

AVALIAÇÃO DA POLÍTICA DE INCENTIVOS DA SUDENE

SETOR DE INFRAESTRUTURA



2024



MINISTÉRIO DA
INTEGRAÇÃO E DO
DESENVOLVIMENTO
REGIONAL



Copyright © 2024 Sudene

Projeto: Avaliação dos resultados decorrentes da fruição dos incentivos fiscais sob gestão da Sudene, em cumprimento à Portaria nº 3.145/2019.

Realização: Acordo de Cooperação Técnica entre a Sudene e a UFPB. Executado pelo Departamento de Economia da UFPB.

Coordenador:

Jevuks Matheus de Araújo

Pesquisadores:

Aléssio Tony Cavalcanti de Almeida

Ana Cláudia Annegues da Silva

Antonio Vinícius Barros Barbosa

Edcleutson de Souza Silva

Jackney Luan Azevedo de Sousa

Luiza Mikaela de Sá Santos

Todos os direitos reservados. Nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou transmitida de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e gravação, ou por qualquer sistema de armazenamento ou recuperação de informações, sem a permissão prévia por escrito do autor. Material protegido pela Lei 9.610/98.

Lista de Figuras

2.1	Área de atuação da Sudene	26
2.2	Distribuição geográfica dos totais de investimentos e empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura, 2013 a 2023 .	27
2.3	Distribuição dos totais de investimentos e empresas na região do Semiárido por município no setor de infraestrutura, 2013 a 2023	28
2.4	Distribuição dos totais de investimentos e das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene - por Regiões Imediatas e Intermediárias, 2013 a 2023	29
2.5	Percentual de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura - por modalidade, 2013 a 2023	30
2.6	Total de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura - por modalidade e ano, 2013 a 2023	31
2.7	Número de empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene, 2013 a 2023	32
2.8	Distribuição geográfica do total de empresas do segmento de energia beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene, 2013 a 2023	33
2.9	Distribuição percentual dos incentivos fiscais concedidos pela Sudene por segmento empresarial, 2013 a 2023	34
3.1	Distribuição geográfica do número de CNPJs por município, base de dados da Sudene, 2013 a 2023	39
3.2	Distribuição geográfica do número de CNPJs localizados e não localizados na RAIS por município	40
3.3	Distribuição geográfica do total de investimentos no setor de infraestrutura por município, Base de Dados da Sudene, 2013 a 2023	42
3.4	Distribuição geográfica do total de investimentos no setor de infraestrutura por município: CNPJs localizados na RAIS	43
3.5	Quantitativo de CNPJs contemplados por ano, 2013-2023	46
3.6	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Variáveis de Salário	52

3.7	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Ocupações	52
3.8	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Admitidos e demitidos	53
3.9	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Características dos trabalhadores	54
3.10	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Variáveis de Salário	55
3.11	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Ocupações	56
3.12	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Admitidos e demitidos	57
3.13	Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Características dos trabalhadores	57
4.1	Mensuração teórica da eficiência técnica	62
4.2	Mensuração da mudança de produtividade	63
4.3	Índice de Malmquist, Mudança Tecnológica e Mudança de Eficiência (Curto Prazo)	71
4.4	Índice de Malmquist, Mudança Tecnológica e Mudança de Eficiência (Longo Prazo)	72
4.5	Índice de Malmquist para as seções do setor de infraestrutura	73
4.6	Índice de Malmquist para as classes da seção de Eletricidade e Gás	75
4.7	Índice de Malmquist para as classes da seção de Transporte e Armazenamento	76
4.8	Índice de Malmquist para as classes da seção de Informação e Comunicação	77
4.9	Índice de Malmquist para as classes das seções de Saneamento, Indústria de Transformação e Comércio	78
4.10	Distribuição do Índice de Malmquist (Curto Prazo vs Longo Prazo)	80
4.11	Gráfico de Dispersão entre os Índices de Malmquist do Longo e do Curto Prazo (Top 10 maiores e menores valores)	81
4.12	Índices de Malmquist: distribuição entre as Unidades da Federação da área de cobertura da Sudene (Curto e Longo Prazos)	82
5.1	Distribuição espacial das variáveis dependentes nos municípios da área de atuação da Sudene em 2013	93
5.2	Distribuição espacial das variáveis dependentes nos municípios da área de atuação da Sudene em 2021	94

5.3	Distribuição espacial do investimento acumulado (em logaritmo) nos municípios da área de atuação da Sudene em 2013	95
5.4	Distribuição espacial do investimento acumulado (em logaritmo) nos municípios da área de atuação da Sudene em 2021	96
5.5	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local univariado para as variáveis dependentes em 2013	101
5.6	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local univariado para as variáveis dependentes em 2021	102
5.7	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local univariado para o investimento acumulado em 2013	103
5.8	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local univariado para o investimento acumulado em 2021	104
5.9	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local bivariado entre as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013	105
5.10	Mapas de <i>Clusters</i> do <i>I de Moran</i> local bivariado entre as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2021	106

Sumário

Sumário executivo	9
1 Introdução	11
2 Revisão de Literatura, Contexto Institucional e Diagnóstico	15
2.1 Contexto institucional	15
2.2 Revisão de literatura	18
2.3 Análise descritiva dos incentivos fiscais da sudene	25
3 Análise de Eficácia	35
3.1 Introdução	35
3.2 Dados	37
3.3 Estratégia empírica	46
3.4 Resultados preliminares	50
3.5 Considerações finais	58
4 Análise de Eficiência	59
4.1 Introdução	59
4.2 Estratégia empírica	60
4.3 Dados	67
4.4 Resultados preliminares	68
4.5 Considerações finais	83

5	Análise de Efetividade	84
5.1	Introdução	84
5.2	Dados	85
5.3	Estratégia empírica	87
5.4	Resultados	92
5.5	Considerações finais	111
6	Considerações Finais	113
	Referências	115
A	Tabelas	121
B	Tabelas	122

Lista de Tabelas

3.1	Distribuição Percentual de CNPJs beneficiados pela Sudene por Estado, 2013 a 2023	41
3.2	Percentual de investimentos da Sudene por Estado, 2013 a 2023	44
3.3	Distribuição percentual dos CNPJs por segmentos	45
3.4	Coeficientes dos efeitos dinâmicos da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)	54
4.1	Estatísticas descritivas para o curto prazo	69
4.2	Estatísticas descritivas para o longo prazo	70
5.1	Estatísticas Descritivas	87
5.2	<i>I de Moran</i> global univariado para as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013 e 2021	97
5.3	<i>I de Moran</i> global bivariado para as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013 e 2021	99
5.4	Resultados de regressões para variáveis dependentes	110
A.1	Coeficientes dos efeitos dinâmicos da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)	121
B.1	Testes <i>LM</i> para modelos espaciais	122
B.2	Efeitos diretos e indiretos do modelo SAR - Demitidos	123

- Alguns subsetores do setor de infraestrutura apresentaram ganhos de eficiência e produtividade ao longo da vigência dos incentivos, enquanto boa parte não apresentou alterações no período.
- Foi identificado um baixo impacto sobre o PIB *per capita* municipal, da ordem de 0,007%. Um efeito maior foi encontrado sobre o número de admissões, com um crescimento de 0,04% para cada 1% de aumento no investimento das empresas. Verificou-se, por fim, que há um transbordamento regional desses efeitos às demais localidades.
- É importante ressaltar que tais resultados foram gerados mediante a utilização de uma base de dados construída pela junção de informações das firmas beneficiadas com outras bases de dados, como a RAIS. Neste processo, muitas empresas tinham informações faltantes, gerando uma redução significativa de observações, o que pode ter afetado os resultados encontrados.
- Diante disso, sugere-se o acompanhamento e o registro rigoroso de informações das empresas beneficiadas. Este passo é fundamental para uma melhor avaliação da política.
- Quanto à efetividade dos incentivos sobre os indicadores municipais, como o PIB *per capita*, a resposta da produtividade da região à política regional dependerá, possivelmente, de ações concomitantes, como a melhora nos níveis de educação e qualificação da população local ou identificação de problemas que podem afetar a eficiência das empresas, como o custo de transporte.

Introdução

Este documento traz uma avaliação dos resultados decorrentes da fruição dos incentivos fiscais sob gestão da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), em cumprimento à Portaria nº 3.145/2019, especificamente aos concedidos ao setor de infraestrutura. Foram avaliados os seguintes aspectos da política de incentivos: i) sua eficácia, ii) sua eficiência e iii) sua efetividade. Avaliar a eficácia diz respeito à mensurar o efeito causal dos incentivos sobre indicadores socioeconômicos relacionados aos seus objetivos, como o nível de emprego e salário. Já a análise da eficiência busca medir os resultados alcançados pela política frente aos insumos empregados. Por fim, a mensuração da efetividade busca captar possíveis efeitos multiplicadores dos incentivos, identificando o transbordamento dos resultados para as localidades vizinhas.

As diferenças regionais de desenvolvimento que marcam o território brasileiro podem ser entendidas a partir do conceito das Economias de Aglomeração, tema amplamente discutido pela literatura econômica. O termo diz respeito às externalidades positivas que surgem com a concentração de atividades econômicas em determinadas localidades. Segundo Marshal (1920), tal concentração deriva da existência das chamadas economias internas, que beneficiam diretamente as firmas das regiões, como a redução de custos, o aumento da produtividade e do transbordamento de benefícios externos às firmas, como a transferência de conhecimento, a expansão do mercado de trabalho e o impulsionamento de outros setores das localidades ligados às indústrias concentradas geograficamente. A região Nordeste consiste em um símbolo dessas desigualdades, dado o seu reduzido crescimento econômico

vis-à-vis o crescimento registrado em localidades historicamente mais desenvolvidas.

O setor de infraestrutura, o qual abrange projetos de energia, telecomunicações, transportes, gasodutos, produção de gás, abastecimento de água e esgotamento sanitário tem, consistentemente, liderado os investimentos da região de atuação da Sudene. Os incentivos fiscais concedidos pela Sudene às empresas deste setor prioritário desempenham um papel importante no fomento ao desenvolvimento regional e na redução das disparidades socioeconômicas em relação às demais regiões do país.

Como principal instrumento de incentivo tem-se a redução de 75% do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ). Dados de 2013 a 2023 mostram que aproximadamente 86% de todos os incentivos são provenientes dessa modalidade. Esses investimentos são impulsionados por incentivos fiscais, Fundos Constitucionais de Financiamento e Fundos de Desenvolvimento Regional, alinhados à Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), cuja finalidade, atualizada pelo Decreto nº 9.810, de 30 de maio de 2019, é reduzir desigualdades intra e inter-regionais, promovendo crescimento econômico, modernização dos negócios, geração de renda e, por fim, desenvolvimento regional.

O Nordeste, dada sua abundância de recursos naturais e potencialidades econômicas, beneficia-se significativamente da canalização de investimentos para a melhoria da infraestrutura. Através de instrumentos de redução de impostos sobre tais empreendimentos, a Sudene não apenas promove a expansão de projetos estratégicos, como, por exemplo, transportes, telecomunicações e energia, mas também estimula a geração de empregos e o fortalecimento das cadeias produtivas locais. Desta forma, a concessão de incentivos fiscais pelo órgão desempenha um papel instrumental no equacionamento das disparidades regionais, viabilizando um ambiente propício para o crescimento econômico sustentável e equitativo desta região.

Além desta primeira parte, o documento é composto por mais quatro capítulos. No capítulo 2 é conduzida uma extensa revisão de literatura, abordando programas similares em âmbito nacional e internacional e uma análise dos marcos regulatórios e legislações

específicas da Sudene, um importante aspecto para interpretar adequadamente os resultados obtidos. Essa abordagem permite explorar uma variedade de resultados e estratégias de identificação de efeitos, proporcionando uma compreensão mais abrangente sobre o papel dos incentivos fiscais no desenvolvimento regional. Além disso, o capítulo traz uma análise descritiva da distribuição dos incentivos fiscais entre as localidades sob a área de atuação da Sudene.

O capítulo 3 mostra a avaliação da eficácia dos incentivos fiscais, através da mensuração dos efeitos causais da política sobre variáveis do mercado de trabalho nas firmas beneficiadas. Serão detalhados os procedimentos metodológicos, as bases de dados utilizadas e os resultados encontrados. Para esta fase da avaliação, foi empregada a abordagem do método de diferenças em diferenças (DID), a qual leva em consideração a concessão escalonada de benefícios fiscais ao analisar o impacto da política ao longo do tempo. Através do estimador proposto por Callaway and Sant’Anna (2021), é incorporada a heterogeneidade entre empresas, considerando a interação entre variáveis ao longo do tempo. Isso permite uma avaliação mais precisa dos efeitos causais, controlando disparidades pré-existentes entre grupos de tratamento e controle em estudos longitudinais. Ademais, este método se adequa às características da política de incentivos fiscais, uma vez que estes são concedidos periodicamente e não apenas em um ponto no tempo, como requereria a aplicação da abordagem canônica do DID.

