



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO, ATUÁRIA E
CONTABILIDADE - FEAAC
PROGRAMA DE ECONOMIA PROFISSIONAL - PEP**

ANTÔNIO CARLOS SANTOS SOUZA

**ANÁLISE DE RISCO EM BUSCA DE NÃO CONFORMIDADES DE EMPRESAS DO
SIMPLES NACIONAL: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA OS ANOS DE 2021 A 2023
NO CEARÁ, UTILIZANDO O MÉTODO DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA**

**FORTALEZA
2025**

ANTÔNIO CARLOS SANTOS SOUZA

ANÁLISE DE RISCO EM BUSCA DE NÃO CONFORMIDADES DE EMPRESAS DO
SIMPLES NACIONAL: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA OS ANOS DE 2021 A 2023 NO
CEARÁ, UTILIZANDO O MÉTODO DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA

Dissertação apresentada à coordenação
Programa de Economia Profissional – PEP, da
Universidade Federal do Ceará - UFC, como
requisito parcial à obtenção do título de mestre
em Economia. Área de concentração: Economia
do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Frederico Augusto Gomes
de Alencar.

FORTALEZA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Federal do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S713a Souza, Antônio Carlos Santos de.

Análise de risco em busca de não conformidades de empresas do Simples Nacional: uma análise empírica para os anos de 2021 a 2023 no Ceará, utilizando o método de fronteira estocástica. / Antônio Carlos Santos de Souza. – 2025.

43 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Mestrado Profissional em Economia do Setor Público, Fortaleza, 2025.
Orientação: Prof. Dr. Frederico Augusto Gomes de Alencar.

1. Conformidade tributária. 2. Simples Nacional. 3. Fronteira Estocástica de Produção. 4. Análise de risco fiscal. I. Título.

CDD 330

ANTÔNIO CARLOS SANTOS SOUZA

ANÁLISE DE RISCO EM BUSCA DE NÃO CONFORMIDADES DE EMPRESAS DO SIMPLES NACIONAL: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA OS ANOS DE 2021 A 2023 NO CEARÁ, UTILIZANDO O MÉTODO DA FRONTEIRA ESTOCÁSTICA

Dissertação apresentada à coordenação Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará - UFC, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Economia. Área de concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: **29 de agosto de 2025.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Frederico Augusto Gomes de Alencar (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ricardo Brito Soares
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Ivan de Melo Castelar
Universidade Federal do Ceará (UFC)

RESUMO

Esta dissertação analisa o risco de não conformidade tributária das empresas optantes pelo Simples Nacional no estado do Ceará, no período de 2021 a 2023, utilizando o Modelo de Fronteira Estocástica de Produção (Stochastic Frontier Analysis – SFA). O objetivo central foi mensurar a eficiência dos contribuintes no cumprimento de suas obrigações fiscais e propor um Índice de Risco de Conformidade Tributária (IRCT), capaz de ranquear empresas segundo a probabilidade de inconsistência nas declarações. A base de dados foi construída a partir de informações do Cadastro Geral da Fazenda (CGF), do Programa Gerador do Documento de Arrecadação do Simples Nacional (PGDAS-D), da Declaração de Informações dos Meios de Pagamento (DIMP) e de documentos fiscais eletrônicos. A análise descritiva revelou forte heterogeneidade entre os contribuintes, com grandes variações nos valores declarados de vendas, compras e despesas. Os resultados do modelo SFA indicaram que o porte da empresa é determinante para a conformidade: as empresas de pequeno porte (EPP) apresentaram maior eficiência declaratória, enquanto as microempresas (ME) revelaram maior propensão a desvios em relação à fronteira estimada. Do ponto de vista setorial, empresas industriais mostraram menor nível de conformidade em comparação ao varejo, que apresentou maior consistência entre insumos e produto declarado. A dimensão geográfica também se revelou significativa, com diferenças relevantes entre a Região Metropolitana de Fortaleza e regiões do interior, sugerindo que fatores locais influenciam o comportamento tributário. As evidências obtidas reforçam a utilidade do IRCT como ferramenta prática para a administração tributária, permitindo direcionar auditorias e monitoramentos a grupos de maior risco e, assim, contribuir para a redução do gap tributário. O estudo também amplia a literatura nacional ao aplicar a metodologia de fronteira estocástica ao Simples Nacional em um contexto estadual recente, oferecendo subsídios empíricos para a formulação de políticas públicas de fiscalização mais segmentadas e eficazes. Por fim, reconhece-se como limitações a ausência de variáveis institucionais e comportamentais, bem como a dependência de bases administrativas, sugerindo a necessidade de pesquisas futuras que incorporem dimensões qualitativas, comparações interestaduais e metodologias complementares de aprendizado de máquina.

Palavras-chave: Conformidade tributária; Simples Nacional; Fronteira Estocástica de Produção; Análise de risco fiscal

ABSTRACT

This dissertation analyzes the risk of tax noncompliance among firms under the Simples Nacional regime in the state of Ceará, covering the period from 2021 to 2023, using the Stochastic Frontier Analysis (SFA) model. The main objective was to measure taxpayers' efficiency in fulfilling their tax obligations and to propose a Tax Compliance Risk Index (IRCT), capable of ranking firms according to the likelihood of inconsistencies in their declarations. The database was constructed using information from the Cadastro Geral da Fazenda (CGF), the Simples Nacional Revenue Declaration System (PGDAS-D), the Payment Means Information Return (DIMP), and electronic tax documents. The descriptive analysis revealed strong heterogeneity among taxpayers, with significant variations in reported sales, purchases, and expenses. The SFA results indicated that firm size is a determining factor for compliance: small businesses (EPP) exhibited greater declarative efficiency, while microenterprises (ME) showed a higher propensity for deviations from the estimated frontier. From a sectoral perspective, industrial firms displayed lower levels of compliance compared to retail businesses, which demonstrated greater consistency between inputs and reported output. The geographic dimension also proved significant, with notable differences between the Metropolitan Region of Fortaleza and inland regions, suggesting that local factors influence tax behavior. The findings reinforce the usefulness of the IRCT as a practical tool for tax administration, enabling audits and monitoring to be targeted at higher-risk groups, thereby contributing to the reduction of the tax gap. The study also advances the national literature by applying the stochastic frontier methodology to the Simples Nacional in a recent state-level context, offering empirical evidence to support the design of more segmented and effective tax enforcement policies. Finally, the study acknowledges limitations such as the absence of institutional and behavioral variables, as well as the reliance on administrative records, suggesting the need for future research that incorporates qualitative dimensions, inter-state comparisons, and complementary machine learning methodologies.

Keywords: Tax compliance; Simples Nacional; Stochastic Frontier Analysis; Fiscal risk analysis.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO	8
2.1	Aspectos teóricos.....	8
2.2	Literatura empírica nacional.....	9
3	METODOLOGIA E DADOS	16
3.1	Análise de eficiência.....	16
3.2	Indicador do risco de não conformidade.....	18
3.3	Base de dados.....	18
4	RESULTADOS.....	21
4.1	Análise descritiva.....	21
4.2	Estimativas da fronteira estocástica.....	22
4.3	Eficiência técnica.....	28
4.4	Índice de risco de conformidade tributária.....	35
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como tema a análise de risco em busca de não conformidades de empresas do Simples Nacional, a partir de uma investigação empírica referente ao período de 2021 a 2023, no Estado do Ceará, utilizando o Modelo de Fronteira Estocástica de Produção (SFA). A questão central que norteia a pesquisa é: quais fatores determinaram o nível de conformidade tributária das empresas do Simples Nacional nesse intervalo e de que forma o Modelo de Fronteira Estocástica pode ser empregado para mensurar a eficiência no cumprimento das obrigações fiscais?

A análise de risco de não conformidade constitui um instrumento utilizado pelas administrações tributárias para identificar e avaliar a probabilidade de que determinados contribuintes não estejam cumprindo corretamente suas obrigações fiscais. Essa avaliação pode abranger diferentes situações, como subdeclaração de receitas, omissão de documentos fiscais, erros contábeis, fraudes e outras irregularidades. O objetivo desse processo é permitir que os órgãos de fiscalização concentrem esforços sobre os contribuintes que apresentam maior risco, de modo a otimizar recursos e direcionar auditorias de forma mais eficiente. No contexto do Simples Nacional, a análise de risco adquire particular relevância, uma vez que possibilita detectar indícios de sonegação tributária, como a omissão de notas fiscais ou a subdeclaração de receitas, contribuindo, assim, para a redução da lacuna tributária e para a recuperação de valores que poderiam deixar de ser recolhidos.

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que a conformidade tributária não é homogênea entre os contribuintes do Simples Nacional no Ceará. A análise descritiva revelou forte dispersão nos valores declarados de vendas, compras e despesas, confirmando a natureza heterogênea do regime. A estimativa via fronteira estocástica indicou que o porte da empresa exerce papel determinante, sendo que as empresas de pequeno porte (EPP) apresentaram maior eficiência declaratória, enquanto as microempresas (ME) se mostraram mais propensas a desvios. Do ponto de vista setorial, o varejo demonstrou maior consistência em relação à indústria, e a dimensão geográfica também se revelou significativa, com diferenças importantes entre a Região Metropolitana de Fortaleza e o interior. Esses achados reforçam a utilidade do Índice de Risco de Conformidade Tributária (IRCT) proposto, permitindo o ranqueamento das empresas conforme seu risco e oferecendo uma ferramenta prática para orientar a atuação da administração fiscal.

Dessa forma, este trabalho pretende contribuir tanto para o entendimento acadêmico do comportamento das empresas do Simples Nacional em relação à conformidade tributária

quanto para a prática da administração fiscal, ao oferecer uma metodologia capaz de identificar perfis de maior risco e apoiar a definição de estratégias mais eficazes de fiscalização e arrecadação.

Em termos de organização, a dissertação está estruturada da seguinte forma: além desta introdução, a segunda seção apresenta o referencial teórico utilizado; a terceira seção detalha a metodologia econométrica, com destaque para o modelo de fronteira estocástica e a construção do Índice de Risco de Conformidade Tributária; a quarta seção discute os resultados empíricos, combinando análise descritiva e econométrica; por fim, a quinta seção apresenta as conclusões, destacando as implicações para a administração tributária e as sugestões para pesquisas futuras.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A temática estudada nesta dissertação insere-se na literatura de finanças públicas que aborda os aspectos econômicos da tributação. Dentro dessa linha de pesquisa, trabalhos como os de Ramsey (1927) e Musgrave (1959) são considerados fundamentais para o aprofundamento das discussões e a formulação de políticas públicas sobre o nível ótimo de tributação, os gastos públicos, entre outros temas.

Alinhada aos objetivos previamente apresentados, esta seção tem como propósito fornecer um panorama do que já foi produzido, tanto em termos teóricos quanto empíricos, sobre *tax compliance* (conformidade tributária) e seus temas correlatos: *tax effort* (esforço fiscal), *tax capacity* (capacidade de arrecadação) e *tax gap*.

2.1 Aspectos teóricos

A maior parte da literatura teórica de economia sobre conformidade tributária consiste em extensões e refinamentos do modelo proposto em Allingham e Sandmo (1972), que analisa teoricamente a evasão fiscal do imposto de renda, combinando ideias da economia do crime e da incerteza. Os autores examinam a decisão de um indivíduo em subdeclarar sua renda como uma escolha feita em um contexto de incerteza, utilizando o modelo de utilidade esperada de Von Neumann-Morgenstern.

Em "Tax Compliance", publicado no *Journal of Economic Literature* por James Andreoni, Brian Erard e Jonathan Feinstein, destaca-se a importância do tema da conformidade fiscal para os governos ao redor do mundo. O problema da evasão fiscal é tão antigo quanto a própria existência de impostos, e entender os padrões de não conformidade é crucial para desenvolver estratégias eficazes para reduzi-la.

Os autores abordam a conformidade fiscal sob diversas perspectivas, incluindo finanças públicas, aplicação da lei, design organizacional, oferta de trabalho e ética. Eles argumentam que a evasão fiscal tem implicações significativas para a equidade, eficiência e incidência do sistema tributário.

1. Equidade: Se os ricos conseguem evadir uma parcela maior de seus impostos do que os pobres, o sistema tributário efetivo se torna menos equitativo do que o legislado. Isso significa que a carga tributária acaba sendo distribuída de maneira desigual, prejudicando aqueles que já estão em desvantagem econômica.

