



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

LUCAS SAMPAIO MEIRELES DE SOUSA

EFICIÊNCIA DOS INCENTIVOS FISCAIS DO FDI EM RELAÇÃO A
INDICADORES SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS CEARENSES (2015-
2020): UMA AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DEA (ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE
DADOS)

FORTALEZA

2025

LUCAS SAMPAIO MEIRELES DE SOUSA

EFICIÊNCIA DOS INCENTIVOS FISCAIS DO FDI EM RELAÇÃO A INDICADORES
SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS CEARENSES (2015-2020): UMA
AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DEA (ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS)

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antônio de Castro Pereira

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)

- S697e Sousa, Lucas Sampaio Meireles de.
Eficiência dos incentivos fiscais do FDI em relação a indicadores socioeconômicos dos municípios cearenses (2015-2020): uma avaliação pelo método DEA (Análise Envoltória de Dados) / Lucas Sampaio Meireles de Sousa. – 2025.
47 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. Ricardo Antônio de Castro Pereira.
1. Incentivos fiscais. 2. Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI). 3. Análise Envoltória de Dados (DEA). 4. Municípios cearenses. I. Título.

LUCAS SAMPAIO MEIRELES DE SOUSA

EFICIÊNCIA DOS INCENTIVOS FISCAIS DO FDI EM RELAÇÃO A INDICADORES
SOCIOECONÔMICOS DOS MUNICÍPIOS CEARENSES (2015-2020): UMA
AVALIAÇÃO PELO MÉTODO DEA (ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS)

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Economia Profissional – PEP, da Universidade Federal do Ceará – UFC, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Economia. Área de Concentração: Economia do Setor Público.

Aprovada em: **28 de agosto de 2025.**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Antônio de Castro Pereira (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Marcelo de Castro Callado
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Arley Rodrigues Bezerra
Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE)

RESUMO

Este trabalho avalia a eficiência técnica de 32 municípios cearenses no uso de incentivos fiscais do Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI), no período de 2015 a 2020. O objetivo é verificar em que medida os recursos aportados por meio do FDI têm contribuído para o desenvolvimento econômico e social local. O tema insere-se no debate sobre políticas fiscais e a necessidade de monitoramento da eficácia dos benefícios concedidos, especialmente em regiões que enfrentam desigualdades estruturais. As fontes de dados incluem IBGE, RAIS, FINBRA/STN e ADECE, abrangendo informações de investimento, arrecadação e mercado de trabalho. A metodologia adotada foi a Análise Envoltória de Dados (DEA), aplicada em modelos orientados a insumo e a produto, além de versão *per capita* para controlar efeitos demográficos. Os resultados indicam que apenas Fortaleza, General Sampaio e Sobral atingiram plena eficiência, servindo de referência. A média de eficiência foi de 0,21 (insumo) e 0,25 (produto), revelando ampla ineficiência e espaço para redução de até 79% nos investimentos ou melhor aproveitamento dos resultados. No modelo *per capita*, a média subiu para 0,84, diminuindo disparidades, mas ainda evidenciando diferenças ligadas à gestão municipal. A análise demonstra a heterogeneidade na capacidade de alocação de recursos e aponta para a necessidade de aprimoramento das políticas de fomento e da governança pública para garantir impactos socioeconômicos mais equitativos e sustentáveis.

Palavras-chave: incentivos fiscais; Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI); Análise Envoltória de Dados (DEA); municípios cearenses.

ABSTRACT

This study evaluates the technical efficiency of 32 municipalities in Ceará, Brazil, in using tax incentives from the Industrial Development Fund (FDI) between 2015 and 2020. The objective is to assess to what extent FDI resources have contributed to local economic and social development. The research addresses the complexity of fiscal policy and the need to monitor the effectiveness of tax benefits, particularly in regions facing structural inequalities. Data sources include IBGE, RAIS, FINBRA/STN, and ADECE, covering information on investment, tax revenue, and the labor market. The methodology employed was Data Envelopment Analysis (DEA), applied through input- and output-oriented models, as well as a *per capita* version to control demographic effects. Results indicate that only Fortaleza, General Sampaio, and Sobral achieved full efficiency, serving as benchmarks. The average efficiency score was 0.21 (input) and 0.25 (output), revealing significant inefficiency and suggesting that municipalities could reduce up to 79% of investments or maximize outcomes with existing resources. In the per capita model, the average increased to 0.84, reducing disparities, but still highlighting differences related to local governance and productive structures. The analysis underscores the heterogeneity in resource allocation capacity and points to the need for improvements in public management and incentive policies to ensure more equitable and sustainable socioeconomic impacts.

Keywords: fiscal incentives; Industrial Development Fund (FDI); Data Envelopment Analysis (DEA); Ceará municipalities.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Descrição dos programas do FDI.....	14
Quadro 2 - Descrição e Fonte das Variáveis do Modelo Geral.....	20
Quadro 3 - Descrição e Fonte das Variáveis do Modelo <i>Per Capita</i>	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas Descritivas das Variáveis do Modelo.....	24
Tabela 2 - Resultados do Modelo Geral DEA voltado para os insumos.....	26
Tabela 3 - Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para Insumo.....	27
Tabela 4 - Resultados do Modelo Geral DEA voltado para o produto.....	28
Tabela 5 - Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para o Produto.....	29
Tabela 6 - Estatísticas Descritivas das Variáveis do Modelo <i>Per Capita</i>	30
Tabela 7 - Resultados do Modelo DEA <i>Per Capita</i> voltado para os insumos.....	31
Tabela 8 - Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para Insumo.....	32
Tabela 9 - Resultados do Modelo DEA <i>Per Capita</i> voltado para o produto.....	33
Tabela 10 - Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para o Produto.....	34
Tabela 11 - Resultados do Modelo Geral sem <i>outliers</i> voltado para o insumo.....	35
Tabela 12 - Resultados do Modelo Geral sem <i>outliers</i> voltado para o produto.....	37
Tabela 13 - Resultados do Modelo DEA <i>Per Capita</i> sem <i>outliers</i> voltado para o insumo.....	39
Tabela 14 - Resultados do Modelo DEA <i>Per Capita</i> sem <i>outliers</i> voltado para o produto.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADECE	Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará
BCC	Banker, Charnes e Cooper (modelo DEA com retornos variáveis de escala)
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes (modelo DEA com retornos constantes de escala)
CONFAZ	Conselho Nacional de Política Fazendária
DEA	Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis)
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
FINBRA	Finanças do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDM	Índice de Desenvolvimento Municipal
IGP-DI	Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
LRF	Lei de Responsabilidade Fiscal
PIB	Produto Interno Bruto
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
STN	Secretaria do Tesouro Nacional
VAF	Valor Adicionado Fiscal
VRS	Variable Returns to Scale (Retornos Variáveis de Escala, no modelo DEA)
ZPE	Zona de Processamento de Exportação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
1.1	Contextualização.....	9
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS).....	12
2.1.1	<i>Renúncia de receitas.....</i>	12
2.1.1.1	<i>Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI) do Ceará.....</i>	13
2.1.2	<i>Repartição tributária ICMS.....</i>	15
2.2	Metodologia e base de dados.....	16
2.3	Fonte e tratamento dos dados.....	19
2.3.1	<i>Modelo geral.....</i>	19
2.3.2	<i>Modelo per capita.....</i>	21
2.3.3	<i>Outliers.....</i>	22
3	ANÁLISE EMPÍRICA DE COMPARAÇÃO DE DADOS.....	24
3.1	Modelo geral.....	24
3.1.1	<i>DEA voltado para o insumo.....</i>	25
3.1.2	<i>DEA voltado para o produto.....</i>	27
3.2	Modelo per capita.....	30
3.2.1	<i>DEA voltado para o insumo.....</i>	31
3.2.2	<i>DEA voltado para o produto.....</i>	32
3.3	Modelo sem outliers.....	35
3.3.1	<i>Modelo sem outliers geral.....</i>	35
3.3.1.1	<i>Modelo sem outliers geral voltado ao insumo.....</i>	35
3.3.1.2	<i>Modelo sem outliers geral voltado ao produto.....</i>	37
3.3.2	<i>Modelo sem outliers per capita.....</i>	39
3.3.2.1	<i>Modelo sem outliers per capita voltado ao insumo.....</i>	39
3.3.2.2	<i>Modelo sem outlier per capita voltado ao produto.....</i>	40
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
	REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização

A sustentabilidade da política fiscal e o desafio de equilibrar arrecadação e políticas públicas emancipatórias têm se tornado temas centrais no debate público contemporâneo. Em um cenário global de crescentes demandas sociais e restrições orçamentárias, a gestão eficiente dos recursos públicos e a transparência nas decisões fiscais são imprescindíveis. A discussão transcende a mera contabilidade de receitas e despesas, adentrando o campo da justiça social e da capacidade do Estado em promover o bem-estar de seus cidadãos. A forma como os governos utilizam seus instrumentos fiscais, incluindo os incentivos e as renúncias, reflete diretamente suas prioridades e seu compromisso com o desenvolvimento equitativo e sustentável. Este contexto complexo exige uma análise aprofundada das ferramentas fiscais empregadas e de seus impactos reais na sociedade, especialmente em regiões que enfrentam desafios socioeconômicos persistentes.

Nesse contexto, o estado do Ceará, historicamente caracterizado por um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e renda *per capita* inferiores à média nacional, tem buscado na política de incentivos fiscais uma estratégia para impulsionar seu desenvolvimento econômico e social. Segundo IBGE em 2021, o IDH-M do Ceará foi de 0,734, posicionando-o como o 12º no ranking nacional e o 1º no Nordeste. No entanto, o IDH nacional em 2021 foi de 0,766. Ainda segundo IBGE, quanto a rendimentos domiciliares *per capita*, em 2024, o Ceará registrou uma média de 1.225, sendo a segunda menor do país, superando apenas o Maranhão. Diante desse cenário, a atração de investimentos por meio de renúncias fiscais é vista como um mecanismo para dinamizar a economia local, gerar empregos e, conseqüentemente, melhorar os indicadores sociais. Contudo, a eficácia e a sustentabilidade de tais políticas necessitam de monitoramento constante para garantir que os benefícios no mínimo igualem os custos associados à renúncia de receita pública.

A concessão de benefícios fiscais, embora justificada pela busca por desenvolvimento, gera complexas controvérsias jurídicas e econômicas. A definição precisa do que constitui uma renúncia fiscal, a mensuração de seu impacto real na arrecadação e no desenvolvimento, e a conformidade com os processos legislativos e a articulação federativa são pontos de constante debate. A falta de controle efetivo sobre essas renúncias aumenta o risco de uso antirrepublicano, onde a desoneração tributária beneficia poucos em detrimento da coletividade, reduzindo a base de financiamento público. Cada real renunciado diminui

diretamente os recursos disponíveis para áreas essenciais como educação e saúde, e afeta também a cota-parte do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) destinada aos municípios, comprometendo a capacidade de investimento e a prestação de serviços públicos locais. Essa dinâmica ressalta a importância dos mecanismos de avaliação e monitoramento que garantam a responsabilidade fiscal e a efetividade das políticas de incentivo.

