

# O uso de ferramentas tecnológicas, *big data* e *data science* na otimização das atividades de auditoria fiscal da Sefaz/CE

Leveraging technological tools, big data, and data science to optimize tax auditing activities at the Ceará State Finance Secretariat (Sefaz/CE)

<https://doi.org/10.32586/rcda.v24i1.1041>

**Ana Kelly Rodrigues Fernandes<sup>1</sup>**

**Marcus Vinícius Veras Machado<sup>2</sup>**

**Luana Claudio Sombra<sup>3</sup>**

**Fabrício Carneiro Linhares<sup>4</sup>**

**Everton Bessa Pessoa<sup>5</sup>**

## RESUMO

A modernização da administração tributária no Brasil tem sido impulsionada por avanços tecnológicos, especialmente desde a implementação da Nota Fiscal Eletrônica (NF-e) em 2006 e do Sistema Público de Escrituração Digital (SPED) em 2007. Essas inovações digitalizaram os processos fiscais, aumentando a transparência e aprimorando a fiscalização. Diante desse contexto, este estudo abordou o uso de tecnologias na Secretaria da

1 Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Federal do Ceará (UFC). E-mail: annakl0112@gmail.com

2 Graduado em Ciências Contábeis pela Universidade de Fortaleza (Unifor) e em Direito pela Universidade Federal do Ceará (UFC); especialista em Contabilidade e Controle pela Unifor e em Administração Universitária pela Universidade da Flórida/USA; mestre em Administração pela UFPB e PhD em Educação Superior pela Universidade do Arizona/USA. Atualmente, é professor do Doutorado Profissional em Economia do Setor Público da UFC e Controlador Geral do Município de Aracati. E-mail: marcusmachado@ufc.br

3 Graduada em Ciências Contábeis pela Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA). Especialista em Administração Pública pela Faculdade Estácio do Ceará. Mestre em Economia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Atualmente, é contadora da UFC, na função de Coordenadora de Governança de Contratações da Pró-Reitoria de Planejamento e Administração. Professora do Curso de Especialização em Gestão Universitária da UFC. E-mail: luanasombra@ufc.br

4 Graduado em Economia pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Mestre em Economia pela UFC e PhD em Economia pela University of New Hampshire (EUA). Pesquisador nas áreas de desenvolvimento econômico e finanças públicas. Atualmente, é professor titular da UFC, responsável pelas disciplinas de Econometria e Séries Temporais, e coordenador do Programa de Pós-Graduação Profissional em Economia da UFC. E-mail: flinhares@caen.ufc.br

5 Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Especialista em Administração Tributária pela Universidade de Rio Branco (2008). Mestre em Administração e Controladoria pela UFC. Atualmente é Auditor Fiscal da Receita Estadual - Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ/CE). Desempenha suas funções como Orientador da Célula de Planejamento e Acompanhamento do Monitoramento e Fiscalização (CEPAM). E-mail: everton.bessa@sefaz.ce.gov.br

Fazenda do Estado do Ceará (Sefaz/CE), com o objetivo geral de analisar o uso de ferramentas tecnológicas como *big data* e *data science* para a melhoria da atividade de auditoria fiscal executada pela Sefaz/CE. A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentando-se na análise documental disponível no Portal da Transparência da Sefaz/CE e em entrevista semiestruturada com o gestor do setor de planejamento tributário. O principal achado da pesquisa é a otimização do monitoramento das obrigações tributárias por meio de análise preditiva em tempo real que permite a detecção antecipada de riscos e fraudes. Os resultados mostraram que a integração de sistemas como o Sistema de Controle da Ação Fiscal Eletrônico (CAF-e) e a modelagem estatística fortalece o controle e a arrecadação, enquanto soluções automatizadas ampliam a eficiência da fiscalização, reduzindo a sonegação e otimizando a arrecadação estadual.

**Palavras-chave:** auditoria fiscal; ferramentas tecnológicas; *big data*; *data science*.

## ABSTRACT

The modernization of tax administration in Brazil has been driven by technological advances, particularly following the implementation of the Electronic Invoice (NF-e) in 2006 and the Public Digital Bookkeeping System (SPED) in 2007. These technological innovations have digitized tax processes, increased transparency, and improved fiscal auditing. In light of this context, this study addressed the use of technologies by the Ceará State Finance Secretariat (Sefaz/CE), with the general objective of analyzing the use of technological tools such as big data and data science to improve the tax auditing activity carried out by Sefaz/CE. The research adopted a qualitative and descriptive approach, based on documentary analysis of materials available on the Sefaz/CE Transparency Portal and on a semi-structured interview with the manager of the tax planning sector. The main finding of the research is the optimization of tax obligations monitoring through real-time predictive analysis that allows for early detection of risks and fraud. The results showed that the integration of systems such as the Electronic Tax Ac-

tion Control System (ETACS) and statistical modeling strengthens control and revenue collection, while automated solutions enhance audit efficiency, reducing tax evasion and optimizing state revenue.

**Keywords:** tax auditing; technological tools; big data; data science.

Avaliado pelo sistema  
double blind review  
(SEER/OJS – versão 3)



Data de submissão: 02/06/2025

Data de aprovação: 22/08/2025

Data de versão final: 08/09/2025

Data de publicação online: 15/12/2025

## 1 INTRODUÇÃO

O cenário global hodierno é marcado por uma intensa transformação digital que atinge diversos setores da sociedade. Nesse contexto, as administrações tributárias buscam continuamente aprimorar seus processos e aumentar a eficácia das ações fiscais por meio da adoção de soluções tecnológicas. A Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (Sefaz/CE), por exemplo, investe continuamente em sua modernização. A incorporação de tecnologias inovadoras, *big data* e a ciência de dados têm permitido a automação de processos, a análise de grandes volumes de dados e a identificação de padrões que antes demandavam esforços manuais e dispendiosos.

Essa evolução tecnológica amplia a capacidade de fiscalização e reforça a transparência e a confiabilidade do sistema tributário. Tais avanços se evidenciam, por exemplo, na implementação da NF-e em 2006, que digitalizou processos fiscais e inaugurou uma nova era de controle baseado em dados estruturados. Um ano mais tarde, em 2007, surge o Sistema Público de Escrituração Digital (SPED), que instaurou um conjunto de iniciativas que modernizaram a administração tributária nacional por meio da digitalização de processos. Tais avanços abrem espaço para uma auditoria fiscal mais técnica e robusta capaz de assegurar maior integridade e confiabilidade na arrecadação.

Instituída por meio de um movimento de reorganização administrativa no século XIX, a Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará desempenha grandes responsabilidades na administração tributária do estado, ou seja, gerenciar a arrecadação de tributos estaduais, bem como fiscalizar e gerir os recursos financeiros que sustentam as políticas públicas cearenses.

Em consonância com os padrões de modernização fiscal nacionalmente observados, a instituição fiscalizadora necessita, de maneira tempestiva, incorporar o uso de novas tecnologias em suas atividades em um contexto de crescente complexidade tributária, em que cada vez mais se fala sobre fraudes empresariais e crimes de sonegação fiscal.

Conforme disposto no artigo primeiro da Lei nº 8.137/1990, constitui crime contra a ordem tributária suprimir ou reduzir tributos, contribuições sociais e seus acessórios, mediante condutas como omitir ou fornecer informações falsas às autoridades fazendárias, fraudar a fiscalização tributária, alterar ou falsificar notas fiscais, entre outras práticas.

À luz do exposto, este estudo investiga a seguinte questão-problema: de que maneira ferramentas tecnológicas, *big data* e *data science* podem aprimorar as atividades de auditoria fiscal conduzidas pela Sefaz/CE?

Com o propósito de elucidar a problemática delineada, estabeleceu-se como objetivo geral analisar de que maneira ferramentas tecnológicas, *big data* e métodos de *data science* podem aprimorar as atividades de auditoria fiscal conduzidas pela Sefaz/CE. Para operacionalizar essa meta, definiram-se dois objetivos específicos: (i) investigar a estrutura e a natureza das ações empreendidas pela Sefaz/CE no âmbito da auditoria fiscal; e (ii) examinar as tecnologias emergentes aplicadas ao processamento e à análise dos dados fiscais, avaliando seu potencial de melhoria da eficiência e da efetividade dessas atividades.

Esta pesquisa empregou uma abordagem qualitativa descritiva, permitindo contextualizar de forma detalhada os fenômenos investigados. A coleta de dados baseou-se em duas técnicas: (i) análise documental, fundamentada em informações disponibilizadas no Portal da Transparência

do Governo do Estado, e (ii) entrevista semiestruturada conduzida com o gestor do setor de planejamento tributário. Os dados obtidos foram posteriormente tratados e analisados com o auxílio do Microsoft Excel.

O estudo justifica-se pelo impacto positivo que tais tecnologias podem acarretar para a modernização da gestão fazendária. Em um cenário global de transformação digital, o uso de soluções baseadas em ferramentas tecnológicas não apenas contribui para a redução da evasão fiscal e o fortalecimento da arrecadação tributária, como também promove maior eficiência e transparência, alinhando-se às exigências de uma sociedade cada vez mais conectada. Por fim, o estudo se apresenta como uma contribuição tanto para o avanço acadêmico quanto para a prática administrativa, explorando um campo ainda emergente e com um alto potencial de aplicação.

