de tribunais ou plataformas jurídicas. Com base nesses dados, é possível extrair informações como:

- Dispositivos legais mais citados em ações ambientais;
- Teses jurídicas mais recorrentes;
- Resultados mais comuns (procedência, improcedência, extinção etc.);
- Decisões que reforçam ou anulam autos lavrados pelo BPMA e pelo IAT.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Essa análise oferece suporte técnico à elaboração de autos, à formulação de relatórios conclusivos e à defesa institucional em juízo.

4.7. Detecção de padrões em decisões administrativas ambientais

No âmbito do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), as decisões administrativas podem apresentar variações significativas de entendimento entre julgadores. Por meio de ferramentas de organização e cruzamento de dados, é possível identificar padrões como:

- Casos de redução ou agravamento de multas com base em critérios técnicos;
- Argumentos de defesa com maior taxa de aceitação;
- Incidência de conversões de multa em serviços ambientais;
- Grau de tolerância administrativa a infrações de pequena monta.

Com esses subsídios, as equipes operacionais do BPMA ganham maior previsibilidade para lavrar autos juridicamente consistentes, enquanto os julgadores dispõem de dados técnicos para decisões mais coerentes e padronizadas.

4.8. Aplicações práticas: apoio à decisão com modelos classificadores

Soluções baseadas em aprendizado computacional podem ser treinadas com bancos de dados de decisões passadas para prever o desfecho provável de novos processos administrativos. Embora essas previsões não substituam o julgamento humano, funcionam como mecanismo de alerta para casos fora do padrão ou com maior risco de nulidade.

Além disso, modelos de linguagem treinados com decisões anteriores já são capazes de sugerir fundamentos jurídicos para julgamentos e elaborar minutas de despachos, com base na leitura automatizada do processo e no cruzamento com jurisprudência consolidada.

4.8.1. Classificação de infrações e cruzamento com bancos de dados geoespaciais

A classificação precisa das infrações ambientais, aliada ao cruzamento dessas informações com dados geoespaciais, constitui uma das frentes mais promissoras para a modernização da fiscalização ambiental. A integração entre bases normativas e territoriais permite não apenas entender o contexto espacial das condutas lesivas, mas também planejar ações preventivas, identificar áreas críticas e atuar de forma mais eficaz na repressão de reincidências.

4.8.2. Classificação automatizada de infrações ambientais

Com o uso de modelos computacionais treinados em dados históricos, é possível categorizar infrações com base em variáveis extraídas diretamente dos autos e documentos associados, como:

- Tipo de dano (supressão vegetal, caça, pesca, poluição);
- Enquadramento legal aplicável;
- Localização da ocorrência (APP, reserva legal, unidade de conservação);

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

- Métodos ou instrumentos utilizados (motosserra, embarcação irregular, armadilhas).

Essa categorização automatizada favorece a uniformização dos registros administrativos, o direcionamento de sanções proporcionais e a geração de relatórios estatísticos confiáveis sobre a atuação do órgão fiscalizador.

4.8.3. Integração com bases geoespaciais e sensoriamento remoto

A incorporação de dados oriundos de sistemas de informações geográficas (GIS) e plataformas de sensoriamento remoto amplia significativamente a capacidade de monitoramento e resposta dos órgãos ambientais. Ao cruzar autos de infração com dados de projetos como MapBiomas, TerraClass, INDE (Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais) ou imagens de satélite (como Sentinel), torna-se possível:

- Identificar zonas de alta incidência de infrações *(hotspots);*
- Verificar se a conduta ocorreu dentro de áreas protegidas por lei;
- Associar desmatamentos ilegais a imóveis constantes no Cadastro Ambiental Rural (CAR), facilitando a responsabilização objetiva.

Além disso, a análise temporal desses dados permite detectar tendências de degradação ambiental, o que é fundamental para o planejamento de operações e a definição de metas estratégicas de fiscalização.

4.9. Possibilidades de aplicações práticas no BPMA

No âmbito do Batalhão de Polícia Militar Ambiental, essas tecnologias oferecem uma série de vantagens operacionais, como:

- Triagem automatizada de autos, com prioridade para casos graves ou reincidentes;
- Integração dos sistemas SIA, e-Protocolo e SISGCOP com coordenadas geográficas precisas;
- Planejamento de operações com base em mapas de risco ambiental, alimentados por históricos de autuações.