Nesse cenário, o Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI) emerge como o principal instrumento de incentivo fiscal do Estado do Ceará. O FDI representa um acordo entre empresas e o Governo do Estado, materializado na forma de redução do ICMS, e destina-se prioritariamente a sociedades industriais. Segundo relatório elaborado pela ADECE e disponível no site, para o ano de 2025, a estimativa de renúncia de receita proveniente do FDI é de R\$ 3,516 bilhões, o que demonstra a magnitude desse incentivo na política fiscal cearense. A importância do FDI reside não apenas na atração de grandes empreendimentos, mas também em seu potencial para promover o desenvolvimento em municípios e regiões menos favorecidas do estado. Ao direcionar investimentos para áreas com menor dinamismo econômico, o FDI busca reduzir as desigualdades regionais e impulsionar a geração de emprego e renda onde são mais necessários.

Portanto, torna-se imprescindível avaliações sistemáticas da efetividade dos incentivos fiscais para que não se ampliem os riscos de perpetuação de políticas que não entregem o retorno esperado, comprometendo a justiça distributiva e a qualidade do gasto tributário. Cada real renunciado significa menos recursos para áreas essenciais, como saúde e educação, além de afetar a cota-parte do ICMS destinada aos municípios, tornando indispensáveis os mecanismos que assegurem a responsabilidade fiscal e a transparência dos resultados. É neste sentido que o presente estudo se desenvolve, oferecendo uma avaliação empírica do desempenho do Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI) e contribuindo para que sua concessão esteja vinculada ao alcance de metas e impactos concretos de desenvolvimento socioeconômico.

O FDI, em sua essência, atua como uma ferramenta de sobrevivência no cômputo da guerra fiscal, buscando atrair investimentos para o Ceará em disputa com outros estados da federação. Essa competição por investimentos, embora possa gerar benefícios localizados, levanta questões sobre a sustentabilidade e a equidade do sistema tributário nacional. Tradicionalmente, o debate fiscal costuma focar nas despesas diretas do Estado, ignorando, muitas vezes, o peso e o impacto das renúncias fiscais. A análise da eficiência dos incentivos fiscais, especialmente do FDI, é um ponto crucial onde este estudo pretende focar e contribuir.

Por óbvio, calcular uma eficiência de forma absoluta não é trivial. Uma alternativa seria oferecer uma avaliação técnica de eficiência relativa dos incentivos do FDI. Este estudo propõe aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA). Segundo Bezerra, Sonza e Ribeiro (2021), o DEA configura-se como uma técnica não paramétrica de programação matemática que avalia a eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (DMUs) ao construir uma fronteira que compara, simultaneamente, múltiplos insumos e produtos, possibilitando identificar benchmarks e orientar ajustes gerenciais para que organizações ineficientes se aproximem da fronteira eficiente. Portanto, o modelo apresenta-se como uma alternativa metodológica promissora. Neste estudo, serão avaliados os municípios beneficiados pelos incentivos fiscais — tratados como unidades tomadoras de decisão (DMUs) — para verificar de que forma utilizam o investimento total pactuado (input) e quais impactos produzem sobre os indicadores socioeconômicos de produto interno bruto (PIB), receita tributária e emprego formal (*outputs*). A aplicação do DEA permitirá identificar os municípios que obtiveram os melhores resultados com os incentivos recebidos, podendo servir como referência para entendimento do aprimoramento da política de concessão de benefícios fiscais no Ceará.

O objetivo geral consiste em avaliar a eficiência técnica relativa dos municípios cearenses beneficiados pelo FDI, por meio da DEA, na conversão de investimentos em resultados socioeconômicos. Os objetivos específicos são: (i) analisar a eficiência comparativa do FDI no desenvolvimento municipal; e (ii) recomendar aperfeiçoamentos na governança do fundo, vinculando a concessão de incentivos ao desempenho obtido. Dessa forma, a pesquisa busca contribuir para o debate sobre a sustentabilidade da política fiscal, oferecendo evidências que auxiliem na formulação de políticas públicas mais eficazes, transparentes e socialmente justas.

Por fim, a dissertação está estruturada em quatro seções. A primeira seção apresenta esta introdução, abordando a justificativa do tema, a contextualização e os objetivos do estudo. A segunda seção reúne a revisão da literatura, expondo o referencial teórico e metodológico sobre incentivos fiscais e a Análise Envoltória de Dados. A terceira seção dedica-se à aplicação empírica do modelo, com apresentação dos dados e resultados da eficiência técnica dos municípios. A quarta seção traz as considerações finais, destacando as contribuições do trabalho, os limites da pesquisa e recomendações para o aprimoramento da política de incentivos fiscais no Ceará.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)

Segundo Hugo de Brito Machado, “o ICMS é, sem dúvida, a espinha dorsal da tributação estadual brasileira, pois recai sobre a circulação de mercadorias e sobre serviços de transporte e comunicação, constituindo-se na principal fonte de recursos dos entes estaduais” (Machado, 2018, p. 35). Por ser tributo de competência dos 26 estados e do Distrito Federal, cada ente federado goza de autonomia para disciplinar alíquotas, hipóteses de incidência e benefícios, ajustando-o às suas realidades econômicas e sociais. Incidindo sobre operações de circulação de mercadorias, prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, o imposto financia políticas públicas essenciais — saúde, educação, segurança e infraestrutura — e, por sua abrangência, influencia diretamente a competitividade das empresas e o equilíbrio federativo.

Ellery Jr. e Nascimento Jr. (2017) descrevem sua arquitetura federativa, enfatizando a não-cumulatividade e o compartilhamento de 25% da receita com os municípios, o que reforça seu papel na equalização vertical de recursos. Estudos jurídicos, como Yamao (2022), analisam a evolução histórica do tributo desde o ICM, destacando a ampliação da base e os desafios de harmonização interestadual das alíquotas. Do ponto de vista contábil-financeiro, Ramos *et al.* (2023) revisam a literatura sobre o impacto do ICMS no custo de conformidade das empresas e na competitividade interna do mercado nacional. Esses trabalhos convergem para a conclusão de que a complexidade normativa e a guerra fiscal reduzem a eficiência alocativa do imposto, gerando pressões por reforma tributária.

2.1.1 Renúncia de receitas

A Lei de Responsabilidade Fiscal (LRF), Lei Complementar nº 101/2000, é o principal marco legal que disciplina as renúncias de receitas no Brasil. Em seu Art. 14, a LRF estabelece condições claras para a concessão ou ampliação de incentivos ou benefícios de natureza tributária que impliquem em renúncia de receita. Para que tais medidas sejam implementadas, é imperativo que a renúncia seja considerada na estimativa de receita da lei orçamentária e que não afete as metas de resultados fiscais previstas na lei de diretrizes orçamentárias. Alternativamente, a concessão do benefício deve ser acompanhada de medidas

de compensação, como o aumento de receita por meio da elevação de alíquotas, ampliação da base de cálculo, majoração ou criação de tributo ou contribuição.

A renúncia de receita, tratada como gasto tributário, é objeto de amplo debate desde a promulgação da LRF (LC 101/2000). Takeda (2017) sistematiza os requisitos de estimativa de impacto, compensação e transparência introduzidos pelo art. 14 da LRF, apontando falhas recorrentes de observância pelos entes subnacionais. No campo do direito financeiro, Lobo (2019) argumenta que a renúncia configura despesa pública equiparável à orçamentária, devendo submeter-se aos mesmos controles de eficiência e legalidade.

Outro diploma legal de suma importância para a compreensão das renúncias de receitas, especialmente no que tange ao ICMS, é a Lei Complementar nº 24/75. Essa lei estabelece que a concessão de isenções, incentivos ou benefícios fiscais relativos ao ICMS deve ser precedida de convênio celebrado e ratificado pelos Estados e pelo Distrito Federal, no âmbito do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ). O objetivo primordial dessa exigência é coibir a chamada guerra fiscal, onde os estados competem por investimentos por meio da concessão indiscriminada de benefícios fiscais, o que pode gerar desequilíbrios regionais e prejuízos à arrecadação nacional.

Quanto à LC 24/1975, Ellery Jr. e Nascimento Jr (2017) evidenciam como a exigência de convênio unânime do CONFAZ foi reiteradamente descumprida, fomentando a guerra fiscal e gerando intervenção do STF em mais de 300 ações diretas de inconstitucionalidade.

A produção recente em economia pública (Moura; Silva, 2024) reforça a necessidade de mensuração regular dos gastos tributários, apontando que a renúncia de ICMS supera, em alguns estados, 15 % da receita potencial.

2.1.1.1 Fundo de Desenvolvimento Industrial (FDI) do Ceará

Criado pela Lei 10.367/1979 e atualizado pelo Decreto 34.508/2022, o FDI consolidou-se como o principal instrumento de atração de investimentos industriais no Ceará.

O Decreto Estadual nº 34.508/2022, que regulamenta o Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), estrutura quatro programas de incentivo fiscal e financeiro – Provin, PCDM, Pier e Proade – cada qual voltado a perfis distintos de empreendimento e com modalidades específicas de concessão. O Provin estimula projetos de implantação, ampliação, diversificação, modernização ou recuperação de plantas industriais, condicionando o percentual de diferimento do ICMS (até 75 %) a metas de produção,

emprego e investimento; já o PCDM beneficia centrais de distribuição cujas operações interestaduais alcançam faturamento anual mínimo de R\$ 15 milhões, oferecendo redução de até 75 % do ICMS nas saídas e diferimento em importações estratégicas. O Pier privilegia fabricantes de equipamentos e geradoras de energias renováveis, concedendo diferimento de 75 % do ICMS e retorno fixo de 1 %, além de suspender o imposto na importação de bens de capital; por fim, o Proade destina-se a empreendimentos considerados estratégicos (p. ex., siderurgia, química, têxtil, automotiva), podendo alcançar incentivo de até 99 % do ICMS, desde que atendidos elevados requisitos de investimento, localização e geração de emprego. Em todos os programas, o prazo básico de fruição chega a 120 meses, prorrogável a critério do Conselho de Desenvolvimento Econômico do Estado (Condec), que monitora o cumprimento das contrapartidas e pode suspender ou rescindir o benefício em caso de inadimplência ou descumprimento das metas pactuadas.

A Secretaria do Desenvolvimento Econômico (SDE) e a ADECE disponibilizam relatórios anuais que descrevem programas setoriais (PROVIN, PCDM, PROADE, PIER) e estimam renúncia superior a R\$ 3,5 bi em 2025.