Este estudo é composto por cinco seções: a primeira apresenta a introdução. A segunda apresenta o referencial teórico, que sustenta a pesquisa com a base conceitual necessária, abordando os conceitos de receita pública, auditoria governamental, *big data* e *data science*, além de apresentar estudos anteriores correlatos; a terceira seção detalha a metodologia adotada; a quarta discute, interpreta e analisa os resultados obtidos; e, por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente seção é subdividida nos seguintes tópicos: receita pública, auditoria governamental, *big data*, *data science* e estudo anterior correlato. O estudo baseia-se na literatura existente, direcionada para a análise realizada nos supracitados assuntos, correlacionando-os ao tema estudado.

O primeiro tópico contextualizará e conceituará o tema, isto é, receita pública. O segundo abordará aspectos da auditoria governamental como um instrumento administrativo promotor do controle de processos internos. O terceiro e o quarto tópicos discutem, respectivamente, os principais conceitos de *big data* e *data science*, disciplinas voltadas à análise

massiva de dados e à construção de modelos preditivos. No quinto tópico, apresentar-se-á um estudo correlato ao tema.

## **2.1 Receita pública**

Sob a perspectiva contábil, a receita pode ser compreendida como um acréscimo no ativo ou uma redução nos passivos que resulta no aumento do patrimônio líquido. No setor público, esse conceito ganha contornos específicos, sendo entendido como a entrada de recursos nos cofres públicos, oriunda de direitos a receber com base em leis, contratos ou fundos com destinação específica. Kohama (2016) explica que a receita pública abrange todos os recolhimentos feitos ao Estado, bem como as variações ativas registradas no momento em que ocorre o fato gerador, independentemente de serem em numerário ou em bens que representem valores, desde que sejam arrecadados por direito legal, contratual ou por outros títulos que favoreçam o Estado.

Segundo o Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público MCASP (2024), as receitas públicas podem ser classificadas, quanto à sua natureza, em receitas orçamentárias e extraorçamentárias. A arrecadação de ingressos orçamentários deverá atender obrigatoriamente a programas e ações governamentais, configurando-se como uma entrada de recursos de modo definitivo, aumentando o patrimônio público, e deve ter sua previsão no orçamento anual. Os ingressos extraorçamentários são recursos financeiros de caráter temporário, que modificam o patrimônio financeiro sem impactar na situação patrimonial líquida.

Nesse sentido, ainda conforme o MCASP (2024), as receitas públicas, ou receitas orçamentárias, estão divididas quanto à classificação econômica entre receitas correntes e receitas de capital. De acordo com o artigo 11 da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, tal classificação está sujeita à subdivisão em receitas tributárias, de contribuições, patrimoniais, agropecuárias, industriais, de serviços, além de outras receitas pro-

venientes de recursos financeiros recebidos de pessoas jurídicas de direito público ou privado, estando destinadas a atender ao custeio de despesas classificáveis em despesas correntes ou de custeio e em despesas de capital (Brasil, 1964).

De acordo com o artigo 12, da Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, constituem as despesas de capital (as quais são custeadas pelas receitas de capital) os investimentos, que se referem aos gastos com a execução de obras, compra de imóveis, equipamentos e material permanente, aumento do capital de empresas que não sejam de caráter comercial ou financeiro; as inversões financeiras, que se configuram como aquisições de imóveis, bens de capital em uso, compra de ações ou participação em empresas, desde que não aumente o seu capital; além das transferências que se entendem como recursos destinados a investimentos ou inversões realizadas por terceiros (públicos ou privados), sem retorno direto de bens ou serviços, incluindo amortização da dívida pública (Brasil, 1964).

A receita pública tem a finalidade de atender às necessidades da sociedade, permitindo à União, aos estados, ao Distrito Federal e aos municípios prestar serviços, adquirir bens e realizar obras essenciais; pode ser classificada como receita tributária, subdivisão que consiste nos conceitos de impostos, taxas e contribuições de melhoria. Tal como previsto no artigo 145 da Constituição Federal de 1988:

A União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios poderão instituir os seguintes tributos: I - impostos; II - taxas, em razão do exercício do poder de polícia ou pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição; III - contribuição de melhoria, decorrente de obras públicas (Brasil, 1988).

O Código Tributário Nacional, em seu artigo 77, estabelece que as taxas, quando criadas pela União, pelos estados, pelo Distrito Federal ou pelos municípios, são devidas pelo exercício do poder de polícia ou pelo uso de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contri-

buinte de forma efetiva ou potencial (Brasil, 1966). Compreende-se que as taxas não apenas garantem a manutenção dos serviços públicos, mas também asseguram que a atuação do Estado, em atividades específicas, seja adequadamente financiada pelos próprios beneficiários desses serviços. Conforme Giacomoni (2017), as taxas constituem tributos vinculados que são exigidos em decorrência de uma atuação estatal específica, como a prestação de serviços públicos ou o exercício do poder de polícia, diferenciando-se dos impostos, que não possuem contraprestação direta. No âmbito da administração pública, representam uma forma de arrecadação voltada ao custeio das atividades estatais específicas que beneficiam diretamente o contribuinte.

A Lei Complementar nº 87 de 1996 estabelece em seu artigo primeiro que é de responsabilidade dos estados e do Distrito Federal instituir o imposto sobre as operações de circulação de mercadorias, bem como sobre as prestações de serviços de transporte interestadual, intermunicipal e de comunicação, mesmo que essas operações e prestações tenham início no exterior (ICMS). Representa o tributo de maior relevância em termos de volume de arrecadação entre os impostos estaduais. Os estados, por meio de lei ordinária, definem as regras para a tributação das operações relacionadas à circulação de mercadorias, estabelecendo o contribuinte, o fato gerador, as alíquotas e as normas para a fiscalização, que é realizada por agentes próprios.

Em suma, receita pública representa o montante de recursos financeiros arrecadados pela União, pelos estados, pelos municípios e pelo Distrito Federal para financiar suas atividades e obrigações, de maneira a contribuir para o equilíbrio patrimonial do ente, sendo essencial para a manutenção das políticas públicas e dos serviços oferecidos à sociedade. No contexto da Sefaz/CE, esse conceito ganha relevância prática, pois a arrecadação estadual é fortemente dependente do ICMS, tributo que representa a maior parte da receita corrente. Tal característica exige mecanismos eficientes de fiscalização e auditoria, capazes de reduzir a evasão

e garantir que o montante arrecadado seja compatível com o potencial econômico do estado.

## 2.2 Auditoria governamental

A auditoria pode ser conceituada como um mecanismo pelo qual a gestão promove o controle efetivo dos processos internos, assegurando que as informações estejam em conformidade com os regulamentos vigentes. No setor público, ela se configura como uma ferramenta essencial para garantir a transparência na aplicação dos recursos governamentais.

Segundo as perspectivas apresentadas por Peter e Machado (2014), em um estudo abrangente sobre a auditoria aplicada ao setor público, a auditoria governamental está subdividida em duas vertentes: auditoria tributária-fiscal e auditoria de gestão pública, a qual pode ser conceituada conforme Peter e Machado (2014, p. 94):

Uma atividade de avaliação voltada para o exame, visando à comprovação da legalidade e legitimidade, adequação dos sistemas de controles internos e dos resultados obtidos quanto aos aspectos da economicidade, eficiência e eficácia da aplicação dos recursos públicos. Uma auditoria que busca corrigir o desperdício, a improbidade, a negligência e a omissão, e ainda, principalmente, antecipando-se a essas ocorrências, a garantia dos resultados pretendidos, destacando os impactos e os benefícios sociais advindos (Peter; Machado, 2014, p. 94).

Outrossim, cabe mencionar os moldes de execução da auditoria governamental. A auditoria direta é realizada exclusivamente por servidores públicos dos órgãos de controle e pode ser centralizada, quando executada por auditores em órgãos centrais ou setoriais do Sistema de Controle Interno, ou descentralizada, quando conduzida por servidores em unidades regionais desse sistema. A modalidade indireta, por sua vez, utiliza profissionais independentes ou externos contratados para tarefas específicas,

podendo ser terceirizada quando realizada por empresas privadas sob supervisão pública. A auditoria compartilhada ocorre quando há cooperação entre auditores da própria entidade e dos órgãos de controle, enquanto a subsidiária é conduzida pelas unidades internas de controle da administração pública sob a orientação de órgãos externos. Já a auditoria integrada é coordenada por um órgão central, contando com auditores tanto centrais quanto regionais. Por fim, a auditoria simplificada utiliza dados eletrônicos para análises, evitando deslocamentos e priorizando o custo-benefício, ainda segundo Peter e Machado (2014).