O capítulo 4 exibe uma avaliação de eficiência. Para tanto, o presente estudo se baseou na Análise por Envoltória de Dados (DEA), um método não paramétrico de estimação de eficiência, aliado à análise da evolução da eficiência no tempo através do cálculo do Índice de Malmquist. De forma geral, este método investiga a existência de ganhos de produtividade das firmas beneficiadas ao longo do tempo.

O capítulo 5 apresenta o último aspecto da avaliação dos incentivos fiscais, a análise da sua efetividade. Através da construção de uma base de dados a nível municipal, na área de atuação da Sudene, procurou-se medir o efeito da política tanto sobre indicadores do mer-

cado de trabalho quanto sobre indicadores socioeconômicos dos municípios. Este exercício consiste, portanto, em verificar se o fato de o município conter empresas beneficiadas contribui para que este obtenha melhores indicadores de desenvolvimento econômico e social. Além disso, foram empregadas técnicas econométricas espaciais a fim de identificar potenciais efeitos de transbordamento (*spillovers*) sobre os municípios vizinhos.

Através destes diagnósticos, é possível identificar se os incentivos fiscais estão apresentando os resultados desejados, bem como ensejar novos desenhos de política para avançar na resolução do problema de desigualdades regionais.

Revisão de Literatura, Contexto Institucional e Diagnóstico

Este capítulo inicia com um breve histórico da Sudene e das políticas de incentivos fiscais. Em seguida, são apresentados alguns estudos teóricos e empíricos presentes na literatura acerca dos impactos econômicos desta política. Por fim, é feito um diagnóstico dos incentivos fiscais, com uma análise descritiva da concessão dos incentivos ao longo dos anos e sua distribuição entre os municípios da área de atuação da Sudene.

2.1 Contexto institucional

Criada originalmente pela Lei 3.692 de 1959, a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) se destaca como um marco no planejamento regional do Brasil. Seu surgimento foi uma resposta às desigualdades econômicas e sociais enfrentadas pelo Nordeste em comparação às regiões mais desenvolvidas do país (BRASIL, 1959). Conforme disciplina a Lei Complementar N° 125, de 03 de janeiro de 2007, a Sudene como uma autarquia especial, administrativa e financeiramente autônoma, integrante do Sistema de Planejamento e de Orçamento Federal, deve perseguir a promoção do desenvolvimento inclusivo e sustentável de sua área de atuação e a integração competitiva da base produtiva regional na economia nacional e internacional. Para alcançar tais objetivos, a Sudene dispõe de instrumentos, com

destaque dos incentivos e benefícios fiscais direcionados a investimentos privados em sua região de abrangência (BRASIL, 2007).

Criados na década de 1960, esses incentivos e benefícios fiscais¹, ao apoiarem projetos, sejam de implementação, ampliação, modernização e/ou diversificação, visam não apenas aumentar a geração de emprego e renda, mas também estimular a formação do capital fixo na área de atuação da Sudene. Até 2021, tal área compreendia todos os municípios dos nove estados do Nordeste (1.794), além de 28 municípios do norte de Espírito Santo e 168 municípios do norte de Minas Gerais, totalizando 1.990 municípios. A partir de 2021, essa área foi ampliada, incorporando mais 84 municípios dos estados de Espírito Santo e Minas Gerais, alcançando um total de 2.074 municípios (SUDENE, 2023).

Ao longo do tempo, as primeiras modalidades dos incentivos fiscais da Sudene, estabelecidas naquela época, foram sujeitas a modificações. A Portaria Nº 283, de 4 de julho de 2013, que regulamenta os Incentivos Fiscais geridos pela Sudam² e Sudene, estipula sete modalidades de incentivos e benefícios fiscais: (i) a redução fixa de 75% do imposto sobre a renda e adicionais não restituíveis; (ii) a redução escalonada do imposto sobre a renda e adicionais não restituíveis de 12,5% de 2009 a 2013; (iii) os depósitos para reinvestimento; (iv) a depreciação acelerada incentivada para efeito de cálculo do imposto sobre a renda; (v) o desconto, no prazo de 12 (doze) meses contados da aquisição, dos créditos da contribuição para o PIS/PASEP e da COFINS; (vi) a isenção do Adicional ao Frete para Renovação da Marinha Mercante - AFRMM; e (vii) a isenção do imposto sobre a renda e do adicional. Contudo, atualmente, a Sudene administra apenas os incentivos e benefícios enumerados em (i)³, (iii)⁴

¹Os incentivos e benefícios fiscais são instrumentos de atuação e financiamento da Política Nacional de Desenvolvimento Regional - PNDR, sob gestão do Ministério do Desenvolvimento Regional - MDR. A PNDR, atualizada pelo Decreto nº 11.962/2024, tem por finalidade a redução das desigualdades econômicas e sociais, intra e inter-regionais, por meio da criação de oportunidades de desenvolvimento que resultem em crescimento econômico sustentável, geração de renda e melhoria da qualidade de vida da população.

²Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste da Amazônia. Também amparada pela PNDR.

³O incentivo de redução de 75% do IRPJ é concedido para empreendimentos que venham a se instalar, ampliar, modernizar ou diversificar sua linha de produção na área de atuação da Sudene. O prazo de fruição do benefício é de dez anos. Calculado com base no lucro da exploração da atividade.

⁴O incentivo de reinvestimento do IRPJ é concedido para titulares de empreendimentos em operação na área de atuação da Sudene - que estejam ou não usufruindo das reduções do imposto de renda. Essas empresas podem reinvestir, na modernização ou complementação de equipamentos, incluídos os custos de montagem e

e (vii)⁵. Deste rol de incentivos e benefícios, o relativo à redução fixa de 75% do imposto sobre a renda e adicionais não restituíveis representa a maioria dos incentivos concedidos⁶ (BRASIL, 2013).

Para serem elegíveis a receber os incentivos fiscais gerenciados pela Sudene, as empresas nacionais ou estrangeiras já instaladas, ou que venham a se instalar, precisam atender aos seguintes requisitos: i) estar operando na área de atuação da superintendência; ii) ser optante da tributação com base no lucro real; e iii) realizar atividades pertencentes aos setores da economia considerados prioritários para o desenvolvimento regional. Conforme delineado no Decreto nº 4.213 de 26 de abril de 2002, os setores definidos como prioritários para os incentivos fiscais da Sudene são: infraestrutura, turismo, agricultura irrigada, agroindústria, indústria de transformação, indústria extrativa de minerais metálicos, microeletrônica e o setor de eletroeletrônica e afins, incluindo veículos e autopeças (BRASIL, 2002).

Para além dessas condições, as empresas devem também atender aos critérios de admissibilidade dos projetos, os quais determinam que os incentivos fiscais são concedidos sob a apresentação de projetos de investimento como contrapartida. Com exceção do incentivo de reinvestimento, os demais devem estar atrelados a projetos que envolvem modernização⁷ e diversificação⁸ (compra de equipamentos) e implantação⁹ (construção) ou ampliação¹⁰ (ex-

instalação, uma parcela correspondente a 30% do IRPJ, calculado exclusivamente sobre o lucro da exploração. A esta parcela, é acrescida outra de 50% de recursos próprios como contrapartida.

⁵O incentivo de isenção do imposto IRPJ é cedido exclusivamente para as pessoas jurídicas fabricantes de máquinas, equipamentos, instrumentos e dispositivos baseados em tecnologia digital, voltados para o Programa de Inclusão Digital, de que trata a Lei nº 12.546, de 14.12.2011. Calculado sobre o lucro da exploração.

⁶Isso se deve à abrangência desse incentivo em comparação aos demais em vigor. Enquanto o incentivo de reinvestimento se restringe apenas a empresas com projetos de modernização e complementação de equipamentos, e a isenção do IRPJ, embora possa ser usado para todos os projetos de investimento, se aplica apenas para empresas da área de tecnologia digital, o incentivo de redução de 75% do IRPJ não possui restrições tão específicas em termos de projetos ou setores econômicos. Esse amplo alcance torna esse incentivo mais atrativo para as empresas interessadas.

⁷Admitido somente quando a linha de produção modernizada atingir uma produção efetiva superior a 20% da nova capacidade real instalada.

⁸Admitido somente quando a linha de produção diversificada atingir uma produção efetiva superior a 20% de sua capacidade real instalada.

⁹Admitido somente quando o empreendimento atingir uma produção efetiva superior a 20% de sua capacidade real instalada.

¹⁰A ampliação da capacidade real instalada da linha de produção deve ser de, no mínimo, 20% para empreendimentos de infraestrutura e de, no mínimo, 50% nos casos dos demais empreendimentos. Além disso, a produção efetiva atual deve esgotar a capacidade instalada anterior e superar 20% da capacidade incrementada.

pansão das instalações da empresa), assim como para gerar empregos, dado que a concretização dos projetos demanda novos trabalhadores (SUDENE, 2020).

Ainda de acordo com o relatório de 2020, o setor econômico que se destaca em termos de investimento é consistentemente o setor de infraestrutura. Representado pelos projetos de energia, telecomunicações, transportes, instalação de gasodutos, produção de gás, abastecimento de água e esgotamento sanitário, é aquele que mais registra investimentos anualmente. Nos anos de 2018, 2019 e 2020, esse setor aportou 69%, 63% e 55%, respectivamente, do montante de investimentos registrados. Apenas em 2018 (ano atípico de aumento do número de pleitos), o setor aportou R\$44,6 bilhões em investimentos. Além disso, em 2020, o setor de infraestrutura foi o setor responsável por um maior número de empregos, para os estados de Maranhão (8.389 empregos), Paraíba (9.108 empregos) e Piauí (4.756 empregos), totalizando a criação de 22.253 empregos (SUDENE, 2020).

Portanto, é por sua maior relevância em investimentos, em comparação com os demais setores prioritários, que o setor de infraestrutura pode ser entendido como um representante significativo do instrumento da política de incentivos fiscais da Sudene, merecendo uma investigação empírica detalhada.

2.2 Revisão de literatura

A busca por estratégias que fortaleçam o desenvolvimento regional tem sido frequente nas políticas públicas. Nesse sentido, os incentivos fiscais têm papel fundamental como ferramenta capaz de captar investimento para uma determinada região e, assim, colaborar para um crescimento econômico mais equitativo. Em concordância com a Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), a Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) desempenha um papel crucial nesse contexto.

A Sudene, entidade ligada ao Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional, foi restabelecida por meio da Lei Complementar 125, de 2007. Esta instituição é financi-

ada por meio do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) e do Fundo de Desenvolvimento do Nordeste (FDNE). Dentre os setores de atuação da Sudene, a infraestrutura se destaca como setor que registra maior investimento. Nos anos de 2018, 2019 e 2020, o setor aportou 69%, 63% e 55%, respectivamente, do montante de investimentos registrados. Apenas em 2018 (ano atípico de aumento do número de pleitos), o setor aportou R\$44,6 bilhões em investimentos. Caracterizado por áreas como transporte, saneamento e energia, o setor é um facilitador para o crescimento econômico, funcionando como um catalisador para a melhoria da qualidade de vida da população.

A relação entre o desenvolvimento regional e a implantação de infraestruturas nas áreas de transporte, energia, saneamento, entre outras, são debatidos por vários autores e em diversos lugares do mundo. Partindo das evidências de que a construção de ferrovias de alta velocidade (HSR) tem um impacto econômico significativo e mais amplo no desenvolvimento local, Yu et al. (2020) estuda o impacto da acessibilidade do centro de um condado até a estação de HSR mais próxima no crescimento econômico (local e global). A partir de um conjunto de dados em painel de 2008 à 2015 de indicadores socioeconômicos regionais nas unidades de nível de condado na China, o autor emprega uma abordagem de filtragem espacial baseada em autovetores (ESF), com e sem coeficientes de variação espacial, para estabelecer potenciais relações globais e locais entre a acessibilidade da HSR e o desenvolvimento regional local. Os resultados sugerem que uma redução de 10% no tempo de viagem até à estação HSR mais próxima poderia trazer um aumento de cerca de 0,44% (localmente variando de 0,28% a 3,1%) no PIB local per capita a nível do condado.