Quadro 1 – Descrição dos programas do FDI

Programa	Público-alvo	Requisitos mínimos
PROVIN (Programa de Incentivo ao Desenvolvimento Industrial)	Empresas industriais (implantação, ampliação, modernização, diversificação, recuperação)	- Projetos de ampliação/modernização: incremento mínimo de 50% na produção média dos últimos 24 meses
PCDM (Programa de Incentivo às Centrais de Distribuição de Mercadorias)	Centrais de distribuição	- Faturamento anual \geq R\$ 15 milhões, escalonado: R\$ 5 mi no 1º ano e R\$ 10 mi no 2º ano
PIER (Programa de Incentivo da Cadeia Produtiva de Energias Renováveis)	Empresas da cadeia de energia renovável	Enquadramento para empreendimentos que gerem ou fabriquem equipamentos de energias renováveis
PROADE (Programa de Atração de Empreendimentos Estratégicos)	Empreendimentos estratégicos de setores definidos (automotivo, farmacêutico, têxtil, siderurgia, energia, etc.)	- Projetos de implantação, modernização ou ampliação em setores estratégicos
		- Incentivos de até 99% do ICMS, com retorno mínimo de 1%

Fonte: Elaborado pelo autor baseado no Decreto 34.508/2022 do Estado do Ceará.

Conforme o quadro 1 para acessar os incentivos do FDI, a empresa deve comprovar requisitos mínimos de expansão econômica. Projetos de ampliação ou

modernização no Provin exigem incremento de 50 % na produção média e metas específicas de investimento, emprego e faturamento. No PCDM, a central de distribuição necessita faturar pelo menos quinze milhões líquidos de reais anuais, crescendo gradualmente nos dois primeiros anos. O Pier requer fabricação de equipamentos de energia renovável ou geração própria, com investimento compatível e retorno de 1 % do ICMS diferido. Já o Proade demanda aportes superiores a duzentos milhões e geração de, no mínimo, cinquenta novos empregos diretos (CEARÁ, 2022).

Segundo Teixeira (2024), os 45 anos de vigência do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará revelam importante contribuição para a interiorização da atividade econômica, ampliando a base industrial fora da Região Metropolitana de Fortaleza; contudo, adverte que os benefícios continuam concentrados em poucos municípios de maior porte e em setores específicos, o que limita o alcance distributivo da política.

2.1.2 Repartição tributária ICMS

Desde a promulgação da Constituição de 1988, ficou estabelecido que 25% da arrecadação do ICMS pertence aos Municípios (art. 158, IV). Originalmente, a regra do §1º previa que, desse montante, três quartos no mínimo (75%) seriam distribuídos proporcionalmente ao valor adicionado fiscal (VAF), enquanto o quarto restante (25%) poderia ser repartido segundo critérios definidos em lei estadual. Esse modelo privilegiava a lógica econômica do retorno, vinculando a maior parte da cota-parte ao dinamismo produtivo e comercial de cada município, o que acabava por concentrar receitas nas cidades mais industrializadas ou com cadeias de circulação mais robustas.

A partir da Emenda Constitucional nº 108/2020, o sistema sofreu alteração significativa, com a introdução do chamado ICMS-Educação. O dispositivo constitucional passou a determinar que, do percentual reservado às leis estaduais, no mínimo 10 pontos percentuais deveriam obrigatoriamente ser distribuídos conforme indicadores de melhoria nos resultados de aprendizagem e de equidade, considerando o nível socioeconômico dos estudantes. A lógica da repartição deixou de ser exclusivamente econômica e passou também a funcionar como mecanismo de indução de políticas públicas educacionais.

Mais recentemente, a Emenda Constitucional nº 132/2023 redefiniu os percentuais: agora, pelo menos 65% da cota-parte municipal devem ser distribuídos segundo o VAF, e até 35% podem seguir critérios fixados pelos estados, respeitada a exigência de observância do ICMS-Educação. Essa atualização reduziu a rigidez da vinculação ao valor

adicionado e ampliou a margem de autonomia estadual, consolidando o modelo misto: parte baseada no dinamismo econômico e parte orientada por indicadores sociais, especialmente na educação básica.

2.2 Metodologia e base de dados

Para alcançar o objetivo do presente estudo, a eficiência dos investimentos de empresas com benefícios fiscais de municípios cearenses, será empregada a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA). A DEA é uma abordagem não paramétrica que faz uso de programação matemática, utilizada para medir a eficiência técnica a partir de um conjunto de unidades tomadoras de decisão, denominadas, DMUs. A metodologia permite comparar o desempenho relativo das DMUs sob análise, por meio de um indicador de eficiência revelada, calculado com base na relação entre os insumos utilizados (*inputs*) e os produtos gerados (*outputs*).

Na literatura, diferentes especificações da Análise Envoltória de Dados (DEA) podem ser empregadas na mensuração da eficiência técnica das DMUs. Em linhas gerais, essas variações decorrem, principalmente, das premissas adotadas quanto à existência de retornos de escala.

Os modelos clássicos de DEA, desenvolvidos inicialmente por Charnes et al. (1978) — modelo CCR — assumem retornos constantes de escala (*Constant Returns to Scale* – CRS) para identificar as DMUs eficientes e ineficientes; já o modelo proposto por Banker et al. (1984) — modelo BCC — avalia a eficiência das DMUs sob a hipótese de retornos variáveis de escala (*Variable Returns to Scale* – VRS). Nesta linha, enquanto o modelo CCR estabelece uma fronteira eficiente em que qualquer variação nos insumos leva a uma variação proporcional nos produtos; o modelo BCC, parte do princípio de que o acréscimo de insumos possa gerar uma variação não proporcional sobre os produtos, admitindo, portanto, economias ou deseconomias de escala.

De forma sintética, o modelo BCC clássico pode ser formulado como um Problema de Programação Linear com orientação a *input* ou *output*. Nos moldes de Carneiro (2018), o problema primal para o caso de Minimização orientado a *input* pode ser descrito como segue:

- ✓ Minimizar:

$$h_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} + v_k \quad (1)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rk} = 1 \quad (2)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - v_k \leq 0, \quad \forall S = \{1, \dots, N\} \quad (3)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (4)$$

onde:

a) Índices e conjuntos:

$r = \{1, \dots, m\}$: conjunto de *outputs*

$i = \{1, \dots, n\}$: conjunto de *inputs*

$k = \{1, \dots, N\}$: conjunto de DMUs

b) Parâmetros:

x_{ik} = quantidade de *inputs* do tipo i utilizado pela DMU_k

y_{rk} = quantidade de *outputs* do tipo r gerada pela DMU_k

c) Variáveis:

v_i é o peso do input i

u_r é o peso do output r

Portanto, a eficiência técnica relativa (EFT_k) da DMU_k será medida pela razão entre a soma ponderada dos insumos e a soma ponderada dos produtos, a saber:

$$EFT_k = \frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ik}} \quad (5)$$

De outra forma, a formulação do modelo BCC orientado para *outputs*, como definido em Carneiro (2018) é especificado como:

✓ Maximizar:

$$h_k = \sum_{r=1}^n u_r y_{rk} - u_k \quad (6)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0, \quad \forall S = \{1, \dots, N\} \quad (8)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (9)$$

onde:

d) Índices e conjuntos:

$r = \{1, \dots, m\}$: conjunto de *outputs*

$i = \{1, \dots, n\}$: conjunto de *inputs*

$k = \{1, \dots, N\}$: conjunto de DMUs

e) Parâmetros:

x_{ik} = quantidade de *inputs* do tipo i utilizado pela DMU_k

y_{rk} = quantidade de *outputs* do tipo r gerada pela DMU_k

f) Variáveis:

v_i é o peso do input i

u_r é o peso do output r

Como destaca Flores (2019), a maximização do produto e a minimização de custo (insumos) é um problema dual, os resultados são os mesmos. Portanto, o cálculo da eficiência técnica relativa (EFT_k) da DMU_k por meio da estrutura orientada a insumo pode ser medida pela razão entre a soma ponderada dos insumos e a soma ponderada dos produtos, a saber:

$$EFT_k = \frac{\sum_{r=1}^m u_r y_{rk}}{\sum_{i=1}^n v_i x_{ik}} \quad (10)$$

Onde r denota os produtos (*output*) e i os insumos (*inputs*); y_{rk} indica a quantidade do produto r produzido pela DMU_k ; x_{ik} é a quantidade de insumos i utilizados pela DMU_k ; u_r denota o peso atribuído ao produto r ; e v_i representa o peso atribuído ao insumo i . Portanto, o Método é uma ferramenta robusta, que permite comparar os insumos e os produtos de cada unidade do estudo e fornece índices de eficiência relativa de cada unidade analisada. Em suma, uma DMU_k é considerada eficiente tecnicamente quando o valor da expressão acima é igual a 1, indicando uso ótimo dos *inputs*. Valores inferiores a 1 indicam ineficiência, revelando potencial para reduzir insumos ou aumentar os produtos, conforme a orientação do modelo.

2.3 Fonte e tratamento dos dados

2.3.1 Modelo geral

Este estudo tem como unidade de análise as empresas beneficiadas por políticas de subsídios implementadas nos municípios do Estado do Ceará, considerando seu papel no estímulo ao desenvolvimento regional. A utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) possibilita avaliar a eficiência relativa desses investimentos, ao incorporar múltiplas dimensões de desempenho, incluindo indicadores econômicos e sociais. Dessa forma, busca-se compreender em que medida os recursos alocados por meio de subsídios públicos têm contribuído para a geração de resultados efetivos no contexto local.

Para a construção do banco de dados, foram utilizadas variáveis relacionadas ao investimento realizado pelas empresas beneficiadas por subsídios, bem como indicadores socioeconômicos dos municípios do Estado do Ceará, tais como o Produto Interno Bruto (PIB), a receita tributária e o emprego formal. A amostra contempla 32 municípios cearenses, com dados referentes ao período de 2015 a 2020. As informações foram obtidas de bases oficiais, incluindo a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para dados de emprego formal e registros da Secretaria do Tesouro Nacional para receita tributária, além de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o PIB municipal. Dessa forma a base para estimar o DEA foram as seguintes expressões.

$$Investimento_{médio} = \frac{1}{6} \sum_{t=2015}^{2020} Investimento_t \quad (11)$$

$$PIB_{m\u00e9dio} = \frac{1}{6} \sum_{t=2015}^{2020} PIB_t \quad (12)$$

$$Receita_{m\u00e9dia} = \frac{1}{6} \sum_{t=2015}^{2020} Receita_t \quad (13)$$

$$Emprego_{m\u00e9dio} = \frac{1}{6} \sum_{t=2015}^{2020} Emprego_t \quad (14)$$

Optou-se por utilizar a m\u00e9dia anual dos valores de investimento ao longo de todo o per\u00edodo analisado, em vez de considerar dados isolados de um \u00fanico ano. Essa escolha metodol\u00f3gica teve como finalidade garantir maior robustez aos resultados e, sobretudo, maximizar o n\u00famero de munic\u00edpios na amostra, ampliando, assim, o conjunto de unidades tomadoras de decis\u00e3o (DMUs) avaliadas. (DMUs) a serem avaliadas pelo DEA. Essa escolha se deve ao fato de que, em determinados anos, o n\u00famero de munic\u00edpios com registro de investimento seria reduzido, o que inviabilizaria a execu\u00e7\u00e3o do modelo ou comprometeria a robustez das compara\u00e7\u00f5es. Ao adotar a m\u00e9dia, foi poss\u00edvel incluir um maior n\u00famero de munic\u00edpios, ampliando a representatividade do estudo e a consist\u00eancia estat\u00edstica da an\u00e1lise.