No âmbito de utilização das novas tecnologias para a otimização das atividades de auditoria na arrecadação, faz-se necessário elucidar alguns dos principais objetos de atuação e da auditoria governamental, como a arrecadação das receitas tributárias e os sistemas eletrônicos de processamento de dados. Esses sistemas, segundo Peter e Machado (2014), estão direcionados a verificar, por exemplo, a segurança dos sistemas de *software*, o desempenho das atividades desenvolvidas pela área de tecnologia da informação, além da segurança física e virtual do ambiente de processamento de dados.

Ainda conforme o proposto por Peter e Machado (2014), a segunda vertente da auditoria governamental, caracteriza-se como a auditoria tributária-fiscal, que pode ser entendida como a atividade conduzida pelo setor público sobre o patrimônio privado, objetivando verificar e, se necessário, efetuar correções das práticas contributivas, seja de impostos, taxas ou contribuições de melhoria. Nesse sentido, sob a óptica da contabilidade e das escriturações fornecidas ao fisco, a auditoria atua de modo a evidenciar as movimentações geradoras de efeito fiscal, se é permitida a verificação da legitimidade e a legalidade das práticas tributárias, como o cumprimento de obrigações fiscais.

Portanto, a auditoria governamental é essencial para assegurar a conformidade legal, eficiência e transparência na gestão pública, dividindo-se em auditoria tributária-fiscal e de gestão pública. A auditoria tributária-fiscal destaca-se pela fiscalização de tributos e correção de ir-

regularidades, promovendo equidade tributária, em um cenário de crescente evolução tecnológica em que a gestão pública poderá otimizar suas atividades por meio da utilização de ferramentas digitais, fortalecendo a arrecadação e combatendo fraudes, garantindo uma administração pública mais transparente.

### 2.3 Big data

Conforme Shahnawaz e Kumar (2025), o conceito de *big data* está relacionado a grandes volumes de dados extensos, heterogêneos e complexos, cuja gestão ultrapassa a capacidade dos métodos tradicionais de armazenamento e análise. Esse universo informacional cresce de forma contínua, não apenas em volume, mas também em diversidade, sendo alimentado por diferentes fontes, como redes sociais, dispositivos de internet das coisas (IoT), transações financeiras e bases públicas abertas.

Nesse sentido, mais do que um simples repositório de informações, o *big data* constitui um ecossistema tecnológico que integra coleta, armazenamento, processamento e análise em larga escala. Ao reunir estatística, aprendizado de máquina e técnicas avançadas de mineração de dados, torna-se possível identificar padrões econômicos, sociais e comportamentais que antes passavam despercebidos, ampliando o suporte à tomada de decisão em ambientes dinâmicos e complexos (Shahnawaz; Kumar, 2025).

Para a compreensão de suas especificidades, o *big data* costuma ser descrito a partir das chamadas dimensões dos “v’s”. Inicialmente limitadas a volume, velocidade e variedade, tais características foram posteriormente ampliadas para incluir veracidade, valor, visualização e variabilidade. Essas dimensões compõem uma estrutura conceitual robusta que não apenas define o fenômeno, mas também evidencia os desafios inerentes à sua manipulação: desde a confiabilidade e a qualidade dos dados (veracidade) até a extração de valor prático e a necessidade de ferramentas de visualização escaláveis que tornem os resultados inteligíveis (Shahnawaz; Kumar, 2025).

Conforme Sun *et al.* (2024), o *big data* provocou transformações profundas nas formas de coleta, processamento e análise de informações, alterando significativamente os mecanismos de auditoria e fiscalização. No setor público, essa evolução é particularmente relevante, pois os dados antes restritos a registros administrativos e contábeis passaram a ser complementados por informações externas, como movimentações de mercado, transações eletrônicas e até dados de comportamento do contribuinte. Esse conjunto informacional mais amplo fortalece a atuação de órgãos de controle, como a Sefaz, ao permitir análises preditivas, cruzamento de bases e identificação de padrões que antes permaneceriam invisíveis em auditorias convencionais.

Além disso, a capacidade de processar grandes volumes de informações impulsiona a análise em áreas como saúde, educação e economia. Por exemplo, a mineração de dados clínicos viabiliza diagnósticos mais rápidos e personalizados; no campo econômico, a análise de transações financeiras em tempo real pode orientar políticas públicas e decisões regulatórias; na educação, dados de desempenho e interação digital de alunos permitem estratégias pedagógicas mais direcionadas (Shahnawaz; Kumar, 2025).

Dessa forma, observa-se que o *big data* não apenas amplia a disponibilidade e a diversidade das informações utilizadas na contabilidade e auditoria, mas também redefine os métodos de análise e fiscalização, exigindo a incorporação de novas práticas tecnológicas e de governança. Conforme Sun *et al.* (2024), a adoção de algoritmos de aprendizado de máquina e ferramentas analíticas avançadas permite maior precisão na detecção de riscos, otimiza o monitoramento em tempo real e fortalece a transparência nos processos de auditoria. No entanto, tais benefícios vêm acompanhados de desafios significativos relacionados à privacidade, à segurança da informação e à necessidade de atualização contínua de padrões técnicos e normativos.

Com base no exposto nesta seção, verificam-se aspectos que complementam e expandem os estudos anteriores ao evidenciar o papel do *big data* como elemento central na transformação digital contemporânea. Destaca-se sua função não apenas como repositório massivo de dados, mas como um ecossistema capaz de integrar técnicas de mineração, aprendizado de máquina e análise preditiva aplicáveis em diferentes esferas sociais, desde a gestão fiscal até a formulação de políticas públicas. Nesse contexto, o *big data* consolida-se como ferramenta estratégica para a tomada de decisão, favorecendo maior eficiência, transparência e capacidade de antecipação de riscos, fatores que o tornam indispensável para organizações públicas e privadas na atualidade.

## 2.4 *Data science*

Segundo Escovedo e Koshiyama (2020), *data science* ou ciência de dados refere-se ao conjunto de métodos, que possuem o objetivo de analisar uma quantidade grande de dados, a fim de que se possa compreender e visualizar as informações que esses dados carregam para que seja possível tomar decisões e prever possíveis resultados finais com base nos dados. Por se tratar de um conceito amplo, o *data science* engloba outras técnicas como a mineração de dados, que consiste na descoberta de informações no conjunto de dados ao se observar padrões por meio de análises estatísticas e com a utilização de aprendizado de máquina. De modo que, o *data science* não é uma ferramenta, mas sim um conjunto de métodos com o objetivo de apoiar decisões de negócio baseadas em dados.

Por meio da aplicação de técnicas estatísticas, a ciência de dados é capaz de analisar grandes volumes de dados e representá-los visualmente em gráficos e outras formas de visualização. Esse processo facilita a interpretação e a compreensão dos dados, permitindo a análise do seu comportamento ao longo do tempo. Adicionalmente, por meio de métodos de análise probabilística, é possível realizar previsões sobre futuros resul-

tados. Este conjunto de práticas é frequentemente denominado *business intelligence* (BI) ou inteligência de negócios.

Nesse mesmo sentido, segundo Soares (2020), a ciência de dados aplicada à auditoria interna amplia de forma significativa as possibilidades de análise, incorporando técnicas como estatística descritiva, mineração de dados, inteligência artificial (IA) e aprendizado de máquina. Essas ferramentas permitem não apenas automatizar tarefas rotineiras, mas também aprimorar a detecção de fraudes e a previsão de riscos, fortalecendo a eficiência e a abrangência do trabalho do auditor.

Contudo, mais do que ganhos operacionais, a integração de dados estruturados e não estruturados, possibilitando a identificação de padrões ocultos que dificilmente seriam percebidos por métodos tradicionais. Assim sendo, Soares (2020) sugere que a ciência de dados reposiciona a auditoria interna em um patamar estratégico, apoiando a gestão na antecipação de riscos emergentes e no processo decisório.

Entretanto, é importante observar que, embora tais benefícios sejam relevantes, a adoção intensiva dessas técnicas também traz desafios. A dependência crescente de algoritmos e ferramentas automatizadas pode gerar riscos adicionais relacionados à confiabilidade dos modelos e à governança dos dados. Além disso, a utilização de informações provenientes de fontes externas, como redes sociais, levanta questões éticas e de privacidade que não podem ser negligenciadas.

Assim, pode-se dizer que a contribuição da ciência de dados para a auditoria interna não reside apenas em seu potencial de aumentar a eficiência, mas também em sua capacidade de transformar o papel da auditoria em um agente estratégico da organização. Todavia, esse movimento exige uma reflexão crítica sobre os limites e responsabilidades associados ao uso de dados em larga escala.

Com base no exposto nesta seção, observa-se que a ciência de dados reúne técnicas estatísticas, mineração de dados e aprendizado de máquina para apoiar decisões estratégicas. Sua aplicação não se limita ao

campo empresarial, mas também alcança áreas como auditoria interna, finanças e gestão pública. Nesse contexto, destaca-se seu papel essencial na transformação digital e no fortalecimento da eficiência organizacional.

## 2.5 Estudos anteriores correlatos

Este tópico apresenta o estudo anterior correlato intitulado “Identificação de evasão fiscal utilizando dados abertos e inteligência artificial”, publicado em 2022 na Revista de Administração Pública, de autoria de Otávio Calaça Xavier, Sandrerley Ramos Pires, Thyago Carvalho Marques e Anderson da Silva Soares.

