

A INTEGRAÇÃO DE *ADVANCED ANALYTICS*, *BIG DATA* E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA GESTÃO TRIBUTÁRIA: UMA NOVA FRONTEIRA PARA A EFICIÊNCIA ADMINISTRATIVA

Pedro Henrique Lacerda Barbosa Ladeia¹

SUMÁRIO: 1. Introdução; 2. *Data analytics* ou *advanced analytics*; 3. *Big data* e seu uso estratégico na gestão tributária; 4. Inteligência artificial e *machine learning*; 5. Considerações finais; Referências bibliográficas.

RESUMO: Este artigo analisa a aplicação de tecnologias emergentes – *advanced analytics*, *big data* e inteligência artificial – na gestão tributária estadual, evidenciando como tais ferramentas ampliam a capacidade de processamento e análise de dados em grande escala. Discorre-se sobre a importância estratégica dessas inovações para as administrações públicas, destacando-se a possibilidade de antecipar cenários econômicos, otimizar recursos, aprimorar a fiscalização e fortalecer o relacionamento com os contribuintes. A abordagem inclui exemplos concretos de uso de *machine learning* para classificar contribuintes conforme o nível de risco, bem como a adoção de *big data* para identificar tendências de arrecadação em tempo real. Por fim, o texto conclui que a adoção integrada dessas tecnologias se mostra essencial para uma gestão tributária mais eficiente, transparente e alinhada às melhores práticas internacionais.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão tributária; *Advanced analytics*; *Big data*; Inteligência artificial; *Machine learning*.

¹ Mestrando em Direito e Tecnologia pela Fundação Getúlio Vargas de São Paulo. Procurador do Estado de São Paulo.

1. INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia provoca grandes transformações não somente no âmbito das relações privadas, como também, nas mais diversas áreas da administração pública, trazendo oportunidades de inovação e melhorias significativas na eficiência das operações administrativas.

No contexto específico da administração tributária, na qual se incluem as Procuradorias, a constante necessidade de aprimorar as atividades relacionadas à arrecadação e gestão dos recursos públicos tem demandado o uso intensivo de ferramentas tecnológicas emergentes.

Historicamente, as administrações tributárias operam com métodos predominantemente manuais ou parcialmente informatizados. Entretanto, esses métodos essencialmente analógicos possuem limitações consideráveis frente ao crescimento exponencial de dados gerados diariamente. Como consequência de tal fato, a falta de integração, agilidade e precisão pode resultar em ineficiência administrativa, prejuízos operacionais e dificuldades na gestão estratégica dos recursos públicos.

Como alternativa para solução ou, ao menos, mitigação dessas consequências, destacam-se tecnologias emergentes como *advanced analytics*, *big data* e inteligência artificial (IA), especialmente com o emprego de técnicas avançadas, como o *machine learning*.

Essas tecnologias apresentam grande potencial para aprimorar os processos administrativos, antecipar tendências, fornecer insights claros e facilitar uma gestão tributária mais assertiva e moderna.

Este artigo pretende explorar essas tecnologias, abordando seu uso prático, vantagens estratégicas e exemplos concretos de aplicação nas atividades da administração tributária.

2. DATA ANALYTICS OU ADVANCED ANALYTICS

A inteligência analítica, igualmente denominada *advanced analytics* ou *data analytics*, não se configura como uma tecnologia em si, mas sim como uma abordagem que busca maximizar o potencial das informações disponíveis em uma instituição ou órgão, auxiliando na execução de suas atividades com maior eficácia. Entretanto, ainda assim, trata-se

de um elemento imprescindível para o uso de ferramentas tecnológicas de automação e análise de dados.