Como sintetizado no Quadro 2, foram utilizados como par\u00e2metros de sa\u00edda (*output*) os seguintes indicadores para os munic\u00edpios cearenses: o Produto Interno Bruto (PIB), a Receita Tribut\u00e1ria e a vari\u00e1vel de Emprego Formal. Adotou-se como par\u00e2metro de entrada a vari\u00e1vel de Investimento realizado pelas empresas dos munic\u00edpios cearenses que obtiveram subs\u00eddios.

Quadro 2 – Descri\u00e7\u00e3o e Fonte das Vari\u00e1veis do Modelo Geral

Vari\u00e1vel	Descri\u00e7\u00e3o	Orienta\u00e7\u00e3o	Fonte
Investimento	Investimentos de empresas beneficiadas por incentivos fiscais	input	ADECE
Produto Interno Bruto (PIB)	Valor adicionado bruto gerado pelas atividades econ\u00f4micas em cada munic\u00edpio cearense.	output	IBGE
Receita Tribut\u00e1ria	Total de receitas provenientes da arrecada\u00e7\u00e3o de tributos municipais + Cota Parte de ICMS devido aos munic\u00edpios.	output	FINBRA/STN
Emprego Formal	N\u00famero de v\u00ednculos empregat\u00edcios com carteira assinada registrados nos munic\u00edpios.	output	RAIS

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

A variável de PIB dos municípios cearenses foi extraída junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O indicador foi deflacionado pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) também disponível no IBGE.

Os dados sobre receita tributária dos municípios cearenses foram obtidos junto a Secretaria do Tesouro Nacional (STN) por meio das informações das Finanças do Brasil – FINBRA. As informações sobre empregos formais foram coletadas por meio dos dados da Relação Anual de Informações Sociais – RAIS. Por fim, os dados sobre investimentos realizados pelas empresas que receberam subsídios foram elaborados e gerados pela ADECE disponibilizados no sítio eletrônico¹.

2.3.2 Modelo per capita

Nesse modelo, adotou-se como parâmetro de entrada (input) a variável Investimento/PIB, que expressa a proporção do investimento realizado em relação ao Produto Interno Bruto municipal. Como parâmetros de saída (output), utilizaram-se quatro indicadores: (i) PIB *per capita*; (ii) Receita Tributária/PIB, indicador de capacidade de arrecadação relacionando como de forma indireta o ente municipal pode se valer de mais empresas instaladas no território; (iii) Emprego/População, que expressa a intensidade de vínculos formais em relação ao total de habitantes; e (iv) Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM), calculado a partir da média dos anos de 2019 e 2020, como do bem-estar e do desenvolvimento socioeconômico local.

Quadro 3 – Descrição e Fonte das Variáveis do Modelo *Per Capita*

Variável ¹	Descrição	Orientação	Fonte
Investimento/PIB	Proporção do investimento realizado pelas empresas beneficiadas pelo FDI em relação ao PIB local.	input	ADECE/IBGE
PIB per capita	Valor do PIB municipal dividido pela população residente, medido em preços constantes.	output	IBGE
Receita Tributária/PIB	Total de receitas provenientes da arrecadação de tributos municipais + Cota Parte do ICMS	output	FINBRA/STN

Continua

¹ Os dados de PIB, Receitas Tributárias, Investimentos foram deflacionados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna IGP-DI e estão todos em valores de 2024.

Quadro 3 – Descrição e Fonte das Variáveis do Modelo *Per Capita*

Variável ¹	Descrição	Orientação	Fonte
IDM (média 2019-2020)	Índice de Desenvolvimento Municipal calculado pela média dos anos de 2019 e 2020	output	IPECE
Emprego/População	Relação entre o número de vínculos formais e a população total do município	output	RAIS / IBGE

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE, RAIS.

A variável Investimento/PIB foi elaborada a partir dos dados de investimento disponibilizados pela ADECE e do PIB municipal divulgado pelo IBGE. O PIB *per capita* foi calculado dividindo-se o valor adicionado bruto municipal pela população residente, deflacionado pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI). O input Receita Tributária/PIB foi obtido por meio das informações das Finanças do Brasil (FINBRA), integradas ao PIB municipal do IBGE. A variável Emprego/População foi construída a partir dos dados da RAIS, confrontados com as estimativas populacionais do IBGE. Por fim, o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) corresponde à média aritmética dos valores de 2019 e 2020, tendo como fonte o IPECE, refletindo aspectos estruturais e sociais do desenvolvimento local, o qual é elaborado a partir de um conjunto de 30 indicadores que é distribuído em quatro dimensões: Ambiental, Econômica, Social, e Governança Pública. Trata-se de um indicador sintético que integra múltiplas dimensões do desenvolvimento, permitindo uma análise mais abrangente do desempenho municipal. No caso do IDM, optou-se por empregar a média dos anos de 2019 e 2020, uma vez que o IPECE disponibiliza a série apenas para esses dois anos mais recentes. Essa decisão metodológica garantiu maior consistência na análise, assegurando que todos os municípios tivessem dados comparáveis dentro do período analisado.

2.3.3 Outliers

Como apresentado por Gomes e Baptista (2004) e Nunes e Souza (2019), a presença dos conhecidos *outliers*, pode comprometer a confiabilidade dos resultados. Com base nisso e seguindo a literatura foi utilizado um teste já apresentado em Stosic e Sousa (2003) com o intuito de retirar essas observações dos conjuntos de dados. Para isso, foi aplicado o método Jackstrap, que tal como Nunes e Souza (2019) consiste na combinação de reamostragem de Bootstrap com o teste Jackknife, buscando reduzir estocasticamente o

impacto das poucas DMUs mais influentes nos escores de eficiência. Na prática, é mensurada uma medida de alavancagem que calcula o efeito produzido quando se remove do conjunto de dados a DMU discrepante no resultado das eficiências obtidas.

Após isso, é realizada uma reamostragem de Bootstrap levando em conta a alavancagem observada. Considera-se o número inteiro mais próximo de 20% na realização dessa amostragem com 2000 replicações. Após isso, estimou-se a influência de cada unidade tomadora de decisão sobre as outras, sendo que foram removidas da análise aquelas com influências mais elevadas. Seguindo Nunes e Souza (2019), utilizou-se o ponto de corte indicado deve se fundamentar na função Heaviside, que considera os dados da alavancagem e o número de DMUs k , como expresso pela equação (coloca número da equação).

$$P(\tilde{l}_k) = 1, \text{ se } \tilde{l}_k \leq \tilde{l} \log k \text{ e } P(\tilde{l}_k) = 0, \text{ se } \tilde{l}_k > \tilde{l} \log k$$

3 ANÁLISE EMPÍRICA DE COMPARAÇÃO DE DADOS

3.1 Modelo geral

As estatísticas descritivas, apresentadas na tabela 1, revelam uma elevada heterogeneidade entre os 32 municípios cearenses analisados no período de 2015 a 2020. O valor médio de investimento realizado por empresas beneficiadas por subsídios foi de aproximadamente R\$ 94,7 milhões, com um desvio padrão bastante elevado (R\$ 509,4 milhões), indicando grande concentração dos investimentos em poucos municípios. O valor máximo ultrapassa R\$ 2,88 bilhões, enquanto o mínimo é praticamente nulo, refletindo disparidades significativas na distribuição dos recursos subsidiados.

Tabela 1 – Estatísticas Descritivas das Variáveis do Modelo

variável	Obs	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Investimento (R\$)	32	94.684.815,43	509.412.368,03	248,33	2.885.884.609,00
PIB (R\$)	32	4.879.169.960,76	15.637.507.879,2	81.159.313,5	89.147.116.783,82
Receita Tributária (R\$ milhões)	32	327.817.407,74	1.025.070.649,59	22.493.526,5	5.890.025.724,01
Emprego	32	36342,74	135.760,30	616,83	775.316,30

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

O Produto Interno Bruto (PIB) em média dos municípios foi de R\$ 4,9 bilhões, com alta dispersão (desvio padrão de R\$ 15,6 bilhões) e amplitude expressiva, variando de R\$ 81,2 milhões a mais de R\$ 89,1 bilhões. No entanto, como os municípios possuem populações muito distintas, essa variação do PIB total não permite, por si só, concluir sobre diferenças nos níveis de desenvolvimento econômico. Para uma análise mais precisa, seria mais adequado utilizar o PIB *per capita*, que considera o tamanho da população de cada município.

A receita tributária apresentou média de R\$ 327,8 milhões, com desvio padrão de R\$ 1,025 bilhão. Assim como nos investimentos, o valor máximo (R\$ 5,9 bilhões) aponta para forte concentração de arrecadação em alguns poucos municípios, possivelmente capitais regionais ou polos econômicos.

Quanto ao emprego formal, a média municipal foi de 36.343 vínculos, com desvio padrão de 135.760, e valores que variam entre 617 e 775.316 postos de trabalho. A elevada assimetria nessa variável sugere forte centralização do mercado de trabalho formal em determinados municípios.

Em conjunto, os dados reforçam a existência de disparidades estruturais relevantes entre os municípios do Estado do Ceará, tanto no que se refere à capacidade produtiva quanto

aos efeitos dos investimentos subsidiados, o que justifica a aplicação de técnicas como a Análise Envoltória de Dados (DEA) para avaliar a eficiência relativa desses municípios no uso dos recursos públicos.

3.1.1 DEA voltado para o insumo

A aplicação do modelo de Análise Envoltória de Dados (DEA), com orientação a insumo e retornos variáveis de escala (VRS), permitiu mensurar a eficiência relativa dos 32 municípios cearenses quanto ao uso dos investimentos subsidiados no período de 2015 a 2020. Considerando como insumo o montante médio de investimento pelas empresas beneficiadas, e como *outputs* indicadores de resultado econômico e social (PIB, receita tributária e emprego formal), o modelo identificou quais municípios foram capazes de converter de forma mais eficiente os recursos públicos em desempenho.

O foco na orientação a insumo justifica-se pelo interesse em avaliar se os municípios poderiam ter alcançado os mesmos níveis de resultado com um volume menor de investimento. Assim, a eficiência técnica é interpretada como a capacidade de minimizar os recursos utilizados, sem comprometer os resultados obtidos.

Os resultados da Análise Envoltória de Dados (DEA), Tabela 2, revelam que apenas três municípios (Fortaleza, General Sampaio e Sobral) atingiram eficiência técnica plena (eficiência = 1,00) no modelo orientado a insumo. Isso significa que essas localidades foram capazes de gerar os níveis observados de produto (PIB), receita tributária e emprego formal utilizando a menor quantidade possível de investimento subsidiado, configurando-se como unidades eficientes e servindo de benchmark para os demais municípios.