Ainda na área de transportes, a relação entre acessibilidade e desenvolvimento regional é tratada por Freiria et al. (2022). A autora utiliza Análise Envoltória de Dados (DEA) e métodos estatísticos espaciais para avaliar, respectivamente, o desempenho regional e os tipos de relações entre acessibilidade e desempenho para cada região, juntamente com sua significância. O estudo foi aplicado a 186 NUTS (Nomenclatura das Unidades Territoriais) que abrangem 19 países europeus. Os resultados sugerem que aproximadamente metade das

regiões tem uma relação significativa entre a acessibilidade dos transportes e o desempenho regional. Além disso, regiões centrais têm maior probabilidade de apresentar significância, bem como regiões com altos (baixos) níveis de desempenho cercadas por regiões com altos (baixos) níveis de acessibilidade. As análises indicam, assim, uma sinergia entre as duas variáveis analisadas.

Ainda no contexto da infraestrutura, Medeiros et al. (2021) examina se os níveis de pobreza nos domicílios brasileiros são afetados por esse setor. Utilizando modelos multiníveis, em uma abordagem regional que considera características socioeconômicas e de infraestrutura do município e estado em que o domicílio está inserido, o autor estima que o aumento de 1% da oferta estadual de infraestrutura, composta pelos setores de energia e telecomunicações, reduzem a probabilidade de pobreza familiar em 18%. A nível municipal, o fornecimento de infraestrutura, composto pelos setores de Internet e saneamento, torna a probabilidade da pobreza familiar 7% menor. Medeiros mostra ainda que esses resultados são potencializados quando a qualidade e o acesso à infraestrutura são maiores.

A discussão sobre incentivos fiscais e seus impactos no desenvolvimento regional não é levantada apenas no Brasil ou em outros países em desenvolvimento. É de interesse global a busca por estratégias eficazes que possam diminuir a disparidade econômica entre regiões distintas. Camino-Mogro (2023) avaliou a lei orgânica para o desenvolvimento produtivo, atração de investimentos, geração de emprego e estabilidade e equilíbrio fiscal através da lei de incentivos fiscais no Equador. Usando o método de diferença-em-diferenças (DID) para estimar o efeito médio da lei em setores prioritários, o autor mostra que não há evidências de efeito estatisticamente significativo sobre os investimentos e na geração de emprego.

Na Índia, a política de isenção de impostos e subsídio ao investimento de empresas, que se localizavam em regiões pouco industrializadas, foi avaliada pelo trabalho de Chaurey (2017). Os resultados revelam que os incentivos aumentaram, a nível de firma, emprego e produção. E, em nível mais agregado (estados), houve aumento no emprego, na produção, no capital fixo e na renda dos residentes.

Países desenvolvidos também experimentaram os efeitos de políticas de incentivos ao desenvolvimento regional. Na Itália, Cerqua and Pellegrini (2014) avaliaram a política de concessão dos subsídios distribuídos através da lei 488/92, que foi o principal instrumento político para reduzir as disparidades territoriais na Itália durante o período 1996-2007. Fazendo uso de regressão descontínua, os autores obtiveram efeitos positivos no emprego, investimento e na rotatividade das firmas. Em relação à produtividade, no entanto, o efeito encontrado foi insignificante.

Na Bélgica, Decramer and Vanormelingen (2016) avaliaram uma política semelhante à instituída na Itália. Os subsídios eram destinados a empresas de pequeno e médio porte de todos os setores que se candidataram ao benefício com projetos de investimento. Dado que as empresas recebiam uma pontuação de acordo com seu projeto, os autores utilizaram uma regressão descontínua e constataram que efeitos positivos no investimento, produção, produtividade e emprego ocorreram apenas para pequenas empresas.

Criado em 2000, o estado indiano de Uttarakhand experimentou uma das mais generosas políticas de incentivo fiscal local. No intuito de fortalecer o estado oriundo da divisão do estado de Uttar Pradesh, o governo indiano promoveu, em 2002, enormes melhorias nas infraestruturas, um generoso subsídio ao investimento e uma isenção completa de impostos sobre sociedades e impostos especiais de consumo. Utilizando um estimador espacial de diferenças em discontinuidades, Shenoy (2018) mostra que os incentivos tiveram grandes efeitos na produção regional e nos indicadores do bem-estar das famílias. Os resultados indicam ainda que houve diminuição da disparidade econômica entre os estados.

A partir das referências supracitadas, nota-se distinções entre as políticas adotadas, bem como os efeitos dessas políticas no território de implantação. Até mesmo políticas semelhantes, como as instituídas na Itália e na Bélgica, podem trazer efeitos distintos quando são comparadas. Nesse sentido, reforça-se a importância de uma avaliação dos impactos das políticas de incentivo fiscal no desenvolvimento regional.

No Brasil, embora sejam amplamente debatidas, as evidências empíricas sobre os efeitos

dos incentivos fiscais ainda são limitadas, principalmente no que se refere à avaliação dos incentivos fiscais em âmbito nacional, como é o caso do instrumento da PNDR. Garsous et al. (2017) analisou o impacto dos incentivos fiscais no setor de turismo no período de 2002 a 2009, uma vez que este se tornou uma atividade prioritária para a Sudene em 2002, tornando as empresas elegíveis para benefícios fiscais. Os autores constataram um aumento de 30% no emprego municipal nesse setor devido aos incentivos, persistindo este efeito mesmo sete anos após a inclusão do turismo como setor prioritário, com um impacto crescente ao longo do tempo.

Já Braz and Irffi (2023) realizaram um estudo mais abrangente com o intuito de ampliar a compreensão dos efeitos dos incentivos geridos pela Sudene. O estudo considerou todos os setores prioritários da região para investigar a eficácia da concessão do incentivo de redução de 75% do IRPJ às empresas, em termos de impacto nos indicadores do mercado de trabalho local. Para essa análise, utilizaram como estratégia empírica um estimador de diferenças em diferenças com múltiplos períodos, desenvolvido por Callaway and Sant'Anna (2021). Os resultados obtidos revelaram que o incentivo fiscal gerou um aumento de 3,2% no emprego e de 1,2% na renda municipal, com um efeito crescente ao longo do tempo. Além disso, foi constatado que esse impacto se manteve ao longo de todo o período em que as empresas receberam o incentivo. No entanto, os autores observaram que esse efeito foi mais concentrado em municípios maiores e já desenvolvidos, sugerindo que os incentivos podem estar acentuando as disparidades econômicas dentro da região, o que diverge do objetivo estabelecido pela PNDR.

Por outro lado, o estudo de Carneiro et al. (2022b) se destaca ao analisar os impactos dos incentivos fiscais da Sudene, especificamente a redução de 75% do IRPJ, na eficiência técnica das empresas beneficiadas, no período de 2011 a 2019. Para tanto, empregaram métodos como o DEA (Análise Envoltória de Dados) e a Fronteira Estocástica, tomando como insumos o número de vínculos, extraído dos dados da RAIS, e o investimento projetado informado pelas empresas durante a solicitação do incentivo; enquanto que como

produto utilizaram a variação da massa salarial dois anos após o recebimento do incentivo. Os resultados sugerem que, embora haja certo grau de ineficiência entre as empresas beneficiadas, essa ineficiência está mais relacionada ao tipo de setor incentivado do que às próprias empresas inseridas nesse setor. Além disso, foi observada a presença de empresas eficientes na região do semiárido, indicando que a política está alcançando seus objetivos nessa área prioritária. Quanto aos resultados da Fronteira Estocástica, constatou-se que, em média, as empresas incentivadas são mais intensivas em mão de obra.

Embora haja uma carência de evidências empíricas sobre os efeitos dos incentivos fiscais da Sudene, um número considerável de autores tem se dedicado à avaliação dos incentivos fiscais estaduais, os quais não são amparados pela PNDR. Tais políticas abrangem subsídios e reduções de impostos às empresas, inseridas no contexto da disputa tributária entre os estados, conhecida como guerra fiscal. Levando em conta a semelhança dessas políticas com os incentivos conduzidos pela Sudene, visto que também visam promover o desenvolvimento regional ao estimular empresas focalizando em variáveis do mercado de trabalho e socioeconômicas, torna-se importante investigar os resultados das políticas estaduais apontados pela literatura empírica sob diversas abordagens.

Dentre esses estudos, Carvalho Júnior et al. (2006) investigaram o impacto das isenções fiscais do ICMS e das facilidades de empréstimos destinados à empresas prioritárias, concedidos pelo Fundo de Desenvolvimento Industrial do Ceará (FDI), principal programa da política industrial estadual desde os anos 1990, na quantidade de empregos nos municípios. Para isso, utilizaram dados cross-section com variáveis instrumentais, empregando o método de mínimos quadrados em dois estágios; além de dados longitudinais em painel, com efeitos fixos e a aplicação do método de mínimos quadrados em primeira diferença e desvios em torno da média. Ambos os modelos não revelaram um impacto significativo do FDI na geração de empregos formais nos municípios. No entanto, as limitações do estudo impedem uma conclusão definitiva sobre o tema.

Oliveira Junior et al. (2014) avaliaram os efeitos dos incentivos fiscais do estado do Pará

sobre a arrecadação do ISS, geração de emprego e Valor Adicionado Bruto (VAB) da indústria. Considerando 1996 como ano de implementação da política, os autores aplicaram a técnica de diferenças em diferenças com ajustes poligonais (para captação de tendências anteriores às dos períodos analisados) e constataram que nos dez anos posteriores, a política não alterou nenhum dos três indicadores de resultado para os municípios paraenses. Isso sugere que a política implantada pelo governo do estado não surtiu o efeito esperado.

Considerando também o nível de agregação municipal, Silva (2018) examinou os impactos do programa Produzir do estado de Goiás sobre o emprego, a renda média e a arrecadação local para o período de 2005 a 2014. Utilizando técnicas com dados em painel, os resultados apontaram que as receitas renunciadas ao ICMS aumentaram a renda média, apesar de não afetar a geração de empregos e a arrecadação municipal de impostos.

Gonçalves et al. (2018) estudaram os efeitos do Fundo de Apoio ao Desenvolvimento Industrial (FAIN) da Paraíba sobre o emprego e os salários das empresas beneficiadas durante o período de 1996 a 2014. Para analisar esses efeitos, utilizaram uma abordagem de diferenças em diferenças, com reponderação pelo score de propensão. Os resultados revelaram que os incentivos fiscais concedidos pelo programa resultaram em um aumento de 41,2% e 44,3%, respectivamente, no número de empregos e na massa salarial das empresas beneficiadas. Além disso, observou-se um efeito progressivo desses incentivos ao longo do tempo de participação no programa.

Compartilhando das análises a nível de empresa e usando uma abordagem de diferenças em diferenças com uma configuração que possibilita identificar variações no efeito de acordo com o tempo, de Oliveira and Neto (2020) avaliaram os efeitos do Programa de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco (Prodepe), que concede incentivos fiscais para firmas de setores industriais e comércio atacadista no Estado, no período entre 2000 e 2017. Os autores analisaram o impacto exclusivo do Prodepe no emprego, renda média e massa salarial das firmas, isolando-o de outras políticas de incentivos, inclusive os da Sudene. Verificaram que o programa resultou em um aumento de 8,6% no número de empregos, mas reduziu em

10,3% o salário médio das empresas, não apresentando efeito significativo sobre a massa salarial. Esses efeitos foram potencializados quando combinados com os incentivos da Sudene. Adicionalmente, constataram que o programa afeta as três variáveis de resultado ao analisar uma amostra de empresas da Região Metropolitana de Recife (RMR), mas não apresenta efeitos significativos para as empresas localizadas fora da RMR. Concluíram, portanto, que o nível de aglomeração urbana exerce importante influência nos resultados.

Diante das evidências apresentadas até então, urge a necessidade de realizar uma avaliação mais abrangente e aprofundada dos efeitos da política de incentivos fiscais da Sudene. Como visto, apenas os estudos de Garsous et al. (2017) investigaram os efeitos do uso desses incentivos no setor de turismo em relação ao emprego municipal, Braz and Irffi (2023) examinaram todos os setores prioritários da região, porém limitaram-se à modalidade de redução de 75% do IRPJ, focando em emprego e a renda municipal, e Carneiro et al. (2022b) analisaram os impactos dos incentivos fiscais da Sudene, especificamente a redução de 75% do IRPJ, na eficiência técnica das empresas beneficiadas.

Portanto, é evidente a importância de pesquisas adicionais para avaliar os efeitos dessa política em outros setores, especialmente no setor de infraestrutura, que é reconhecido por registrar mais investimentos. Essas pesquisas devem abranger variáveis do mercado de trabalho e socioeconômicas, ao mesmo tempo em que exploram dois níveis distintos de análise: as empresas e os municípios.