Para a equipe do Projeto de Análise Avançada do Fórum de Administrações Tributárias (FTA)², *advanced analytics* pode ser conceituada como:

Advanced analytics é o processo de aplicar técnicas estatísticas e de aprendizado de máquina para descobrir insights a partir de dados, e, em última análise, tomar melhores decisões sobre como alocar recursos para obter o melhor efeito possível. A maioria dos projetos de análise avançada se enquadra em uma das duas categorias:

I. Análise preditiva tem como objetivo simplesmente antecipar problemas prováveis – por exemplo, com a precisão de uma declaração de imposto ou a pontualidade de um pagamento – para que as administrações fiscais possam considerar quais ações devem ser tomadas e quando;

II. Análise prescritiva visa ajudar as administrações fiscais a entender o impacto de suas ações no comportamento dos contribuintes, para que possam selecionar o curso de ação certo para qualquer contribuinte escolhido ou grupo de contribuintes.

Portanto, pode-se dizer que, a análise preditiva concentra-se em prever eventos futuros com base na análise dos dados históricos. Com a análise preditiva, as administrações podem planejar intervenções preventivas que garantem maior eficiência na gestão tributária.

Por exemplo, imagine uma situação em que a administração tributária estadual utilize a análise preditiva para identificar, com antecedência, uma possível queda na arrecadação em um determinado setor econômico devido a mudanças nas condições do mercado. Antecipando essa tendência, o Estado pode planejar ações preventivas, realocar recursos e atuar para minimizar o impacto financeiro negativo.

2 ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Advanced Analytics for Better Tax Administration: Putting Data to Work*. Paris: OECD, 2016, p. 17, tradução nossa. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/05/advanced-analytics-for-better-tax-administration_g1g6743d/9789264256453-en.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

Por outro lado, a análise prescritiva vai além de uma mera previsão. Ela oferece recomendações concretas sobre como agir frente aos cenários previstos. Se, por exemplo, uma análise indicar que determinado setor econômico apresenta alto risco de inadimplência, a análise prescritiva pode sugerir ações específicas, como campanhas educativas ou ajustes na política de fiscalização, permitindo uma atuação muito mais estratégica e eficaz.

Como pode ser verificado em diversos relatórios publicados por organismos internacionais, como a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), trata-se de abordagem de ampla utilização pelas mais avançadas administrações tributárias ao redor do mundo e que, a partir dessa abordagem, colheram melhorias significativas em seus resultados de arrecadação e gestão. Logo, vislumbra-se com isso efeitos positivos quando aplicada também no âmbito interno de nosso país por suas diversas administrações tributárias.

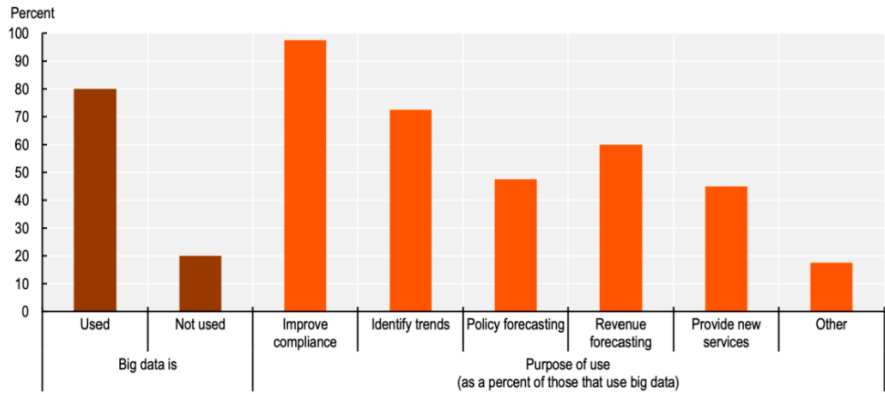
Os dados apresentados no relatório *Tax Administration 2023: Comparative Information on OECD and Other Advanced and Emerging Economies*³ corroboram essa percepção ao evidenciar o crescente uso de análise avançada para gestão e direcionamento de riscos. Conforme se observa na Figura 1, 8% das administrações tributárias declaram fazer uso de big data em suas atividades, e, dessas, a maior parte emprega esse recurso para aprimorar práticas de conformidade.

Entre as 58 administrações tributárias examinadas, 55 relatam empregar ciência de dados e ferramentas analíticas, ao passo que as demais se encontram em fase de preparação para incorporar tais soluções. Do mesmo modo, a maioria das administrações analisadas já utiliza inteligência artificial, incluindo aprendizado de máquina, para avaliação de riscos e detecção de fraudes, ou se encontra em processo de implementação dessas tecnologias, conforme ilustrado na Figura 2.