A maior parte dos municípios, no entanto, apresentou escores de eficiência abaixo da unidade, indicando diferentes níveis de ineficiência. Municípios como Trairi (0,66), Irauçuba (0,59) e Tianguá (0,42) demonstraram desempenhos intermediários, sugerindo que poderiam ter alcançado os mesmos resultados com aproximadamente metade dos recursos investidos.

Apesar de abrigar o Porto do Pecém, a Zona de Processamento de Exportação (ZPE) e um relevante complexo industrial, São Gonçalo do Amarante apresenta o menor dos escores de eficiência entre os municípios analisados. Essa aparente contradição pode ser explicada por limitações inerentes ao próprio indicador de eficiência, que não capta diretamente a presença de grandes empreendimentos, mas sim a relação entre os recursos utilizados pela gestão pública e os resultados obtidos em termos sociais e econômicos. Além

disso, é possível que os benefícios gerados por essas infraestruturas não estejam sendo plenamente internalizados pela população local, seja devido à distribuição desigual da riqueza, à predominância de mão de obra e fornecedores externos, ou a eventuais dificuldades na gestão municipal para transformar o potencial econômico em ganhos sociais efetivos. Essa situação reforça a importância de considerar indicadores complementares na avaliação do desenvolvimento local. Outros municípios, como Horizonte, Quixeré, Pacatuba, Maranguape e Acarape, também apresentaram escores inferiores a 0,02, reforçando a necessidade de uma análise mais aprofundada sobre o uso dos recursos públicos nesses locais.

Tabela 2 – Resultados do Modelo Geral DEA voltado para os insumos

Ranking	Município	eficiencia in
1	Fortaleza	1,00
2	General Sampaio	1,00
3	Sobral	1,00
4	Trairi	0,66
5	Irauçuba	0,59
6	Tianguá	0,42
7	Brejo Santo	0,31
8	Massapê	0,26
9	Solonópole	0,21
10	Canindé	0,20
11	Aracati	0,15
12	Juazeiro Do Norte	0,13
13	Chorozinho	0,10
14	Crato	0,08
15	Redenção	0,06
16	Senador Pompeu	0,06
17	Eusébio	0,05
18	Forquilha	0,05
19	Pindoretama	0,05
20	Maracanaú	0,05
21	Marco	0,03
22	Cascavel	0,03
23	Caucaia	0,03
24	Itaitinga	0,02
25	Aquiraz	0,02
26	Uruburetama	0,02
27	Maranguape	0,01
28	Acarape	0,01
29	Pacatuba	0,01
30	Quixeré	0,01
31	Horizonte	0,00
32	São Gonçalo do Amarante	0,00

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

A análise descritiva dos escores de eficiência técnica, Tabela 3, reforça o diagnóstico de ineficiência generalizada na amostra. A eficiência média dos 32 municípios foi de apenas 0,21, com desvio padrão de 0,31, evidenciando alta dispersão entre as unidades. O valor máximo de eficiência foi 1,00 (atingido por Fortaleza, General Sampaio e Sobral), enquanto o valor mínimo foi 0,00, representando municípios que, sob as condições observadas, demonstraram total ineficiência relativa no uso dos investimentos subsidiados.

Tabela 3 – Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para Insumo

variável	Obs	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Eficiência in	32	0,21	0,31	0,00	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

Tais resultados indicam que, em média, os municípios poderiam reduzir em 79% o volume de investimento utilizado, mantendo os mesmos níveis de PIB, receita tributária e emprego formal, caso operassem de forma tecnicamente eficiente. A grande variabilidade nos escores sugere que existem boas práticas a serem identificadas e replicadas, bem como a necessidade de maior coordenação e avaliação do uso de recursos públicos em contextos locais.

3.1.2 DEA voltado para o produto

Com o objetivo de complementar a avaliação da eficiência técnica dos municípios, foi aplicada a Análise Envoltória de Dados (DEA) sob a perspectiva orientada a produto. Nesse modelo, a ênfase recai sobre a capacidade das unidades de decisão (municípios) de maximizar os resultados econômicos e sociais (*outputs*), dados os níveis de investimento realizados (*input*). Em outras palavras, investiga-se quão eficazmente os municípios transformaram os recursos públicos recebidos em desempenho mensurável, como geração de emprego formal, crescimento do PIB e aumento da receita tributária.

A orientação a produto é especialmente relevante em contextos nos quais os recursos já foram alocados, e o interesse analítico está em verificar o retorno gerado. Esse enfoque permite identificar oportunidades de melhoria no uso dos subsídios, apontando quais municípios poderiam ter alcançado melhores resultados com o mesmo nível de investimento.

Por meio dessa abordagem, é possível determinar quais municípios operaram na fronteira da eficiência, servindo como referência (*benchmark*) para os demais, e quais apresentaram defasagens significativas na conversão de investimento em resultados concretos.

A seguir, apresentam-se os escores de eficiência obtidos, bem como a discussão de suas implicações para a política pública e para o desenho de instrumentos de fomento mais eficazes.

A análise de eficiência com orientação a produto visa identificar quais municípios foram capazes de gerar maior nível de resultados (produtos) – neste caso, PIB, receita tributária e emprego – a partir dos mesmos níveis de insumo, com foco na maximização dos *outputs*. Utilizando-se da média das variáveis no período de 2015 a 2020, o modelo DEA output-oriented revelou que apenas três municípios atingiram eficiência técnica plena: Fortaleza, General Sampaio e Sobral, todos com escore igual a 1,00. Isso indica que esses municípios operaram na fronteira eficiente, maximizando os resultados frente aos investimentos recebidos.

Tabela 4 – Resultados do Modelo Geral DEA voltado para o produto

Ranking	Município	eficiencia out
1	Fortaleza	1,00
2	General Sampaio	1,00
3	Sobral	1,00
4	Irauçuba	0,74
5	Trairi	0,71
6	Tianguá	0,44
7	Brejo Santo	0,38
8	Massapê	0,37
9	Solonópole	0,36
10	Canindé	0,25
11	Aracati	0,20
12	Chorozinho	0,19
13	Juazeiro do Norte	0,18
14	Maracanaú	0,14
15	Crato	0,12
16	Redenção	0,12
17	Senador Pompeu	0,10
18	Pindoretama	0,10
19	Forquilha	0,10
20	Caucaia	0,10
21	Eusébio	0,07
22	Marco	0,07
23	São Gonçalo do Amarante	0,05
24	Cascavel	0,05
25	Aquiraz	0,04
26	Acarape	0,04
27	Itaitinga	0,04
28	Uruburetama	0,03
29	Horizonte	0,03
30	Maranguape	0,02

Continua

Conclusão

Tabela 4 – Resultados do Modelo Geral DEA voltado para o produto

Ranking	Município	eficiencia out
31	Pacatuba	0,02
32	Quixeré	0,02

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

Outros municípios apresentaram níveis variados de eficiência, com destaque para Irauçuba (0,74), Trairi (0,71) e Tianguá (0,44), que apesar de não serem plenamente eficientes, demonstraram desempenhos relativamente superiores em relação à maioria dos demais municípios da amostra. Por outro lado, cerca de dois terços dos municípios analisados apresentaram índices de eficiência inferiores a 0,20, sinalizando significativas ineficiências na transformação dos recursos subsidiados em resultados socioeconômicos.

Essa dispersão dos escores de eficiência evidencia assimetrias na capacidade dos municípios de alocar e utilizar os recursos de forma eficaz, ressaltando a importância de políticas públicas voltadas não apenas à distribuição de subsídios, mas também à melhoria da gestão e da eficiência na aplicação dos mesmos.

Os escores de eficiência técnica calculados por meio da Análise Envoltória de Dados (DEA), Tabela 5, apresentaram ampla variação entre os 32 municípios avaliados. Os resultados oscilaram entre um mínimo de aproximadamente 0,02 e o valor máximo de 1,00, indicando que apenas uma parcela reduzida dos municípios operou na fronteira da eficiência. A média geral dos escores foi de 0,25, com um desvio padrão de 0,31, evidenciando que, em termos agregados, os municípios ainda apresentam desempenho insatisfatório na conversão dos recursos públicos em resultados concretos, como emprego formal, crescimento econômico e arrecadação tributária. Esses dados sugerem que a maioria das administrações municipais está distante do desempenho ideal e que há significativo espaço para aprimoramento na gestão e na aplicação dos investimentos públicos.

Tabela 5 – Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para o Produto

variável	Obs	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Eficiência out	32	0,2518	0,3061	0,0158	1

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

A expressiva dispersão dos escores entre os municípios reflete a heterogeneidade na capacidade de resposta frente aos subsídios recebidos. Enquanto alguns municípios demonstram elevada eficiência na alocação e utilização dos recursos, tornando-se referência (benchmark) para os demais, outros apresentam defasagens significativas, o que pode estar

relacionado a fatores como capacidade institucional, planejamento orçamentário, estrutura produtiva local e articulação de políticas públicas, bem como outros fatores não capturados pela metodologia utilizada na pesquisa. Assim, os resultados da análise reforçam a importância de se considerar a eficiência relativa na formulação de políticas de fomento e na alocação de recursos, incentivando práticas mais eficazes e sustentáveis no setor público municipal.

3.2 Modelo *per capita*

A análise das estatísticas descritivas apresentadas na tabela 6 revela diferenças expressivas entre as variáveis analisadas. O indicador de investimento em relação ao PIB apresenta média de 2%, com elevado desvio padrão (0,11) e amplitude que varia de 0% a 64%, evidenciando forte heterogeneidade e a presença de possíveis casos atípicos, em que o volume de investimentos foi significativamente superior à média. O PIB *per capita* registra valor médio de R\$ 25.199,23, mas com alto desvio padrão (R\$ 18.874,81), refletindo acentuada desigualdade econômica entre as observações, já que o valor máximo identificado (R\$ 93.531,66) é quase dez vezes maior que o mínimo (R\$ 9.671,05).

Tabela 6 – Estatísticas Descritivas das Variáveis do Modelo *Per Capita*

Variável	Obs.	média	desvio padrão	mínimo	máximo
investimento/pib	32	0,02	0,11	0,00	0,64
pib_per_cap (R\$)	32	25199,23	18874,81	9671,05	93531,66
receita tributária/pib	32	0,10	0,05	0,05	0,28
empregos/população	32	0,15	0,12	0,05	0,73
idm	32	0,557	0,078	0,408	0,765

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

A receita tributária como proporção do PIB apresenta média de 10%, com variação entre 5% e 28%, o que pode indicar diferenças na capacidade de arrecadação e na estrutura econômica das regiões analisadas. No que se refere à proporção de empregos em relação à população, a média é de 15%, com grande dispersão (desvio padrão de 12%) e valores que vão de 5% a 73%, sinalizando desigualdades no mercado de trabalho local. Por fim, o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) apresenta média de 0,557, variação relativamente menor (desvio padrão de 0,078) e intervalo de 0,408 a 0,765, sugerindo um nível de desenvolvimento moderado e mais homogêneo em comparação às demais variáveis, ainda que nenhum município alcance o patamar máximo possível.