2. Eficiência: A evasão fiscal gera perdas de bem-estar social, pois os esforços para sonegar impostos e os custos de fiscalização são, em última análise, um peso morto para a economia. Além disso, a evasão complica a medição dos efeitos distorcivos da tributação. Dado um requisito fixo de arrecadação, a evasão pode levar à necessidade de taxas mais altas e mais distorcivas sobre a renda declarada, enquanto a renda não declarada escapa da tributação e de seus efeitos distorcivos.

3. Incidência: A evasão fiscal também afeta a incidência dos impostos, pois aqueles cujas obrigações fiscais são mais fáceis de evadir, como os trabalhadores autônomos, acabam pagando uma parcela menor dos impostos. Isso distorce a distribuição da carga tributária e pode criar incentivos perversos no mercado de trabalho.

Os autores também discutem a relação entre a conformidade fiscal e o comportamento no mercado de trabalho, sugerindo que a possibilidade de evasão pode influenciar escolhas ocupacionais, investimentos em capital humano e a oferta de trabalho. Além disso, os autores mencionam que, embora os economistas tradicionalmente modelassem a evasão fiscal como uma decisão de risco semelhante à escolha de um ativo financeiro, muitos contribuintes cumprem mais do que o previsto por essa abordagem, sugerindo a influência de fatores como obrigação moral ou social.

Em resumo, o trabalho estabelece a conformidade fiscal como um problema complexo e multifacetado, com implicações profundas para a política econômica e a justiça social, e sugere que a literatura econômica tem feito progressos significativos, mas ainda há muito a ser explorado.

2.2 Literatura empírica nacional

Orair e Albuquerque (2017) analisam a capacidade de arrecadação do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (IPTU) nos municípios brasileiros por meio da técnica de fronteira estocástica com dados em painel. O estudo estima o potencial de arrecadação do IPTU e o esforço fiscal dos municípios, considerando fatores como PIB per capita, densidade populacional, dependência de transferências intergovernamentais e atualização da Planta Genérica de Valores (PGV). A amostra inclui 5.565 municípios entre 2002 e 2014, agrupados por hierarquia urbana para garantir maior homogeneidade na análise.

Os resultados indicam que a arrecadação do IPTU poderia aumentar em até 0,34% do PIB caso os municípios se aproximasse das práticas mais eficientes. A arrecadação está fortemente correlacionada ao PIB per capita, mas também é influenciada por fatores estruturais

e institucionais. Municípios com maior dependência de transferências intergovernamentais tendem a apresentar menor esforço fiscal, o que reforça a tese de que essas transferências desincentivam a arrecadação própria. Além disso, a densidade populacional impacta positivamente a arrecadação, embora em grandes centros urbanos esse efeito possa se inverter devido a possíveis deseconomias de escala.

Os autores concluem que o IPTU é uma fonte de receita subutilizada, sobretudo em municípios menores, e que seu fortalecimento poderia reduzir a dependência de transferências e tributos com efeitos negativos sobre o crescimento econômico. No entanto, ampliar a arrecadação do IPTU exige enfrentar desafios administrativos e políticos, como a modernização das estruturas tributárias locais e a resistência popular à tributação da propriedade.

Lima (2022), aborda a temática da conformidade tributária no regime do Simples Nacional, com foco na arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) no estado do Ceará. O estudo tem como objetivo principal avaliar a eficiência da arrecadação tributária das microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP) optantes pelo Simples Nacional, identificando potenciais distorções e oportunidades de aumento da arrecadação. Para tanto, o autor propõe a criação de um modelo de classificação que permita ranquear a eficiência dos contribuintes com base em suas declarações de vendas, compras, despesas e capital social.

A amostra do estudo comprehende os contribuintes ativos do Simples Nacional no estado do Ceará no período de 2014 a 2019, excluindo os efeitos da pandemia de COVID-19, que começou em 2020. Os dados foram obtidos a partir de bases fornecidas pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE), incluindo informações sobre vendas declaradas no Programa Gerador do Documento de Arrecadação do Simples Nacional – Declaratório (PGDAS-D), compras, despesas, capital social, regime de recolhimento (ME ou EPP), substituição tributária, região e classificação de atividades econômicas (CNAE).

A técnica utilizada no estudo é o modelo de fronteira estocástica de produção, aplicado a dados em painel, com o objetivo de estimar a eficiência técnica dos contribuintes na declaração de vendas. O modelo permite calcular a fronteira de produção ideal para cada contribuinte, comparando-a com as vendas declaradas, e assim determinar o nível de conformidade tributária. A análise foi realizada utilizando o software STATA, e os resultados foram visualizados por meio de gráficos e tabelas elaborados no Tableau.

Os resultados indicam que o nível médio de conformidade dos contribuintes do Simples Nacional no Ceará é de 55,6%, com uma tendência de queda ao longo dos anos, especialmente entre as microempresas (ME). A região metropolitana de Fortaleza concentra a

maior parte dos contribuintes, mas apresenta os menores índices de conformidade. Contribuintes sujeitos à substituição tributária (ST) tendem a ser mais conformes, enquanto aqueles que não estão sujeitos a esse regime apresentam maior potencial de omissão de vendas. O estudo também revela que as empresas de pequeno porte (EPP) são mais eficientes na declaração de vendas do que as microempresas (ME), embora estas últimas representem a maioria dos contribuintes.

O trabalho conclui que há um potencial significativo de aumento da arrecadação, estimado em 44% para o ano de 2019, caso as empresas declarassem suas vendas de acordo com a fronteira estocástica estimada. Além disso, o estudo sugere que a SEFAZ-CE deve adotar estratégias diferenciadas de fiscalização e monitoramento, considerando as características específicas de cada região, regime de recolhimento e setor de atividade econômica (CNAE). A pesquisa contribui para a literatura ao fornecer uma análise empírica detalhada da conformidade tributária no Simples Nacional, destacando a importância de políticas públicas que promovam a regularização e a eficiência na arrecadação de tributos.

Almeida (2024) investiga a aplicação de nudges como ferramenta para promover a conformidade tributária entre empresas optantes pelo Simples Nacional no Brasil, inserindo-se na interseção entre economia comportamental e administração tributária. Com o objetivo de analisar o comportamento dos contribuintes que receberam notificações da Receita Federal do Brasil (RFB) para regularizar débitos fiscais, a pesquisa avalia a eficácia imediata e a médio prazo dessas intervenções não coercitivas, bem como os fatores que influenciam a probabilidade de regularização. A amostra abrange 25.955 empresas selecionadas na operação "FAPE Simples Nacional - Omissão de Receitas" (2018/2019), identificadas por inconsistências fiscais detectadas via cruzamento de dados entre declarações e notas fiscais eletrônicas, com análise longitudinal entre 2018 e 2021.

A metodologia quantitativa utilizou dados secundários anonimizados da RFB, combinando análise descritiva do perfil da amostra e da conformidade pós-notificação com modelos de regressão logística estimados em três momentos (2018/2019, 2020 e 2021). O índice de conformidade, calculado como a razão entre a receita bruta declarada na retificadora e a apurada pela RFB, foi tratado como variável dummy para mensurar o resultado. Os achados revelaram que 32,72% das empresas se regularizaram em 2018/2019, gerando um incremento de R\$ 3,734 bilhões na receita declarada, enquanto a conformidade alcançou 77,6% em 2020 e 76,52% em 2021, indicando um efeito duradouro do *nudge* mesmo sem novas intervenções.

A regressão logística apontou que empresas do setor de comércio e reparação de veículos, localizadas nas regiões Sul e Sudeste, com maior tempo de funcionamento, ciênci-

explícita da notificação e menores divergências fiscais apresentaram maior probabilidade de conformidade, enquanto sociedades empresariais e empresas com maiores divergências mostraram menor propensão à regularização. Apesar de limitações como a falta de um grupo controle e o contexto da pandemia de Covid-19, o estudo destaca o *nudge* como uma ferramenta eficaz e de baixo custo para aumentar a arrecadação e a presença fiscal, contribuindo para o entendimento dos fatores que promovem a conformidade tributária e oferecendo subsídios para políticas públicas no Brasil.

Carneiro (2024) aborda a conformidade tributária do Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN) em Fortaleza, destacando sua relevância como principal fonte de receita municipal, com mais de 44% da arrecadação tributária nos últimos 11 anos. Inserido na Economia do Setor Público, o estudo tem como objetivo criar uma métrica objetiva de conformidade para identificar contribuintes com maior risco de evasão fiscal, contribuindo para a eficiência arrecadatória e reduzindo a dependência de transferências governamentais. A pesquisa utiliza dados de 2022, coletados da Secretaria das Finanças de Fortaleza (SEFIN) e da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico (SDE), totalizando 15.169 observações de notas fiscais, incluindo variáveis como receita de serviços, ISSQN lançado, área do empreendimento e índices de desenvolvimento humano dos bairros.

A metodologia empregada é o modelo de fronteira estocástica (SFA), baseado em uma função Cobb-Douglas log-linear, que estima a eficiência técnica como métrica de conformidade, variando de 0 a 1 — quanto mais próximo de 1, maior a conformidade. Esse modelo considera variações estocásticas e ineficiências na produção de serviços tributáveis, incorporando interações entre o código da classe de serviço, o IDHR e a área do empreendimento. Os resultados mostram escores de eficiência distintos: as classes de serviços variaram entre 0,8726 (serviços portuários e terminais) e 0,7452 (engenharia, construção e limpeza), enquanto os itens de serviço oscilaram de 0,9305 (planos de medicina) a 0,5643 (manutenção de máquinas e veículos), com optantes pelo Simples Nacional apresentando maior eficiência média.

Os achados reforçam a utilidade da métrica como ferramenta de apoio à fiscalização, evidenciando relações significativas entre o ISSQN e variáveis como IDHR e área do empreendimento. O setor de serviços portuários destacou-se positivamente, enquanto atividades como manutenção apresentaram indícios de subdeclaração, possivelmente devido à dificuldade de mensuração. Assim, o estudo oferece uma contribuição relevante para a gestão tributária municipal, sugerindo a inclusão de novas variáveis, como número de funcionários, em pesquisas futuras para aprimorar a análise.

Miyoshi e Nakao (2012) abordam os riscos e custos associados à conformidade tributária, com ênfase no ICMS paulista, explorando a relação contribuinte-fisco sob a ótica da teoria da agência e os desafios da legislação tributária complexa. Seu objetivo é descrever empiricamente o gerenciamento desses riscos em uma empresa, identificar fatores de risco e avaliar métodos de mensuração, contribuindo para melhores práticas de gestão e políticas públicas que favoreçam a competitividade empresarial no Brasil. A pesquisa foca na "Empresa A", uma indústria calçadista com 865 funcionários e faturamento de R\$ 90 milhões em 2010, escolhida por sua estrutura de conformidade e experiência com uma multa em 2003 que motivou a adoção de gerenciamento de riscos.

A metodologia utilizada foi o estudo de caso, combinando análises qualitativa e quantitativa. A primeira classificou riscos por probabilidade e impacto conforme percepção da empresa, seguindo o COSO (2004b), enquanto a segunda calculou médias e o *Value at Risk* (VaR) para 2003 e 2010, baseando-se em infrações do Regulamento do ICMS. Dados foram obtidos via entrevistas, análise documental e observações entre dezembro de 2010 e julho de 2011. Os resultados mostram uma redução média de 33,92% nos riscos após 2003, com medidas como integração de sistemas e capacitação reduzindo inconsistências. A empresa priorizou a probabilidade de multas sobre o impacto financeiro, destacando fatores internos (pessoal e processos) como os mais relevantes, além de influências externas como tributação e tecnologia.

A análise qualitativa revelou-se mais completa ao captar a percepção da empresa e os fatores de risco, apesar da subjetividade, enquanto a quantitativa, embora econômica, foi limitada pela necessidade de auditorias e pela incapacidade de refletir nuances sociais ou relacionar fatores e respostas ao risco. O estudo sugere que a combinação das abordagens é complementar, mas a qualitativa oferece maior profundidade no contexto da Empresa A, sem permitir generalizações. Assim, evidencia-se que a aversão ao risco fiscal orienta mais as decisões da empresa do que o impacto financeiro direto, oferecendo *insights* valiosos para a gestão tributária, ainda que específicos ao caso analisado.

Sobrinho e Alencar (2019) investigam a eficiência na coleta do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) pelos 184 municípios cearenses entre 2008 e 2016, destacando sua sub exploração como fonte de receita própria em meio à dependência de transferências como o Fundo de Participação dos Municípios (FPM). Inserido na gestão fiscal municipal, o estudo busca calcular o Índice de Esforço Fiscal (IEF) para estimar as capacidades efetiva e potencial de arrecadação, identificar variáveis influentes e criar um ranking dos municípios, contribuindo para políticas que fortaleçam a autonomia financeira local.