Adicionalmente, sistemas de validação espacial podem identificar incongruências entre a localização informada no auto e os registros oficiais de georreferenciamento, contribuindo para a robustez jurídica dos processos administrativos e a redução de nulidades.

4.9.1. Redação de relatórios conclusivos preliminares com apoio de Inteligência Artificial

A elaboração de relatórios conclusivos é uma etapa central no processo administrativo ambiental, pois consolida a análise técnica e jurídica da infração e orienta o julgamento. No âmbito do Batalhão, essa atividade encontra respaldo no Memorando Técnico nº 06/2020, que estabelece critérios de imparcialidade, estrutura padronizada e responsabilidade funcional do servidor designado.

Com o aumento da complexidade e do volume de autos, cresce a necessidade de ferramentas que auxiliem na confecção desses documentos, garantindo agilidade e uniformidade sem prejuízo da

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

análise crítica por parte do operador público. Nesse contexto, sistemas informatizados de apoio à elaboração textual vêm sendo adotados como instrumentos de otimização da produção documental.

4.9.2. Geração de minutas estruturadas

Com base em relatórios anteriores, sistemas podem ser programados para identificar padrões recorrentes, como estrutura textual, fundamentações legais e critérios técnicos de análise. A partir disso, torna-se possível gerar minutas preliminares de relatórios conclusivos, que devem ser obrigatoriamente revisadas pelo policial responsável.

Exemplo aplicado: diante de um auto relacionado à supressão de vegetação em área de preservação permanente sem autorização do órgão competente, o sistema pode compor um rascunho contendo:

- A descrição objetiva da infração;
- O respectivo enquadramento jurídico (como o art. 43 ou 48 do Decreto nº 6.514/2008);
- A análise dos documentos constantes no processo (BOU, croqui, imagens, termos de apreensão);
- E a conclusão preliminar quanto à regularidade da autuação.

Essa funcionalidade contribui para reduzir o tempo de elaboração e assegurar maior padronização entre as companhias operacionais.

4.9.3. Identificação de falhas e sinalização de correções

Ferramentas programadas com base nas normativas internas podem identificar vícios formais ou materiais nos documentos, sinalizando, por exemplo:

- Ausência de elementos obrigatórios (como BOU, TAAD ou croqui);
- Inconsistências entre texto e imagens anexadas;
- Utilização incorreta de normativos revogados ou desatualizados.

A detecção preventiva desses problemas auxilia na correção em tempo hábil e reduz a probabilidade de nulidade dos autos por falhas processuais.

4.9.4. Sugestões para conversão de multas e reduções

Nos casos em que o autuado manifesta interesse na conversão da multa em serviços ambientais, ou na solicitação de redução, o sistema pode extrair automaticamente essas informações e sugerir sua inclusão no relatório, com base em modelos anteriores já julgados válidos. Isso promove maior transparência, previsibilidade e eficiência na tramitação processual.

Essas funcionalidades não substituem a avaliação crítica do servidor, mas oferecem um instrumento de apoio relevante para garantir a qualidade técnica e jurídica dos relatórios. Quando utilizadas com responsabilidade, podem contribuir de forma decisiva para a celeridade processual, a uniformização das decisões e o fortalecimento institucional da atuação ambiental.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

4.10. Vantagens da Inteligência Artificial na fiscalização ambiental

A adoção de ferramentas computacionais especializadas tem se mostrado estratégica frente aos desafios operacionais enfrentados por órgãos de controle ambiental, como o BPMA. A crescente demanda por ações fiscalizatórias, aliada à limitação de efetivo e à complexidade dos processos administrativos, exige soluções que promovam maior celeridade, precisão e padronização. Nesse cenário, as tecnologias inteligentes apresentam vantagens significativas:

4.11. Aumento da eficiência e produtividade

A automação de atividades repetitivas — como triagem de autos, análise de defesas e geração de minutas de relatórios — permite que o efetivo se concentre em tarefas mais estratégicas, como o planejamento de operações e a instrução de processos complexos. Estudos apontam que a utilização dessas ferramentas pode reduzir em até 60% o tempo médio de tramitação processual.