3.2.1 DEA voltado para o insumo

A análise de eficiência dos municípios do Ceará, tabela 7, foi realizada por meio do modelo DEA, considerando como input o investimento em relação ao PIB, e como *outputs* o PIB *per capita*, a receita tributária em relação ao PIB, a proporção de empregos na população e o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM). Os resultados revelaram significativa heterogeneidade entre os municípios avaliados.

Municípios como Fortaleza, General Sampaio, Sobral, Irauçuba, Eusébio e São Gonçalo do Amarante apresentaram eficiência máxima (1,0), indicando que utilizam de forma ótima os recursos disponíveis para gerar os *outputs* considerados. Em contraste, municípios como Acarape, Pacatuba e Maranguape registraram eficiências nulas (0,0). Municípios intermediários, como Maracanaú (0,45), Trairi (0,20) e Tianguá (0,29), demonstraram eficiência parcial, sugerindo potencial de otimização dos insumos.

Tabela 7 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* voltado para os insumos

Município	eficiencia in
Fortaleza	1
General Sampaio	1
Sobral	1
Irauçuba	1
Eusébio	1
São Gonçalo do Amarante	1
Maracanaú	0,45
Tianguá	0,29
Trairi	0,2
Brejo Santo	0,12
Solonópole	0,09
Aquiraz	0,09
Aracati	0,08
Juazeiro do Norte	0,08
Crato	0,05
Massapê	0,04
Chorozinho	0,04
Canindé	0,04
Redenção	0,03
Itaitinga	0,02
Senador Pompeu	0,02
Caucaia	0,02
Forquilha	0,01
Horizonte	0,01
Marco	0,01
Pindoretama	0,01
Quixeré	0,01

Continua

Tabela 7 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* voltado para os insumos

Município	Conclusão eficiencia in
Cascavel	0,01
Uruburetama	0,01
Acarape	0
Pacatuba	0
Maranguape	0

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

De forma geral, os resultados indicam que municípios com maior estrutura econômica e populacional tendem a apresentar melhor desempenho relativo, possivelmente em razão de maior capacidade administrativa e diversificação econômica. Tais achados fornecem subsídios importantes para políticas públicas voltadas à melhoria da eficiência na gestão dos recursos municipais para otimizar seus recursos.

A estatística descritiva da eficiência voltada para insumos (Tabela 8) evidencia uma média relativamente baixa de 0,24 entre os 32 municípios avaliados, indicando que, em média, os municípios utilizam menos de um quarto da capacidade máxima de eficiência possível na utilização dos insumos. O desvio padrão elevado (0,38) reflete uma grande variabilidade entre os municípios, sugerindo que enquanto alguns alcançam eficiência plena, outros apresentam desempenho muito baixo.

Tabela 8 – Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para Insumo

variável	Obs	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Eficiência in	32	0,24	0,38	0,00	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

O valor mínimo registrado foi 0,00, evidenciando municípios que não apresentam eficiência na alocação de insumos, enquanto o valor máximo de 1,00 indica municípios plenamente eficientes, posicionados na fronteira do desempenho ótimo. Esses resultados reforçam a heterogeneidade na gestão de recursos municipais, destacando a necessidade de políticas voltadas à otimização do uso de insumos públicos.

3.2.2 DEA voltado para o produto

O modelo DEA orientado para *outputs*, Tabela 9 avaliou a eficiência dos municípios do Ceará com base nas mesmas variáveis utilizadas como *outputs*: PIB *per capita*, receita tributária/PIB, empregos/população e Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM).

Nesta perspectiva, a análise mede a capacidade de cada município em gerar resultados econômicos e sociais a partir dos recursos disponíveis.

Os resultados indicam que municípios como Fortaleza, General Sampaio, Sobral, Irauçuba, Eusébio e São Gonçalo do Amarante alcançaram eficiência máxima (1,0), posicionando-se na fronteira eficiente e demonstrando capacidade plena de gerar os *outputs* esperados.

Tabela 9 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* voltado para o produto

Município	eficiencia_out
Fortaleza	1
General Sampaio	1
Sobral	1
Irauçuba	1
Eusébio	1
São Gonçalo do Amarante	1
Solonópole	0,94
Aracati	0,89
Maracanaú	0,89
Aquiraz	0,88
Forquilha	0,86
Horizonte	0,86
Crato	0,86
Acarape	0,86
Itaitinga	0,84
Marco	0,84
Senador Pompeu	0,84
Brejo Santo	0,83
Massapê	0,81
Chorozinho	0,80
Juazeiro do Norte	0,80
Pindoretama	0,80
Redenção	0,80
Caucaia	0,80
Pacatuba	0,78
Quixeré	0,76
Trairi	0,76
Cascavel	0,75
Tianguá	0,74
Canindé	0,71
Uruburetama	0,67
Maranguape	0,66

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

Diferentemente do modelo voltado para insumos, os municípios que apresentavam baixa eficiência na perspectiva de insumo mostram desempenho relativamente melhor na

versão orientada para produtos. Por exemplo, Solonópolis (0,94), Aracati (0,89) e Aquiraz (0,88) apresentam eficiência elevada, indicando que, embora utilizem recursos de forma subótima, conseguem gerar resultados próximos aos melhores municípios de referência.

Municípios como Uruburetama (0,67) e Maranguape (0,66) registram os menores índices de eficiência na perspectiva de produtos, evidenciando limitações na geração de resultados econômicos e sociais em relação aos demais municípios avaliados. A grande maioria dos municípios apresenta eficiência intermediária, variando entre 0,70 e 0,86, sugerindo que ainda há espaço para melhorar a produtividade dos recursos aplicados.

Em síntese, os resultados do DEA orientado para *outputs* indicam que, embora haja desigualdade entre os municípios, a capacidade de gerar resultados é mais homogênea do que a eficiência na utilização de insumos. Municípios com maior estrutura econômica e melhores indicadores sociais tendem a estar próximos da fronteira eficiente, enquanto municípios menores ou com menor capacidade administrativa apresentam maior necessidade de políticas que incentivem a produtividade e a gestão de resultados.

Por sua vez as estatísticas descritivas da eficiência voltada para produtos (Tabela 10) indica uma média elevada de 0,84 entre os 32 municípios avaliados, mostrando que, em termos de geração de resultados econômicos e sociais, a maioria dos municípios apresenta desempenho próximo da fronteira eficiente. O desvio padrão relativamente baixo (0,10) evidencia que a variabilidade entre os municípios é menor do que a observada na eficiência voltada para insumos, indicando maior homogeneidade no desempenho em *outputs*.

Tabela 10 – Estatísticas Descritivas da Eficiência voltada para o Produto

variável	Obs	média	desvio padrão	mínimo	máximo
Eficiência out	32	0,84	0,10	0,66	1,00

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

O valor mínimo registrado foi 0,66, enquanto o máximo atingiu 1,00, reforçando que mesmo os municípios menos eficientes conseguem gerar resultados próximos aos melhores. Esses achados sugerem que, embora haja diferenças na capacidade de alocação de insumos, a produção de resultados pelos municípios tende a ser mais consistente, destacando que políticas focadas em otimizar a utilização de recursos podem gerar ganhos significativos de eficiência.

3.3 Modelo sem *outliers*

3.3.1 Modelo sem *outliers* geral

3.3.1.1 Modelo sem *outliers* geral voltado ao insumo

A fim de testar a robustez dos resultados obtidos no Modelo Geral, procedeu-se à estimação de um modelo DEA “sem *outliers*”, com orientação a insumo e retornos variáveis de escala (VRS). A motivação central é que o DEA é sensível a observações extremas, pois elas podem “puxar” a fronteira eficiente e alterar substancialmente os escores relativos das demais unidades. Assim, ao retirar casos influentes (por magnitudes muito elevadas do input ou por combinações atípicas entre *input* e *outputs*), busca-se construir uma fronteira mais comparável entre municípios com perfis mais semelhantes, melhorando a interpretação do desempenho relativo.

Tabela 11 – Resultados do Modelo Geral sem *outliers* voltado para o insumo

Ranking	Município	eficiencia in
1	Irauçuba	1,00
2	Sobral	1,00
3	Juazeiro do Norte	1,00
4	Maracanaú	1,00
5	Trairi	0,77
6	Tianguá	0,51
7	Solonópole	0,41
8	Brejo Santo	0,38
9	Massapê	0,37
10	Caucaia	0,34
11	Canindé	0,24
12	Chorozinho	0,22
13	Aracati	0,16
14	Redenção	0,13
15	Senador Pompeu	0,09
16	Pindoretama	0,09
17	Crato	0,09
18	Forquilha	0,08
19	Marco	0,06
20	Eusébio	0,06
21	Acarape	0,04
22	Cascavel	0,03
23	Uruburetama	0,03
24	Itaitinga	0,03
25	Aquiraz	0,02

Continua

Conclusão

Tabela 11 – Resultados do Modelo Geral sem *outliers* voltado para o insumo

Ranking	Município	eficiencia in
26	Maranguape	0,02
27	Pacatuba	0,01
28	Quixeré	0,01
29	Horizonte	0,00
30	São Gonçalo do Amarante	0,00

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

No Modelo sem *outliers* Geral voltado ao Insumo (3.3.1.1), foram retirados dois municípios da amostra original de acordo com a metodologia com efeito de reduzir observações extremas sobre a fronteira eficiente: Fortaleza e General Sampaio. A exclusão desses casos (que, no modelo geral com todos os municípios, compunham a fronteira de eficiência) permite estimar um envoltório mais comparável entre os demais municípios, evitando que magnitudes muito diferenciadas de investimento e/ou combinações extremas entre input e *outputs* distorçam os escores relativos do conjunto remanescente.

No modelo sem *outliers*, os resultados passam a evidenciar um conjunto distinto de municípios na fronteira eficiente. Observa-se eficiência técnica plena (escore = 1,00) para Irauçuba, Sobral, Juazeiro do Norte e Maracanaú, que passam a figurar como benchmarks para o grupo remanescente. Esse reposicionamento é coerente com a lógica do método: uma vez removidas observações extremas, a fronteira deixa de ser definida por poucos municípios com estruturas muito singulares e passa a ser determinada por unidades cuja relação “investimento médio” versus “PIB, receita tributária e emprego formal” se mostra mais eficiente dentro de um universo mais homogêneo. O bloco intermediário aponta municípios com eficiência moderada, como Trairi (0,77) e Tianguá (0,51), além de Solonópole (0,41), Brejo Santo (0,38), Massapê (0,37) e Caucaia (0,34). Esses resultados sugerem que, mesmo após a retirada de *outliers*, persiste um espaço relevante para redução proporcional do insumo (investimento) mantendo-se os níveis observados de *outputs*. Em termos de interpretação, a orientação a insumo indica o “potencial de economia” de investimento para produzir os mesmos resultados, evidenciando que parte da ineficiência observada pode estar associada à forma de alocação e aproveitamento dos incentivos, e não apenas ao volume investido.