3 ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Tax Administration 2023: Comparative Information on OECD and other Advanced and Emerging Economies*. Paris: OECD, 2023. Disponível em: . Acesso em: 14 jul. 2025.

Figura 1 – Uso de *big data* com objetivos analíticos, 2022

Percent of administrations



Note: The figure is based on ITTI data from 52 jurisdictions that are covered in this report and that have completed the global survey on digitalisation.

Fonte: OECD et al. (2023), Inventory of Tax Technology Initiatives, <https://www.oecd.org/tax/forum-on-tax-administration/tax-technology-tools-and-digital-solutions/>, Table DM3 (acesso em 22 mai. 2023)

Figura 2 – Evolução do uso de ferramentas de ciências de dados, inteligência artificial e processos de automação robóticos entre 2018 e 2021

Percent of administrations

Status of implementation and use	Data science / analytical tools			Artificial intelligence, including machine learning			Robotic process automation		
	2018	2021	Difference in percentage points (p.p.)	2018	2021	Difference in p.p.	2018	2021	Difference in p.p.
Technology implemented and used	71.9	94.8	+22.9	31.6	54.4	+22.8	22.8	50.0	+27.2
Technology in the implementation phase for future use	19.3	5.2	-14.1	15.8	28.1	+12.3	14.0	8.6	-5.4
Technology not used, incl. situations where implementation has not started	8.8	0.0	-8.8	52.6	17.5	-35.1	63.2	41.4	-21.8

Sources: Tables A.91. and A.92.

Fonte: OCDE

3. *BIG DATA* E SEU USO ESTRATÉGICO NA GESTÃO TRIBUTÁRIA

Big data refere-se à capacidade de gerenciar e analisar grandes volumes de informações complexas, frequentemente originárias de

diversas fontes e formatos, incluindo registros eletrônicos, redes sociais, transações financeiras, entre outros.

Nesse sentido, como conceituam Przemysław Pałka e Marco Lippi⁴, o termo pode ser compreendido da seguinte forma:

O termo “big data” geralmente se refere a coleções de dados muito grandes e também ao conjunto de tecnologias, plataformas e infraestruturas que permitem o gerenciamento de tais coleções de dados. Por exemplo, todas as fotos de gatos na internet são ‘big data’. O histórico de compras de todos os usuários da Amazon é ‘big data’. Do ponto de vista de um usuário, todos os Termos de Serviço (ToS) e Políticas de Privacidade (PPs) que ele ou ela aceitou são ‘big data’. O termo ‘big data analytics’ é o termo mais preciso usado para descrever as tecnologias que se pode empregar para dar sentido ao ‘big data’ em si.

[...] A análise de big data é o processo de extrair valor dos dados brutos. Nessa busca, geralmente se baseia em tecnologias de aprendizado de máquina, inteligência artificial, ciência de dados, ciência da computação e outras disciplinas.

Mais especificamente, as metodologias de inteligência artificial e aprendizado de máquina fornecem algoritmos para a detecção de padrões de dados interessantes e também são usadas para a classificação de dados em categorias predeterminadas. Além disso, os algoritmos podem ser usados para classificar os dados de acordo com algum critério de preferência ou agrupar os dados com relação a alguma medida de similaridade.

No mesmo sentido, Leonardo Marques Garcia⁵ destaca:

A importância fundamental do Data Analytics reside no fato de que o Big Data é inútil caso esteja somente armazenado, sem qualquer processo de inteligência sobre as bases de dados. Seu valor potencial só é desbloqueado quando utilizado para impulsionar a tomada de decisões.

4 PAŁKA, Przemysław; LIPPI, Marco. Big data analytics, online terms of service and privacy policies. In: VOGL, Roland (ed.). **Research Handbook on Big Data Law**. Cheltenham: Edward Elgar, 2021. p. 116-117.