4.11.1. Redução de erros e inconsistências

Sistemas programados com base em normas atualizadas e padrões processuais ajudam a evitar falhas comuns, como omissões de documentos, enquadramentos equivocados e prazos excedidos. Alertas automáticos sobre inconsistências e lacunas contribuem para a correção preventiva dos processos.

4.11.2. Padronização de procedimentos e decisões

O uso de modelos previamente validados promove a padronização dos atos administrativos, como autos, relatórios e pareceres, reduzindo a subjetividade e aumentando a previsibilidade. Isso fortalece a segurança jurídica, facilita a fiscalização dos órgãos de controle e reduz a incidência de nulidades.

4.11.3. Apoio à gestão e ao planejamento estratégico

Com a extração e organização automatizada de dados, é possível construir painéis estatísticos e mapas de risco ambiental que subsidiam decisões gerenciais. A identificação de áreas com maior reincidência de infrações, por exemplo, permite alocar melhor os recursos e planejar ações de forma proativa.

4.11.4. Rastreabilidade e transparência

Sistemas informatizados mantêm registro de todas as ações realizadas, desde o cadastro de documentos até a emissão de pareceres. Essa rastreabilidade fortalece os princípios da transparência e da prestação de contas, valores essenciais à atuação pública ambiental.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

4.11.5. Possibilidade de integração com plataformas existentes

As soluções tecnológicas podem ser integradas a sistemas já utilizados pelo BPMA e pelo IAT, como o SIA, SISGCOP, e-Protocolo e plataformas de georreferenciamento. Essa interoperabilidade ampliaria a eficiência institucional e potencializaria o uso de dados já disponíveis.

4.12. Desafios e limitações do uso da Inteligência Artificial na fiscalização ambiental

Embora as tecnologias computacionais representem um avanço significativo na modernização da administração pública ambiental, sua implementação exige cautela, planejamento e estrutura adequada. Abaixo, destacam-se os principais desafios e limitações enfrentados por instituições como o BPMA.

4.12.1. Viés de dados e limitações das fontes

Sistemas baseados em aprendizado estatístico dependem da qualidade dos dados utilizados. Quando os registros históricos apresentam lacunas, inconsistências ou reflexos de práticas discriminatórias, há risco de reprodução ou ampliação de distorções. Isso é especialmente crítico em processos sancionatórios, que exigem isonomia, imparcialidade e respeito à ampla defesa.

Além disso, muitos bancos de dados ambientais ainda não estão plenamente estruturados, o que dificulta o treinamento e o aprimoramento contínuo dos modelos de análise.

4.12.2. Atual ausência de interoperabilidade entre sistemas

A atual ausência de integração entre os sistemas utilizados por diferentes órgãos dificulta o aproveitamento pleno das soluções tecnológicas. No estado do Paraná, plataformas como o SIA, SISGCOP e e-Protocolo ainda operam de forma isolada em muitos casos, impedindo o fluxo contínuo de informações e limitando a eficiência institucional.

A criação de um banco de dados ambiental unificado, com acesso normatizado e interoperável, é condição fundamental para viabilizar o uso estratégico dessas ferramentas em larga escala.

4.12.3. Infraestrutura e custos de implementação

A adoção de tecnologias inteligentes demanda investimentos em infraestrutura digital (servidores, armazenamento seguro, internet estável) e em recursos humanos capacitados. Muitos batalhões e órgãos ambientais ainda não dispõem dos meios necessários para operar essas ferramentas de forma autônoma, tornando essencial a busca por apoio governamental, técnico e institucional.

4.12.4. Limitações jurídicas e éticas

Do ponto de vista jurídico, a automatização de decisões administrativas encontra limites definidos pela Constituição Federal e pela Lei nº 9.784/1999, especialmente no que tange à motivação

dos atos e ao direito à ampla defesa. Assim, qualquer uso de tecnologia nos processos sancionadores deve ser feito exclusivamente como ferramenta de apoio, não substituindo o juízo crítico do servidor público.

Também se faz necessária a regulamentação de aspectos como: transparência nos critérios utilizados, registro de decisões automatizadas e mecanismos de contestação por parte do administrado.

4.12.5. Resistência institucional e cultural

A introdução de novas tecnologias costuma enfrentar resistência no ambiente institucional, seja por insegurança quanto à mudança de rotinas, seja pelo receio de substituição de pessoal. Para superar esse obstáculo, é fundamental investir em capacitação, sensibilização e construção de uma cultura de confiança na tecnologia como instrumento auxiliar — e não como substituto — da autoridade humana.