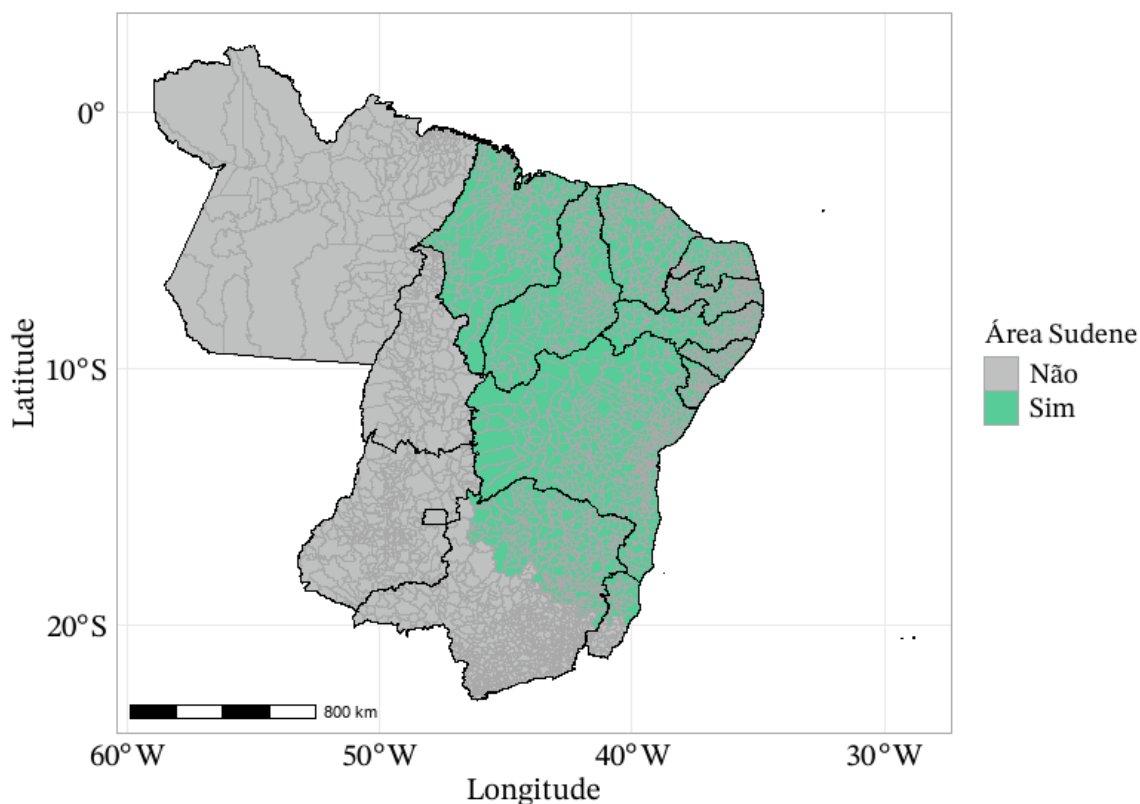
2.3 Análise descritiva dos incentivos fiscais da sudene

Esta seção apresenta uma breve análise descritiva da região de atuação da Sudene, assim como a forma de alocação dos incentivos fiscais concedidos às empresas da região. Na Figura ??, são apresentados os limites territoriais abrangidos pela atuação da Sudene, destacando os estados e os municípios inseridos nesse contexto¹¹. Conforme pode ser observado, a área

¹¹Os municípios abrangidos pela área de atuação da Sudene estão listados na Lei Complementar nº 185, de 06 de outubro de 2021.

de atuação da Sudene abrange totalmente os estados da Região Nordeste do Brasil, além de 249 municípios do estado de Minas Gerais e 31 municípios do estado do Espírito Santo, totalizando 2.074 municípios.

Figura 2.1: Área de atuação da Sudene



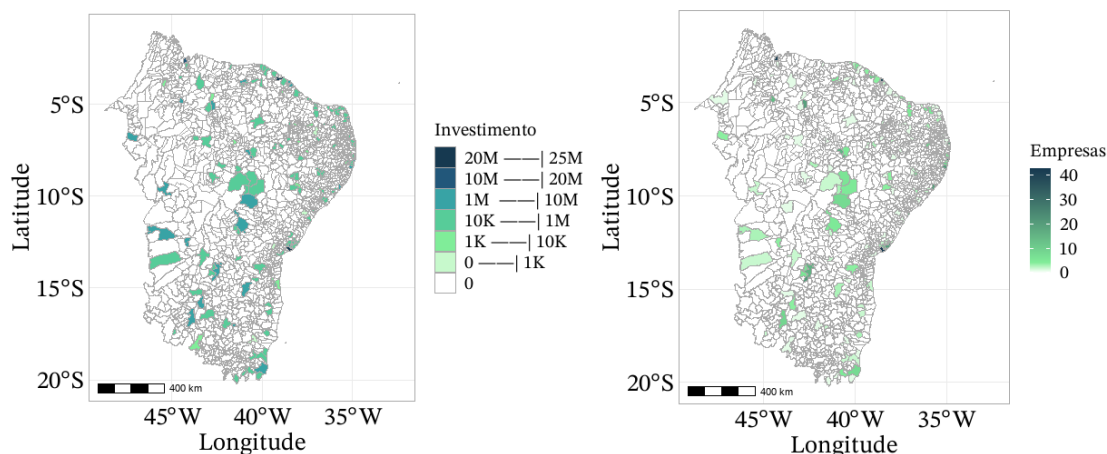
Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Considerando o destaque expressivo do setor de infraestrutura em investimentos gerados, comparativamente aos outros setores prioritários para os incentivos fiscais da Sudene, toda a análise subsequente se concentra exclusivamente nesse setor, o qual é o foco desta pesquisa.

A Figura 2.2 apresenta a distribuição do quantitativo de investimentos e empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene, no período de 2013 a 2023. De acordo com dados disponibilizados pela Sudene, o setor aportou cerca de R\$154,5 bilhões em investimentos, distribuídos de maneira ampla dentro de sua área de atuação, conforme mostra o mapa à esquerda da Figura 2.2. A distribuição das empresas beneficiadas (mapa à direita) se-

que um padrão semelhante. Verifica-se a concessão de incentivos fiscais a empresas em 165 municípios, representando uma cobertura municipal de aproximadamente 7,96%, da área abrangida pela Sudene.

Figura 2.2: Distribuição geográfica dos totais de investimentos e empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

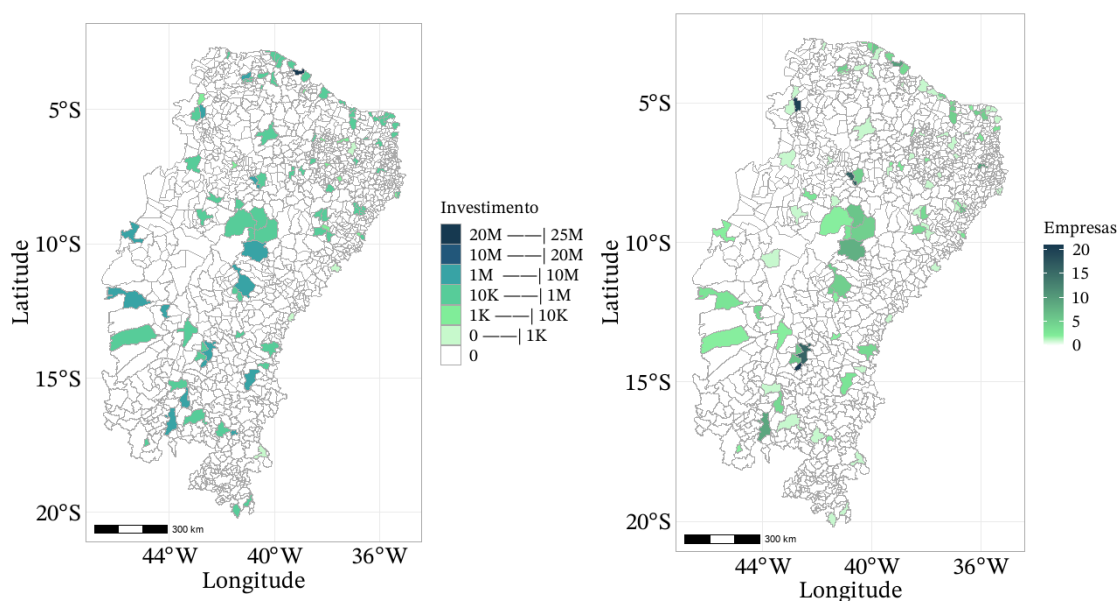
A partir da recriação da Sudene com a promulgação da Lei Complementar N° 125, em 2007, foi conferido ao Conselho Deliberativo da Autarquia (CONDEL) o direito de conduzir futuras atualizações e delimitação do Semiárido. Considerando a atualização de 2024, o semiárido engloba 1.477 municípios, provenientes de todos os estados do Nordeste, além de parte do estado de Minas Gerais (o Norte mineiro e o Vale do Jequitinhonha) e 6 municípios do Espírito Santo (Sudene, 2024). A Figura 2.3 ilustra o recorte territorial desta região, expondo as distribuições do total de investimento e de empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene.

Ao analisar visualmente a distribuição de investimentos por município, tanto considerando toda área de atuação da Sudene (mapa à esquerda da Figura 2.2) quanto exclusivamente na região semiárida (mapa à esquerda da Figura 2.3), nota-se uma distribuição espacial dispersa. Na região semiárida os investimentos acumulados de 2013 a 2023 somam um total de aproximadamente R\$71,9 bilhões, contemplando 100 municípios, o que representa

uma cobertura municipal do semiárido de aproximadamente 6,77%.

No que concerne a distribuição das empresas contempladas com os incentivos fiscais na região do semiárido, ao focar somente nessa área, observa-se uma dispersão geográfica mais ampla (mapa à direita da Figura 2.3) em comparação com todo território de atuação da Sudene (mapa à direita da Figura 2.2). Além disso, constata-se que empresas de 102 municípios diferentes obtiveram os incentivos fiscais, o equivalente a aproximadamente 6,9% dos municípios do semiárido.

Figura 2.3: Distribuição dos totais de investimentos e empresas na região do Semiárido por município no setor de infraestrutura, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

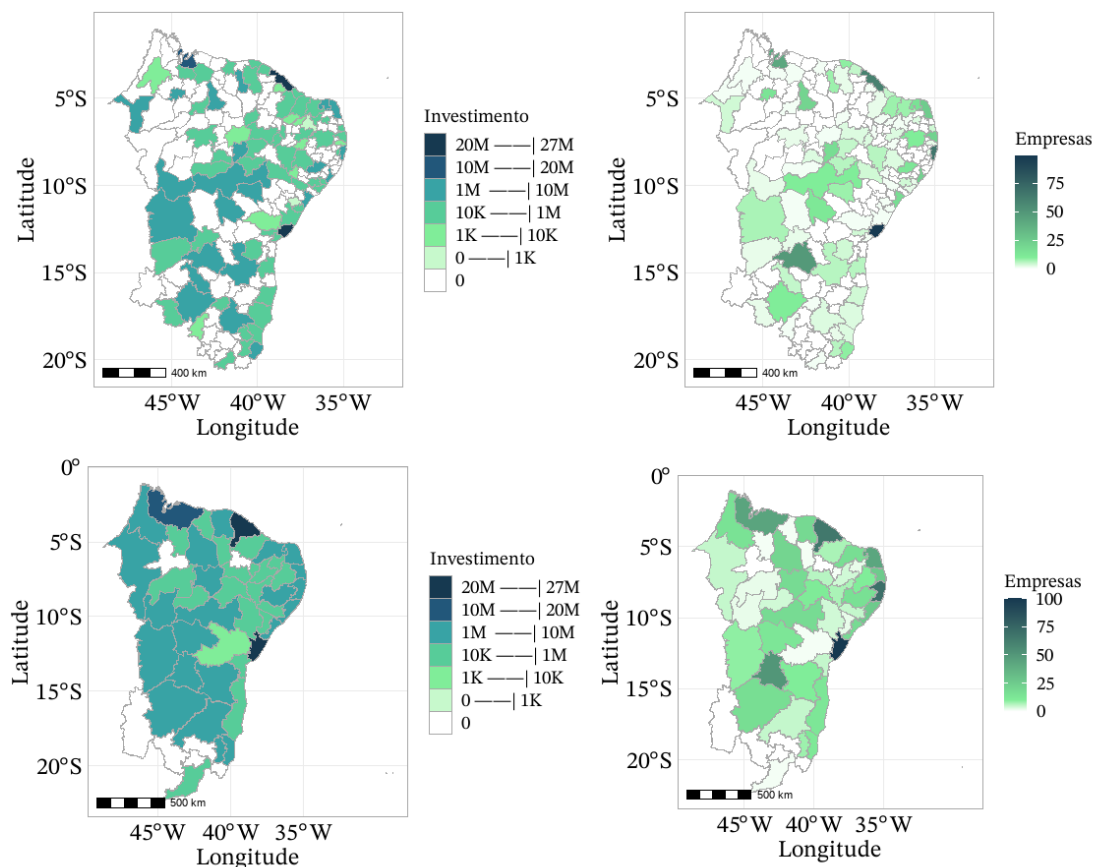
Nota: Valores do investimento apresentados em milhares de reais.