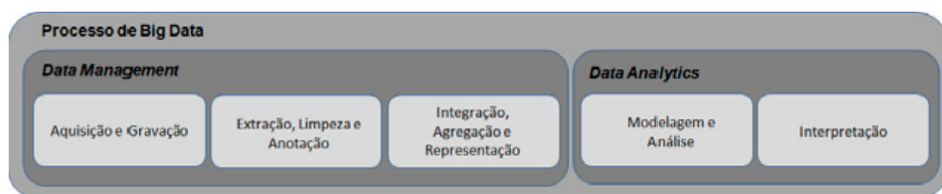
5 GARCIA, Leonardo Marques. **O uso de ferramentas de Data Analytics pelo Auditor Governamental**. Brasília, DF: TCU/Instituto Serzedello Corrêa, 2019, p. 22.

[...]

O processo geral de extrair percepções do Big Data pode ser dividido em cinco etapas, conforme apresentado na Figura 7 (GANDOMI, 2015). Esses cinco estágios formam os dois subprocessos principais: Data Management (Gerenciamento de Dados) e Data Analytics (Análise de Dados).

O gerenciamento de dados envolve processos e tecnologias de suporte para: adquirir e armazenar dados; extrair, preparar e tratar dados; e integração, agregação e representação para análise. Já o subprocesso Data Analytics se refere às técnicas usadas para modelar, analisar e adquirir inteligência em relação aos dados, sendo vista como o principal subprocesso no processo geral de extração de insights do Big Data.

Figura 3 – Processos para extrair insights de Big Data⁶



Fonte: O uso de ferramentas de *Data Analytics* pelo Auditor Governamental

Um exemplo hipotético que evidencia o uso do *big data* na administração tributária se daria quando uma administração tributária estadual adota um sistema integrado capaz de coletar dados de diferentes fontes, como notas fiscais eletrônicas, informações bancárias e declarações dos contribuintes. Esses dados são processados em tempo real ou quase em tempo real por ferramentas analíticas avançadas, possibilitando a rápida identificação de mudanças nas atividades econômicas regionais ou setoriais.

A partir desses indicativos, a administração pode ajustar de imediato suas estratégias, otimizando o desempenho na arrecadação e estreitando o relacionamento com os contribuintes. Essa habilidade de conduzir análises detalhadas e céleres confere às administrações tributárias uma

⁶ *Ibid.*

vantagem estratégica, ao permitir a gestão mais eficiente e transparente, reduzir custos operacionais e elevar a eficácia das ações administrativas.

Demonstração concreta do incremento decorrente da adoção dessa tecnologia é o da administração tributária russa em relação ao Imposto sobre o Valor Agregado (IVA)⁷. Desde 2015, o Serviço Tributário Federal (FTS) da Rússia utiliza tecnologias de *big data* para monitorar a conformidade com o IVA. As declarações fiscais de IVA, contendo informações sobre todas as transações dos contribuintes, são apresentadas digitalmente no formato de arquivo XML. Todos os dados recebidos são cruzados e os casos potenciais de fraude são identificados automaticamente. A criação do “valor agregado” do IVA é monitorada pelo FTS ao longo do ciclo de vida da mercadoria ou serviço. Em comparação com o ano anterior, a implementação do sistema permitiu aumentar a arrecadação de IVA em 12,2% em 2015.

Por fim, como indicam van der Enden e Roytman, o *big data* pode ajudar os órgãos fiscais a examinar e entender a atividade histórica e o comportamento dos contribuintes através de:

1. Armazenamento das informações originais e não alteradas. Quanto maiores forem os volumes de dados brutos, maiores serão as possibilidades de processá-los, analisá-los e avaliá-los.
2. Análise ao longo de múltiplos períodos, contribuintes e domínios fiscais, permitindo às administrações planejar suas atividades de conformidade, controle e gestão de riscos e melhorar a prestação de serviços;
3. Coleta de insights dos clientes sobre a experiência, preferências e comportamento dos contribuintes e uso disso em abordagens de design de serviços altamente personalizadas e centradas no usuário.
4. Identificação e rastreamento de mudanças nas habilidades e desempenho dos contribuintes para permitir que os órgãos de receita respondam de maneira mais eficaz e oportuna. Isso pode

⁷ ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *Technologies for Better Tax Administration: A Practical Guide for Revenue Bodies*. Paris: OECD, 2016, p. 56. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/technologies-for-better-tax-administration_9789264256439-en.html. Acesso em: 14 jul. 2025.

ser determinado por características como a experiência relativa de um contribuinte em um novo negócio, eventos de vida específicos que possam desencadear a necessidade de respostas mais personalizadas, ou como um contribuinte pode operar de maneira diferente em uma variedade de tipos de impostos ou programas que a administração tributária opera, ou mudanças nas condições geográficas ou localização.