O enfrentamento desses desafios exige uma abordagem técnica e jurídica consistente, com foco na transparência, legalidade e fortalecimento institucional. As soluções tecnológicas devem ser implementadas de forma gradual, com monitoramento contínuo, correções sistemáticas e sempre sob supervisão de servidores públicos devidamente habilitados.

5. ESTUDOS DE CASO: ÓRGÃOS PÚBLICOS QUE UTILIZAM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA FISCALIZAÇÃO E DECISÃO AMBIENTAL

Diversas instituições públicas, nacionais e internacionais, vêm incorporando soluções tecnológicas em seus processos administrativos e operacionais, com resultados significativos em termos de eficiência, padronização e controle. A seguir, são destacados exemplos de uso dessas ferramentas no campo ambiental e jurídico, que podem servir como referência para o fortalecimento das capacidades do BPMA.

5.1. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)

O IBAMA foi um dos pioneiros na utilização de ferramentas de análise automatizada de dados ambientais no Brasil. Por meio da plataforma Deter-B, desenvolvida em parceria com o INPE, realiza a detecção quase em tempo real de áreas desmatadas na Amazônia. Com base nessas informações, a autarquia organiza operações de fiscalização com foco em áreas prioritárias, utilizando registros anteriores para classificar infrações e planejar abordagens de campo.

5.2. Tribunal de Contas da União (TCU)

O TCU desenvolveu o projeto “Alice”, um sistema voltado à triagem e classificação de processos administrativos. A ferramenta é capaz de identificar inconsistências documentais, cruzar dados com bancos públicos e sugerir encaminhamentos técnicos para auditorias. Mais recentemente,

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

o TCU passou a testar modelos de linguagem especializados em análises jurídicas e pareceres, inclusive em matéria ambiental.

5.3. Ministério Público Fiscal da Argentina - Sistema *Promethea*

O *Promethea* é uma das experiências mais consolidadas de automação de processos jurídicos na América Latina. Trata-se de uma plataforma que elabora minutas de pareceres e despachos com base em decisões anteriores, reduzindo significativamente o tempo de tramitação. O sistema é utilizado em processos administrativos e judiciais, respeitando os limites de atuação humana no controle das decisões.

5.4. Advocacia-Geral da União (AGU)

A AGU implementou ferramentas de apoio à produção automatizada de documentos jurídicos, especialmente pareceres, petições e manifestações administrativas. Os modelos utilizados foram desenvolvidos a partir de bancos normativos e jurisprudenciais, permitindo acelerar o fluxo de produção e garantir maior padronização. Em 2023, mais de 25 mil documentos foram elaborados com apoio dessas soluções.

5.5. Instituto Água e Terra (IAT) - Paraná

O IAT têm adotado sistemas informatizados para o registro e análise de autos de infração, com destaque para o Sistema de Informações Ambientais (SIA). Embora ainda em fase inicial, há perspectiva de integração com ferramentas mais avançadas de triagem e análise de reincidência, especialmente em cooperação com o BPMA. Essa sinergia entre órgãos é considerada essencial para ampliar a capacidade institucional de resposta frente às infrações ambientais.

6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS E JURÍDICAS SOBRE O USO DE IA NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA AMBIENTAL

A incorporação de ferramentas tecnológicas na administração pública, especialmente em atividades que envolvem o poder de polícia ambiental, exige uma abordagem cautelosa, jurídica e eticamente fundamentada. Qualquer inovação nesse campo deve estar alinhada aos princípios do Direito Administrativo, às garantias constitucionais dos administrados e às normas sobre transparência e proteção de dados.

6.1. Princípios constitucionais e o devido processo legal

O uso de soluções tecnológicas na gestão ambiental não pode se dissociar do ordenamento jurídico brasileiro. Os artigos 5º, incisos LIV e LV, da Constituição Federal asseguram aos cidadãos o devido processo legal, o contraditório e a ampla defesa — direitos que devem ser plenamente respeitados mesmo em procedimentos apoiados por meios automatizados.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

Ainda que essas ferramentas auxiliem na organização, análise e triagem de dados, a decisão final sobre sanções administrativas deve ser sempre atribuída a um servidor público responsável, com motivação expressa e fundamentação legal, conforme determina o art. 50 da Lei nº 9.784/1999.