O artigo investigou a evasão fiscal no Brasil, que representa cerca de 8% do PIB, e propõe o uso de IA e dados abertos para auxiliar auditores fiscais na identificação de sonegadores. Dada a restrição legal ao uso de dados sensíveis dos contribuintes, a pesquisa se baseia exclusivamente em informações públicas disponibilizadas por órgãos como a Receita Federal e o Conselho Administrativo Tributário do Estado de Goiás.

Foram desenvolvidos três modelos de *machine learning* utilizando *Random Forest*, ou seja, algoritmos de aprendizado de máquina baseados em árvores de decisão, Redes Neurais Multicamadas e Redes Neurais para Grafos (GNNs). Os grafos correspondem a uma estrutura matemática usada para representar relações entre objetos. Após refinamentos, o modelo *Random Forest* obteve o melhor desempenho, superior a 98%, demonstrando a eficácia do método para prever perfis de inadimplência fiscal. A pesquisa também revelou que os modelos baseados em grafos podem ser úteis para representar relações complexas entre empresas, sócios e atividades econômicas, contribuindo para uma análise mais detalhada.

Como aplicação prática, os pesquisadores desenvolveram um sistema de *software* visual, projetado para ser utilizado pelos auditores fiscais do estado de Goiás. A ferramenta permite a segmentação de empresas de

acordo com o risco de inadimplência, otimizando a fiscalização e tornando os processos administrativos mais ágeis e assertivos.

O estudo demonstra que a integração de técnicas de IA às bases de dados abertas constitui uma estratégia eficaz para aprimorar a detecção de evasão fiscal, configurando-se, ademais, como uma metodologia passível de replicação por outras unidades da Federação. A pesquisa evidencia que a adoção de tecnologias avançadas moderniza a administração tributária e contribui para mitigar os efeitos da sonegação sobre a economia nacional.

Apesar dos resultados promissores, algumas limitações merecem consideração. A exclusividade de dados abertos pode restringir a acurácia dos modelos preditivos e a aplicação empírica circunscrita ao estado de Goiás compromete a generalização dos achados. Não obstante, o trabalho distingue-se pelo uso inovador de técnicas de IA e pelo desenvolvimento de uma interface visual voltada a auditores fiscais. Mesmo alicerçado em informações públicas, o método proposto revela-se replicável e apto a elevar a eficiência das atividades de fiscalização.

Pelo exposto, observa-se que o estudo vai ao encontro de outros trabalhos científicos que também abordam o impacto de ferramentas tecnológicas nas atividades de arrecadação de receitas públicas.

### **3 METODOLOGIA**

Entende-se como pesquisa científica uma investigação metódica e rigorosa que busca produzir conhecimento novo e confiável sobre um determinado fenômeno que envolve planejamento, formulação de hipóteses e a análise crítica dos dados coletados. De acordo com Gil (2019), a pesquisa científica pode ser compreendida como um processo estruturado, fundamentado em metodologia científica, que busca soluções para problemas específicos por meio da aplicação de métodos científicos e da escolha adequada de tipos de pesquisa.

Para Aragão e Neta (2017), a relevância metodológica decorre da adoção consciente de distintos procedimentos capazes de satisfazer os objetivos da investigação. A variedade de métodos disponíveis amplia o senso crítico do pesquisador e enriquece as reflexões sobre o tema. Nesse sentido, é fundamental destacar que a escolha da metodologia não é um processo aleatório, mas sim uma decisão estratégica que deve ser fundamentada na natureza do problema de pesquisa e nos objetivos traçados.

A escolha da metodologia, como enfatizam Marconi e Lakatos (2017), não se limita à seleção de técnicas e instrumentos; envolve uma profunda reflexão sobre a natureza do problema de pesquisa e a construção de um caminho metodológico que se ajuste à realidade investigada. De modo que a pesquisa científica deve ser um processo dinâmico e adaptativo, capaz de responder às demandas de cada contexto. Ao selecionar uma metodologia, o pesquisador não apenas escolhe ferramentas, mas também define uma postura epistemológica diante do objeto de estudo, buscando construir um conhecimento que seja relevante e significativo para o corpo social.

### **3.1 Tipologia da pesquisa**

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa descritiva, pois busca observar, registrar, analisar e correlacionar fatos ou fenômenos conforme Marconi e Lakatos (2017). A pesquisa fundamenta-se na análise documental, com o uso de dados oriundos de boletins de arrecadação e informações que, até o momento, têm sido pouco exploradas cientificamente, proporcionando, assim, uma abordagem inovadora e aprofundada.

Adotou-se, neste estudo, uma abordagem qualitativa, caracterizada pela busca de compreensão profunda dos fenômenos a partir da interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos. Essa abordagem permite a coleta de dados em ambientes naturais, nos quais o pesquisador assume um papel central como principal instrumento de observação e

análise. Além disso, valoriza-se mais o processo investigativo do que os resultados em si, proporcionando flexibilidade e riqueza descritiva, conforme Pereira *et al.* (2018). Essa perspectiva favorece uma análise indutiva e detalhada das informações, essenciais para compreender fenômenos sociais complexos.

A análise foi conduzida por meio de um método indutivo, característico das pesquisas qualitativas, o qual não parte de hipóteses previamente estabelecidas, mas sim da observação sistemática dos dados para, então, construir teorias e inferências. Este processo visa identificar padrões recorrentes e categorias emergentes que possam surgir durante a interpretação dos dados, permitindo ao pesquisador estruturar o conhecimento de forma progressiva e aberta a novas descobertas, conforme Pereira *et al.* (2018). A pesquisa também empregou a análise dos dados utilizando aspectos da estatística descritiva para melhor explicar as tabelas demonstradas no estudo.

### **3.2 Coleta e tratamento de dados**

A coleta de dados iniciou-se com a análise da Lei nº 16.710/2018, que disciplina as atividades de arrecadação da Sefaz/CE. Na etapa seguinte, foram extraídas informações do Portal da Transparência relativas ao período 2019-2023, a fim de examinar a evolução da receita estadual no contexto pós-pandemia de covid-19.

Nesse sentido, foram coletados os dados de arrecadação do ICMS, o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços, extraído os valores a partir do Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) quantificados na planilha; em seguida, esses valores foram submetidos a um tratamento por meio do Excel, software capaz de transformar os dados em gráficos e tabelas. Outrossim, foi realizada a análise documental dos boletins de arrecadação do mesmo período a fim de obter um maior detalhamento das receitas advindas do Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores, o IPVA.

A pesquisa utilizou uma entrevista semiestruturada com o gestor do setor de Planejamento Tributário, por se entender que o mesmo teria as condições ideais para se garantir a confiabilidade da pesquisa, tendo em vista que somente o gestor da área poderia dar as informações possíveis e permitidas. A entrevista buscou obter dados precisos de aspectos qualitativos e experiências diretas relacionadas às mudanças nas estratégias de arrecadação, monitoramento, fiscalização e administração fiscal dos últimos anos com o advento das tecnologias emergentes.

A entrevista semiestruturada caracteriza-se por sua flexibilidade, na qual o entrevistador utiliza um conjunto de questões previamente elaboradas, permitindo, ao longo da conversa, a inclusão de novas perguntas. Conforme Gil (2019), tal abordagem configura-se como um meio de coleta de dados que possui como principal vantagem “A adequação às características do entrevistado” (Gil, 2019, p. 129). A presente análise tem como objetivo identificar as principais percepções do gestor do setor mencionado, acerca das inovações tecnológicas e avanços nos processos fiscais.

Para o tratamento metodológico da entrevista, foram realizados o registro, a organização, a análise e a interpretação dos dados coletados. Inicialmente, a entrevista foi integralmente transcrita, mantendo-se o conteúdo original. Em seguida, os dados foram organizados por temas. Na terceira etapa foi realizada a análise de conteúdo, que incluiu uma pré-análise do material transcrito para identificar as ideias principais, seguida de uma interpretação à luz dos objetivos da pesquisa e do referencial teórico.

A conversa foi captada por chamada de vídeo por meio da ferramenta Google Meet, com o seguinte roteiro, composto por oito questões de características qualitativas e abertas:

1. Já existe um sistema estruturado de *big data* ou outra tecnologia avançada para a coleta e integração dos dados de arrecadação e dos contribuintes? Se sim, quais são as principais funcionalidades e limitações desse sistema?

2. A Sefaz/CE já utiliza ou tem planos de implementar tecnologias de inteligência artificial para prever comportamentos fiscais ou identificar inconsistências nos dados dos contribuintes?

3. As auditorias fiscais realizadas pela Sefaz/CE são conduzidas predominantemente por meio de sistemas digitais ou ainda há uma dependência significativa de verificações presenciais (*in loco*)?

4. Como são realizados os autos de infração atualmente? Existe uma padronização digital para a identificação, elaboração e registro desses autos?

5. Há mecanismos específicos de fiscalização baseados no Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)?

6. A Sefaz/CE utiliza ferramentas de análise preditiva para identificar contribuintes ou setores com maior risco de inadimplência ou sonegação? Quais critérios são priorizados nesses modelos?