5. Apoiar os resultados de todo o governo por meio do compartilhamento de insights e informações.
6. Usando análises preditivas e simulações. A análise proativa do comportamento do contribuinte pode ajudar os órgãos de receita a economizar tempo, dinheiro e esforço durante o perfil de risco⁸.

4. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E *MACHINE LEARNING*

A definição de inteligência artificial também não possui consenso entre os acadêmicos, dada a sua aplicação multidisciplinar. No entanto, para os fins deste trabalho, adota-se a definição concebida por Mary-Anne Willians⁹ como:

Inteligência artificial é um campo científico que surgiu há menos de 70 anos. Ele oferece um conjunto de métodos e técnicas para entender sistemas inteligentes e construir tecnologia inteligente.

A tecnologia de IA pode tomar decisões, realizar ações, alcançar objetivos, aprender e se adaptar usando dados, heurísticas e regras codificadas. Tipicamente, a IA realiza tarefas específicas de maneira inteligente adequada à situação usando um conjunto de passos simples codificados em software e padrões que pode encontrar em dados digitais.

[...]

Pode executar decisões e ações de forma completamente autônoma ou fornecer assistência e recomendações a tomadores de decisão humanos em sistemas conhecidos como “*human-in-the-loop*”.

8 *Ibid.*, p. 53, tradução nossa.

9 WILLIAMS, Mary-Anne. Explainable artificial intelligence. In: VOGL, Roland (ed.). *Research Handbook on Big Data Law*. Cheltenham: Edward Elgar, 2021, p. 124, tradução nossa.

A inteligência artificial (IA), sobretudo por meio de técnicas avançadas de *machine learning*, introduz novas possibilidades no campo da administração tributária. Esses recursos tecnológicos permitem processar grandes volumes de dados em tempo real, automatizando tarefas complexas que antes demandavam esforço manual extenso, o que se traduz em maior eficiência e precisão na execução das atividades fiscais.

Ao detectar padrões que passariam despercebidos em análises convencionais, a IA contribui para a identificação de irregularidades e para a prevenção de fraudes, tornando a arrecadação mais segura e transparente. Além disso, o uso de algoritmos sofisticados possibilita a tomada de decisões fundamentadas em evidências concretas, o que otimiza o planejamento e a definição de estratégias de fiscalização, trazendo benefícios não apenas para a administração tributária, mas também para os contribuintes e para a gestão pública em geral.

Em termos de funcionamento, os sistemas de inteligência artificial, geralmente, possuem três componentes principais: (i) o *input*, que são os dados e informações fornecidos ao sistema, oriundos de ferramentas como o *big data*; (ii) o algoritmo, que é o conjunto de regras e instruções matemáticas elaboradas para o processamento desses dados e informações; e (iii) o *output*, que é o resultado do processamento dos dados e informações conforme as determinações contidas no algoritmo.

De modo simplificado, algoritmos são uma série de comandos e etapas formulados matematicamente para realizar uma determinada tarefa, utilizando, para isso, os dados fornecidos.

Em outros termos, Erik Navarro¹⁰ explica que:

[...] algoritmo é uma sequência de instruções que diz a um computador o que fazer. Como na metáfora da escada, o algoritmo divide determinada tarefa (chegar até o topo) em tarefas menores (passar por cada um dos degraus). Quanto ao seu funcionamento, podemos dividir os algoritmos em duas espécies: os programados e os não programados.