A pesquisa adota o modelo de fronteira estocástica, uma técnica econométrica aplicada via software Stata (versão 15.1), que avalia a eficiência técnica com base em dados de PIB, população, FPM, servidores e anos eleitorais, coletados de fontes como TCE-CE, IBGE e Ipece. A análise abrange todos os municípios do Ceará, tratados como unidades produtivas, e considera heterogeneidades regionais por meio de macrorregiões administrativas. O objetivo é compreender como fatores socioeconômicos e políticos afetam a arrecadação do IPTU, oferecendo uma visão inédita para o contexto cearense diante da escassez de estudos locais similares.

Os resultados mostram que a maioria dos municípios é ineficiente, com apenas 1,63% (Aquiraz, Fortaleza e Jijoca de Jericoacoara) alcançando IEF acima de 40%, liderados por Aquiraz (0,6143) e Fortaleza (0,4278), beneficiados por educação fiscal e dinamismo econômico. Fatores como maior PIB per capita elevam a arrecadação, enquanto o FPM e anos eleitorais a reduzem, evidenciando acomodação e estratégias políticas. Com 87% dos entes abaixo de 40% de esforço fiscal, o estudo aponta a subutilização da capacidade tributária e a urgente necessidade de melhorar a gestão do IPTU para reduzir a dependência de recursos externos e financiar serviços essenciais.

Silva, Alencar e Costa (2015) analisam a arrecadação da contribuição de melhoria, um tributo municipal, que incide sobre a valorização imobiliária resultante de obras públicas, destacando sua subutilização e os fatores jurídicos e econômicos que explicam sua baixa arrecadação. Inserido no contexto do federalismo fiscal, o trabalho aponta que a dependência de transferências intergovernamentais e o reduzido esforço fiscal local contribuem para o desequilíbrio orçamentário dos municípios, sugerindo que a exploração desse imposto poderia ser uma alternativa para mitigar déficits fiscais. Assim, a pesquisa propõe-se a estimar o potencial arrecadatório desse tributo em 2009, oferecendo subsídios para que os governos locais optimizem essa fonte de receita ainda pouco explorada.

A análise baseia-se em dados de 1.120 municípios brasileiros, extraídos da Secretaria do Tesouro Nacional (STN) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), utilizando uma abordagem *cross-section* devido à irregularidade na cobrança da contribuição de melhoria. O método adotado é o modelo de fronteira estocástica, proposto por Aigner et al. (1977) e adaptado por Battese e Coelli (1993), combinado com o estimador de *bootstrap*, que estima a função de arrecadação potencial por meio de variáveis como população, PIB transferências e investimento direto. Esse modelo, fundamentado na técnica de Máxima Verossimilhança, permite identificar os determinantes da capacidade arrecadatória municipal.

Os resultados revelam que população e PIB exercem efeito positivo sobre o potencial de arrecadação, refletindo uma base tributária mais ampla, enquanto as transferências intergovernamentais apresentam impacto negativo, indicando que a dependência de repasses desestimula o esforço fiscal local. Embora o investimento direto seja teoricamente relevante, não se mostrou estatisticamente significativo de forma isolada; contudo, as variáveis explicativas, em conjunto, influenciam a arrecadação. Esses achados evidenciam que o potencial arrecadatório da contribuição de melhoria está atrelado à capacidade econômica e demográfica dos municípios, mas é comprometido pela omissão na sua cobrança, reforçando a necessidade de políticas que promovam seu uso eficiente.

3 METODOLOGIA E DADOS

Esta seção apresenta a metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos neste trabalho, bem como descreve a base de dados utilizada, destacando sua fonte, o processo de tratamento e a definição das variáveis selecionadas para a análise.

A estratégia empírica adotada neste estudo tem dois objetivos principais: (i) analisar o nível de eficiência das empresas optantes pelo Simples Nacional no cumprimento de suas obrigações tributárias, identificando possíveis desvios e ineficiências; e (ii) classificar essas empresas de acordo com seu potencial de não conformidade, a fim de traçar perfis com maior risco de inadimplência ou sonegação fiscal.

3.1 Análise de eficiência

Mattos e Terra (2015) discutem as diversas definições de eficiência presentes na literatura. Para os fins deste estudo, adota-se o conceito de eficiência técnica, que, segundo os autores, pode ser compreendido, sob a ótica do produto, como a diferença entre o montante efetivamente produzido por uma unidade tomadora de decisão (*Decision Making Unit – DMU*), a partir de determinada quantidade de insumos, e o montante que seria possível produzir (Fronteira de Possibilidades de Produção - *FPP*), dadas as condições tecnológicas disponíveis.

Uma pergunta natural para a construção do exercício empírico proposto é: como medir a eficiência técnica das empresas analisadas no cumprimento de suas obrigações tributárias? Modelos voltados à mensuração da eficiência de DMUs, em geral, divergem em dois aspectos principais: (i) a natureza determinística ou estocástica da abordagem e (ii) a adoção de uma formulação paramétrica ou não paramétrica.

Considerando as possíveis combinações entre essas características, dois modelos se destacam, desde meados da década de 1970, como as principais alternativas para a análise de eficiência técnica: a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis – DEA*), proposta por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), e a Fronteira Estocástica de Produção (*Stochastic Frontier Analysis – SFA*), desenvolvida de forma independente nos trabalhos seminais de Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e de Meeusen e Van den Broeck (1977).

Estudos como os de Hjalmarsson, Kumbhakar e Heshmati (1996) e Bogetoft e Otto (2010) oferecem comparações detalhadas entre os dois métodos. De forma resumida, a principal diferença entre as abordagens está no fato de que o *DEA* é não paramétrico, ou seja, estima a

eficiência sem impor uma forma funcional específica para a relação entre inputs e outputs. Já a SFA é paramétrica, exigindo a definição prévia de uma função que represente essa relação.

Originalmente, os modelos também se diferenciavam quanto ao tratamento da aleatoriedade: o DEA é um modelo determinístico, que não considera erros estatísticos, enquanto a SFA incorpora explicitamente um termo de erro para capturar choques aleatórios. Contudo, avanços metodológicos recentes têm permitido a introdução de elementos estocásticos em modelos DEA, ampliando sua flexibilidade e aplicabilidade.

Optou-se pela utilização do modelo de Fronteira Estocástica (SFA) em conformidade com as melhores práticas adotadas pela Receita Federal do Brasil (RFB), que emprega essa abordagem como uma das alternativas para estimar o gap tributário de contribuintes enquadrados no Simples Nacional. Nesse contexto, a RFB argumenta que a adaptação de um modelo de fronteira estocástica à realidade tributária do Simples Nacional deve fundamentar-se na utilização de informações fiscais como insumos de uma função de produção, cujo produto é a receita gerada pela atividade empresarial. Dessa forma, o modelo econométrico permite a construção de uma fronteira para a geração de receita — em torno da qual estariam situadas as empresas mais eficientes — e, consequentemente, a estimativa do grau de ineficiência de cada empresa, com base na distância entre a receita efetivamente declarada e essa fronteira estimada.

Segue-se uma breve formalização, sem a pretensão de esgotar todos os aspectos técnicos envolvidos na aplicação dos modelos de fronteira estocástica, conforme discutidos por Belotti et al. (2013). Dado que a base de dados utilizada possui estrutura longitudinal, apresenta-se a formulação do modelo para dados em painel com ineficiência técnica temporalmente variável, originalmente proposta por Battese e Coelli (1992), conforme descrito a seguir:

$$y_i = x_i' \beta + v_i - u_i, \quad i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T, \quad (1)$$

onde: y_i é o logaritmo do produto da unidade i no período t ; x_i é um vetor de variáveis explicativas (inputs); β é o vetor de parâmetros da função de produção; $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$ representa o erro estatístico simétrico (ruído aleatório); $u_i \geq 0$ representa a ineficiência técnica, assumindo distribuição truncada na normal, com média e variância potencialmente condicionadas a variáveis explicativas exógenas.

A principal característica do modelo de Battese e Coelli (1992) é a introdução da variação temporal da ineficiência por meio da seguinte especificação funcional:

$$u_i = u_i \cdot \exp[-\eta(t - T)], \quad (2)$$

em que: $u_i N^{+(0,\sigma_u^2)}$ é um termo de ineficiência não observável específico à unidade produtiva, η é um parâmetro a ser estimado que captura a evolução temporal da ineficiência técnica, T é o número total de períodos de observação no painel.

Essa estrutura permite que a ineficiência técnica varie ao longo do tempo, decrescendo (ou crescendo) de forma exponencial, dependendo do sinal de η . O modelo é estimado por máxima verossimilhança, considerando a estrutura de erro composta $\varepsilon = v - u$. A eficiência técnica da unidade produtiva i no tempo t é então dada por $Ef = \exp(-\hat{u})$.

3.2 Indicador do risco de não conformidade

A partir da estimação do nível de eficiência técnica de cada empresa por meio do modelo SFA, é construído o Índice de Risco de Conformidade Tributária (IRCT). Esse índice baseia-se na comparação entre a receita estimada pelo modelo (isto é, a fronteira ajustada) e a receita efetivamente declarada pelo contribuinte. A ideia central é que empresas que declaram valores significativamente inferiores ao previsto pelo modelo ajustado apresentem maior probabilidade de não conformidade tributária. Formalmente, define-se o $IRCT_i$ para cada empresa i como:

$$IRCT_i = \frac{\hat{R}_i - R_i}{\hat{R}_i} \times 100, \quad (3)$$

onde: \hat{R}_i é a receita estimada para a empresa i com base no modelo SFA e R_i é a receita declarada pela empresa i . Com base na Equação (3) é proposta a seguinte classificação:

- a) baixo risco: $IRCT_i \leq 0$ - receita declarada é igual ou superior à estimada;
- b) médio risco: $0 < IRCT_i \leq 20\%$ - a receita declarada é até 20% inferior à estimada;
- c) alto risco: $IRCT_i > 0$ - a receita declarada é mais de 20% inferior à estimada.

3.3 Base de dados

Para a estimação do modelo proposto, foram utilizadas diversas bases de dados disponibilizadas pela Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (Sefaz/CE), a saber: o Cadastro Geral da Fazenda (CGF), o Programa Gerador do Documento de Arrecadação do Simples Nacional – Declaratório (PGDAS-D), os Documentos Fiscais Eletrônicos (NF-e, CF-e/NFC-e, CT-e, ENECOM e NF3-e), e a Declaração de Informação dos Meios de Pagamento (DIMP).

O Cadastro Geral da Fazenda (CGF) foi utilizado com o objetivo de melhor caracterizar o perfil dos contribuintes. A análise considerou todos os contribuintes com situação cadastral “Ativo” no período de janeiro de 2020 a dezembro de 2023, permitindo a identificação de variáveis relevantes relacionadas à natureza da empresa, setor de atividade, enquadramento tributário e regime de recolhimento (Microempresa - ME ou Empresa de Pequeno Porte - EPP).

As informações sobre vendas declaradas foram obtidas a partir dos Documentos Fiscais Eletrônicos, considerando apenas documentos válidos, emitidos no período analisado e não cancelados. Foram incluídas as Notas Fiscais Eletrônicas (NF-e), os Cupons Fiscais Eletrônicos (CF-e/NFC-e), os Conhecimentos de Transporte Eletrônico (CT-e), as notas da Energia Elétrica de Comunicação e Telecomunicações (ENECON) e as Notas Fiscais modelo 3 (NF3-e). O valor total das vendas foi calculado como a soma dos documentos cuja natureza da operação (CFOP) indica efetivamente operações de venda de mercadorias ou prestação de serviços.

Além disso, os valores obtidos a partir dos documentos fiscais eletrônicos foram comparados com os valores declarados na DIMP e no PGDAS-D. Para cada contribuinte, considerou-se como valor final das vendas anuais o maior valor entre os três registros (documentos fiscais, DIMP e PGDAS-D), buscando capturar a estimativa mais conservadora e abrangente da receita real.

A base do PGDAS-D, por sua vez, forneceu os dados sobre as receitas declaradas pelos contribuintes no âmbito do Simples Nacional, sendo utilizada como referência oficial da arrecadação autodeclarada. Esses dados foram obtidos por meio do acesso institucional da Sefaz/CE.

Após a consolidação e o tratamento das informações, incluindo a aplicação de filtros relativos à situação cadastral e ao regime tributário (ME e EPP), obteve-se uma base final composta por 28.917 contribuintes ativos, que formam a amostra para a aplicação do modelo SFA e para a análise do risco de conformidade tributária.