Adicionalmente, toda sugestão automatizada acolhida pelo agente público deverá ser expressamente registrada nos autos do processo administrativo, com indicação clara do sistema utilizado e dos critérios considerados, garantindo transparência, rastreabilidade e responsabilização. A ausência desse registro pode comprometer a validade do ato e fragilizar sua defesa em instâncias de controle.

6.1.1. Ética aplicada a sistemas automatizados

A ética na utilização de soluções computacionais impõe exigências como:

- Clareza quanto aos parâmetros adotados nos sistemas;
- Rastreabilidade das sugestões ou classificações geradas;
- Possibilidade de revisão por servidor responsável;
- Atualização constante dos dados e regras utilizados;
- Ausência de discriminação ou viés sistemático nos critérios empregados.

A administração pública deve assegurar que as ferramentas adotadas não violem o princípio da isonomia, nem restrinjam direitos de forma arbitrária ou impessoal.

6.1.2. Responsabilidade administrativa e penal

Mesmo com o apoio de sistemas automatizados, a responsabilidade pela análise e pela decisão administrativa continua sendo do agente público. Isso significa que a supervisão humana deve ser mantida em todas as fases do processo. O servidor deve estar capacitado para interpretar os resultados das ferramentas e avaliar criticamente suas recomendações, assumindo a responsabilidade pelas medidas adotadas.

Esse entendimento é reforçado por diretrizes internacionais, como as da Comissão Europeia (2019), e pelas propostas legislativas em trâmite no Brasil, como o Projeto de Lei nº 2.338/2023, que trata da regulação de sistemas de decisão automatizada no setor público.

6.1.3. Proteção de Dados Pessoais

A Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD – Lei nº 13.709/2018) impõe regras rigorosas sobre o tratamento de informações pessoais, inclusive aquelas processadas por sistemas de apoio à fiscalização ambiental. Dados como CPF, localização geográfica, perfil socioeconômico e histórico de sanções devem ser tratados com observância aos princípios da necessidade, adequação e transparência, conforme disposto no art. 6º da LGPD.

Isso significa que o uso de dados pessoais deve ocorrer estritamente dentro da finalidade específica do processo administrativo, devendo-se evitar a coleta excessiva, o uso para fins

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

secundários ou a exposição desnecessária dos dados. Além disso, os titulares dos dados têm direito à informação clara sobre os critérios utilizados por sistemas automatizados que possam afetar sua esfera jurídica.

É indispensável, portanto, que todo o tratamento automatizado de dados contenha controle de acesso, registro de uso, e, quando aplicável, mecanismos de anonimização e revisão humana das decisões fundamentadas em dados sensíveis ou pessoais.

7. CONSIDERAÇÕES

A modernização da fiscalização ambiental no Brasil exige, cada vez mais, a adoção de soluções que combinem rigor técnico, agilidade processual e respeito aos princípios jurídicos fundamentais. Neste contexto, as tecnologias inteligentes — compreendidas como ferramentas de apoio computacional à análise, organização e padronização de procedimentos — oferecem alternativas viáveis e estratégicas para lidar com os desafios enfrentados por instituições como o Batalhão de Polícia Militar Ambiental.

A pesquisa demonstrou que essas ferramentas podem ser empregadas com eficácia em diversas etapas do processo administrativo ambiental, incluindo a triagem de autos de infração ambiental, a classificação de argumentos em defesas, a elaboração assistida de relatórios conclusivos e a análise de jurisprudência administrativa e judicial. Adicionalmente, mostrou-se promissor o cruzamento de dados com bases geoespaciais, a detecção de padrões de reincidência e a estruturação de painéis de inteligência ambiental.

O uso dessas tecnologias está em consonância com as diretrizes do Planejamento Estratégico da PMPR 2022–2035, aprovado pela Portaria nº 273/2022, que reconhece a importância da modernização institucional, da integração de sistemas e da gestão baseada em evidências para a melhoria contínua da atuação policial. Nesse sentido, a adoção de soluções inteligentes no âmbito do BPMA deve ser entendida como um desdobramento prático das metas institucionais de eficiência, transparência e proteção ambiental.