7. Qual é a visão da Sefaz/CE sobre o impacto do uso de novas tecnologias, como IA, no aumento da eficiência das atividades de arrecadação?

8. Como a Sefaz/CE avalia o progresso tecnológico nos últimos cinco anos? Houve algum avanço significativo em termos de sistemas de arrecadação ou fiscalização?

## 4 ESTUDO DE CASO

A Lei nº 16.710, promulgada em 21 de dezembro de 2018, estabelece as diretrizes a serem adotadas pela gestão do Poder Executivo do Estado do Ceará, além de definir a estrutura administrativa estadual, na qual a Sefaz/CE se configura como uma secretaria integrante da administração direta do Governo do Estado.

O texto destaca em seu capítulo primeiro as competências cabíveis à instituição fiscalizadora: a administração da receita pública, a coordenação das atividades de tributação, isto é, a definição de políticas tributárias, a aplicação de taxas e a manutenção de um sistema tributário eficaz, bem como a arrecadação e recolhimento das receitas estaduais, ou seja, atua no moni-

toramento e cobrança de tributos, bem como na implementação de mecanismos para facilitar o pagamento de impostos e minimizar a evasão fiscal.

Adicionalmente, a lei apresenta, como uma atividade primordial executada pelo órgão, o gerenciamento e a divulgação das informações financeiras e contábeis, o que promove transparência e precisão nas contas públicas, permitindo uma melhor gestão dos recursos e facilitando a tomada de decisão informada em todos os níveis do governo estadual, além de atuar na prevenção e resolução de litígios tributários, o que envolve a administração de disputas relacionadas à aplicação das leis tributárias, trabalhando tanto na esfera administrativa quanto na judicial para solucionar conflitos e promover a justiça fiscal. Portanto, o órgão desempenha seu papel como uma instituição fiscalizadora competente e eficaz dentro da estrutura do governo estadual.

Foi concedida por um auditor fiscal da Célula de Planejamento e Acompanhamento do Monitoramento e Fiscalização (Cepam) uma entrevista semiestruturada que abrangeu tópicos como o uso de *big data*, IA, modernização de processos de fiscalização, padronização digital de autos de infração e o impacto das novas tecnologias na eficiência das atividades de arrecadação.

Indagado acerca da existência de um sistema integrado de coleta e consolidação de dados, o auditor informou que a Sefaz/CE utiliza a plataforma “Receita”. Esse sistema centraliza todas as informações de arrecadação do estado, possibilitando consultas abrangentes por meio do Documento de Arrecadação Estadual (DAE), emitido por órgãos como a Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará (Semace) e o Departamento Estadual de Trânsito (Detran). Destacou-se, ainda, que a ferramenta simplifica as pesquisas internas: além do número do DAE, permitem-se buscas pelo cadastro do contribuinte ou pelo período de arrecadação, facultando o acesso a dados desagregados: valor principal, multas e juros.

O entrevistado reconheceu, contudo, limitações na versão atual do sistema, notadamente a dificuldade de integração com soluções mais

modernas e a insuficiente transparência oferecida ao contribuinte. Nesse sentido, enfatizou a necessidade de incorporar tecnologias avançadas, incluindo recursos de *big data*, que viabilizem a visualização dos próprios dados em plataformas interoperáveis ou em planilhas analíticas. À luz dessas lacunas, a plataforma “Receita” encontra-se em processo de aprimoramento, com o objetivo de suprir tais deficiências. Segundo o auditor, as melhorias projetadas deverão ampliar a transparência fiscal e proporcionar aos contribuintes uma compreensão mais clara e detalhada de suas obrigações tributárias.

Outro aspecto abordado na entrevista consiste na aplicação de técnicas de modelagem estatística e *big data* para identificação de anomalias fiscais. O auditor descreveu um processo no qual anomalias são detectadas com base em parâmetros econômicos e operacionais, por exemplo, a identificação de inconsistências na arrecadação de um contribuinte em um determinado período em que podem ser observadas quedas significativas no montante arrecadado. Cabe pontuar que tal análise é realizada respeitando a sazonalidade. Quando uma discrepância é identificada, um auditor é designado para investigar e notificar o contribuinte. Tal utilização da IA e modelagem econométrica visa aumentar a precisão das fiscalizações e reduzir falsos positivos, aprimorando a eficiência da administração tributária. O auditor também enfatizou a importância de incorporar as justificativas dos contribuintes como variáveis adicionais nos modelos, de modo a evitar erros futuros.

Ademais, conforme destacado pelo entrevistado, atualmente existem dois formatos de fiscalização: a digital e a fiscalização *in loco*. A fiscalização digital ocorre de forma remota, utilizando tecnologias para análise de dados, cruzamento de informações e monitoramento de operações, reduzindo a necessidade de deslocamento dos auditores. Além disso, trata-se do principal modelo de atuação, sendo amplamente adotado devido à sua eficiência na identificação de inconsistências e no acompanhamento das atividades fiscais de maneira remota. Nesse contexto, cabe mencionar a importância da

fiscalização documental, o que possibilita a identificação de eventuais irregularidades, como omissão de receitas, uso indevido de créditos tributários ou outras práticas que possam configurar sonegação fiscal.

Por outro lado, a fiscalização *in loco* exige a presença física dos fiscais para a verificação direta de determinados aspectos que não podem ser analisados apenas digitalmente. Um exemplo desse modelo é a triagem de mercadorias em fronteiras estaduais, que consiste no processo de verificação e controle de bens que transitam entre diferentes unidades federativas, com o objetivo de garantir o cumprimento da legislação tributária, especialmente em relação ao ICMS. Para isso, os fiscais atestam a regularidade do pagamento de tributos e conferem se as mercadorias transportadas correspondem às informações declaradas. Em alguns casos, também são realizadas inspeções físicas em cargas que passam por postos fiscais para evitar fraudes, como subfaturamento e transporte de mercadorias sem nota fiscal.

Outro exemplo de verificação *in loco* é a fiscalização de processos industriais, que envolve a análise detalhada das etapas de produção dentro de um estabelecimento. Nesses casos, a inspeção física permite avaliar aspectos como a conformidade dos registros contábeis e fiscais, a correta aplicação da tributação sobre a produção, o controle de estoques e a utilização de incentivos fiscais, quando aplicável.

A partir de 2020, a Sefaz/CE implementou o sistema CAF-e, que digitalizou todo o processo de elaboração e gestão de autos de infração. O auditor relatou que anteriormente o sistema exigia impressão dos autos, o que demandava tempo e recursos. Com a digitalização, o fluxo tornou-se mais eficiente, com todas as evidências e provas armazenadas eletronicamente. O sistema foi citado como uma referência nacional em modernização e controle de autos de infração. O auditor destacou a existência de diversos parâmetros utilizados no processo de auditoria fiscal para seleção e planejamento, como o Código Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e a localidade do contribuinte. Com base nesses critérios, a Se-

faz/CE consegue realizar variadas análises, como avaliações comparativas entre empresas de mesmo porte e atividade econômica, contribuindo para uma tomada de decisão mais estratégica.

Adicionalmente, a Sefaz/CE vem reforçando a malha fiscal mediante a adoção de técnicas de modelagem preditiva sustentadas por um conjunto robusto de indicadores, indícios, regras tributárias e bases de dados estruturadas. A aplicação desse arcabouço ocorre de forma incremental, permitindo identificar e hierarquizar contribuintes com maior probabilidade de inadimplência ou de envolvimento em práticas de sonegação. Ao incorporar tais tecnologias, o órgão visa não apenas aprimorar a acurácia das auditorias, mas também racionalizar o uso de recursos de fiscalização, orientando-os para situações de maior relevância fiscal.

As ferramentas preditivas mostram-se particularmente eficazes na detecção de organizações fraudulentas, as denominadas “empresas de fachada”, criadas para gerar créditos fiscais fictícios mediante operações inexistentes, manipulação de registros contábeis e redução artificial da carga tributária de terceiros, o que ocasiona perdas expressivas ao erário estadual. Nesse contexto, a integração de métodos de IA e *big data* ao processo de monitoramento potencializa a capacidade institucional de mitigar tais prejuízos e de preservar a integridade das receitas públicas.

Ao ser questionado sobre o real impacto do uso de novas tecnologias como a inteligência artificial e *big data* nas atividades de arrecadação, o entrevistado destacou a Sefaz/CE como um órgão que mantém esforços contínuos para atingir plena modernização. É evidente que o volume de informações e dados que são armazenados pelo órgão demandam computadores com alta capacidade de processamento o que permitiu a evolução das antigas ferramentas de análise dotadas de limitações técnicas e com baixa capacidade operacional para uma plataforma sistematizada de *big data* que permitiu adaptar os modelos operacionais e ampliar a capacidade analítica. Conforme apresentado pelo auditor, o Ceará tornou-se uma referência nacional nessa área, atraindo outras Secretarias da Fazenda de

demais unidades federativas para conhecer o trabalho desenvolvido com *big data*.