As variáveis monetárias utilizadas na análise referem-se ao valor anual, obtido por meio da soma dos valores mensais registrados ao longo de cada ano. Antes da agregação, todos os valores monetários foram deflacionados para preços de dezembro de 2024, utilizando-se como deflator o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), com o objetivo de garantir a comparabilidade intertemporal dos dados. O Quadro 1 apresenta as variáveis selecionadas para análise de eficiência, utilizou-se como referência para seleção das variáveis a aplicação realizada por Lima (2022).

Quadro 1: Descrição das variáveis utilizadas

Variável	Classificação	Descrição	Fonte
Valor Vendas	Resultado	Valor das vendas na declaração atual do PGDAS-D	PGDAS-D
Compras	Insumo/Explicativa	Valor de compras (entrada) calculado no período.	Documentos fiscais
Despesas			
Capital social	Insumo/Explicativa	Valor do capital social registrado da empresa.	CGF
DIMP	Insumo/Explicativa	Valor apurado através da DIMP	DIMP
ST	Insumo/Discriminatória	Variável, binária que recebe valor 1 quando o contribuinte faz a apuração dos impostos por substituição tributária	CGF
Recolhimento	Insumo/Discriminatória	ME – Microempresa e EPP- Empresa de Pequeno Porte.	
Região	Insumo/Discriminatória	Região de planejamento do município em que a empresa está instalada	IPECE

Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, utilizando as variáveis descritas no Quadro 1, a regressão a ser estimada para obter a eficiência técnica das empresas analisadas pode ser escrita como:

$$\ln(\text{vendas}) = \alpha + \beta_1 \cdot st + \beta_2 \cdot regiao + \beta_3 \cdot regime + \beta_4 \cdot cnae + \gamma_1 \cdot (st \times regime \times cnae \times \ln(\text{compras})) + \gamma_2 \cdot (st \times regime \times cnae \times \ln(\text{despesas})) + \gamma_3 \cdot (st \times regime \times cnae \times \ln(\text{DIMP})) + \gamma_4 \cdot (st \times regime \times cnae \times \ln(\text{Valor Calculado})) + \gamma_5 \cdot (st \times regime \times cnae \times \ln(\text{capital}))v - u . \quad (4)$$

4 RESULTADOS

A presente seção está organizada em duas partes complementares. Na primeira, é realizada a análise descritiva da base de dados, de modo a apresentar o perfil das empresas optantes pelo Simples Nacional no Ceará, bem como a distribuição das principais variáveis utilizadas no estudo, como valores declarados de vendas, compras, despesas e indicadores derivados. Essa etapa permite contextualizar a amostra, evidenciando a heterogeneidade entre os contribuintes e fornecendo indícios preliminares sobre potenciais padrões de conformidade. Em seguida, são apresentados os resultados econôméticos obtidos a partir da estimação do Modelo de Fronteira Estocástica de Produção (SFA). Essa segunda parte detalha as elasticidades associadas às variáveis explicativas, os efeitos do porte, do setor de atividade e da localização geográfica sobre a eficiência tributária, além da construção do Índice de Risco de Conformidade Tributária (IRCT). A combinação dessas duas etapas possibilita compreender tanto a caracterização geral da amostra quanto os determinantes mais específicos da conformidade fiscal, estabelecendo uma base sólida para a discussão final.

4.1 Análise descritiva

A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas das principais variáveis utilizadas no modelo, todas expressas em milhares de reais, deflacionadas pelo IPCA e ajustadas para preços constantes de dezembro de 2024.

Os resultados revelam expressiva heterogeneidade entre os contribuintes. O valor médio declarado das vendas foi de R\$ 629,96 mil, com mediana de R\$ 382,44 mil, o que sugere forte assimetria à direita, influenciada por empresas de maior porte. Essa dispersão é reforçada pelo desvio-padrão elevado (R\$ 697,50 mil) e pela amplitude significativa entre o mínimo (R\$ 0,00) e o máximo (R\$ 7.455,25 mil). Esse comportamento indica a coexistência de empresas de baixíssimo faturamento com outras que, embora ainda optantes pelo Simples Nacional, já operam em escalas bastante superiores.

O mesmo padrão é observado para as variáveis de insumo. As compras apresentaram média de R\$ 376,49 mil e desvio-padrão de R\$ 798,86 mil, evidenciando grande variação entre os contribuintes. As despesas, por sua vez, registraram média de R\$ 110,61 mil, mas com casos que chegaram a superar R\$ 5,8 milhões, o que reforça a presença de outliers e a diversidade estrutural das empresas analisadas. A variável DIMP apresentou média de R\$

308,89 mil e máxima superior a R\$ 73 milhões, novamente indicando forte assimetria e a necessidade de métodos econométricos capazes de lidar com tal heterogeneidade.

Por fim, o valor calculado, utilizado como referência complementar de receita, alcançou média de R\$ 559,86 mil, com amplitude semelhante à observada no valor declarado. A proximidade entre as médias dessas duas variáveis sugere certa consistência nos registros, embora a dispersão dos dados aponte para possíveis discrepâncias em subgrupos específicos de contribuintes.

De modo geral, a análise descritiva confirma que o universo de empresas optantes pelo Simples Nacional no Ceará é caracterizado por forte dispersão nos níveis de faturamento, custos e despesas. Esse resultado é coerente com a natureza heterogênea do regime, que abrange desde negócios de subsistência até firmas com faturamento próximo ao limite permitido. A elevada variabilidade justifica o uso do modelo de fronteira estocástica, uma vez que a simples análise de médias e desvios não é capaz de captar adequadamente os padrões de eficiência e o risco de não conformidade entre contribuintes.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Variável	Média	Mediana	Desvio-Padrão	Mín.	Máx.	N
Valor Declarado	629,96	382,44	697,50	0,00	7.455,25	78.380
Compras	376,49	209,05	798,86	0,00	180.953,11	78.380
Despesas	110,61	43,02	243,20	0,00	5.826,18	78.380
DIMP	308,89	153,65	519,42	0,00	73.546,24	78.380
Valor Calculado	559,86	310,83	740,79	0,00	73.546,24	78.380

Fonte: elaborado pelo autor.

Nota: Valores expressos em milhares de reais (R\$ mil), deflacionados pelo IPCA e apresentados a preços constantes de dezembro de 2024.

4.2 Estimativas da fronteira estocástica

A estimação da Equação 4 foi seguiu a abordagem de Battese e Coelli (1992), que permite que a eficiência técnica varie ao longo do tempo, adequando-se aos dados em painel. Tendo em vista o alto número de coeficientes a ser estimado, os resultados apresentados na Tabela 2, incluem apenas coeficientes estatisticamente significativos ($p\text{-valor} < 0,05$), estimados por máxima verossimilhança. Cada painel apresenta os coeficientes estimados para a iteração de uma variável explicativa com as diferentes categorias das variáveis categóricas.

Tabela 2 – Estimativas da fronteira estocástica de produção: resultados selecionados

(continua)

Estimativa	Desvio-Padrão	Z	P-Valor
------------	---------------	---	---------

Intercepto		6,0151	0,1654	36,3713	0,0000
Indústria		-0,9350	0,3127	-2,9898	0,0028
Microempresa		-0,1733	0,0785	-2,2081	0,0272

Painel A: Volume de compras

Região	ST	SETOR	Regime			
Outras Regiões	0	Outros Setores	EPP	0,0967	0,0159	6,0800
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	EPP	0,0763	0,0112	6,8213
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	EPP	0,0975	0,0288	3,3816
Outras Regiões	0	Varejo	EPP	0,2140	0,0153	14,0122
Cariri	0	Varejo	EPP	0,1282	0,0272	4,7091
Grande Fortaleza	0	Varejo	EPP	0,0994	0,0088	11,3493
Sertão de Sobral	0	Varejo	EPP	0,1931	0,0304	6,3610
Outras Regiões	1	Varejo	EPP	0,3137	0,0145	21,7030
Cariri	1	Varejo	EPP	0,2722	0,0204	13,3466
Grande Fortaleza	1	Varejo	EPP	0,1385	0,0080	17,2275
Sertão de Sobral	1	Varejo	EPP	0,2241	0,0305	7,3478
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	EPP	0,2576	0,0739	3,4854
Outras Regiões	0	Indústria	EPP	0,2300	0,0286	8,0502
Cariri	0	Indústria	EPP	0,1229	0,0363	3,3886
Grande Fortaleza	0	Indústria	EPP	0,1608	0,0121	13,2444
Sertão de Sobral	0	Indústria	EPP	0,1039	0,0360	2,8849
Vale do Jaguaribe	0	Indústria	EPP	0,0840	0,0392	2,1397
Outras Regiões	1	Indústria	EPP	0,2309	0,0823	2,8067
Grande Fortaleza	1	Indústria	EPP	0,1020	0,0466	2,1905
Outras Regiões	0	Outros Setores	ME	0,1009	0,0093	10,8209
Cariri	0	Outros Setores	ME	0,1058	0,0180	5,8815
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	ME	0,0965	0,0081	11,8949
Sertão de Sobral	0	Outros Setores	ME	0,1459	0,0259	5,6346
Vale do Jaguaribe	0	Outros Setores	ME	0,1255	0,0311	4,0308
Outras Regiões	1	Outros Setores	ME	0,2377	0,0967	2,4574
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	ME	0,1169	0,0274	4,2605
Outras Regiões	0	Varejo	ME	0,2005	0,0072	27,6610
Cariri	0	Varejo	ME	0,1900	0,0107	17,7527
Grande Fortaleza	0	Varejo	ME	0,1191	0,0039	30,5391
Sertão de Sobral	0	Varejo	ME	0,2385	0,0173	13,8011
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	ME	0,2037	0,0185	11,0411
Outras Regiões	1	Varejo	ME	0,2341	0,0064	36,3178
Cariri	1	Varejo	ME	0,2125	0,0090	23,6862
Grande Fortaleza	1	Varejo	ME	0,1666	0,0038	44,1193
Sertão de Sobral	1	Varejo	ME	0,2327	0,0139	16,7354
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	ME	0,1905	0,0150	12,7223
Outras Regiões	0	Indústria	ME	0,1486	0,0123	12,0742
Cariri	0	Indústria	ME	0,1410	0,0196	7,1816
Grande Fortaleza	0	Indústria	ME	0,1549	0,0067	23,2403
Sertão de Sobral	0	Indústria	ME	0,2089	0,0249	8,3922
Vale do Jaguaribe	0	Indústria	ME	0,2317	0,0289	8,0283

Tabela 2 – Estimativas da fronteira estocástica de produção: resultados selecionados

(continuação)

				Estimativa	Desvio-Padrão	Z	P-Valor
Outras Regiões	1	Indústria	ME	0,1188	0,0346	3,4370	0,0006
Grande Fortaleza	1	Indústria	ME	0,1504	0,0214	7,0115	0,0000
Painel B: Despesas							
Região	ST	SETOR	Regime				
Outras Regiões	0	Outros Setores	EPP	0,4158	0,0244	17,0090	0,0000
Cariri	0	Outros Setores	EPP	0,3702	0,0819	4,5187	0,0000
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	EPP	0,4268	0,0166	25,6566	0,0000
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	EPP	0,3632	0,0300	12,0916	0,0000
Outras Regiões	0	Varejo	EPP	0,2399	0,0177	13,5571	0,0000
Cariri	0	Varejo	EPP	0,2239	0,0238	9,3928	0,0000
Grande Fortaleza	0	Varejo	EPP	0,2667	0,0099	27,0448	0,0000
Sertão de Sobral	0	Varejo	EPP	0,1992	0,0433	4,6047	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	EPP	0,2445	0,0962	2,5421	0,0110
Outras Regiões	1	Varejo	EPP	0,2313	0,0131	17,7195	0,0000
Cariri	1	Varejo	EPP	0,2369	0,0175	13,5135	0,0000
Grande Fortaleza	1	Varejo	EPP	0,2780	0,0086	32,2195	0,0000
Sertão de Sobral	1	Varejo	EPP	0,2297	0,0279	8,2315	0,0000
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	EPP	0,2703	0,0323	8,3561	0,0000
Outras Regiões	0	Indústria	EPP	0,4403	0,0343	12,8445	0,0000
Cariri	0	Indústria	EPP	0,2633	0,0435	6,0531	0,0000
Grande Fortaleza	0	Indústria	EPP	0,3394	0,0121	27,9519	0,0000
Sertão de Sobral	0	Indústria	EPP	0,3769	0,0505	7,4602	0,0000
Outras Regiões	1	Indústria	EPP	0,3250	0,0773	4,2052	0,0000
Grande Fortaleza	1	Indústria	EPP	0,3107	0,0473	6,5670	0,0000
Outras Regiões	0	Outros Setores	ME	0,4276	0,0140	30,4412	0,0000
Cariri	0	Outros Setores	ME	0,5767	0,0261	22,1174	0,0000
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	ME	0,4076	0,0127	32,1919	0,0000
Sertão de Sobral	0	Outros Setores	ME	0,3633	0,0365	9,9402	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Outros Setores	ME	0,2934	0,0432	6,7894	0,0000
Outras Regiões	1	Outros Setores	ME	0,2204	0,0712	3,0967	0,0020
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	ME	0,2358	0,0352	6,6891	0,0000
Outras Regiões	0	Varejo	ME	0,3116	0,0089	35,1525	0,0000
Cariri	0	Varejo	ME	0,2668	0,0128	20,8501	0,0000
Grande Fortaleza	0	Varejo	ME	0,3248	0,0051	64,2012	0,0000
Sertão de Sobral	0	Varejo	ME	0,2323	0,0206	11,2647	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	ME	0,2574	0,0255	10,1018	0,0000
Outras Regiões	1	Varejo	ME	0,3080	0,0075	41,0318	0,0000
Cariri	1	Varejo	ME	0,3413	0,0116	29,5002	0,0000
Grande Fortaleza	1	Varejo	ME	0,3471	0,0046	75,7297	0,0000
Sertão de Sobral	1	Varejo	ME	0,3386	0,0182	18,5979	0,0000
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	ME	0,2983	0,0243	12,2791	0,0000
Outras Regiões	0	Indústria	ME	0,4545	0,0159	28,5287	0,0000