10 NAVARRO, Erik *apud* ABRAHAM, Marcus; CATARINO, João Ricardo. O uso da inteligência artificial na aplicação do direito público – o caso especial da cobrança dos créditos tributários – um estudo objetivado nos casos brasileiro e português. *e-Pública*, Lisboa, v. 6, n. 2, 2019, p. 188.

Algoritmos programados seguem as operações (‘o caminho’) definidas pelo programador. Assim, a informação ‘entra’ no sistema, o algoritmo faz o que está programado para fazer com ela, e o resultado (output) ‘sai’ do sistema. Referindo-se à operação de algoritmos programados, Alan Turing, no seminal *Computing Machinery and Intelligence*, escrito em 1950, propunha que, no lugar de se imitar o cérebro de um adulto, programando todas as operações a serem realizadas, seria mais produtivo adotar estratégia diversa: simular o cérebro de uma criança, com capacidade randômica de aprendizado. É mais ou menos isso que fazem os algoritmos não programados, chamados *learners*. Esses algoritmos criam outros algoritmos. Nesse caso, os dados e o resultado desejado são carregados no sistema (input), e este produz o algoritmo (output) que transforma um no outro. Como destaca Pedro Domingos, o computador escreve a própria programação, de forma que humanos não tenham que fazê-lo.

Outro conceito relevante em matéria de inteligência artificial é o do *data mining*, pois é através dele que ocorre a integração da inteligência artificial com as técnicas empregadas na análise avançada de dados e no *big data*, discutidas anteriormente. Conforme conceituam Sharda, Delen e Turban¹¹:

Tecnicamente falando, a mineração de dados é um processo que utiliza técnicas estatísticas, matemáticas e de inteligência artificial para extrair e identificar informações úteis e conhecimento subsequente (ou padrões) a partir de grandes conjuntos de dados. Esses padrões podem estar na forma de regras de negócios, afinidades, correlações, tendências ou modelos de previsão (ver Nemati e Barko, 2001). A maioria da literatura define a mineração de dados como “o processo não trivial de identificar padrões válidos, novos, potencialmente úteis e, em última análise, compreensíveis em dados armazenados em bancos de dados estruturados”, onde os dados estão organizados em registros estruturados por variáveis categóricas, ordinais e contínuas.

11 SHARDA, Ramesh; DELEN, Dursun; TURBAN, Efraim. *Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective*. 10. ed. [S. l.], Pearson, 2020, p. 223, tradução nossa.

O processo de mineração de dados, tradicionalmente realizado de forma manual pelos seres humanos, evoluiu devido ao aumento exponencial de dados a serem analisados e ao desenvolvimento de tecnologias de automação. Atualmente, esse processo é realizado por meio de algoritmos desenvolvidos para identificar correlações, padrões e realizar outras análises utilizando diversas técnicas de mineração, como classificação, regressão, *clustering*, associação, entre muitas outras.

O *machine learning* é outra questão que ganha cada vez mais relevância no contexto da inteligência artificial por propiciar maior automação de processos com menor intervenção humana. Este se “refere a algoritmos de computador que detectam padrões em dados e automaticamente melhoram seu próprio desempenho ao longo do tempo”¹².

Um interessante apontamento é feito por Harry Surden¹³ em relação à nomenclatura:

Note que a frase ‘*Machine Learning*’ não se refere a uma tecnologia específica. Em vez disso, é um termo guarda-chuva que cobre várias abordagens tecnológicas distintas que compartilham características similares. Os leitores podem ter encontrado nomes como ‘redes neurais’, ‘deep learning’, ‘classificação ingênua de Bayes’ e ‘regressão logística’, que são todas abordagens de *Machine Learning* mencionadas na mídia popular.

Em matéria de *machine learning*, há três abordagens de treinamento ou aprendizado do algoritmo que possuem maior destaque: o supervisionado, o não supervisionado e o por reforço.

O aprendizado supervisionado é o método em que o padrão aprendido pelo algoritmo decorre da rotulação dos dados de entrada e da saída desejada através de um treinamento realizado por humanos. Ou seja, possibilita a replicação automatizada de dados rotulados que não tenham sido previamente processados.