Por fim, na cauda inferior permanecem municípios com escores muito baixos, como Horizonte (0,00) e São Gonçalo do Amarante (0,00), além de Quixeré (0,01), Pacatuba (0,01) e Acarape (0,04), o que reforça a hipótese de baixa conversão do investimento em resultados mensuráveis, ao menos pelos indicadores selecionados (PIB, receita tributária e emprego formal). Do ponto de vista de política pública, esse diagnóstico sustenta a

necessidade de intensificar o monitoramento e a governança da política de incentivos, com ênfase em contrapartidas e mecanismos de acompanhamento local, de modo a aproximar os municípios menos eficientes das práticas observadas nos benchmarks.

3.3.1.2 Modelo sem outliers geral voltado ao produto

Complementarmente, estimou-se o Modelo Geral sem *outliers* com orientação a produto (output-oriented), mantendo a hipótese de retornos variáveis de escala (VRS). Nessa abordagem, o foco não recai sobre a redução do investimento, mas sobre a capacidade de os municípios maximizarem os *outputs* (PIB, receita tributária e emprego formal) dado o nível de investimento médio observado. O objetivo é verificar se, mesmo com o mesmo volume de recursos, determinadas unidades poderiam ter alcançado desempenho socioeconômico superior, revelando oportunidades de melhoria na “produtividade” do incentivo fiscal.

Tabela 12 – Resultados do Modelo Geral sem *outliers* voltado para o produto

Ranking	Município	eficiencia out
1	Irauçuba	1,00
2	Sobral	1,00
3	Juazeiro do Norte	1,00
4	Maracanaú	1,00
5	Trairi	0,78
6	Eusébio	0,77
7	Caucaia	0,68
8	Aquiraz	0,48
9	São Gonçalo do Amarante	0,46
10	Tianguá	0,46
11	Crato	0,41
12	Aracati	0,41
13	Solonópole	0,40
14	Massapê	0,40
15	Brejo Santo	0,39
16	Horizonte	0,30
17	Maranguape	0,30
18	Pacatuba	0,28
19	Cascavel	0,25
20	Canindé	0,25
21	Chorozinho	0,20
22	Itaitinga	0,19
23	Senador Pompeu	0,13
24	Marco	0,12
25	Quixeré	0,12
26	Redenção	0,12
27	Forquilha	0,12

Continua

Conclusão

Tabela 12 – Resultados do Modelo Geral sem *outliers* voltado para o produto

Ranking	Município	eficiencia out
28	Pindoretama	0,11
29	Uruburetama	0,10
30	Acarape	0,09

Fonte: Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, RAIS.

No Modelo sem *outliers* Geral voltado ao Produto (3.3.1.2), foram retirados da amostra Fortaleza e General Sampaio, por apresentarem comportamento extremo e potencialmente influente na definição da fronteira de eficiência (isto é, por exercerem forte efeito de alavancagem sobre o envoltório do DEA). Com a exclusão desses municípios, a fronteira passa a refletir com maior fidelidade a comparação entre localidades de perfil mais semelhante, tornando os escores de eficiência mais estáveis e a interpretação do desempenho relativo mais robusta.

Os resultados do modelo sem *outliers* com orientação a produto indicam novamente um conjunto de municípios plenamente eficientes (escore = 1,00), formado por Irauçuba, Sobral, Juazeiro do Norte e Maracanaú. A convergência desses municípios como benchmarks nas duas orientações (insumo e produto) sugere consistência na sua posição relativa dentro do subconjunto analisado, sinalizando maior capacidade de transformar investimento em resultados, seja por vantagens estruturais (cadeias produtivas e mercado de trabalho mais dinâmicos), seja por condições institucionais e organizacionais mais favoráveis à internalização dos efeitos dos incentivos.

Na sequência, aparece um grupo com eficiências relativamente elevadas, com destaque para Trairi (0,78), Eusébio (0,77) e Caucaia (0,68), indicando que esses municípios se aproximam da fronteira e necessitariam de incrementos proporcionais menores nos *outputs* para alcançar a eficiência plena. Em nível intermediário, municípios como Aquiraz (0,48), São Gonçalo do Amarante (0,46) e Tianguá (0,46) ilustram uma característica importante do DEA: municípios que podem ter desempenho fraco sob determinada perspectiva podem se reposicionar quando o conjunto de comparação muda (sem *outliers*), evidenciando que a leitura de eficiência é essencialmente relativa e depende do “universo” amostral.

Por outro lado, a persistência de baixos escores em municípios como Uruburetama (0,10) e Acarape (0,09) sugere limitações mais profundas na conversão de investimento em resultados econômicos e sociais, mesmo após a retirada de observações extremas. Em termos de implicações, a orientação a produto aponta a necessidade de políticas de complementação ao incentivo (infraestrutura local, qualificação de mão de obra, encadeamentos produtivos e

atração de fornecedores), bem como maior integração entre estratégia municipal e política estadual de desenvolvimento, para elevar a capacidade dos municípios de “extrair” retornos socioeconômicos mais altos a partir dos investimentos incentivados.

3.3.2 Modelo sem outliers per capita

3.3.2.1 Modelo sem outliers per capita voltado ao insumo

Ao aplicar a metodologia e detectar a presença de observações influentes, identificaram-se 8 municípios classificados como *outliers*: Fortaleza, General Sampaio, Sobral, Irauçuba, Juazeiro do Norte, Maracanaú, Eusébio e São Gonçalo do Amarante. A atipicidade decorre, sobretudo, de magnitudes incomuns nos insumos (investimento/PIB) ou de combinações extremas entre *inputs* e *outputs*, capazes de exercer forte efeito de alavancagem sobre a fronteira eficiente. A retirada dessas observações extremas reposiciona a fronteira do DEA e melhora a comparabilidade entre municípios de perfil semelhante, fornecendo uma leitura mais robusta da eficiência relativa. A seguir, apresenta-se a tabela correspondente.

Tabela 13 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* sem *outliers* voltado para o insumo

Ranking	Município	eficiencia_in
1	Trairi	1
2	Tianguá	1
3	Brejo Santo	1
4	Solonópole	1
5	Aracati	1
6	Forquilha	1
7	Aquiraz	1
8	Acarape	1
9	Horizonte	1
10	Massapê	0,97
11	Crato	0,80
12	Chorozinho	0,46
13	Canindé	0,42
14	Senador Pompeu	0,25
15	Redenção	0,24
16	Itaitinga	0,22
17	Pindoretama	0,20
18	Marco	0,18
19	Caucaia	0,17

Continua

Conclusão

Tabela 13 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* sem *outliers* voltado para o insumo

Ranking	Município	eficiencia_in
20	Quixeré	0,12
21	Uruburetama	0,10
22	Cascavel	0,07
23	Maranguape	0,04
24	Pacatuba	0,03

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

A exclusão de *outliers* no Modelo *Per Capita* orientado a insumo (Tabela 10) reposiciona a fronteira eficiente e permite observar a produtividade relativa entre municípios de porte e estrutura econômica mais comparáveis. Sem os casos extremos, emergem como benchmarks Trairi, Tianguá, Brejo Santo, Solonópole, Aracati, Forquilha, Aquiraz, Acarape e Horizonte (eficiência = 1), sinalizando que, dado o nível de investimento/PIB, esses municípios convertem insumos em resultados *per capita* (PIB *per capita*, receita/PIB, empregos/população e IDM) de maneira ótima. Massapê (0,97) aproxima-se da fronteira, sugerindo ganhos marginais possíveis com ajustes operacionais. Já Crato (0,80) apresenta folga moderada, enquanto Chorozinho (0,46) e Canindé (0,42) indicam espaço relevante para redução do insumo relativo sem perdas de produto.

Na cauda, Maranguape (0,04) e Pacatuba (0,03) exibem forte ineficiência técnica relativa, recomendando reavaliação de projetos incentivados, priorização de setores com maior elasticidade de resultados e fortalecimento de capacidades de gestão. A redistribuição dos escores após a retirada de *outliers* confirma a sensibilidade do DEA à composição amostral e reforça a utilidade do procedimento como checagem de robustez: ao atenuar o efeito de municípios com estruturas atípicas, revela-se um conjunto de referências mais “realistas” para pares semelhantes.

3.3.2.2 Modelo sem *outlier per capita* voltado ao produto

Ao aplicar a metodologia e detectar a presença de observações influentes, identificaram-se 2 municípios classificados como *outliers*: General Sampaio e Quixeré. A atipicidade decorre, sobretudo, de discrepâncias nos *outputs*, capazes de exercer forte efeito de alavancagem sobre a fronteira eficiente. A retirada dessas observações extremas reposiciona o envoltório do DEA e amplia a comparabilidade entre pares. Com isso, obtêm-se

escores mais estáveis e interpretações mais robustas da eficiência relativa no período analisado. A seguir, apresenta-se a tabela correspondente

Tabela 14 – Resultados do Modelo DEA *Per Capita* sem *outliers* voltado para o produto

Ranking	Município	eficiencia_out
1	Fortaleza	1
2	Sobral	1
3	Irauçuba	1
4	Eusébio	1
5	São Gonçalo do Amarante	1
6	Acarape	1
7	Solonópole	0,94
8	Forquilha	0,93
9	Aracati	0,89
10	Maracanaú	0,89
11	Aquiraz	0,88
12	Massapê	0,86
13	Horizonte	0,86
14	Crato	0,86
15	Itaitinga	0,84
16	Marco	0,84
17	Senador Pompeu	0,84
18	Pindoretama	0,83
19	Brejo Santo	0,83
20	Trairi	0,82
21	Chorozinho	0,80
22	Juazeiro do Norte	0,80
23	Redenção	0,80
24	Caucaia	0,80
25	Pacatuba	0,78
26	Tianguá	0,76
27	Cascavel	0,75
28	Canindé	0,71
29	Uruburetama	0,67
30	Maranguape	0,66

Fonte: Dados da Pesquisa. Elaborado pelo Autor baseado nas fontes ADECE, IBGE, FINBRA/STN, IPECE e RAIS.

A exclusão de *outliers* no Modelo *Per Capita* orientado a produto (Tabela 11) evidencia seis benchmarks — Fortaleza, Sobral, Irauçuba, Eusébio, São Gonçalo do Amarante e Acarape (eficiência = 1) — capazes de maximizar PIB *per capita*, receita/PIB, emprego/população e IDM dado o nível de insumos. Há um bloco amplo e coeso entre 0,80–0,94 (p.ex., Solonópole, Forquilha, Aracati, Maracanaú, Aquiraz), sugerindo práticas próximas da fronteira, com ganhos marginais possíveis via gestão de resultados e encadeamentos produtivos. Na extremidade inferior, Canindé (0,71), Uruburetama (0,67) e

Maranguape (0,66) indicam maior distância da fronteira, demandando políticas de produtividade, qualificação e melhor focalização setorial. A redistribuição dos escores após o tratamento confirma a robustez do procedimento e oferece referências mais realistas entre pares semelhantes.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação da Análise Envoltória de Dados (DEA), no modelo geral, com orientação tanto a insumo quanto a produto, permitiu uma avaliação abrangente da eficiência técnica dos 32 municípios cearenses beneficiados com incentivos fiscais no período de 2015 a 2020. Utilizando-se variáveis representativas de investimento (input) e de desempenho econômico-social (*outputs*: PIB, receita tributária e emprego formal), o modelo revelou importantes disparidades na forma como os municípios transformam recursos públicos em resultados concretos.