Tabela 2 – Estimativas da fronteira estocástica de produção: resultados selecionados

(continuação)

			Estimativa	Desvio-Padrão	Z	P-Valor	
Cariri	0	Indústria	ME	0,4682	0,0220	21,2344	0,0000
Grande Fortaleza	0	Indústria	ME	0,3637	0,0078	46,8043	0,0000
Sertão de Sobral	0	Indústria	ME	0,3193	0,0316	10,0980	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Indústria	ME	0,3595	0,0374	9,5988	0,0000
Outras Regiões	1	Indústria	ME	0,2427	0,0401	6,0498	0,0000
Grande Fortaleza	1	Indústria	ME	0,3418	0,0254	13,4540	0,0000
Painel C: DIMP							
Região	S T	SETOR	Regim e				
Grande Fortaleza	1	Indústria	EPP	0,0466	0,0233	1,9996	0,0455
Outras Regiões	0	Outros Setores	ME	-0,0356	0,0133	-2,6732	0,0075
Outras Regiões	0	Varejo	ME	0,0147	0,0060	2,4479	0,0144
Grande Fortaleza	0	Varejo	ME	0,0163	0,0061	2,6697	0,0076
Cariri	1	Varejo	ME	0,0222	0,0076	2,8978	0,0038
Cariri	0	Indústria	ME	0,0346	0,0126	2,7500	0,0060
Painel D: Valor calculado							
Região	ST	SETOR	Regime				
Outras Regiões	0	Outros Setores	EPP	0,1416	0,0241	5,8795	0,0000
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	EPP	0,1112	0,0136	8,1553	0,0000
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	EPP	0,1934	0,0294	6,5680	0,0000
Vale do Jaguaribe	1	Outros Setores	EPP	0,9280	0,3516	2,6394	0,0083
Outras Regiões	0	Varejo	EPP	0,1946	0,0172	11,3073	0,0000
Cariri	0	Varejo	EPP	0,2997	0,0370	8,1093	0,0000
Grande Fortaleza	0	Varejo	EPP	0,3161	0,0140	22,5852	0,0000
Sertão de Sobral	0	Varejo	EPP	0,2859	0,0463	6,1797	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	EPP	0,3436	0,1740	1,9747	0,0483
Outras Regiões	1	Varejo	EPP	0,1284	0,0124	10,3343	0,0000
Cariri	1	Varejo	EPP	0,1789	0,0209	8,5421	0,0000
Grande Fortaleza	1	Varejo	EPP	0,2477	0,0114	21,6430	0,0000
Sertão de Sobral	1	Varejo	EPP	0,1999	0,0358	5,5877	0,0000
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	EPP	0,1731	0,0640	2,7041	0,0068
Outras Regiões	0	Indústria	EPP	0,0938	0,0276	3,4007	0,0007
Cariri	0	Indústria	EPP	0,2777	0,0419	6,6351	0,0000
Grande Fortaleza	0	Indústria	EPP	0,2000	0,0119	16,8661	0,0000
Sertão de Sobral	0	Indústria	EPP	0,3004	0,0571	5,2571	0,0000
Outras Regiões	1	Indústria	EPP	0,2103	0,0852	2,4680	0,0136
Grande Fortaleza	1	Indústria	EPP	0,2124	0,0501	4,2374	0,0000
Outras Regiões	0	Outros Setores	ME	0,1424	0,0153	9,2835	0,0000
Cariri	0	Outros Setores	ME	0,0659	0,0314	2,1029	0,0355
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	ME	0,1561	0,0130	12,0499	0,0000
Sertão de Sobral	0	Outros Setores	ME	0,0898	0,0369	2,4327	0,0150
Vale do Jaguaribe	0	Outros Setores	ME	0,1726	0,0359	4,8059	0,0000
Outras Regiões	1	Outros Setores	ME	0,2414	0,0758	3,1870	0,0014

Tabela 2 – Estimativas da fronteira estocástica de produção: resultados selecionados

(continuação)

				Estimativa	Desvio-Padrão	Z	P-Valor
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	ME	0,4032	0,0426	9,4696	0,0000
Outras Regiões	0	Varejo	ME	0,1398	0,0079	17,7748	0,0000
Cariri	0	Varejo	ME	0,1943	0,0147	13,1748	0,0000
Grande Fortaleza	0	Varejo	ME	0,2094	0,0075	28,0415	0,0000
Sertão de Sobral	0	Varejo	ME	0,1457	0,0251	5,8093	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	ME	0,1394	0,0252	5,5268	0,0000
Outras Regiões	1	Varejo	ME	0,1280	0,0058	22,0385	0,0000
Cariri	1	Varejo	ME	0,1249	0,0102	12,2542	0,0000
Grande Fortaleza	1	Varejo	ME	0,1605	0,0057	28,1685	0,0000
Sertão de Sobral	1	Varejo	ME	0,1096	0,0153	7,1648	0,0000
Vale do Jaguaribe	1	Varejo	ME	0,1875	0,0173	10,8349	0,0000
Outras Regiões	0	Indústria	ME	0,1341	0,0127	10,5668	0,0000
Cariri	0	Indústria	ME	0,1100	0,0195	5,6344	0,0000
Grande Fortaleza	0	Indústria	ME	0,1962	0,0081	24,2540	0,0000
Sertão de Sobral	0	Indústria	ME	0,2107	0,0293	7,1891	0,0000
Vale do Jaguaribe	0	Indústria	ME	0,1195	0,0278	4,2972	0,0000
Outras Regiões	1	Indústria	ME	0,3463	0,0452	7,6679	0,0000
Grande Fortaleza	1	Indústria	ME	0,2462	0,0314	7,8448	0,0000

Painel E: Capital social

Região	ST	SETOR	Regime				
Grande Fortaleza	0	Outros Setores	EPP	0,0610	0,0146	4,1813	0,0000
Grande Fortaleza	0	Varejo	EPP	-0,0185	0,0075	-2,4686	0,0136
Grande Fortaleza	1	Varejo	EPP	0,0249	0,0064	3,8781	0,0001
Cariri	0	Indústria	EPP	0,0817	0,0192	4,2609	0,0000
Grande Fortaleza	0	Indústria	EPP	0,0423	0,0078	5,4009	0,0000
Sertão de Sobral	0	Indústria	EPP	-0,0928	0,0400	-2,3197	0,0204
Outras Regiões	0	Outros Setores	ME	0,0245	0,0111	2,1979	0,0280
Cariri	0	Outros Setores	ME	-0,0604	0,0231	-2,6130	0,0090
Grande Fortaleza	1	Outros Setores	ME	-0,1129	0,0290	-3,8963	0,0001
Vale do Jaguaribe	0	Varejo	ME	0,0418	0,0174	2,3942	0,0167
sigmaSq				0,6203	0,0066	94,0244	0,0000
gamma				0,7956	0,0028	279,7243	0,0000
time				0,0147	0,0030	4,9696	0,0000

Fonte: Elaborado pelo autor.

O intercepto positivo (6,0151) indica o nível médio das vendas condicionadas aos demais fatores do modelo, enquanto o coeficiente negativo associado à variável Indústria (-0,9350) sugere que, *ceteris paribus*, empresas industriais apresentam um nível de vendas inferior em relação aos setores de referência. De modo semelhante, o efeito negativo para Microempresas (-0,1733) confirma que, em média, estas operam com menor escala de vendas em comparação às empresas de pequeno porte.

No Painel A (volume de compras), observa-se que os coeficientes associados às elasticidades são positivos e altamente significativos em praticamente todas as combinações de região, setor e regime. Isso evidencia que as compras constituem um insumo essencial para explicar as variações no produto declarado, sendo o efeito particularmente elevado no setor de Varejo, tanto para microempresas quanto para EPPs, em diferentes regiões. Por exemplo, no caso de microempresas de varejo na Região de Grande Fortaleza com substituição tributária, a elasticidade estimada foi de 0,1666, indicando que um aumento de 1% nas compras está associado a um crescimento de 0,17% nas vendas declaradas.

O Painel B (Despesas) revela elasticidades positivas, mas com magnitudes variadas. Para Outros Setores/EPP sem ST, a elasticidade é 0,4158 em Outras Regiões ($z=17,0090$), caindo para 0,3632 com ST=1 em Grande Fortaleza ($z=12,0916$). No Varejo, valores como 0,3471 para Grande Fortaleza/Varejo/ME com ST=1 ($z=75,7297$) destacam maior sensibilidade às despesas operacionais, como aluguel e logística. Para Indústria/ME, elasticidades elevadas como 0,4682 em Cariri sem ST ($z=21,2344$). Tais resultados sugerem que, além da aquisição de mercadorias, a estrutura de custos correntes desempenha papel central na declaração de vendas dos contribuintes.

No Painel C (DIMP), entretanto, os coeficientes apresentam magnitudes menores e em alguns casos até negativas. Isso indica que a variável, relacionada à declaração de informações pelo contribuinte, possui efeito mais heterogêneo e limitado sobre o produto, o que pode refletir tanto diferenças de comportamento de conformidade tributária quanto especificidades setoriais.

O Painel D (valor calculado) confirma a relevância da base de cálculo do imposto como determinante das vendas declaradas. Os coeficientes são positivos e significativos em quase todos os casos, variando de magnitudes moderadas (0,09 em indústria de Outras Regiões) até valores expressivos (0,92 no Vale do Jaguaribe para EPPs de outros setores com substituição tributária).

Por fim, os resultados do Painel E (capital social) indicam um efeito menos uniforme. Enquanto algumas combinações, como indústria no Cariri (0,0817), revelam elasticidades positivas, outras apresentam impacto negativo, como o caso de empresas do setor de Varejo na Grande Fortaleza (-0,0185) e de microempresas em determinados setores (-0,1129 em outros setores de Grande Fortaleza). Isso sugere que o capital social declarado pode refletir tanto estratégias de formalização empresarial quanto restrições estruturais, sem traduzir-se de forma direta em maiores valores declarados vendas.

Os parâmetros de variância confirmam a adequação do modelo: o coeficiente gama (0,7956) indica que aproximadamente 80% da variância residual é atribuída à ineficiência técnica, reforçando a importância da heterogeneidade entre empresas na explicação do desempenho. Além disso, o coeficiente associado à variável de tendência temporal (0,0147) positivo e significativo mostra que a eficiência técnica evoluiu de forma favorável ao longo do período analisado.

4.3 Eficiência técnica

Com base nos resultados da Tabela 2, torna-se possível avançar da análise dos coeficientes estimados para a discussão da eficiência técnica das empresas. A elevada magnitude do parâmetro gama (0,7956) evidencia que a maior parte da variação não explicada pelas covariáveis decorre de diferenças de eficiência entre as firmas, o que justifica a análise detalhada dos índices individuais de eficiência ao longo do tempo e entre setores, regiões e regimes tributários.