12 SURDEN, Harry. *Machine Learning* and law: An overview. In: VOGL, Roland (ed.). *Research Handbook on Big Data Law*. Cheltenham: Edward Elgar, 2021, p. 215, tradução nossa.

13 *Ibid.*, p. 217, tradução nossa.

Por outro lado, o aprendizado não supervisionado ocorre em relação a dados que não tenham sido previamente rotulados em relação à saída desejada. Neste método, “sem nenhuma informação sobre o resultado desejado, o aprendizado não supervisionado utiliza dados como entrada e os agrupa e segmenta com base em medidas de similaridade e probabilidades de pertencimento”¹⁴. Dessa forma, não há necessidade de intervenção humana, pois o próprio algoritmo realiza a detecção dos padrões nos dados para obtenção de determinado resultado.

Por fim, o método de aprendizado por reforço, conforme Willians¹⁵:

Utiliza de “recompensas” e “punições” para obtenção de melhores resultados de saída, aprendendo a selecionar ações que maximizem a recompensa acumulada em um ambiente interativo. O aprendizado por reforço depende do feedback do sistema sobre as próprias ações e experiências através de tentativa e erro. É prevalente em robótica e em outros domínios, como jogos de computador, onde um sistema de IA pode interagir com o ambiente, medir seu próprio desempenho e progresso em direção a um objetivo usando recompensas. Por exemplo, robôs podem aprender a se locomover mais rapidamente ao recompensar uma locomoção mais rápida, porque eles podem medir sua própria velocidade. O aprendizado por reforço pode ser usado para gerenciar o trade-off entre exploração e exploração que sistemas de IA frequentemente enfrentam em um ambiente específico, onde precisam decidir entre explorar, ou seja, uma ação não tentada, e explorar, ou seja, uma ação subótima conhecida. A estrutura de recompensa pode ser usada para determinar o equilíbrio do trade-off para que um agente possa tentar algo novo em situações onde o risco pode ser recompensado. O aprendizado por reforço também pode ser invertido e usado por um sistema de IA para aprender por observação e demonstração.

Um exemplo hipotético de aplicação de *machine learning* em uma administração tributária consiste na adoção de um sistema inteligente que classifica os contribuintes conforme seu nível de risco fiscal.

14 WILLIAMS, Mary-Anne. Explainable artificial intelligence. In: VOGL, Roland (ed.). **Research Handbook on Big Data Law**. Cheltenham: Edward Elgar, 2021, p. 243, tradução nossa.

15 *Ibid.*, p. 250.

Para isso, são empregados algoritmos de aprendizado supervisionado, alimentados com dados históricos sobre comportamento fiscal, declarações anteriores, segmento econômico, volume financeiro e outras variáveis pertinentes.

Uma vez implantado, o sistema categoriza automaticamente os contribuintes em faixas de risco (baixo, médio e alto), permitindo o direcionamento mais eficiente de recursos humanos e materiais. Contribuintes de risco elevado podem ser submetidos a fiscalizações específicas ou a monitoramento contínuo, ao passo que aqueles classificados como baixo risco podem usufruir de procedimentos simplificados, o que reduz custos e aprimora o relacionamento entre o Estado e os contribuintes.

Portanto, o emprego de técnicas avançadas de inteligência artificial, desse modo, constitui uma ferramenta estratégica para melhorar os processos administrativos, mitigar gastos e elevar a eficiência das operações na administração tributária.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, analisamos em profundidade como as tecnologias emergentes – *advanced analytics*, *big data* e inteligência artificial – vêm transformando a gestão tributária. Desde o princípio, evidenciou-se que essas soluções impulsionam a eficiência das atividades administrativas, gerando avanços notáveis nos âmbitos operacional, financeiro e estratégico.

O *advanced analytics*, com suas vertentes preditiva e prescritiva, revela-se um recurso valioso para as administrações tributárias. Ao antecipar possíveis inadimplências, flutuações de arrecadação em determinados segmentos e demais variáveis econômicas, torna-se viável adotar medidas preventivas. Dessa forma, os agentes integrantes da administração tributária podem ajustar rapidamente seus planos de ação, evitando perdas significativas e alocando recursos de maneira mais criteriosa.