O entrevistado salientou que a Sefaz/CE tem direcionado investimentos para a adoção de soluções de automação inteligente, dentre as quais se destacam robôs de processos (*bots*) concebidos para executar tarefas repetitivas e de baixa complexidade. Tais rotinas reduzem o tempo de processamento, mitigam erros operacionais e geram economia de recursos.

Paralelamente, encontra-se em desenvolvimento um assistente virtual (*chatbot*) voltado ao atendimento de contribuintes, projetado para dirimir dúvidas sobre intimações, cobranças e demais interações frequentes. A iniciativa é complementada por esforços na incorporação de modelos de Inteligência Artificial generativa, de modo a dotar o *chatbot* de capacidade de aprendizagem contínua a partir de diálogos anteriores. Espera-se, assim, que o sistema realize análises preliminares e desempenhe atividades rotineiras de forma autônoma, contribuindo para a modernização dos fluxos de atendimento e para o fortalecimento das funções de fiscalização.

Posteriormente, o entrevistado reconheceu que os avanços tecnológicos nos últimos cinco anos trouxeram desafios e oportunidades para a Sefaz/CE. O auditor destacou que a evolução tecnológica em áreas como impressão 3D, criptomoedas e plataformas de streaming tem aumentado a complexidade da questão tributária. Como exemplo, citou que a impressão por tecnologia 3D poderia ser entendida tanto como a fabricação de um produto quanto como a prestação de um serviço. Dessa forma, novas demandas tecnológicas acarretam adaptações no sistema fiscal, a fim de evitar lacunas legais.

O objetivo da instituição estadual é adaptar-se às mudanças tecnológicas, trazendo mudanças regulatórias de forma proativa, estabelecendo uma estrutura tributária mais robusta e alinhada às demandas contemporâneas.

#### 4.1 A arrecadação tributária do estado do Ceará

A Tabela 1 apresenta a composição da arrecadação estadual no Ceará entre 2020 e 2024. Os dados quantificados representam a arrecadação própria, ou seja, recursos que não provêm de transferências constitucionais.

O Gráfico 1 traz a variação monetária da arrecadação do IPVA no estado do Ceará nos anos de 2020 a 2024, demonstrando um crescimento contínuo ao longo do período analisado. Convém destacar que o IPVA está associado à posse e não ao consumo de veículos; por essa razão, sua arrecadação revela menor sensibilidade a choques econômicos quando comparada a tributos como o ICMS, de natureza essencialmente consumista. Além disso, o IPVA geralmente é arrecadado no início do exercício fiscal, o que antecedeu os graves impactos da pandemia de covid-19 em 2020.

Ao analisar a Tabela 1, observa-se que, entre os anos de 2020 e 2021, ocorreu uma variação nominal positiva de aproximadamente 9% na arrecadação do IPVA. Destaca-se, ainda, o expressivo crescimento entre 2021 e 2022, quando a arrecadação aumentou em aproximadamente 26%. A variação nominal corresponde à diferença absoluta entre os valores de um período para outro, sem considerar os efeitos do Índice de Preços ao Consumidor (IPCA).

Tabela 1 – Arrecadação tributária Sefaz/CE entre 2020 e 2024. Valores em milhões R\$

Ano	ICMS	%	IPVA	%	ITCD	%	Outros	%	Total geral
2020	13.228,87	91%	1.080,89	7%	71,85	0%	116,27	1%	14.497,88
2021	16.239,80	92%	1.178,58	7%	95,86	1%	186,06	1%	17.700,31
2022	17.154,22	91%	1.480,60	8%	143,91	1%	165,97	1%	18.944,70
2023	17.077,69	89%	1.882,23	10%	112,42	1%	221,65	1%	19.294,00
2024	20.237,15	90%	1.985,16	9%	128,02	1%	194,20	1%	22.544,52

Fonte: Sefaz (2025).

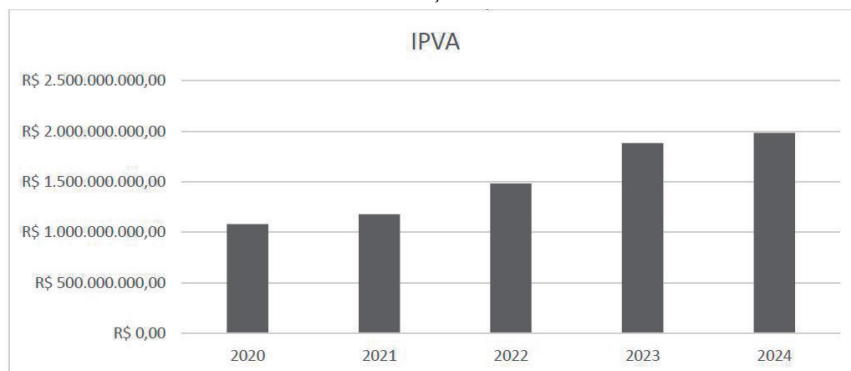
Dada a variação apresentada, cabe mencionar o aumento na frota veicular. Conforme os boletins de arrecadação de 2021 e 2022 apresentados no *site* da Sefaz/CE, a frota tributada correspondia a 2.270.051 veícu-

los em 2021 e 2.332.921 veículos em 2022. Outro aspecto observado na Tabela 1 é que, entre os anos de 2022 e 2023, o aumento na arrecadação foi ainda maior, chegando a uma variação nominal de aproximadamente 27%. No entanto, conforme o boletim de arrecadação da Sefaz/CE, em 2023, a frota tributada correspondia a 2.311.782 veículos.

Entre os anos de 2023 e 2024, a variação nominal é mais discreta que as observadas nos períodos anteriores, correspondendo a um acréscimo de aproximadamente 5%. O número de veículos tributados em 2024 foi 2.333.868, segundo o boletim de arrecadação da Sefaz/CE.

Os impactos da crise sanitária da covid-19 no setor automotivo refletiram fortemente na oferta de veículos novos, resultando em um aumento significativo no valor venal dos veículos usados no cenário nacional a partir de 2022. O cálculo do IPVA baseia-se em uma fórmula simples, que considera o produto entre o valor venal do veículo e a alíquota estabelecida pelo estado de registro. O valor venal é determinado a partir de estimativas de mercado, realizadas anualmente por tabelas oficiais, como a Tabela Fipe (Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas).

Gráfico 1 – Dados de arrecadação do IPVA entre 2020 e 2024



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Cumprе salientar que o Imposto sobre a Propriedade de Veículos

Automotores (IPVA) no Ceará passou por algumas mudanças entre 2020 e 2024. Durante esse período, embora a maioria das alíquotas tenha permanecido inalterada, houve ajustes específicos para veículos elétricos e motocicletas de baixa cilindrada. A partir de 1º de janeiro de 2021, foi implementada uma política de transição para a tributação de veículos movidos exclusivamente a motor elétrico. Inicialmente, a alíquota foi fixada em 0,5%, com um aumento progressivo de 0,5% ao ano até que o valor se igualasse às alíquotas padrão da categoria correspondente. Adicionalmente, em 2024, foi concedido um benefício fiscal para motocicletas, motonetas, ciclomotores e triciclos com potência de até 125 cilindradas. A alíquota padrão para esses veículos era de 2%, mas uma redução de 50% foi aplicada para proprietários que não tiveram infrações registradas nos 12 meses anteriores ao exercício do benefício, reduzindo a alíquota efetiva para 1% nesses casos.

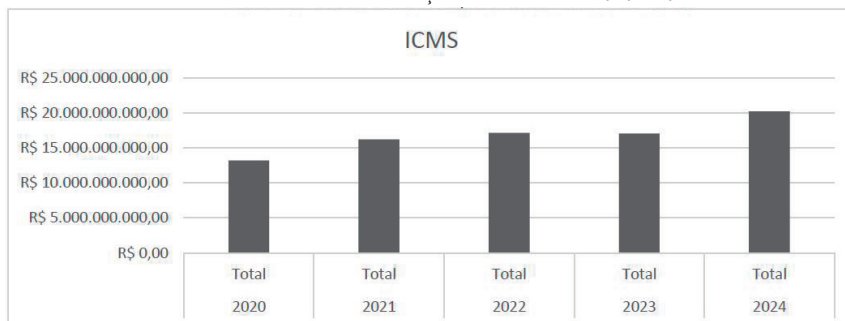
Após analisar a evolução da arrecadação do IPVA nos últimos cinco anos, apresentada no Gráfico 1, observa-se que essa arrecadação depende de diversas variáveis, como o número de veículos tributados, o valor venal dos automóveis e as mudanças nas alíquotas. Com o uso de *big data*, a exemplo do que foi mencionado no estudo de Sun *et al.* (2024), a Sefaz/CE pode analisar grandes volumes de dados históricos para prever tendências de arrecadação, identificar padrões de inadimplência e otimizar políticas tributárias. Adicionalmente, modelos de *machine learning* podem ser treinados para prever a arrecadação futura do IPVA com base em variáveis, como crescimento da frota, inflação, políticas fiscais e mudanças no mercado automotivo.