Os resultados das Tabelas 3 a 6 indicam que a eficiência na conformidade fiscal das empresas apresenta variações significativas entre regiões, municípios e características estruturais das firmas. Em média, observa-se uma tendência de melhora entre 2021 e 2023, com o nível agregado passando de 0,6235 para 0,6376. Esse avanço, ainda que modesto, sugere que as empresas têm aumentado a consistência entre informações declaradas (compras, despesas, DIMP e capital) e o volume de vendas informado, o que implica maior aderência às práticas de conformidade tributária.

Tabela 3 – Nível de eficiência médio por região

(continua)

Região	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Sertão de Canindé	0,6344	0,6420	0,6591	0,6452	303	407	488
Maciço de Baturité	0,6338	0,6429	0,6483	0,6417	334	428	529
Litoral Leste	0,6257	0,6427	0,6461	0,6382	483	626	759
Vale do Jaguaribe	0,6263	0,6358	0,6453	0,6358	924	1.115	1.343
Litoral Norte	0,6295	0,6382	0,6393	0,6356	836	1.060	1.285
Sertão Central	0,6257	0,6375	0,6427	0,6353	531	707	897
Cariri	0,6286	0,6342	0,6377	0,6335	1.888	2.355	2.914
Sertão dos Crateús	0,6298	0,6308	0,6381	0,6329	619	782	918
Sertão de Sobral	0,6252	0,6297	0,6389	0,6313	823	1.078	1.335
Centro Sul	0,6215	0,6266	0,6309	0,6264	600	743	874
Sertão dos Inhamuns	0,6198	0,6206	0,6264	0,6223	211	273	338

Tabela 3 – Nível de eficiência médio por região

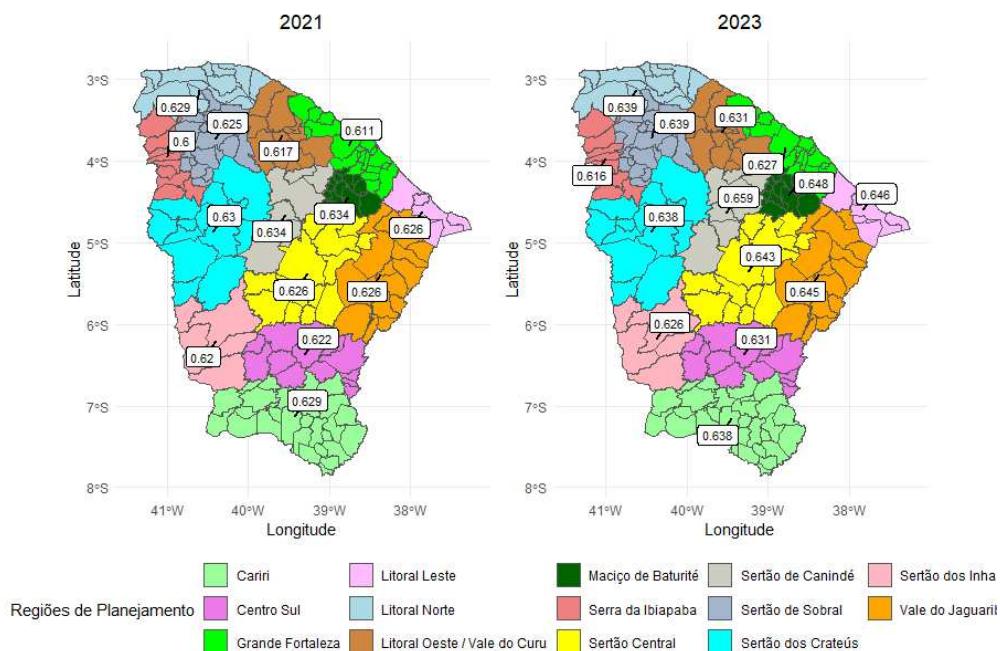
(continuação)

Litoral Oeste / Vale do Curu	0,6170	0,6182	0,6305	0,6219	527	660	795
Grande Fortaleza	0,6110	0,6185	0,6269	0,6188	8.699	11.151	13.923
Serra da Ibiapaba	0,6002	0,6104	0,6163	0,6090	658	844	1.066
Total	0,6235	0,6306	0,6376	0,6306	17.436	22.229	27.464

Fonte: elaborado pelo autor.

Como pode ser vista na Tabela 3, regiões como o Sertão de Canindé (0,6452) e o Maciço de Baturité (0,6417) apresentam maior alinhamento médio entre insumos e vendas declaradas, sinalizando um padrão mais consistente de conformidade. Em contraste, a Grande Fortaleza (0,6188) e a Serra da Ibiapaba (0,6090) registraram os menores índices, o que pode refletir a maior heterogeneidade de perfis empresariais e, possivelmente, maior espaço para práticas de subdeclararão ou inconsistência nos registros. O Gráfico 1 apresenta uma visualização no mapa do Ceará dos dados apresentados na Tabela 3.

Gráfico 1 – Mapa do nível de eficiência média por região – 2021 e 2023



Fonte: elaborado pelo autor.

Buscando uma visão mais desagregada as Tabelas 4 e 5 apresentam os melhores e piores municípios em termos de eficiência técnica. Municípios como Antonina do Norte (0,7500), Poranga (0,7403) e General Sampaio (0,7399) atingiram elevados níveis de eficiência

na conformidade, mesmo com pequena base de empresas. Isso sugere que, nesses contextos, há maior homogeneidade setorial ou mecanismos locais de fiscalização e controle mais eficazes. Já municípios como Ipueiras (0,5623), Paracuru (0,5712) e Carnaubal (0,5741) figuram entre os piores desempenhos, revelando dificuldades persistentes de conformidade fiscal, seja por falhas de fiscalização, limitações de capacidade administrativa ou práticas empresariais menos consistentes.

Tabela 4 – Nível de eficiência médio municipal (10 maiores médias)

Município	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Antonina do Norte	0,7770	0,7606	0,7123	0,7500	10	11	22
Poranga	0,7686	0,7484	0,7038	0,7403	7	13	18
General Sampaio	0,7673	0,7308	0,7215	0,7399	4	8	7
Paramoti	0,6911	0,7418	0,7494	0,7274	12	17	22
Monsenhor Tabosa	0,7025	0,7323	0,7113	0,7154	26	33	40
Araripe	0,7088	0,7107	0,7176	0,7124	23	31	36
Abaiara	0,7073	0,7074	0,6971	0,7039	10	14	15
Alto Santo	0,6714	0,7066	0,7174	0,6985	17	22	31
Potengi	0,6858	0,6983	0,7095	0,6979	13	21	21
Saboeiro	0,7019	0,6991	0,6916	0,6975	13	20	29

Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 5 – Nível de eficiência médio municipal (10 menores médias)

Município	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Ipueiras	0,5503	0,5593	0,5774	0,5623	50	62	72
Paracuru	0,5437	0,5771	0,5930	0,5712	56	72	101
Carnaubal	0,5591	0,5662	0,5971	0,5741	23	31	40
Altaneira	0,6040	0,5977	0,5261	0,5760	8	10	18
Itaiçaba	0,5742	0,5770	0,5786	0,5766	12	13	18
Baixio	0,5577	0,6176	0,5619	0,5791	3	4	2
Pacoti	0,6003	0,5763	0,5737	0,5834	21	26	25
Varjota	0,5794	0,5845	0,5896	0,5845	48	64	70
Santana do Cariri	0,5686	0,5756	0,6095	0,5846	20	22	27
Palmácia	0,5359	0,6244	0,5937	0,5847	9	10	15

Fonte: elaborado pelo autor.

Antes de detalhar os resultados apresentados na Tabela 6, é importante destacar que a eficiência na conformidade fiscal das empresas depende fortemente das características específicas de cada firma, como regime tributário, setor de atuação e porte. Da mesma forma que as análises regionais anteriores evidenciaram diferenças significativas entre territórios, essas variáveis estruturais também condicionam a forma como os insumos e informações declaradas se convertem em vendas reportadas, refletindo distintos graus de alinhamento com as exigências fiscais. A consideração dessas particularidades é, portanto, essencial para

interpretar corretamente os níveis de eficiência observados e compreender os padrões de heterogeneidade entre as empresas analisadas.

Tabela 6 – Nível de eficiência médio por características da empresa

Variável	2021	2022	2023	N 2021	N 2022	N 2023
Painel A: Substituição Tributária						
Não	0,6092	0,6180	0,6261	8.558	11.112	13.877
Sim	0,6263	0,6321	0,6386	8.878	11.117	13.587
Painel B: Setor econômico						
Comércio Varejista	0,6210	0,6283	0,6354	13.970	17.665	21.912
Indústria	0,6054	0,6154	0,6264	2.188	2.870	3.517
Outros Setores	0,6051	0,6085	0,6094	1.278	1.694	2.035
Painel C: Porte da Empresa						
EPP	0,6499	0,6574	0,6609	7.193	8.046	8.353
Microempresa	0,5954	0,6067	0,6198	10.243	14.183	19.111

Fonte: elaborado pelo autor.

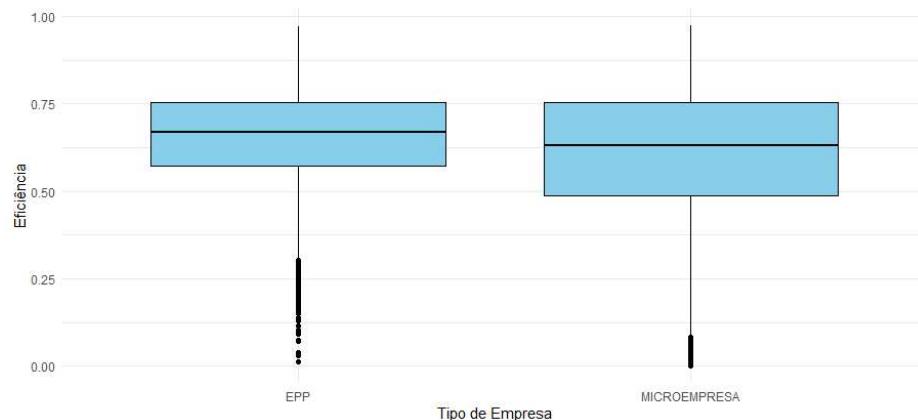
Os resultados da Tabela 6 indicam que empresas sujeitas à ST apresentam maior eficiência média (0,6386 em 2023) em relação às não enquadradas (0,6261). Esse resultado é esperado, uma vez que a ST reduz oportunidades de manipulação da base tributária, promovendo maior alinhamento entre compras e vendas declaradas. Setor econômico. O comércio varejista (0,6354 em 2023) apresentou maior eficiência na conformidade em comparação à indústria (0,6264) e outros setores (0,6094). A maior padronização de operações no varejo, combinada com mecanismos de controle mais diretos sobre o fluxo de mercadorias, pode explicar esse melhor desempenho. As EPPs (0,6609 em 2023) apresentam níveis de conformidade mais elevados do que as microempresas (0,6198), refletindo a maior capacidade organizacional e contábil das primeiras, enquanto as microempresas enfrentam mais restrições de gestão e maior vulnerabilidade a práticas informais.

Para analisar os escores de eficiência além de seu comportamento médio, recorre-se à ferramenta estatística *box plot*, também conhecida como diagrama de caixa, a qual permite visualizar a distribuição dos dados com base nas seguintes estatísticas: valor mínimo, primeiro quartil, mediana, terceiro quartil e valor máximo. Os Gráficos 2 a 5 apresentam os *box plots* dos escores de eficiência, considerando as características das empresas analisadas na Tabela 6, bem como a região em que estão localizadas.

No que diz respeito ao porte da empresa analisada, a análise do Gráfico 2 reforça as informações apresentadas na Tabela 6, indicando que as empresas classificadas como EPP apresentam, em média, escores de eficiência mais elevados em relação às microempresas. Esse

resultado é confirmado pela mediana, que se mostra superior para as EPPs. Por outro lado, observa-se entre as EPPs uma maior incidência de valores extremos na parte inferior da distribuição, o que sugere a existência de um número maior de empresas com nível de eficiência relativamente baixo. Ressalta-se, que a presença de *outliers* negativos é um padrão transversal a todos os gráficos analisados.