Também se constatou que o uso estratégico de *big data* fortalece a capacidade analítica das administrações tributárias, ao reunir grandes volumes de dados de fontes diversas, como registros de contribuintes e informações bancárias. Essa consolidação de dados possibilita a compreensão mais ampla do comportamento econômico e fiscal, assegurando tomadas de decisão mais embasadas e aproximando a administração

tributária do contribuinte. As decisões ganham em agilidade e confiabilidade, refletindo em maior transparência e melhor relacionamento entre o Estado e a sociedade.

Por sua vez, a inteligência artificial, em especial as técnicas avançadas de *machine learning*, desponta como aliada fundamental na automação de rotinas antes onerosas e sujeitas a falhas humanas. Os algoritmos inteligentes permitem, por exemplo, classificar contribuintes por níveis de risco, de modo a direcionar fiscalizações e acompanhamentos de forma mais específica. Essa abordagem oferece rapidez na identificação de inconsistências, reduz custos administrativos e aprimora o desempenho global das ações fiscais.

A integração entre essas ferramentas – a previsão fornecida pelo *advanced analytics*, a amplitude de dados do *big data* e a automação inteligente da IA – resulta em uma gestão tributária ainda mais ágil e eficiente, alinhada às práticas internacionais. Com processos bem estruturados e baseados em análises fundamentadas, as administrações tributárias ampliam sua capacidade de resposta aos desafios diários, otimizam recursos e melhoram a interação com os contribuintes.

Conclui-se, assim, que a adoção integrada dessas tecnologias não apenas representa uma oportunidade de modernização, mas constitui uma real necessidade estratégica para as administrações tributárias estaduais brasileiras. É fundamental promover investimentos em infraestrutura tecnológica, na capacitação das equipes e em políticas públicas claras, que incentivem um uso responsável e transparente dessas soluções. As melhorias decorrentes dessa modernização beneficiam tanto a arrecadação quanto a gestão pública, garantindo um ambiente fiscal mais justo, confiável e eficiente para toda a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, Marcus; CATARINO, João Ricardo. O uso da inteligência artificial na aplicação do direito público – o caso especial da cobrança dos créditos tributários – um estudo objetivado nos casos brasileiro e português. *e-Pública*, Lisboa, v. 6, n. 2, 2019.

GARCIA, Leonardo Marques. **O uso de ferramentas de Data Analytics pelo Auditor Governamental**. Brasília, DF: TCU/ Instituto Serzedello Corrêa, 2019, p. 22.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Advanced Analytics for Better Tax Administration: Putting Data to Work**. Paris: OECD, 2016. p. 17. Disponível em: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2016/05/advanced-analytics-for-better-tax-administration_g1g6743d/9789264256453-en.pdf. Acesso em: 14 jul. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Tax Administration 2023: Comparative Information on OECD and other Advanced and Emerging Economies**. Paris: OECD, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/900b6382-en>. Acesso em: 14 jul. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. **Technologies for Better Tax Administration: A Practical Guide for Revenue Bodies**. Paris: OECD, 2016. Disponível em: https://www.oecd.org/en/publications/technologies-for-better-tax-administration_9789264256439-en.html. Acesso em: 14 jul. 2025.

PAŁKA, Przemysław; LIPPI, Marco. Big data analytics, online terms of service and privacy policies. *In*: VOGL, Roland (ed.). **Research Handbook on Big Data Law**. Cheltenham: Edward Elgar, 2021, p. 116-117.

SHARDA, Ramesh; DELEN, Dursun; TURBAN, Efraim. **Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective**. 10. ed. [S. l.]: Pearson, 2018.

SURDEN, Harry. *Machine Learning* and law: An overview. *In*: VOGL, Roland (ed.). **Research Handbook on Big Data Law**. Cheltenham: Edward Elgar, 2021, p. 217.

WILLIAMS, Mary-Anne. Explainable artificial intelligence. *In*: VOGL, Roland (ed.). **Research Handbook on Big Data Law**. Cheltenham: Edward Elgar, 2021.