Nos mapas superiores da Figura 2.4 apresentam-se as distribuições dos totais de investimentos e empresas beneficiadas com os incentivos fiscais por Regiões Geográficas Imediatas¹² que possuem atuação da Sudene. De acordo com dados disponibilizados pela Sudene, a sua área de atuação é composta por 182 Regiões Imediatas. Desse total, foram registrados investimentos em 87, e 89 possuem alguma empresa contemplada com os incentivos fiscais.

¹²As Regiões Imediatas têm na rede urbana seu elemento central de referência. Essas regiões são organizadas com base em centros urbanos próximos para atender as demandas imediatas populacionais (IBGE, 2017).

Além disso, nota-se que tanto em relação ao total de investimentos quanto ao quantitativo de empresas, há uma dispersão ampla na área de atuação da Sudene.

Figura 2.4: Distribuição dos totais de investimentos e das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene - por Regiões Imediatas e Intermediárias, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene. Nota: Valores do investimento apresentados em milhares de reais.

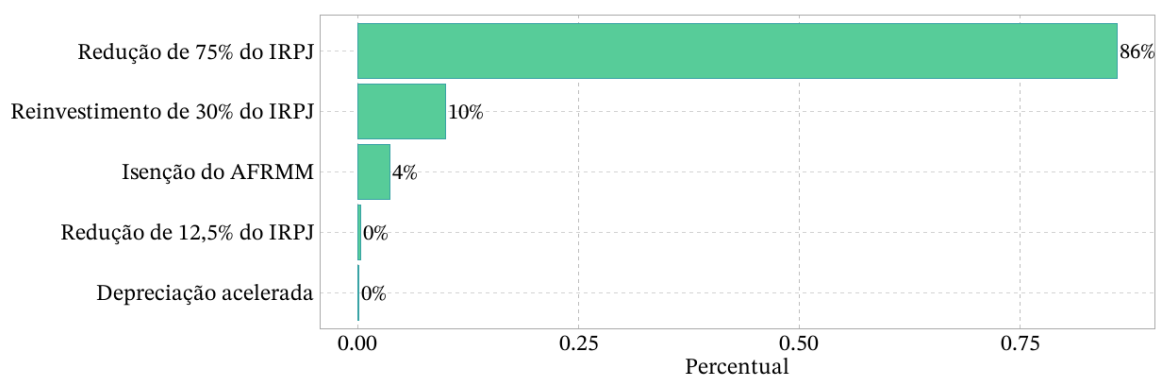
Nos mapas inferiores da 2.4 trata-se da distribuição dos totais de investimentos e empresas beneficiadas com os incentivos fiscais por Regiões Intermediárias¹³. Segundo os dados disponibilizados pela Sudene, sua área de atuação abrange 52 Regiões Intermediárias, desse total, 45 regiões possuem alguma empresa contemplada com os incentivos fiscais, assim como 45 registraram investimentos. É perceptível, ainda, que os investimentos se encontram amplamente distribuídos em toda a área de atuação da Sudene, enquanto as empresas

¹³As Regiões geográficas intermediárias é a organização das regiões imediatas no território a partir de uma região que forneça serviços mais complexos (IBGE, 2017).

beneficiadas estão em maior número em Regiões Intermediárias próximo à faixa litorânea.

Conforme já mencionado, as modalidades de incentivos, atualmente em vigor, compreendem a redução de 75% do IRPJ, o reinvestimento de 30% do IRPJ e a isenção do imposto IRPJ. No entanto, os dados da Sudene permitem constatar que as empresas do setor de infraestrutura beneficiadas no período de 2013 a 2023, somente foram contempladas com os dois primeiros. Nesse sentido, de acordo com a Figura 2.5, é notável que 86% dos incentivos fiscais concedidos correspondem à modalidade de redução de 75% do IRPJ, enquanto 10% são provenientes da modalidade de reinvestimento de 30% do IRPJ. A predominância expressiva dos incentivos de redução de 75% do IRPJ pode ser atribuída à sua abrangência mais ampla em comparação ao incentivo de reinvestimento de 30%, uma vez que o primeiro não impõe restrições específicas a projetos ou setores.

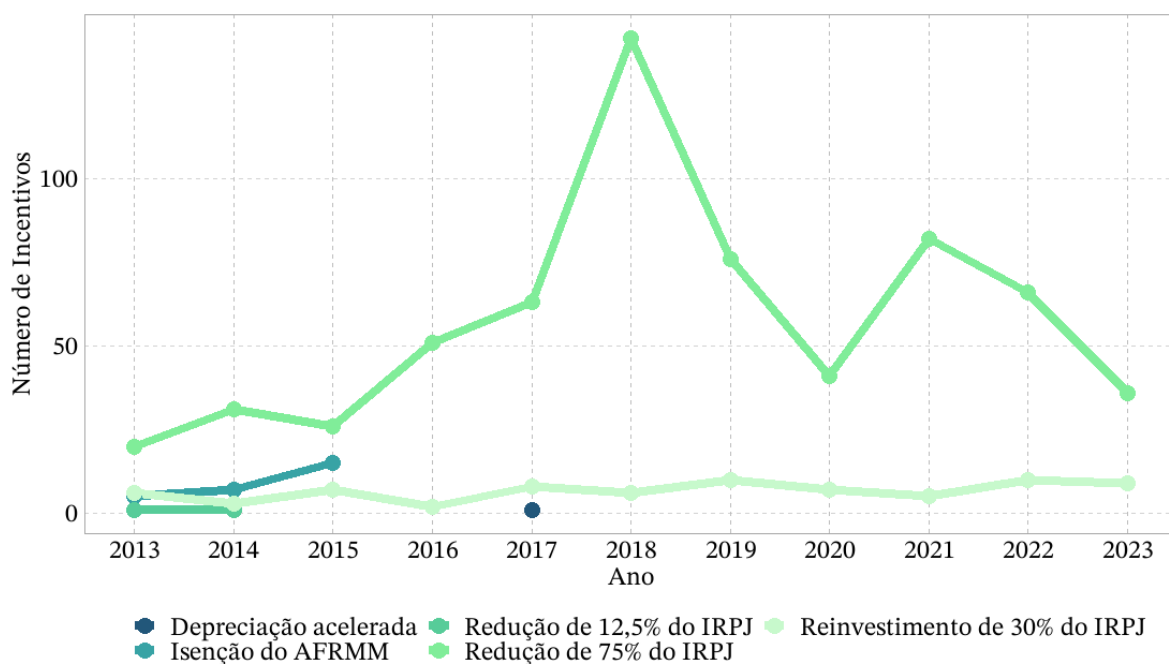
Figura 2.5: Percentual de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura - por modalidade, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Na Figura 2.6, é mostrada a quantidade de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura, por modalidade e ano, durante o período de 2013 a 2023. É perceptível que, levando em conta as modalidades vigentes, em todos os anos, o número de incentivos de redução de 75% do IRPJ é consideravelmente superior ao de incentivos de reinvestimento de 30% do IRPJ. Isso se destaca ainda mais no ano de 2018, no qual o número de incentivos dessa modalidade é muito mais expressivo. Além disso, nesta figura é possível visualizar que as demais modalidades não estão mais em vigor.

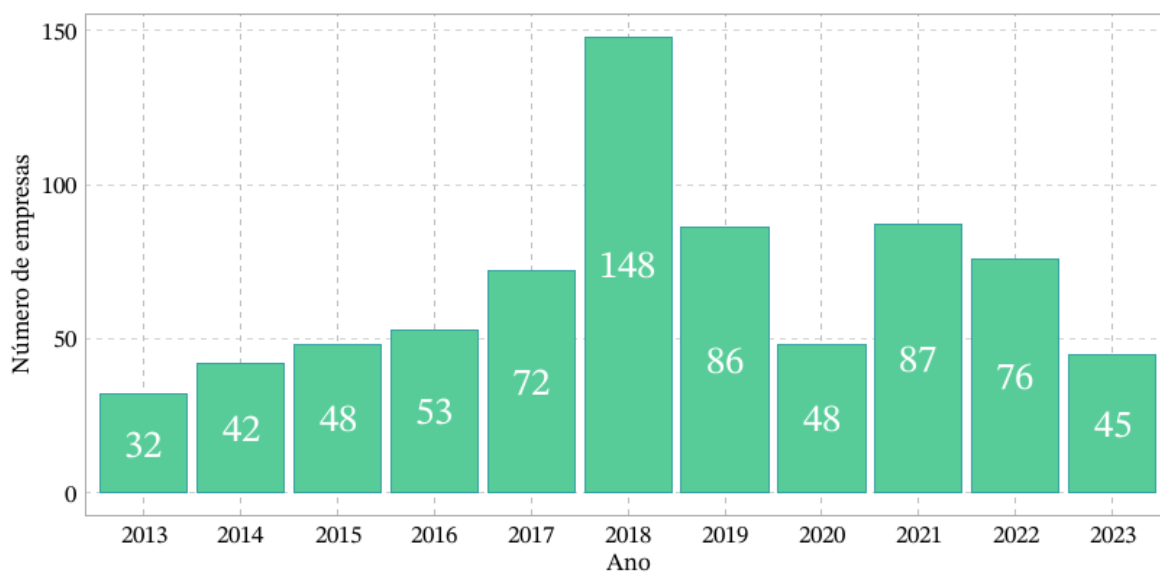
Figura 2.6: Total de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura - por modalidade e ano, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Na Figura 2.7 é possível observar a quantidade de empresas no setor de infraestrutura beneficiadas com incentivos fiscais, por ano, durante o período de 2013 a 2023. Como previamente notado, o ano de 2018 destacou-se como aquele em que foram concedidos o maior número de incentivos. Esse valor torna-se ainda mais evidente ao compararmos com o segundo ano de maior concessão, o qual foi o ano de 2021, apresentando uma diferença de 61 empresas.

Figura 2.7: Número de empresas beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene, 2013 a 2023

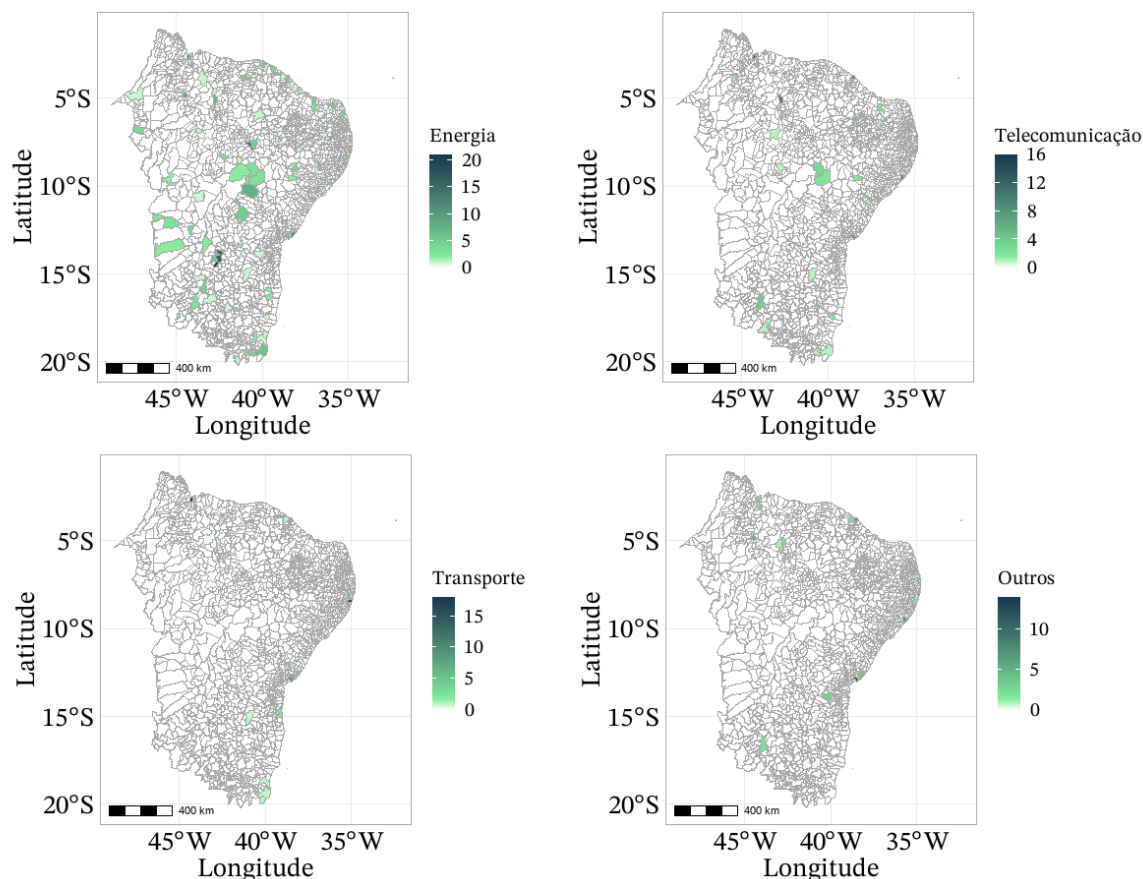


Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Conforme mencionado anteriormente, o setor de infraestrutura engloba projetos de energia, telecomunicações, transportes, instalação de gasodutos, produção de gás, abastecimento de água e esgotamento sanitário. Ao analisar o total de empresas por segmento, ilustrados na Figura 2.8, percebe-se no mapa superior esquerdo, referente ao segmento de energia, um total de 396 empresas, distribuídas em 126 municípios da área de atuação da Sudene. O segmento é o que contém o maior número de empresas, totalizando, em apenas um município, 21 firmas.