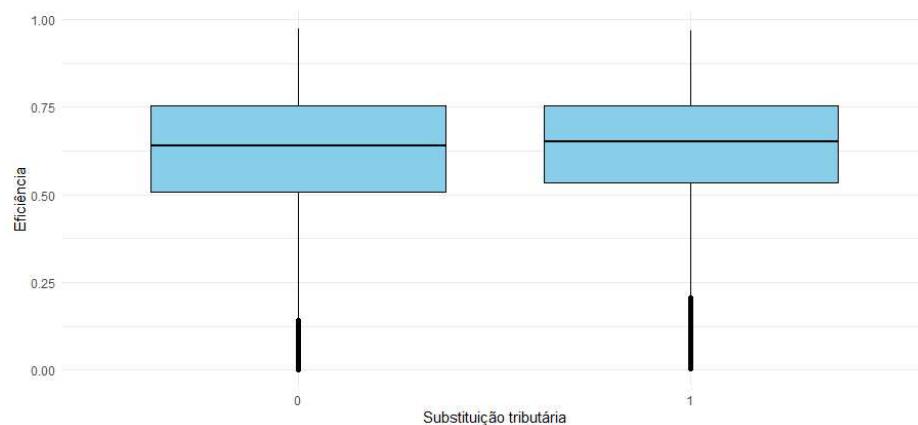
Gráfico 2 – *Box plot* do escore de eficiência por tipo de empresa



Fonte: elaborado pelo autor.

Considerando as diferenças de comportamento entre as empresas que adotam o regime de substituição tributária, o Gráfico 3 reforça a ideia que, em geral, a diferença no nível de eficiência é muito pequena, mas positiva em favor das empresas que adotam o regime de substituição tributária. Como já destacado anteriormente, a substituição tributária, em geral, deve produzir o efeito de reduzir oportunidades de manipulação da base tributária, promovendo maior alinhamento entre compras e vendas declaradas.

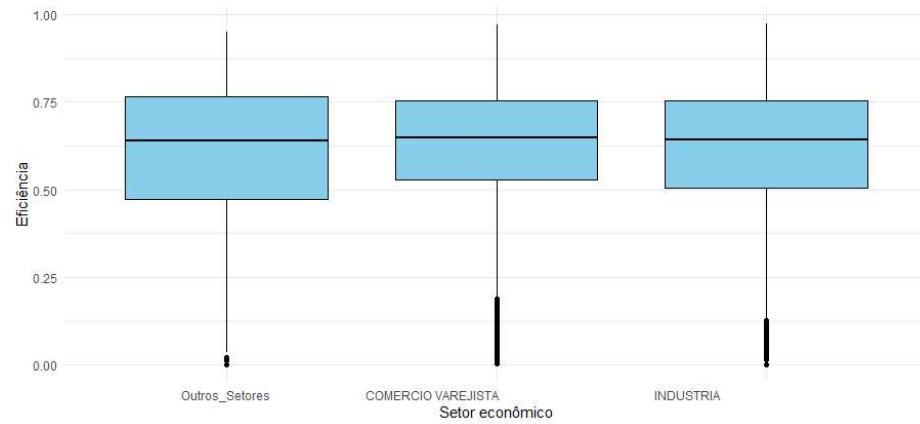
Gráfico 3 – *Box plot* do escore de eficiência por substituição tributária



Fonte: elaborado pelo autor.

Sobre o Gráfico 4, verifica-se a ocorrência de similaridades na distribuição dos escores de eficiência entre os setores econômicos analisados. O comércio varejista, contudo, apresenta uma mediana de eficiência ligeiramente superior à dos demais setores. Por outro lado, esse mesmo setor exibe uma maior quantidade de valores extremos na parte inferior da distribuição, indicando a presença de um número relativamente maior de empresas com níveis muito baixos de eficiência em comparação aos demais setores.

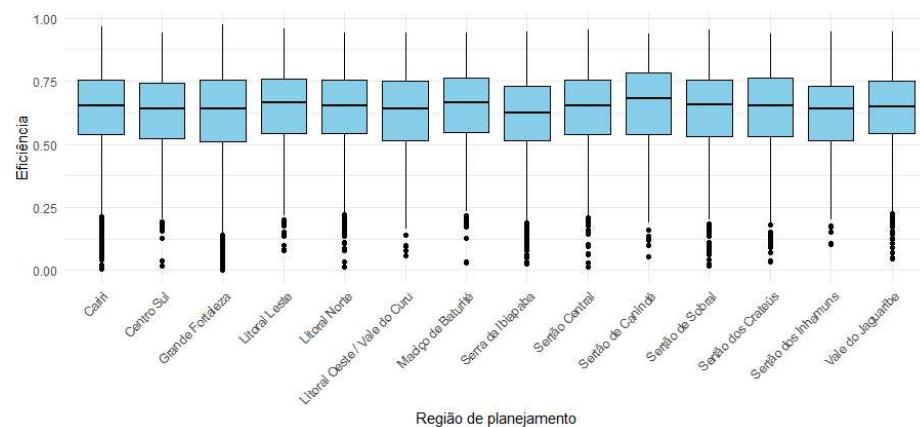
Gráfico 4 – *Box plot* do escore de eficiência por setor econômico



Fonte: elaborado pelo autor.

Por fim, o Gráfico 5 apresenta a distribuição dos escores de eficiência considerando a região em que a empresa está instalada. Os resultados estão em consonância com aqueles apresentados na Tabela 1 e indicam que regiões como o Sertão de Canindé e o Maciço de Baturité exibem níveis medianos de eficiência superiores aos das demais regiões.

Gráfico 5 – *Box plot* do escore de eficiência por região



Fonte: elaborado pelo autor.

A partir da estimação da fronteira estocástica e dos índices de eficiência técnica, torna-se possível avançar para a análise das projeções de valores a recuperar, calculados como a diferença entre o valor ótimo de vendas na fronteira e o montante efetivamente reportado pela empresa. Essa medida fornece uma estimativa do espaço potencial de conformidade não alcançado, traduzindo a ineficiência em termos monetários e permitindo quantificar o impacto econômico das discrepâncias entre declarações e o padrão esperado de alinhamento fiscal. Ao converter a ineficiência técnica em valores projetados, a análise ganha relevância prática para a administração tributária, pois indica o volume de receita que poderia ser recuperado caso todas as firmas operassem em conformidade plena com a fronteira estimada. A Tabela 7 apresenta os 5 cenários com maior valor a recuperar por empresa em cada ano analisado.

Tabela 7 – Projeções de valores a recuperar por ano (5 maiores cenários)

Ano	Região	Setor econômico	ST	Porte	Valor
2021	Grande Fortaleza	Outros Setores	Não	ME	2.558,14
2021	Litoral Oeste / Vale do Curu	Indústria	Sim	EPP	2.272,11
2021	Grande Fortaleza	Indústria	Sim	EPP	1.115,74
2021	Sertão de Sobral	Indústria	Não	EPP	1.005,67
2021	Litoral Oeste / Vale do Curu	Outros Setores	Não	EPP	930,91
2022	Sertão dos Crateús	Outros Setores	Sim	EPP	4.104,92
2022	Litoral Oeste / Vale do Curu	Indústria	Sim	EPP	1.963,16
2022	Sertão dos Inhamuns	Outro Setores	Sim	EPP	996,02
2022	Grande Fortaleza	Indústria	Sim	EPP	961,17
2024	Maciço de Baturité	Outro Setores	Sim	EPP	865,98
2023	Litoral Oeste / Vale do Curu	Indústria	Sim	EPP	2.069,98
2023	Sertão dos Inhamuns	Outros Setores	Sim	EPP	1.449,23
2023	Sertão dos Crateús	Outros Setores	Sim	EPP	1.071,46
2023	Maciço de Baturité	Outros Setores	Sim	EPP	1.061,21
2023	Grande Fortaleza	Indústria	Sim	EPP	885,41

Fonte: elaborado pelo autor.

As projeções indicam que os maiores potenciais de recuperação de valores estão concentrados em combinações específicas de região, setor econômico e porte das empresas, revelando padrões de vulnerabilidade na conformidade fiscal.

No ano de 2021, o destaque é para as microempresas de outros setores na Grande Fortaleza, com potencial de recuperação estimado em R\$ 2.558,14 mil. Esse resultado reflete a maior heterogeneidade e possível fragilidade na formalização de microempresas em setores não industriais e não varejistas, especialmente em regiões metropolitanas com alta densidade de contribuintes. Ainda em 2021, o setor industrial do Litoral Oeste/Vale do Curu sob ST (EPPs) apresentou valor elevado (R\$ 2.272,11 mil), sinalizando que, mesmo em regime de substituição

tributária, subsistem discrepâncias relevantes entre a fronteira e os valores efetivamente reportados.

No ano de 2022, observa-se um salto expressivo: o Sertão dos Crateús em outros setores (EPPs sob ST) registrou o maior valor de todo o período analisado, com R\$ 4.104,92 mil a recuperar. Esse número aponta para a existência de inconsistências significativas fora da capital, sugerindo que determinadas regiões do interior concentram fragilidades de conformidade comparáveis ou até superiores às áreas metropolitanas. Ainda nesse ano, a indústria do Litoral Oeste/Vale do Curu (EPP sob ST) reaparece entre os maiores valores (R\$ 1.963,16 mil), reforçando que o setor industrial nessa região mantém relevância nas perdas potenciais de arrecadação.

Em 2023, o padrão se repete com destaque para o setor industrial do Litoral Oeste/Vale do Curu (EPP sob ST), com R\$ 2.069,98 mil a recuperar. Além disso, os outros setores em regiões do interior, como o Sertão dos Inhamuns (R\$ 1.449,23 mil) e o Sertão dos Crateús (R\$ 1.071,46 mil), apresentam novamente elevados valores potenciais. Esse resultado confirma que a heterogeneidade da conformidade fiscal não se limita à Grande Fortaleza, mas está distribuída por diferentes territórios do estado.

De modo geral, os cenários de maior valor a recuperar indicam três achados centrais: (i) Microempresas em grandes centros (como Grande Fortaleza) apresentam maior vulnerabilidade, especialmente em setores mais diversificados. (ii)EPPs industriais do Litoral Oeste/Vale do Curu figuram de forma recorrente entre os maiores valores, mesmo quando submetidos ao regime de substituição tributária, sugerindo que mecanismos automáticos de controle não eliminam as inconsistências declaradas. (iii) Regiões do interior, como Sertão dos Crateús e Sertão dos Inhamuns, também concentram valores relevantes, mostrando que o problema da conformidade fiscal é difuso e não restrito à capital. Esses resultados reforçam a importância de uma abordagem segmentada, considerando simultaneamente as dimensões regionais, setoriais e de porte das empresas na formulação de políticas de fiscalização e no desenho de estratégias para reduzir perdas de arrecadação.

4.4 Índice de Risco de Conformidade Tributária

Antes de analisar os resultados obtidos para o IRCT, é importante ressaltar que o referido índice ainda precisa ser submetido a um processo de validação. Dessa forma, os resultados do IRCT aqui apresentados devem ser vistos com parcimônia. Destaca-se que, em média, as empresas apresentam níveis elevados de risco de não conformidade, já que os índices

regionais variam entre 35% e 39%. Isso significa que, em média, as receitas declaradas pelas empresas estão entre 35% e 40% abaixo daquelas projetadas pela fronteira estocástica, o que sugere espaço expressivo para recuperação de valores.

Tabela 8 – IRCT médio por região

Região	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Serra da Ibiapaba	39,9762	38,9602	38,3715	39,1026	658	844	1.066
Grande Fortaleza	38,9021	38,1548	37,3150	38,1240	8.699	11.151	13.923
Litoral Oeste / Vale do Curu	38,3019	38,1776	36,9494	37,8096	527	660	795
Sertão dos Inhamuns	38,0150	37,9367	37,3557	37,7691	211	273	338
Centro Sul	37,8453	37,3363	36,9131	37,3649	600	743	874
Sertão de Sobral	37,4772	37,0326	36,1103	36,8733	823	1.078	1.335
Sertão dos Crateús	37,0212	36,9212	36,1862	36,7095	619	782	918
Cariri	37,1380	36,5811	36,2260	36,6484	1.888	2.355	2.914
Sertão Central	37,4310	36,2511	35,7269	36,4696	531	707	897
Litoral Norte	37,0516	36,1826	36,0718	36,4353	836	1.060	1.285
Vale do Jaguaribe	37,3691	36,4245	35,4706	36,4214	924	1.115	1.343
Litoral Leste	37,4323	35,7269	35,3901	36,1831	483	626	759
Maciço de Baturité	36,6169	35,7119	35,1714	35,8334	334	428	529
Sertão de Canindé	36,5634	35,8000	34,0875	35,4836	303	407	488

Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados da Tabela 8 apontam que a Serra da Ibiapaba (39,1%) e a Grande Fortaleza (38,1%) apresentam os maiores índices médios, o que indica que nessas regiões há maior discrepância entre valores declarados e valores projetados, traduzindo risco mais elevado de não conformidade. Por outro lado, o Sertão de Canindé (35,5%) e o Maciço de Baturité (35,8%) estão entre as regiões com menor risco, sugerindo maior proximidade das empresas locais em relação à fronteira estimada. Essa heterogeneidade reforça a necessidade de políticas regionais diferenciadas, dado que as condições locais influenciam diretamente a qualidade da conformidade fiscal.