Na perspectiva orientada a insumo, apenas três municípios — Fortaleza, General Sampaio e Sobral — atingiram a eficiência técnica plena, demonstrando capacidade de gerar os resultados observados com o menor volume de investimento. Por outro lado, a média geral de eficiência foi bastante baixa (0,21), sugerindo que, em média, os municípios poderiam reduzir em até 79% os recursos utilizados, sem comprometer os níveis de desempenho. Os resultados indicam uma ampla margem para aprimoramentos na alocação e gestão dos incentivos fiscais especialmente em municípios com escores muito baixos, como Horizonte e São Gonçalo do Amarante.

No modelo orientado a produto, voltado à maximização dos resultados a partir dos recursos já investidos, o cenário foi semelhante. Os mesmos três municípios permaneceram como referência, operando na fronteira da eficiência, enquanto a maioria apresentou escores inferiores a 0,20. A média dos escores foi de apenas 0,25, o que reforça a dificuldade de grande parte dos municípios em transformar investimentos em crescimento econômico, geração de emprego e arrecadação tributária de forma eficiente.

A elevada dispersão dos resultados entre as unidades analisadas sugere a existência de fatores estruturais, institucionais e de gestão que influenciam fortemente o desempenho municipal. Isso destaca a necessidade de políticas públicas mais direcionadas, que considerem a capacidade de execução local e que promovam a disseminação de boas práticas entre os entes menos eficientes.

Além disso, os resultados obtidos podem indicar que a simples concessão de subsídios, sem mecanismos eficazes de monitoramento, avaliação e apoio à implementação, tende a produzir retornos heterogêneos e, muitas vezes, pouco satisfatórios. A incorporação de critérios de eficiência técnica na formulação de políticas de fomento pode contribuir significativamente para o uso mais racional e produtivo dos recursos públicos, promovendo maior equidade e sustentabilidade no desenvolvimento regional.

Por sua vez, os resultados do modelo *per capita* considerando tanto a perspectiva de insumos quanto de produtos, com variáveis que refletem investimentos, desempenho econômico e social, incluindo Investimento/PIB, PIB *per capita*, Receita Tributária/PIB, Empregos/População e o Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM) apresentaram resultados distintos.

Na abordagem voltada para insumos, os resultados evidenciaram significativa heterogeneidade entre os municípios. Enquanto Fortaleza, General Sampaio, Sobral, Irauçuba, Eusébio e São Gonçalo do Amarante alcançaram eficiência máxima (1,0), muitos municípios menores ou com menor estrutura econômica, como Acarape, Pacatuba e Maranguape, apresentaram eficiências próximas de zero, destacando baixo aproveitamento dos recursos disponíveis. A média geral de 0,24, acompanhada de um desvio padrão elevado (0,38), evidencia que a maioria dos municípios ainda enfrenta desafios consideráveis na gestão eficiente de insumos, com amplo espaço para otimização na alocação de recursos públicos.

Na perspectiva de produtos, os municípios demonstraram desempenho mais homogêneo e elevado. A média de eficiência (0,84) e o desvio padrão relativamente baixo (0,10) indicam que, mesmo quando a utilização de insumos não é ideal, a maior parte dos municípios consegue gerar *outputs* próximos da fronteira eficiente. Municípios que apresentavam baixa eficiência de insumos, como Solonópole, Aracati e Aquiraz, mostraram desempenho relativamente alto na produção de resultados, sugerindo que fatores como capacidade administrativa, estratégias locais e características estruturais influenciam fortemente a geração de resultados. Em contraste, municípios como Uruburetama e Maranguape apresentaram menor eficiência de produtos, destacando limitações na capacidade de traduzir recursos em resultados efetivos.

Um ponto relevante a ser destacado no modelo *per capita* é a diferença entre as abordagens orientadas a insumo e a produto. Enquanto a perspectiva de insumos evidenciou grande heterogeneidade e baixa média de eficiência, revelando que muitos municípios ainda apresentam dificuldades em otimizar a alocação dos recursos disponíveis, a orientação a produto mostrou que, mesmo diante dessa ineficiência inicial, há relativa capacidade de gerar resultados socioeconômicos próximos à fronteira eficiente. Essa distinção sugere que a ineficiência em insumos não implica necessariamente em baixo desempenho final, o que reforça a importância de políticas públicas diferenciadas: de um lado, estratégias voltadas à racionalização do uso dos recursos; de outro, iniciativas que potencializem a capacidade dos municípios de converter os recursos já aplicados em resultados efetivos.

A análise comparativa entre eficiência de insumos e de produtos evidencia padrões interessantes, municípios economicamente estruturados ou populosos tendem a ocupar posições de destaque em ambas as perspectivas, enquanto municípios menores geralmente apresentam desempenho baixo em insumos, mas podem se aproximar da eficiência de *outputs* dependendo de sua capacidade de gestão e políticas locais. Essa distinção permite identificar municípios com maior potencial de melhoria, direcionando políticas públicas para otimização do uso de recursos, capacitação administrativa e planejamento estratégico.

Em síntese, os resultados indicam que, embora muitos municípios apresentem boa capacidade de gerar resultados sociais e econômicos, a eficiência na utilização de recursos ainda é desigual, sendo um fator crítico para maximizar o impacto dos investimentos públicos. Políticas voltadas à melhoria da eficiência de insumos podem potencializar a produtividade municipal, reduzindo desperdícios e promovendo desenvolvimento econômico e social mais equilibrado entre os municípios do Ceará.

Uma sugestão para aprimoramentos futuros refere-se à disponibilidade e ao detalhamento de informações. Caso houvesse a disponibilidade de dados consolidados sobre o montante efetivamente renunciado por empresa e sua localização específica por município, seria possível estruturar um modelo DEA com base nesses valores. Tal abordagem permitiria avaliar a eficiência considerando diretamente o impacto fiscal da renúncia em cada localidade, proporcionando uma análise ainda mais precisa sobre a conversão do benefício tributário em resultados socioeconômicos.

Por fim, recomenda-se que futuros estudos incorporem variáveis adicionais de contexto, como indicadores de governança, infraestrutura ou escolaridade da força de trabalho, a fim de explorar as causas subjacentes das ineficiências observadas e apoiar a construção de estratégias mais efetivas de gestão pública.

REFERÊNCIAS

- ADECE – Agência de Desenvolvimento do Estado do Ceará. **Renúncia Fiscal FDI**. Fortaleza, 2025. Disponível em: https://www.adece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/98/2024/09/Renuncia-Fiscal_FDI.pdf. Acesso em: 17 jul. 2025.
- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, Providence, Institute of Management Sciences, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.
- BEZERRA, Antonio Marcos; SONZA, Igor Bernardi; RIBEIRO, Roberto Portes. Análise Envoltória de Dados: Modelos Clássicos e uma Aplicação à Finanças. **Revista Interdisciplinar Encontro das Ciências – RIEC**, Icó - CE, v. 4, n. 3, p. 307-324, set.–dez. 2021.
- BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 jul. 2025.
- BRASIL. Lei Complementar nº 24, de 7 de janeiro de 1975. Dispõe sobre os convênios para concessão de isenções do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1975.
- BRASIL. Lei Complementar nº 101, de 4 de maio de 2000. Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 5 maio 2000.
- CARNEIRO, Rebeca Farias. **Análise de eficiência de lojas do setor do varejo de moda por meio da metodologia DEA**. 2018. Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) – Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.
- CEARÁ (Estado). Decreto nº 34.508, de 4 jan. 2022. Regulamenta a Lei nº 10.367/1979, que dispõe acerca do Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**, Fortaleza, 4 jan. 2022.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, n. 2, 1978.
- ELLERY JR., R.; NASCIMENTO JR., A. Análise do ICMS e a Questão Federativa. *In*: **Federalismo Fiscal no Brasil**. IPEA, 2017.
- FLORES, Lucas Barroso. **Determinantes da eficiência das escolas públicas no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM)**: uma análise de dois estágios. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia) – Curso de Pós-Graduação em Economia – CAEN, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.
- GOMES, A. P.; BAPTISTA, A. J. M. S. Análise envoltória de dados. *In*: SANTOS, M. L.; VIEIRA, W. C. (ed.). **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004. p. 121-160.

IDM (IPECE) - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE. **Índice de Desenvolvimento Municipal (IDM)**. Fortaleza: IPECE, 2025. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/indice-de-desenvolvimento-municipal-idm/>. Acesso em: 19 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e Estados – Portal de Indicadores Demográficos e Socioeconômicos**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>. Acesso em: 17 jul. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Diretoria de Pesquisas; Coordenação de Pesquisas por Amostra de Domicílios. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD Contínua 2024**: rendimento domiciliar per capita para Brasil e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: IBGE, 28 fev. 2025. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/42761-ibge-divulga-rendimento-domiciliar-per-capita-2024-para-brasil-e-unidades-da-federao>. Acesso em: 17 jul. 2025.

LOBO, C. Renúncia de Receita como Gasto Tributário e a LRF. *In: Direito Financeiro Contemporâneo*. Fórum, 2019.

MACHADO, Hugo de Brito. **ICMS: teoria e prática**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2018.

MOURA, P.; SILVA, J. Política de Gastos Tributários no Brasil (1996-2023): uma revisão. **Rev. Políticas Públicas**, 2024.

NUNES, E. de S.; SOUSA, E. P. de. Eficiência no gerenciamento público com a saúde para os municípios cearenses. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 98–118, 2019. Disponível em: <https://revistaaber.org.br/rberu/article/view/401>. Acesso em: 24 nov. 2025.

RAMOS, A. *et al.* Impacto do ICMS na Competitividade Empresarial: uma revisão sistemática. **Rev. Contab. & Finanças**, 2023.

STOSIC, B. D.; SOUSA, M. C. S. Jackstrapping DEA scores for robust efficiency measurement. *In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMETRIA*, 25., 2003, Porto Seguro. **Anais** [...]. Porto Seguro: SBE, 2003.

TAKEDA, T. Renúncia de Receita: repercussões da LRF. **Rev. Dir. Econômico**, 2017.

TEIXEIRA, Rosana Lima. **As políticas públicas fiscais do FDI no Ceará e o desenvolvimento econômico-social: uma análise das políticas do FDI entre 2015-2023**. 2025. 71 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Avaliação de Políticas Públicas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2024.

YAMAO, R. Do IVM ao ICMS: evolução de um tributo. **Revista Jurídica**, v. 28, n. 2, 2022.