No entanto, o uso dessas ferramentas deve ocorrer de forma responsável, transparente e controlada. O servidor público permanece como figura central do processo decisório, cabendo-lhe interpretar os dados, validar recomendações e assumir a motivação dos atos administrativos. A autoridade decisória jamais pode ser transferida a mecanismos automatizados.

Além disso, o respeito aos princípios constitucionais do devido processo legal, da ampla defesa, da motivação e da publicidade é indispensável à legitimidade dos atos produzidos. A aplicação dos sistemas, a rastreabilidade das sugestões automatizadas e a proteção dos dados pessoais dos autuados são pilares essenciais para garantir a confiança institucional e social na adoção dessas tecnologias.

Por fim, para que o BPMA consolide a utilização dessas ferramentas como parte de sua rotina institucional, será necessário investir na capacitação do efetivo, na interoperabilidade dos sistemas

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

informatizados e na consolidação de bancos de dados qualificados. Com esses cuidados, será possível fortalecer a capacidade estatal de proteção do meio ambiente, ampliar a eficiência administrativa e assegurar a conformidade jurídica dos processos de fiscalização ambiental.

Nesse sentido, como proposta futura, recomenda-se o desenvolvimento de projeto-piloto institucional para a adoção controlada de ferramentas inteligentes na análise preliminar de defesas, com avaliação periódica de seus impactos técnicos, éticos e jurídicos.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. T.; GUIMARÃES, G. P. Inteligência artificial aplicada à produção de documentos jurídicos na Administração Pública. **Revista Brasileira de Direito Administrativo**, v. 279, p. 63–88, 2021.

ARAUJO, F. S. *et al.* **Modelos de linguagem de grande escala no TCU**: aplicações e desafios. [S. l.]: Relatório Técnico Interno – Tribunal de Contas da União, 2024.

BANDERA DE MELLO, Celso Antônio. **Curso de Direito Administrativo**. 36. ed. São Paulo: Malheiros, 2023.

BIONI, B. R. **Proteção de dados pessoais**: a função e os limites do consentimento. Rio de Janeiro: Forense, 2020.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008**. Dispõe sobre infrações administrativas ao meio ambiente e estabelece o processo administrativo federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jul. 2008.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018**. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais – LGPD. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018.

BRASIL. **Lei nº 9.784, de 29 de janeiro de 1999**. Regula o processo administrativo no âmbito da Administração Pública Federal. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1 fev. 1999.

CAMARGO, A. *et al.* Aplicação de algoritmos de machine learning na detecção automática de infrações ambientais. *In:* **Anais do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2020.

CASTRO, D. A.; REIS, F. M. Transformação digital e eficiência na fiscalização ambiental: estudos de caso. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, v. 11, n. 1, p. 97–115, 2020.

COSTA, A. B.; GONÇALVES, R. F. Sensoriamento remoto e geotecnologias aplicadas à fiscalização ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 3, p. 1452–1472, 2021.

DONEDA, Danilo. **Tratamento de dados pessoais na Administração Pública**. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021.

DONEDA, Danilo; MONTEIRO, Gustavo. Algoritmos e decisão administrativa: uma análise crítica à luz do Direito Administrativo brasileiro. **Revista Brasileira de Direito Público**, v. 17, n. 1, p. 85–110, 2020.

EUROPEAN COMMISSION. Ethics Guidelines for Trustworthy AI. Brussels: European Commission, 2019. Disponível em: https://ec.europa.eu/digital-strategy. Acesso em: 22 abr. 2025.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

EUROPEAN COMMISSION. **White Paper on Artificial Intelligence***:* A European Approach to Excellence and Trust. Brussels: European Commission, 2020.

FERNANDES, F. R. Redação automatizada de relatórios administrativos: possibilidades e limites. **Revista de Gestão Pública**, v. 11, n. 1, p. 127–150, 2020.

FERNÁNDEZ, J. C. Prometea: sistema de inteligência artificial aplicado al Ministerio Público Fiscal. **Revista Iberoamericana de Derecho e Informática**, v. 13, p. 33–55, 2021.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 20. ed. São Paulo: Saraiva, 2023.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GILPIN, L. H. *et al.* Explaining explanations: an overview of interpretability of machine learning. *In:* **IEEE International Conference on Data Science and Advanced Analytics (DSAA)**, 2018.