Municípios como Antonina do Norte (25,0%), Poranga (26,0%) e General Sampaio (26,0%) figuram com os menores índices médios, como pode ser visto na Tabela 9, sugerindo que nesses locais as empresas declararam receitas mais próximas às estimadas pelo modelo. É importante notar que esses municípios também já haviam se destacado positivamente na análise de eficiência técnica, o que indica coerência entre os dois indicadores e reforça a hipótese de maior homogeneidade empresarial e maior alinhamento das práticas contábeis com as exigências fiscais.

Tabela 9 – Municípios com menor IRCT médio

Município	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Antonina do Norte	22,2979	23,9397	28,7662	25,0013	10	11	22
Poranga	23,1359	25,1615	29,6208	25,9727	7	13	18
General Sampaio	23,2658	26,9227	27,8517	26,0134	4	8	7
Paramoti	30,8882	25,8195	25,0592	27,2557	12	17	22
Monsenhor Tabosa	29,7473	26,7698	28,8664	28,4612	26	33	40
Araripe	29,1179	28,9301	28,2438	28,7640	23	31	36
Abaiara	29,2704	29,2611	30,2918	29,6078	10	14	15
Alto Santo	32,8591	29,3366	28,2553	30,1504	17	22	31
Potengi	31,4229	30,1667	29,0492	30,2130	13	21	21
Saboeiro	29,8095	30,0891	30,8418	30,2468	13	20	29

Fonte: elaborado pelo autor.

Por outro lado, municípios como Ipueiras (43,8%), Paracuru (42,9%) e Carnaubal (42,6%) apresentam os maiores riscos de não conformidade. Nesses locais, as receitas declaradas estão, em média, mais de 40% abaixo do valor estimado pela fronteira, configurando elevado potencial de inconsistências fiscais. Em alguns casos, como Palmácia (41,5%) e Altaneira (42,4%), observa-se inclusive variação significativa entre os anos, sugerindo instabilidade nos padrões de conformidade.

Tabela 10 – Municípios com maior IRCT médio

Município	2021	2022	2023	Média	N 2021	N 2022	N 2023
Ipueiras	44,9712	44,0684	42,2578	43,7658	50	62	72
Paracuru	45,6347	42,2927	40,7014	42,8763	56	72	101
Carnaubal	44,0873	43,3803	40,2937	42,5871	23	31	40
Altaneira	39,5956	40,2291	47,3852	42,4033	8	10	18
Itaiçaba	42,5768	42,3050	42,1382	42,3400	12	13	18
Baixio	44,2346	38,2394	43,8095	42,0945	3	4	2
Pacoti	39,9678	42,3744	42,6313	41,6578	21	26	25
Varjota	42,0578	41,5450	41,0360	41,5463	48	64	70
Santana do Cariri	43,1422	42,4398	39,0515	41,5445	20	22	27
Palmácia	46,4076	37,5642	40,6286	41,5335	9	10	15

Fonte: elaborado pelo autor.

De maneira geral, os resultados indicam três evidências principais: o risco médio estadual se apresenta elevado, com discrepâncias sistemáticas superiores a 35% em todas as regiões, apontando uma ampla margem para aprimoramento da conformidade fiscal; observa-se uma significativa heterogeneidade regional, com Grande Fortaleza e Serra da Ibiapaba destacando-se pelos maiores riscos, enquanto regiões como Canindé e Baturité exibem

discrepâncias menores; e os municípios extremos corroboram os padrões regionais, evidenciando que os mais eficientes na fronteira, como Antonina do Norte, Poranga e General Sampaio, também apresentam menor risco, ao passo que aqueles com baixos níveis de eficiência, como Ipueiras, Paracuru e Carnaubal, concentram os maiores índices de não conformidade.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como propósito central analisar o risco de não conformidade tributária entre as empresas optantes pelo regime do Simples Nacional no estado do Ceará, no período de 2021 a 2023, por meio da aplicação do Modelo de Fronteira Estocástica de Produção (SFA). A pesquisa buscou não apenas estimar a eficiência técnica dos contribuintes na declaração de suas receitas, mas também propor um índice de risco de conformidade tributária (IRCT), capaz de identificar e classificar os perfis empresariais mais suscetíveis a irregularidades fiscais.

Os resultados obtidos permitem destacar alguns pontos centrais. Primeiramente, a análise descritiva evidenciou a grande heterogeneidade existente entre os contribuintes. Os valores declarados apresentaram forte dispersão, com médias relativamente elevadas, mas acompanhadas por alta variância e amplitude significativa entre o mínimo e o máximo observado. Essa heterogeneidade é reflexo da própria diversidade estrutural do universo de microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP) que compõem o Simples Nacional, sugerindo que políticas uniformes de fiscalização podem não ser suficientemente eficazes.

A estimação do modelo de fronteira estocástica confirmou que o porte empresarial exerce papel decisivo na conformidade. As EPPs, de modo geral, apresentaram níveis mais elevados de eficiência tributária, enquanto as microempresas tenderam a registrar maior distância em relação à fronteira de produção estimada, revelando maior risco de não conformidade. Esse resultado é consistente com evidências anteriores da literatura, que apontam a vulnerabilidade das microempresas quanto à gestão contábil e ao cumprimento das obrigações fiscais.

No que se refere ao setor de atividade, verificou-se que empresas industriais, em média, declararam níveis de receita inferiores aos previstos pelo modelo, indicando maior propensão a omissões quando comparadas às atividades de comércio varejista ou de serviços. Por outro lado, as empresas do setor de varejo apresentaram elasticidades mais elevadas e estatisticamente significativas em relação às variáveis de insumo, como volume de compras e despesas, sugerindo que suas declarações seguem de maneira mais consistente os padrões esperados pelo modelo econometrônico. Esse achado tem implicações práticas relevantes, pois sugere que a fiscalização direcionada ao setor industrial poderia ser particularmente eficaz na redução do gap tributário.

A dimensão geográfica também se mostrou relevante. A região metropolitana de Fortaleza concentra o maior número de contribuintes, mas nem sempre apresenta os melhores

indicadores de conformidade. Regiões do interior, como o Cariri e o Sertão de Sobral, revelaram comportamentos distintos, ora positivos, ora negativos, dependendo da combinação de setor e porte da empresa. Tais variações regionais indicam que fatores locais – como infraestrutura, estrutura de mercado, cultura empresarial e capacidade de fiscalização regional – afetam diretamente o nível de conformidade, reforçando a importância de políticas tributárias descentralizadas e adaptadas às especificidades de cada território.

Outro ponto a ser destacado refere-se à consistência estatística do modelo aplicado. As variáveis de insumo selecionadas – compras, despesas, DIMP e capital social – mostraram-se relevantes para explicar a variação nas receitas declaradas. As elasticidades estimadas foram positivas e significativas na maior parte dos casos, o que indica que o modelo capturou adequadamente a relação entre insumos e produto. Esse resultado confere robustez ao uso do SFA como ferramenta analítica no contexto da administração tributária, reforçando sua aplicabilidade prática para o monitoramento de contribuintes do Simples Nacional.

No âmbito das contribuições, este trabalho se insere na literatura sobre conformidade tributária no Brasil ao oferecer evidências empíricas atualizadas para o período recente, marcado pela retomada da atividade econômica após a pandemia da Covid-19. Do ponto de vista teórico, reforça a pertinência da aplicação de modelos de fronteira estocástica em análises de esforço fiscal e conformidade, consolidando essa metodologia como alternativa viável ao lado de técnicas não paramétricas. Do ponto de vista prático, o índice de risco de conformidade tributária (IRCT) proposto constitui uma ferramenta útil para a administração tributária estadual, uma vez que permite ranquear contribuintes de acordo com sua propensão ao risco e, assim, direcionar esforços de fiscalização de maneira mais eficiente e focalizada.

Apesar das contribuições, é necessário reconhecer algumas limitações da pesquisa. A primeira diz respeito à disponibilidade e qualidade dos dados. Embora as bases utilizadas sejam abrangentes e provenientes de fontes oficiais da Sefaz/CE, é possível que inconsistências decorrentes de erros de preenchimento ou atrasos na atualização das informações tenham afetado parte das estimativas. Outra limitação refere-se à ausência de variáveis comportamentais e institucionais que poderiam ajudar a explicar a heterogeneidade observada, como o grau de escolaridade dos gestores, a estrutura de governança das empresas ou mesmo a intensidade das ações de fiscalização recebidas ao longo do tempo. Pontua-se ainda como limitação a não realização de testes e validação para o IRCT o que faz com que os resultados do índice devam ser vistos com cautela.

Por fim, cabe destacar sugestões para pesquisas futuras. Em primeiro lugar, seria relevante ampliar o horizonte temporal da análise, de forma a verificar se os padrões

identificados se mantêm no longo prazo, sobretudo em períodos de instabilidade econômica ou mudanças na legislação tributária. Em segundo lugar, recomenda-se incorporar variáveis qualitativas relacionadas ao perfil dos empresários e à cultura organizacional, com o intuito de enriquecer a compreensão sobre os fatores determinantes da conformidade. Outra agenda promissora envolve a comparação entre estados brasileiros, o que permitiria avaliar diferenças institucionais e regionais mais amplas na aplicação do Simples Nacional. Além disso, a integração de técnicas de aprendizado de máquina aos modelos de fronteira pode ampliar a capacidade preditiva e a eficiência na identificação de contribuintes de alto risco.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Patrícia Garcia Gonçalves de. **Efeitos da notificação de regularização na conformidade tributária do contribuinte do Simples Nacional.** 2024. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado Profissional em Administração Pública, Centro de Formação Acadêmica e Pesquisa, Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/FGV_734df2e81ae53a581db0522978b1d56d. Acesso em: 05 jul. 2024.

CARNEIRO, Marcelo Sobreira. **Medida de conformidade para o ISSQN:** uma análise de fronteira estocástica para o Município de Fortaleza no exercício de 2022. 2024. 51 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Programa de Economia Profissional, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/76736>. Acesso em: 10 jun. 2024.

KUMBHAKAR, Subal C.; LOVELL, C. A. Knox. ***Stochastic Frontier Analysis.*** Cambridge University Press, [S.L.], p. 1-328, 13 mar. 2000. Cambridge University Press. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9781139174411>.

LIMA, Márlio José dos Santos. **Conformidade da arrecadação tributária do ICMS nas empresas do Simples Nacional – uma abordagem empírica para o Estado do Ceará de 2014 a 2019.** 2022. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Economia Profissional, Faculdade de Economia, Administração, Atuária e Contabilidade, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/70909>. Acesso em: 01 maio 2024.

LUIZ, G. et al.. Estudo sobre sonegação fiscal das empresas brasileiras. **Instituto Brasileiro de Planejamento e Tributação.** Curitiba, p. 1-85. 16 jan. 2023. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/16qO-QEgeeJTblG_LVVy1TdwdgRuL_Lps/view. Acesso em: 05 set. 2024.

MEEUSEN, Wim; BROECK, Julien van Den. ***Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions with Composed Error.*** International Economic Review, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 435-444, jun. 1977. JSTOR. <http://dx.doi.org/10.2307/2525757>. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2525757>. Acesso em: 20 jun. 2024.

ORAIR, Rodrigo Octávio; ALBUQUERQUE, Pedro Henrique Melo. **Capacidade de arrecadação do IPTU:** estimativa por fronteira estocástica com dados em painel. Texto Para Discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, v. 2309, n. 1, p. 2-44, jan. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/7930?mode=full>. Acesso em: 10 jun. 2024.

MIYOSHI, Roberto Kazuo; NAKAO, Sílvio Hiroshi. Riscos de Conformidade Tributária: um estudo de caso no Estado de São Paulo. **Revista de Contabilidade e Organizações**, [S.L.], v. 6, n. 14, p. 17-46, 1 abr. 2012. Universidade de São Paulo, Agencia USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA). <http://dx.doi.org/10.11606/rco.v6i14.45400>. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/275424372_Riscos_de_Conformidade_Tributaria_Um_estudo_de_caso_no_estado_de_Sao_Paulo. Acesso em: 19 jul. 2024.