Por sua vez, o mapa superior direito da Figura 2.8 aborda o segmento de telecomunicação, apresentando 139 empresas distribuídas em 42 municípios da Sudene, sendo que o maior número de empresas em um único município é de 16.

Figura 2.8: Distribuição geográfica do total de empresas do segmento de energia beneficiadas com os incentivos fiscais da Sudene, 2013 a 2023

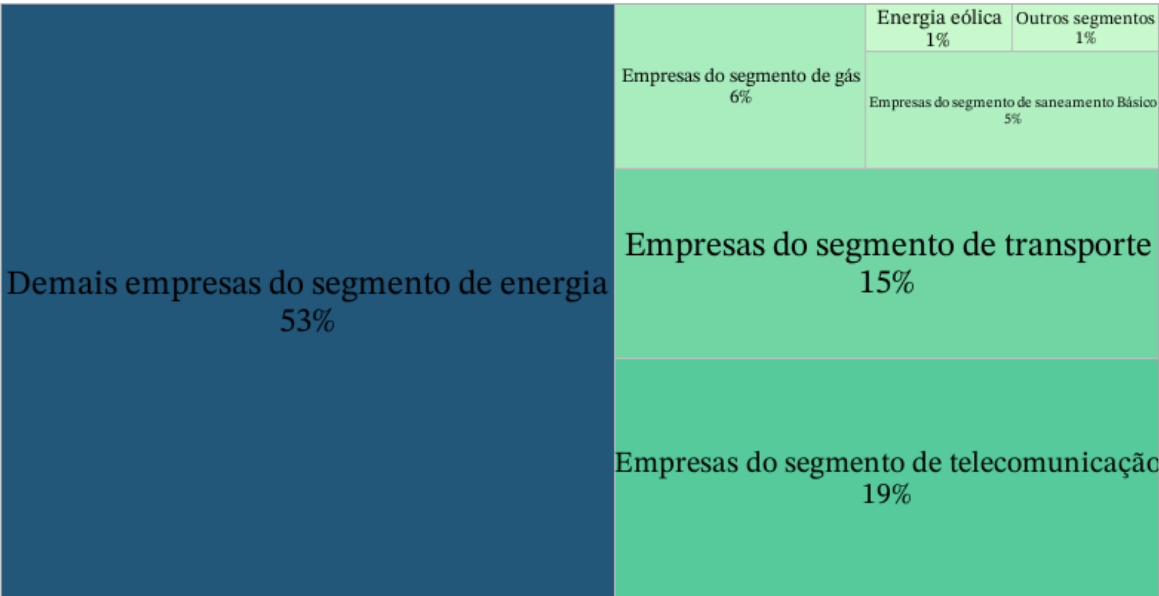


Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

No segmento de transporte (mapa inferior esquerdo) verifica-se 112 empresas distribuídas em 31 municípios na área de atuação da Sudene, sendo que o município com o maior número de empresas nesse setor registra 18 estabelecimentos.

Por fim, no mapa inferior direito, que representa os demais segmentos de infraestrutura beneficiados pela Sudene, denominado "Outros", incluindo instalação de gasodutos, produção de gás, abastecimento de água, esgotamento sanitário, entre outros, observa-se a presença de 90 empresas distribuídas em 30 municípios na área de atuação da Sudene. O município com o maior número de empresas nesse segmento registra um total de 14, evidenciando distribuição considerável dessas empresas na região.

Figura 2.9: Distribuição percentual dos incentivos fiscais concedidos pela Sudene por segmento empresarial, 2013 a 2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Na Figura 2.9 é possível observar detalhadamente a distribuição percentual dos incentivos concedidos pela Sudene a diferentes segmentos do setor de infraestrutura. Como já evidenciado na Figura 2.8, verifica-se que o segmento de Energia foi o principal beneficiário desses incentivos, seguido pelos segmentos de telecomunicação e transporte. Vale ressaltar ainda que as empresas atuantes no segmento de gás também obtiveram uma parte significativa desses incentivos.

Análise de Eficácia

Este capítulo traz uma análise dos efeitos da política de incentivos sobre indicadores das empresas, obtidas através dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Em seguida, é discutida a estratégia empírica, que justifica o uso da abordagem do método de diferenças em diferenças (DID), além dos critérios adotados para definição da amostra. Por fim, os resultados são apresentados.

3.1 Introdução

A criação da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene), em 1959, surge como um dos esforços da política governamental para a resolução das diferenças regionais de desenvolvimento econômico que marcam o território brasileiro. Tal problema pode ser entendido a partir do conceito das Economias de Aglomeração, tema amplamente discutido pela literatura teórica e empírica. O termo diz respeito às externalidades positivas que surgem com a concentração de atividades econômicas em determinadas localidades. Segundo Marshall (1920), tal concentração deriva da existência das chamadas Economias Internas, que beneficiam diretamente as firmas das regiões, como a redução de custos e o aumento da produtividade, e do transbordamento de benefícios externos às firmas, como a transferência de conhecimento, a expansão do mercado de trabalho e o impulsionamento de outros setores das localidades ligados às indústrias concentradas geograficamente. A região Nordeste consiste em um símbolo dessas desigualdades, dado o seu reduzido crescimento

econômico vis-à-vis o crescimento registrado em localidades historicamente mais desenvolvidas.

Como forma de compensar as diferenças regionais existentes e frear o círculo vicioso de reforço dessas disparidades, a Sudene dispõe de uma série de instrumentos, dentre os quais se destacam as políticas de incentivos fiscais a setores econômicos prioritários, como a infraestrutura. Tal iniciativa integra o rol de investimentos alinhados à Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR) e tem como objetivo gerar impactos significativos na atração de investimentos produtivos e, com isso, promover o crescimento econômico e a geração de empregos na região.

Um aspecto fundamental ao alcance desses objetivos é a avaliação dos reais impactos da política. Através deste diagnóstico é possível identificar se os incentivos fiscais estão apresentando os resultados desejados, bem como ensejar novos desenhos de política para avançar ainda mais a resolução dos problemas regionais.

Nesse sentido, o presente relatório traz as primeiras evidências empíricas encontradas na avaliação da política de incentivos fiscais da SUDENE. O incentivo avaliado foi a redução de 75% do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ). Trata-se dos primeiros resultados gerados pela aplicação das etapas descritas pelo relatório anterior, o qual apresentou o embasamento teórico e empírico da avaliação e uma descrição das metodologias que foram empregadas.

Foi utilizada a abordagem do método de diferenças em diferenças (DID) desenvolvida por Callaway and Sant’Anna (2021), a qual leva em conta a existência de múltiplos períodos de intervenção da política e heterogeneidade dos efeitos sobre as unidades tratadas. Este método se adequa às características dos incentivos fiscais, uma vez que estes são concedidos periodicamente e não apenas em um ponto no tempo, conhecida como a abordagem canônica do DID.

Como grupo de tratamento estão as empresas beneficiadas pelo incentivo de redução de 75% do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ), localizadas na área de cobertura da Sudene e cuja atividade econômica se encaixa no setor de infraestrutura (esta informação é obtida

através pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas, a CNAE). Os dados destas firmas foram fornecidos pela SUDENE e, através do Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), foi possível mapear variáveis do mercado de trabalho presentes na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), tais como o número de ocupações ativas, o salário médio e a massa salarial. Para a construção do grupo de comparação, utilizamos duas estratégias distintas. Na primeira abordagem, menos restritiva, consideramos como grupo de controle as empresas com mesma CNAE atuando na região de atuação da SUDENE, porém não beneficiadas pela política de incentivos fiscais. A segunda estratégia consiste em utilizar métodos de pareamento para a construção do grupo de controle, configurando em uma amostra mais homogênea em relação às características observáveis das empresas.

A junção das bases de dados da Sudene e da RAIS resultou em uma redução no número de CNPJs considerados na análise. A seção seguinte traz um detalhamento dos procedimentos de montagem da base de dados final e apresenta as possíveis explicações para a redução da amostra, além de apresentar os critérios de seleção amostral que foram empregados. Em seguida, na seção 3, são apresentados os resultados da avaliação de impacto, considerando os efeitos médios de tratamento sobre os tratados (ATT) para diferentes tempos de exposição à política, o chamado “Efeito Dinâmico”, conforme discutido em Callaway and Sant’Anna (2021). Além das estimativas, esta seção também traz algumas estatísticas descritivas das variáveis utilizadas.

3.2 Dados

Esta seção busca examinar os dados dos CNPJs das empresas beneficiadas pela Sudene no setor de infraestrutura em sua área de atuação¹⁴. O foco é comparar aqueles que foram e não foram localizados na RAIS ao realizar um merge entre o banco de dados fornecidos pela Sudene e os Microdados da RAIS. Essa integração é essencial para agregar características das empresas à base de dados, possibilitando a construção de indicadores de impacto e variáveis

¹⁴A área de atuação da Sudene atualmente abrange 2.074 municípios.

explicativas para análise econométrica posterior.

Iniciando pela análise da base original da Sudene, foi traçado um perfil preliminar dos CNPJs das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais, no que diz respeito à distribuição geográfica, distribuição de investimentos concedidos, distribuição por segmentos e distribuição por ano de recebimento do benefício. Paralelamente, foi realizada uma análise com mesmo perfil para os CNPJs que permaneceram no banco de dados após a combinação com a RAIS, comparando com aqueles que foram perdidos. É relevante destacar que os CNPJs não localizados, correspondem àqueles que não foram registrados na RAIS, sugerindo que não estabelecem nenhum tipo de vínculo empregatício formal¹⁵.

Ao analisar a base fornecida pela Sudene, é observado que esta conta com o total de 595 CNPJs distintos no setor de infraestrutura em sua área de atuação. Após a junção com a RAIS, restaram na amostra 383 deles, resultando em uma perda amostral de um pouco mais de 35,6% dos dados (212 de 596). A ausência desses registros pode ser explicada, por exemplo, pela ausência de formalização no registro de trabalhadores dessas firmas (processo de “pejotização”¹⁶).

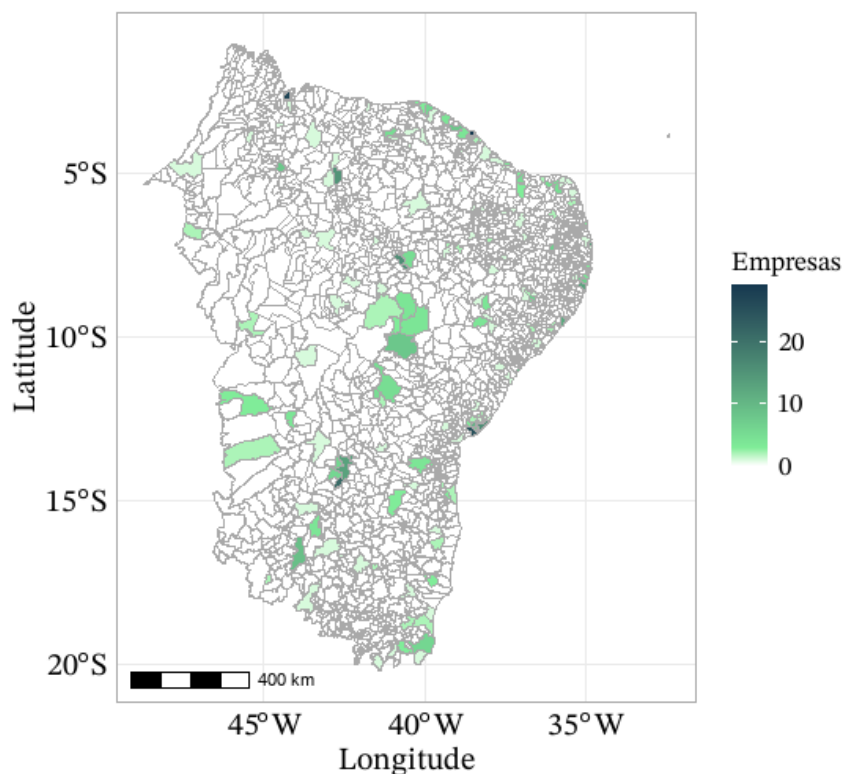
As Figuras 3.1 e 3.2 ilustram a distribuição geográfica de todos os CNPJs das empresas beneficiadas presentes na base da Sudene, aqueles localizados na RAIS e os não localizados, respectivamente.