O Gráfico 2 apresenta o comparativo da arrecadação do ICMS no Ceará entre os anos de 2020 e 2024. Observa-se que em 2020 foi registrado o menor montante arrecadado, na casa dos 13 bilhões de reais, aproximadamente 7 bilhões a menos que em 2024, que, conforme o gráfico analisado, corresponde ao período de maior arrecadação.

Observa-se, ainda, um crescimento de aproximadamente 23% na arrecadação entre os anos de 2020 e 2021, o que corresponde à maior variação entre anos consecutivos no período analisado. A única variação negativa conforme o gráfico apresentado está entre 2022 e 2023, correspondendo a menos de 1%.

No ano de 2020, a pandemia de covid-19 impactou de maneira devastadora a economia mundial, refletindo em todo Brasil e também no estado, ocasionando queda no consumo e na atividade econômica. De maneira exemplificativa, cabe mencionar a redução da mobilidade como um todo nos períodos de isolamento social, refletindo diretamente na queda da arrecadação sobre a venda de combustíveis. Além disso, o mesmo isolamento promoveu períodos de fechamento temporário de estabelecimentos considerados não essenciais, o que reduziu a arrecadação sobre setores varejistas e de entretenimento.

Gráfico 2 – Dados de arrecadação do ICMS entre 2020 e 2024



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

No exercício de 2021, conforme dados extraídos do boletim de arrecadação, os cofres estaduais receberam um total de R\$ 26,815 bilhões, considerando tanto arrecadação própria quanto as transferências constitucionais, o que representa um aumento de 25,24% em comparação com 2020. Especificamente para o ICMS, houve um aumento nominal de 22,75% e um aumento real (ajustado pelo IPCA) de 13,33%.

Além disso, a variação mensal da arrecadação entre 2020 e 2021, conforme os boletins de arrecadação dos respectivos anos, apresentou oscilações significativas, especialmente entre os meses de maio e junho, período em que as variações alcançaram, respectivamente, 65,78% e 48,25%.

Cabe pontuar que, em 2022, o estado adotou o disposto na Lei Complementar 194/2022, a qual limita a cobrança do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) incidindo sobre produtos e serviços fundamentais, incluindo combustíveis, energia elétrica, comunicações e transporte coletivo, de modo que a alíquota geral do ICMS no Ceará para operações com energia elétrica, combustíveis e serviços de comunicação (que representam parcela significativa da arrecadação do estado como será exposto posteriormente) foi reduzida de 25% e 27% para 18%. Essa mudança significativa na política tributária foi implementada como uma estratégia para aliviar o custo desses itens essenciais para os consumidores e padronizar as alíquotas em âmbito nacional.

Em 2024 a arrecadação do ICMS foi aproximadamente 18% maior que o ano anterior. Cabe pontuar que, nesse período, entrou em vigor, no âmbito estadual, a Lei nº 18.305/2023, que elevou a alíquota básica do ICMS de 18% para 20% nas operações internas com diversas mercadorias. Além disso, foram recalculados os percentuais de cargas líquidas estabelecidos na Lei nº 14.237/2008, que trata do regime de substituição tributária. Esses ajustes refletem a nova alíquota de 20%, afetando as operações realizadas por contribuintes do ICMS enquadrados nas atividades econômicas especificadas.

Conforme mencionado anteriormente na descrição da entrevista cedida pelo gestor do setor de Planejamento Tributário da Sefaz/CE, entre os parâmetros utilizados na fiscalização, destacam-se análises baseadas em critérios como os códigos CNAE. Considerando a relevância do ICMS para a arrecadação estadual e com o objetivo de enriquecer a análise, a Tabela 2 sintetiza informações disponíveis no *site* da Sefaz/CE, apresentando a arrecadação do ICMS segmentada por cada código CNAE. Com o

objetivo de otimizar a análise, foram selecionadas as dez categorias com maior arrecadação entre 2020 e 2023.

Tabela 2 – Análise da arrecadação por códigos CNAE, valores expressos em milhões de reais

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	2020	2021	2022	2023
1113502	Fabricação de cervejas e chopes	R\$ 1.442,28	R\$ 2.195,74	R\$ 1.968,12	R\$ 2.116,09
1921700	Fabricação de produtos do refino de petróleo	R\$ 1.230,18	R\$ 1.551,69	R\$ 1.636,53	R\$ 1.296,50
1122499	Fabricação de outras bebidas não alcoólicas não especificada	R\$ 1.161,85	R\$ 1.075,32	R\$ 1.244,83	R\$ 781,54
3511501	Geração de energia elétrica	R\$ 722,12	R\$ 790,45	R\$ 878,32	R\$ 917,14
3514000	Distribuição de energia elétrica	R\$ 395,26	R\$ 519,34	R\$ 495,18	R\$ 585,94
4639701	Comércio atacadista de produtos alimentícios em geral	R\$ 418,90	R\$ 482,02	R\$ 502,32	R\$ 582,75
4681801	Comércio atacadista de Combustíveis e Lubrificantes	R\$ 380,61	R\$ 431,08	R\$ 505,13	R\$ 573,52
4644301	Comércio atacadista de medicamentos e drogas de uso humano	R\$ 429,13	R\$ 533,93	R\$ 510,17	R\$ 329,09
1062700	Moagem de trigo e fabricação de derivados	R\$ 213,60	R\$ 273,53	R\$ 246,45	R\$ 316,11
4781400	Comércio varejista de artigos do vestuário e acessórios	R\$ 194,97	R\$ 256,82	R\$ 303,07	R\$ 294,89

Fonte: Sefaz (2020/2023).

Observa-se na Tabela 2 que os setores de bebidas alcoólicas e não alcoólicas, assim como o de refino de petróleo, correspondem a uma parcela significativa da arrecadação do ICMS no período analisado. A primei-

ra categoria apresentou uma variação superior a 50% entre 2020 e 2021. No entanto, entre 2022 e 2023, o segmento de fabricação de bebidas não alcoólicas sofreu uma queda de aproximadamente 37%. A Tabela 2 demonstra que o setor de fabricação de cervejas e chopes é o de maior arrecadação e de grande relevância para a receita estadual. Esse cenário indica a importância do setor no contexto econômico local, sendo essencial para o planejamento e aprimoramento das estratégias fiscais da Sefaz/CE.

Outro aspecto relevante é a variação positiva contínua no setor de geração de energia elétrica durante todo o período analisado. Além disso, pode-se destacar o segmento de comércio atacadista de medicamentos e drogas de uso humano, que em 2021 teve seu pico na arrecadação durante o período analisado.

Para catalogar e elaborar a segmentação dos dados conforme o setor da economia, refletem-se conceitos como o volume sob a óptica do *big data*, no qual se baseiam os modelos de armazenamento dos dados, por exemplo, a memória de valores de todos os cupons fiscais emitidos pelos segmentos varejistas. Além disso, a variedade dos dados, outro pilar do *big data*, conforme Shahnawaz e Kumar (2025), é evidente na diversidade de setores analisados, abrangendo desde o comércio atacadista de produtos alimentícios até a fabricação de automóveis. Essa heterogeneidade de informações exige sistemas capazes de integrar diferentes tipos de dados estruturados e não estruturados, permitindo análises mais precisas.

A ideia de variedade também se aplica à diversidade das atividades econômicas, abrangendo desde a distribuição de energia elétrica até o comércio atacadista de medicamentos. Isso reforça a importância da análise de múltiplos fatores que evidenciam a complexidade do ambiente fiscal, como as diferentes alíquotas aplicadas a cada setor e a necessidade de modalidades específicas de arrecadação. Um exemplo disso é a aplicação do ICMS sobre o Diferencial de Alíquota (DIFAL), mecanismo que busca equilibrar a arrecadação tributária entre os estados brasileiros em operações interestaduais.

O DIFAL é aplicado principalmente em transações que envolvem consumidores finais não contribuintes do ICMS, como pessoas físicas ou empresas que não utilizam os bens ou serviços adquiridos em suas atividades comerciais. Outra modalidade relevante é o ICMS de Substituição Tributária, regime criado para simplificar o processo de arrecadação.

Outro aspecto que deve ser considerado ao se analisar as atividades de auditoria fiscal é a necessidade da fiscalização quase que simultânea das ocorrências geradoras. Nesse sentido, o conceito de velocidade no contexto de grandes volumes de dados é crucial, pois permite o processamento de informações em tempo real ou em intervalos curtos. Essa capacidade possibilita ajustes rápidos nas estratégias de fiscalização e arrecadação, garantindo que a administração pública reaja de forma ágil a possíveis irregularidades ou alterações no comportamento econômico dos contribuintes.

Em suma, a segmentação apresentada de forma a simplificar as tabelas já existentes no Portal da Transparência da Sefaz/CE demonstra que a instituição utiliza-se de ferramentas como a mineração de dados e modelos de aprendizado de máquina para identificar padrões e anomalias nos comportamentos tributários de empresas de um mesmo segmento econômico. Esses métodos permitem detectar irregularidades de maneira mais eficiente e prever potenciais riscos fiscais, contribuindo para uma gestão tributária mais estratégica e orientada por dados. Adicionalmente, ao aplicar modelos de visualização e análise probabilística, é possível traduzir dados complexos em representações gráficas claras, auxiliando auditores na compreensão de tendências e comportamentos ao longo do tempo.