GOODFELLOW, I.; BENGIO, Y.; COURVILLE, A. **Deep learning**. Cambridge: MIT Press, 2016.

GOV.BR. AGU **adota IA para redigir pareceres jurídicos e documentos administrativos**. Brasília: Governo Federal, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/agu. Acesso em: 22 abr. 2025.

IBAMA. **Relatórios de Fiscalização e Monitoramento Ambiental**. Brasília: IBAMA, 2023.

INPE. **Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite – DETER-B.** São José dos Campos: INPE, 2022.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. **Speech and language processing**. 3. ed. [S. l.]: Draft, 2021.

KIM, D. *et al.* A review on extracting textual information from scanned documents in legal contexts. **Journal of Information Processing Systems**, v. 18, n. 4, p. 532–547, 2022.

KIRON, D.; SCHRAGE, M. Strategy for and with AI. **MIT Sloan Management Review**, Cambridge, 2019.

KROLL, J. A. *et al.* Accountable algorithms. **University of Pennsylvania Law Review**, v. 165, n. 3, p. 633–705, 2017.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente**: a gestão ambiental em foco: doutrina, jurisprudência e glossário. 12. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2023.

MITCHELL, T. M. **Machine learning**. New York: McGraw-Hill, 1997.

OLIVEIRA, M. R. *et al.* Inteligência artificial na jurisprudência: classificação e agrupamento de decisões judiciais com NLP. **Revista Direito GV**, v. 16, n. 2, p. 431–460, 2020.

PARANÁ. Instituto Água e Terra. **Manual de Fiscalização**. Curitiba: IAT, 2021. (Aprovado e publicado em 13 set. 2021).

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 01 – Cooperação BPAMB-FV x IAP.** São José dos Pinhais, 22 maio 2019.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 03 – Lavratura de TAAD e TD**. São José dos Pinhais, 28 maio 2019. Reeditado em 28 fev. 2020.

RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 04 – Cadastro de AIA no SIA**. São José dos Pinhais, 28 jun. 2019.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 05 – Protocolos de Defesa de Autos de Infração Ambiental**. São José dos Pinhais, 30 abr. 2024.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 06 – Relatório Conclusivo**. São José dos Pinhais, 16 mar. 2020.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 07 – Autuações por Descumprimento de Embargo.** São José dos Pinhais, 08 jul. 2020.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 08 – Prazos de Cadastro de AIAs no SIA, SISGCOP e eProtocolo.** São José dos Pinhais, 16 dez. 2020.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. ***Memorando Técnico nº 09 – Encaminhamento de Processos de AIA pelas Cias ao IAT.*** São José dos Pinhais, 24 ago. 2021.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Memorando Técnico nº 10 – Instauração, Instrução e Trâmite de Processos de AIA no eProtocolo.** São José dos Pinhais, 24 jan. 2023.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Portaria do Comando-Geral nº 273, de 8 de março de 2022**. Aprova o Planejamento Estratégico da PMPR 2022/2035. Curitiba: PMPR, 2022.

PARANÁ. Polícia Militar do Paraná. **Proposta de Reestruturação Organizacional do Policiamento Ambiental**. Processo nº 16.492.393-2. São José dos Pinhais: Batalhão de Polícia Militar Ambiental – Força Verde, 2020.

SOUSA, D. C. *et al.* Técnicas de NLP aplicadas à organização de processos administrativos eletrônicos. **Revista Brasileira de Computação Aplicada**, v. 12, n. 2, 2020.

SOUZA, P. R.; MACHADO, A. R. Uso de aprendizado de máquina para análise de jurisprudência em Direito Ambiental. **Revista da AGU**, v. 18, n. 1, p. 177–204, 2021.

TERRA, L. A.; TEIXEIRA, T. N. Inteligência artificial e proteção ambiental: aplicações e limitações. **Revista da Escola Nacional de Administração Pública**, v. 73, n. 2, p. 221–245, 2021.

TERRA, L. A.; TEIXEIRA, T. N. Inteligência artificial na administração pública: oportunidades e desafios. **Revista do Serviço Público - ENAP**, v. 71, n. 3, p. 513–540, 2021.

YIN, Robert K. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.