Como evidenciado na Figura 3.1, os CNPJs das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais estão bem distribuídos espacialmente, abrangendo um total de 165 municípios distintos. Isso representa uma cobertura municipal de aproximadamente 7,96% da área de atuação da Sudene.

¹⁵A base original da Sudene consiste nos CNPJs que receberam incentivos fiscais entre 2013 e 2023. Alguns desses beneficiários passaram a ser contemplados após 2021, embora já estivessem registrados na RAIS até esse ano. Isso implica que, apesar da base da RAIS possuir informações apenas até 2021, os CNPJs que passaram a receber incentivos fiscais após esse ano, mas que constavam na RAIS anteriormente, foram mantidos na amostra após a integração das bases. Portanto, os CNPJs considerados perdidos nesta seção são aqueles que receberam incentivos da Sudene em algum momento entre 2013 e 2023, mas não estavam presentes na RAIS até 2021.

¹⁶“Pejotização” é um termo utilizado para descrever uma prática em que um indivíduo, que normalmente seria considerado um empregado, registra-se como uma empresa (Pessoa Jurídica, ou PJ) para fornecer serviços a um empregador em vez de ser contratado como funcionário.

Figura 3.1: Distribuição geográfica do número de CNPJs por município, base de dados da Sudene, 2013 a 2023

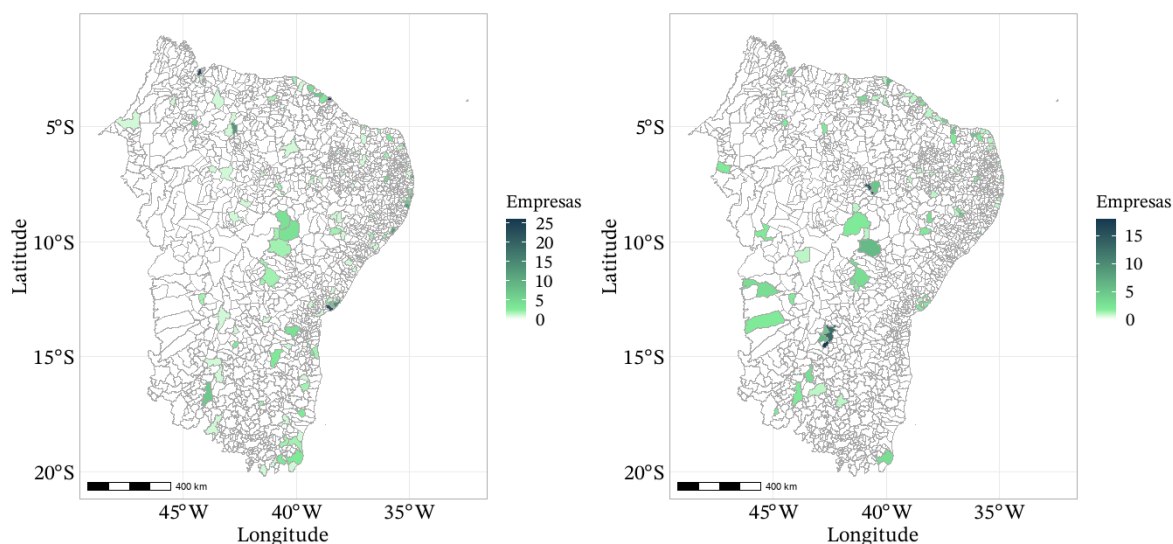


Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Contudo, devido à ausência de alguns desses registros na RAIS, como já destacado, a base de dados é reduzida a 383 CNPJs. Apesar de sua cobertura territorial ser reduzida a aproximadamente 6,08% da área abrangida pela Sudene e do número de CNPJs em um único município diminuir de 29 para 26, a amostra ainda se mantém bem distribuída espacialmente, como observado no mapa à esquerda da Figura 3.2.

No mapa à direita da Figura 3.2, é apresentada a visualização geográfica dos dados ausentes, os quais foram perdidos da amostra. Como esperado, estes estão bem distribuídos espacialmente e representam uma cobertura de aproximadamente 3,95% dos municípios de atuação da Sudene.

Figura 3.2: Distribuição geográfica do número de CNPJs localizados e não localizados na RAIS por município



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

Assim, apesar da perda amostral, as figuras acima evidenciam boa distribuição geográfica tanto dos CNPJs localizados quanto dos não localizados na RAIS, em comparação com a base original. Esses resultados sugerem que a amostra restante é representativa da original fornecida pela Sudene.

Em termos proporcionais, a Tabela 3.1 apresenta as distribuições de CNPJs por estados na área de atuação da Sudene. Na Figura primeira coluna, é possível entender como se dá essa disposição ao considerar todos os CNPJs disponibilizados na base de dados da Sudene. Nota-se que os estados que se beneficiam do maior número de CNPJs atendidos com os incentivos fiscais da Sudene são Bahia, Ceará e Pernambuco. Enquanto Espírito Santo e Sergipe figuram como sendo os estados com menos beneficiados pela Sudene no setor de infraestrutura na região de cobertura.

Tabela 3.1: Distribuição Percentual de CNPJs beneficiados pela Sudene por Estado, 2013 a 2023

Estado	Total de CNPJs (%)	Localizados (%)	Não localizados (%)
Alagoas	3.7	5.5	0.9
Bahia	31.1	27.4	37.7
Ceará	14.5	15.1	13.2
Espírito Santo	2.7	3.4	1.4
Maranhão	7.2	9.1	3.8
Minas Gerais	3.9	3.7	4.2
Paraíba	5.4	6.0	4.2
Pernambuco	13.1	13.6	12.3
Piauí	6.9	5.5	9.4
Rio Grande do Norte	8.9	6.8	12.7
Sergipe	2.7	3.9	0.9

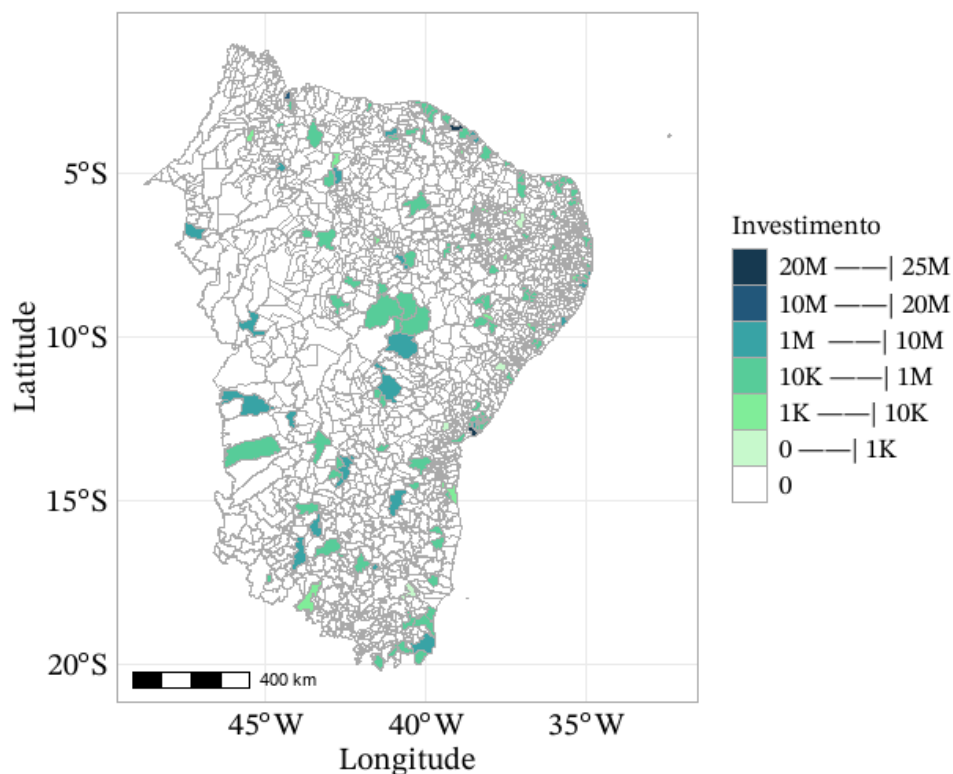
Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

Quando observados os CNPJs presentes na RAIS (segunda coluna), percebe-se ligeiras mudanças apenas nos estados que possuem as menores porcentagens. A mudança mais notável ocorreu no posicionamento do Maranhão, que passou da quinta para a quarta posição, enquanto o Rio Grande do Norte desceu do quarto para o quinto lugar. Além disso, Minas Gerais caiu da oitava posição para a décima, enquanto Sergipe subiu da décima para nona. Por outro lado, os estados de maior representatividade, Bahia e Ceará, ainda detêm o maior número de beneficiados.

Indo na contramão da observação acima, a terceira coluna ilustra a disposição dos CNPJs não localizados na RAIS. Como esperado, tendo em vista as evidências anteriores, as perdas ocorreram naqueles estados que possuem maiores representatividades. Chama a atenção o fato de que 37,7% dos CNPJs perdidos são do estado da Bahia.

As Figuras 3.3 e 3.4 ilustram a distribuição geográfica municipal do total dos investimentos concedidos por meio dos incentivos fiscais da Sudene. Elas representam, respectivamente, essa análise para todos os CNPJs do banco de dados da Sudene, e os encontrados e não encontrados na RAIS.

Figura 3.3: Distribuição geográfica do total de investimentos no setor de infraestrutura por município, Base de Dados da Sudene, 2013 a 2023

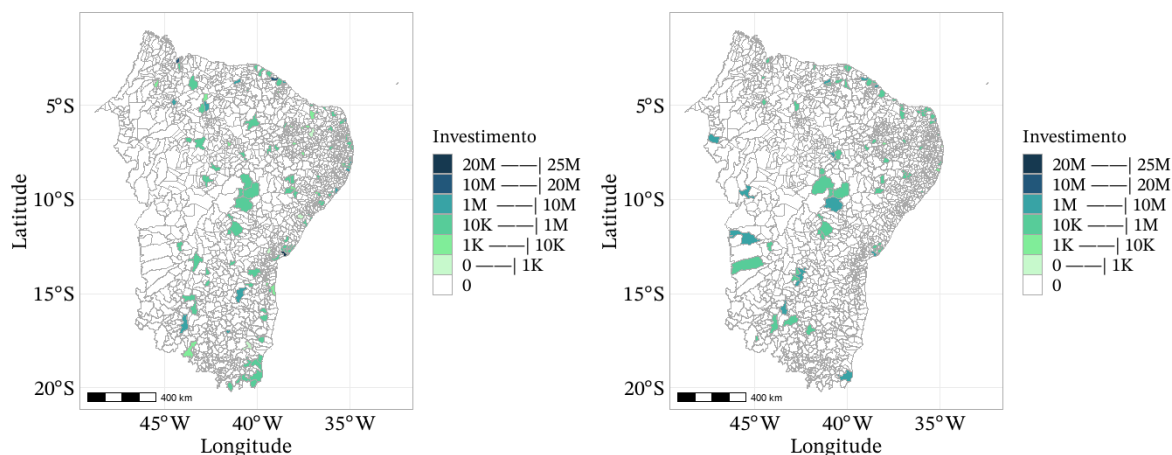


Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Conforme observado na Figura 3.3, o total de investimentos apresenta uma boa disposição espacial. De acordo com os dados fornecidos pela Sudene, de 2013 a 2023, o setor aportou cerca de R\$154,49 bilhões em investimentos, distribuídos de maneira abrangente em sua área de atuação. No entanto, é importante destacar que, dos 165 municípios beneficiados com os incentivos fiscais (Figura 2.3), apenas 145 registraram investimentos, o que representa uma cobertura municipal de aproximadamente 7,81%.

Já no que concerne à distribuição dos investimentos direcionados apenas aos CNPJs identificados na RAIS, é possível observar, no mapa à esquerda da Figura 3.4, uma ampla dispersão geográfica, que abrange cerca de 6,03% dos municípios onde a Sudene atua, totalizando 125 municípios. Destaca-se que o investimento direcionado a esses CNPJs soma um total aproximado de R\$95,7 bilhões.