O conceito de velocidade, no contexto do *big data*, destaca-se especialmente quando sistemas de IA são utilizados para processar e analisar dados quase em tempo real. Isso possibilita uma reação rápida a alterações no cenário econômico ou a identificação precoce de fraudes, maximizando a eficiência e minimizando as perdas tributárias. Essa integração entre ciência de dados, IA e estratégias fiscais reforça o papel dessas tecnologias na modernização e otimização das atividades de auditoria fiscal da administração pública.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos dados analisados, o objetivo geral proposto pela pesquisa foi alcançado, uma vez que se constatou, a partir da entrevista aplicada, que a modernização contínua e a implementação de tecnologias fortaleceu o controle fiscal, melhorou a arrecadação e otimizou a eficiência da auditoria fiscal. O uso do sistema CAF-e e da modelagem estatística ajudou na identificação de anomalias fiscais e no controle da arrecadação, tornando a fiscalização mais eficiente.

O primeiro objetivo específico proposto pela pesquisa também foi atingido. A pesquisa detalhou as principais atividades executadas pelo órgão na fiscalização tributária. Além disso, o estudo abordou o papel da Sefaz/CE na prevenção e resolução de litígios tributários, bem como a digitalização dos processos fiscais, como a implementação do sistema CAF-e e o uso de modelagem estatística para identificar anomalias fiscais. A análise documental e a entrevista aplicada permitiram uma visão ampla das estratégias utilizadas na auditoria.

Conforme a entrevista semiestruturada apresentada no estudo, a Sefaz/CE implementou o sistema CAF-e, que permitiu a automação das atividades e a virtualização de documentos, proporcionando mais eficiência e agilidade aos processos e dando uma efetividade maior às ações fiscalizatórias. Além disso, a pesquisa evidenciou o potencial da utilização de ferramentas tecnológicas, *big data* e *data science* na fiscalização e na arrecadação tributária. Assim, observou-se o alcance do segundo objetivo específico da pesquisa.

A investigação demonstrou ainda que a adoção de ferramentas analíticas, especialmente de módulos de análise preditiva em tempo real, aprimora substancialmente os processos de monitoramento das obrigações tributárias dos contribuintes. Ao detectar padrões recorrentes e antecipar inconsistências potenciais, tais modelos auxiliam na mensuração do risco fiscal e na identificação de anomalias com maior acurácia. Nesse contexto,

verificou-se que plataformas automatizadas, aliadas a algoritmos preditivos, elevam a eficiência da arrecadação e proporcionam ganhos tangíveis de transparência e precisão às auditorias.

Os avanços identificados conduzem à otimização da eficiência das atividades inerentes à Sefaz/CE, proporcionando o aumento da efetividade das ações fiscalizatórias, melhoria da arrecadação e, por consequência, incremento no financiamento das demandas sociais e atendimento dos anseios da população cearense.

Não obstante os benefícios observados, a pesquisa também reconhece externalidades negativas relacionadas à intensificação tecnológica, entre as quais se destacam a redução de postos de trabalho em funções operacionais e o incremento de vulnerabilidades cibernéticas, que podem culminar em ataques ou vazamento de dados sensíveis.

No âmbito metodológico, a principal limitação reside na circunscrição do estudo à Sefaz/CE, restringindo a generalização dos achados a outras jurisdições. Futuras investigações devem, portanto, ampliar o escopo geográfico para incluir secretarias fazendárias de outras unidades federativas e incorporar múltiplos informantes, contemplando distintos níveis hierárquicos. Tal expansão permitirá uma análise comparativa mais robusta acerca da incorporação de tecnologias emergentes nas atividades de auditoria fiscal e de seus respectivos impactos sobre eficiência, equidade e segurança da gestão tributária.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, J. W. M.; NETA, M. A. H. **Metodologia Científica**. Salvador, BA: Faculdade de Educação, Superintendência de Educação a Distância, 2017. E-book (51 p.) ISBN: 978-85-8292-131-9. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/30900>. Acesso em: 25 ago. 2024.

BRASIL. **Constituição** (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei Complementar nº 4.320**, de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal. Brasília: Presidência da República, 1964. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l4320.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4320.htm). Acesso em: 24 Out. 2024.

BRASIL. **Lei nº 5.172**, de 25 de outubro de 1966. Institui o Código Tributário Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 out. 1966.

BRASIL. **Lei Complementar nº 87**, de 13 de setembro de 1996. Dispõe sobre o imposto dos estados e do Distrito Federal sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação – ICMS, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 set. 1996. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp87.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp87.htm). Acesso em: 04 mar. 2025.

BRASIL. **Lei nº 8.137**, de 27 de dezembro de 1990. Define crimes contra a ordem tributária, econômica e contra as relações de consumo, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 dez. 1990.

BRASIL. **Lei Complementar nº 194**, de 23 de junho de 2022. Altera a Lei Complementar nº 87, de 13 de setembro de 1996, e a Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966, para considerar bens e serviços essenciais os

combustíveis, a energia elétrica, as comunicações e o transporte coletivo. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 jun. 2022.

BRASIL. **Manual de Contabilidade Aplicada ao Setor Público**. 10. ed. Brasília, DF: Secretaria do Tesouro Nacional, 2024. Disponível em: <https://www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/manual-de-contabilidade-aplicada-ao-setor-publico-mcasp/2024/26>. Acesso em: 7 ago. 2024.

CEARÁ. **Lei nº 16.710**, de 21 de dezembro de 2018. Dispõe sobre o modelo de gestão do Poder Executivo e altera a estrutura da administração estadual. Diário Oficial do Estado, Fortaleza, CE, 27 dez. 2018. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/legislacao-do-ceara/organizacao-tematica/orcamento-financas-e-tributacao/item/6514-lei-n-16-710-de-21-12-18-republicado-no-d-o-de-27-12-18>. Acesso em: 04mar. 2025.

CEARÁ. **Lei nº 18.305**, de 15 de fevereiro de 2023. Altera a Lei nº 12.670, de 30 de dezembro de 1996, que dispõe acerca do ICMS, a Lei nº 14.237, de 10 de novembro de 2008, que dispõe sobre o regime de substituição tributária nas operações realizadas por contribuintes do ICMS enquadrados nas atividades econômicas que indica, e a Lei nº 18.154, de 12 de julho de 2022, que estabelece alíquotas do ICMS, relativamente às operações e prestações que indica. Diário Oficial do Estado do Ceará, Fortaleza, CE, 15 fev. 2023. Disponível em: <https://belt.al.ce.gov.br/index.php/component/k2/item/8265-lei-n-18-305-de-15-02-23-d-o-15-02-23>. Acesso em: 04mar. 2025.

ESCOVEDO, T.; KOSHIYAMA, A. **Introdução a Data Science**: Algoritmos de *Machine Learning* e métodos de análise. 1. ed. São Paulo: Casa do Código, 2020.

GIACOMONI, J. **Orçamento Público**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

KOHAMA, H. **Contabilidade pública: teoria e prática**. 15. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. de A. **Fundamentos de metodologia científica**. 8.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

PEREIRA, A. S. *et al.* **Metodologia da Pesquisa Científica**. 1. ed. Santa Maria, RS: UFSM-NTE, 2018. E-book (114 p.) Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>. Acesso em: 10 set. 2024.

PETER, M. G.; MACHADO, M. V. **Manual de Auditoria Governamental**. São Paulo: Atlas, 2014.

SHAHNAWAZ, M.; KUMAR, M. A comprehensive survey on Big Data Analytics: characteristics, tools and techniques. **ACM Computing Surveys**, v. 57, n. 8, art. 196, p. 1-33, mar. 2025. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3718364>. Acesso em: 17 Ago. 2025.

SOARES, G. F. Ciência de dados aplicada à Auditoria Interna. **Revista da CGU**, [s. l.], v. 12, n. 22, p. 196–208, 2020. DOI: 10.36428/revista-dacgu.v12i22.195. Disponível em: [https://revista.cgu.gov.br/Revista\\_da\\_CGU/article/view/195](https://revista.cgu.gov.br/Revista_da_CGU/article/view/195). Acesso em: 17 ago. 2025.

SUN, Y.; LI, J.; LU, M.; GUO, Z. Study of the impact of the Big Data era on accounting and auditing. **Frontiers in Business, Economics and Management**, v. 13, n. 3, p. 44-47, 2024. Disponível em: <https://drpress.org/ojs/index.php/fbem/article/view/18150>. Acesso em: 17 ago. 2025.

XAVIER, O. C.; PIRES, S. R.; MARQUES, T. C.; SOARES, A. da S. Identificação de evasão fiscal utilizando dados abertos e inteligência artificial. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 56, n. 3, p. 426-440, maio/jun. 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rap/a/5q38f9RdbQYSrZXF8zfDJqv/?format=html&lang=pt&stop=next>. Acesso em: 02 mar. 2025.