Figura 3.4: Distribuição geográfica do total de investimentos no setor de infraestrutura por município: CNPJs localizados na RAIS



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

Quanto a distribuição dos investimentos direcionados aos CNPJs que foram perdidos da amostra (mapa à direita da Figura 3.4), é notório uma ampla dispersão geográfica, que somam aproximadamente R\$48,6 bilhões de investimentos, representando 31,44% dos investimentos totais administrados pela Sudene. Vale lembrar que esses CNPJs correspondem a aproximadamente 35,6% da amostra original, indicando possivelmente que essa parcela engloba empresas de menor porte.

Seguindo o mesmo padrão das análises anteriores, a Tabela 3.2 mostra as proporções de investimentos para os CNPJs beneficiados com os incentivos fiscais da Sudene, por estado. Na primeira coluna, pode-se notar que o aporte de maior investimento está concentrado nos estados da Bahia, Ceará e Maranhão, que juntos detêm mais de 60% dos investimentos concedidos pela Sudene. Uma observação interessante nessa distribuição é o fato de que o estado do Maranhão recebe mais investimento do que o estado de Pernambuco, mesmo Pernambuco tendo um maior número de beneficiados pela autarquia. Isso significa que as empresas instaladas no Maranhão são de maior porte quando comparadas às empresas beneficiadas em Pernambuco.

Outro fato interessante a ser observado diz respeito ao investimento concedido às empresas no estado da Paraíba. Embora o percentual de CNPJs do estado seja maior do que em estados como Alagoas e Sergipe, a Paraíba detém o menor investimento. Isso pode indicar que, majoritariamente, as empresas instaladas na Paraíba são de menor porte.

Quando observado o percentual de investimentos nos estados apenas considerando os CNPJs encontrados na RAIS, vistos na segunda coluna da Tabela 3.2, nota-se que as mudanças na distribuição percentual ocorrem nos estados com menores investimentos. Especificamente, há aumento na proporção de investimento nos estados de Sergipe e Alagoas, enquanto os estados do Espírito Santo, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba tiveram redução na proporção de investimentos, comparativamente ao percentual observado na primeira coluna da tabela.

Tabela 3.2: Percentual de investimentos da Sudene por Estado, 2013 a 2023

Estado	Total de CNPJs (%)	Localizados (%)	Não localizados (%)
Alagoas	2.2	2.6	1.2
Bahia	27.7	29.4	24.0
Ceará	20.3	23.3	13.9
Espírito Santo	4.9	2.1	11.0
Maranhão	14.4	14.7	13.7
Minas Gerais	7.1	7.4	6.4
Paraíba	1.8	1.4	2.9
Pernambuco	7.9	7.9	7.8
Piauí	5.0	3.3	8.4
Rio Grande do Norte	4.6	2.0	10.3
Sergipe	4.1	6.0	0.0

Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

Em relação ao percentual de investimentos concedidos pela Sudene para os CNPJs não encontrados na RAIS, observados na terceira coluna da Tabela 3.2, pode-se notar maiores mudanças na proporção de estados com menores investimentos da Sudene, como Espírito Santo e Piauí. No entanto, as maiores proporções são dos estados de maior investimento. Isso indica uma maior perda de informações naqueles estados que apresentam maiores proporções de montantes de investimentos.

A tabela 3.3 fornece uma análise da distribuição percentual dos CNPJs por segmento do setor de infraestrutura, de acordo com a classificação da Sudene, tanto para a amostra original quanto para os CNPJs localizados e não localizados na RAIS. Nessa análise, destaca-se que cerca de 90,1% dos CNPJs perdidos da amostra, são do segmento de energia. No entanto, ao compararmos a amostra restante (CNPJs localizados na RAIS) com a amostra original (CNPJs antes do merge), observa-se que, embora as proporções diferem consideravelmente, a ordem dos segmentos permanece a mesma.

Tabela 3.3: Distribuição percentual dos CNPJs por segmentos

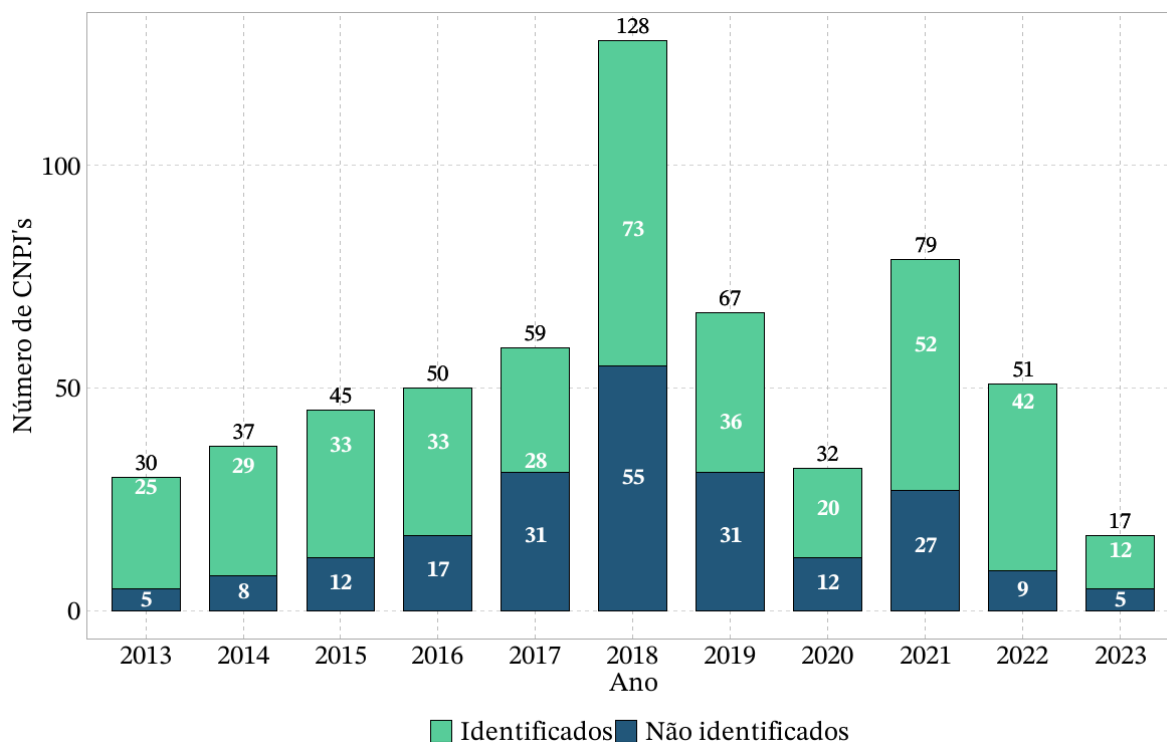
Segmento	CNPJs antes do <i>merge</i>	CNPJs localizados	CNPJs não localizados
Energia	56,13%	37,34%	90,09%
Telecomunicação	20,50%	29,77%	3,77%
Transporte	14,12%	20,63%	2,36%
Saneamento	4,54%	6,53%	0,94%
Gás	3,36%	4,18%	2,83%
Outros	1,34%	1,57%	-

Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

A Figura 3.5 exibe o número total de CNPJs beneficiados pela Sudene a cada ano, juntamente com a subdivisão desse total entre aqueles que foram identificados e os que não foram identificados na RAIS.

Como observado, a dinâmica do número de beneficiados não é uniforme ao longo dos anos, sendo o ano de 2018 o maior detentor, com um total de 128 CNPJs, enquanto o ano de 2023 teve o menor quantitativo, com um total de 17. No que tange a perda amostral dos dados, os anos de 2017, 2018 e 2019 se destacam como aqueles com maior perda tanto em termos ordinais, quanto em termos proporcionais. Foi perdido um total de 117 CNPJs nesse período e cada um desses anos perdeu cerca de 50% dos dados.

Figura 3.5: Quantitativo de CNPJs contemplados por ano, 2013-2023



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene e Rais.

Os anos iniciais e finais da análise foram aqueles que a perda amostral foi menor, perdendo apenas 13 CNPJs nos dois anos iniciais e 14 nos dois anos finais. Isso sugere que a amostra de dados composta pelos CNPJs identificados na RAIS é possivelmente representativa, especialmente considerando que as maiores perdas ocorreram nos anos com maior número de informações.

3.3 Estratégia empírica

Nesta seção, apresentamos a estratégia empírica utilizada para avaliar o impacto dos incentivos fiscais da Sudene nas empresas do setor de infraestrutura. O objetivo é mensurar os efeitos imediatos sobre os indicadores do mercado de trabalho e os vínculos entre empregados e empregadores, obtidos a partir da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Dessa forma, buscamos avaliar o impacto nas margens intensiva e extensiva em relação ao

fluxo de empregos, perfil dos trabalhadores e do salário nas empresas beneficiadas.

Como as informações da Sudene conseguem identificar precisamente as empresas beneficiadas, uma análise agregada por município poderia levar a conclusões imprecisas por dois motivos principais. O primeiro estaria relacionado ao viés de variável omitida, proveniente das características não observáveis dos municípios quanto a existência de melhor infraestrutura e mecanismos de incentivos para atrair potenciais empresas beneficiadas pela política de incentivos da Sudene, trazendo endogeneidade para a análise. Neste caso, simplesmente comparar municípios “tratados” com os “não tratados” poderia viesar os resultados. O segundo refere-se ao baixo número de municípios dentro da área de atuação da Sudene que possui empresas beneficiadas. De acordo com a análise dos dados, há apenas 165 municípios beneficiados, correspondendo a uma cobertura municipal de aproximadamente 7,96% da área de atuação da Sudene. Quando consideradas todas as restrições sobre características das empresas e a junção de informações provenientes da RAIS, o número de municípios reduz para 126, reduzindo a amostra dos dados.

Neste sentido, o grupo de tratamento consiste em todas empresas beneficiadas através da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e encontradas na RAIS¹⁷, compreendido entre os anos de 2013 e 2021¹⁸. Os detalhes relativos aos benefícios fiscais concedidos são extraídos diretamente da base de dados da Sudene. Além das informações gerais sobre as empresas, como razão social, CNPJ, localização geográfica, tipo de atividade econômica, natureza jurídica e o tipo de regime tributário, é possível identificar o tipo específico de benefício e a data de início de sua concessão.

Para a definição do grupo de controle, duas estratégias distintas foram utilizadas. Na primeira estratégia, o grupo de controle consiste em todas as empresas que atuam no setor de atividade das empresas tratadas (ou seja, que fazem parte do mesmo conjunto da CNAE) localizadas na área de abrangência da Sudene, mas que não foram beneficiadas pela

¹⁷Uma análise completa em relação à amostra final de empresas beneficiadas é realizada na Seção 2.

¹⁸A última versão disponível da base de dados identificados da RAIS é de 2021. Assim, embora toda a análise de dados (seção 2) ofereça um panorama até 2023, as estimativas estão limitadas a informações disponíveis até 2021.

política. Este é um grupo de comparação menos restritivo, englobando todas as empresas da região de atuação da Sudene. A segunda estratégia consiste em utilizar métodos de pareamento para selecionar um grupo de controle mais semelhante ao de tratamento em termos de características observáveis das empresas. A seção a seguir apresenta as características da amostra de empresas utilizadas para a estimação.

3.3.1 Definição da amostra

Esta seção descreve a definição da amostra de dados utilizada para estimar o impacto dos benefícios para empresas do setor de infraestrutura. Inicialmente, foi realizada a junção da base de dados das empresas beneficiadas, fornecida pela Sudene, com os microdados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A primeira restrição está relacionada ao regime tributário da empresa requerente do benefício. Para usufruir do benefício fiscal, a pessoa jurídica responsável pelo empreendimento deve estar sob o regime de tributação com base no Lucro Real, excluindo, assim, a possibilidade de a empresa ser optante pelo Simples Nacional ou pelo regime de tributação pelo Lucro Presumido. Na RAIS, entretanto, é possível apenas identificar se a empresa é optante pelo Simples Nacional, não sendo possível identificar outros regimes alternativos. Com o intuito de evitar distorções na análise, optou-se por excluir as empresas optantes pelo Simples Nacional, dado que se configura como regime tributário exclusivo para micro e pequenas empresas.

A segunda restrição diz respeito à natureza jurídica das empresas. De forma geral, a natureza jurídica identifica a constituição jurídico-institucional das entidades públicas e privadas no país. De acordo com a Comissão Nacional de Classificação (Concla), as naturezas jurídicas e seus respectivos códigos classificam cinco grandes categorias: administração pública; entidades empresariais; entidades sem fins lucrativos; pessoas físicas e organizações internacionais e outras instituições extraterritoriais. Das empresas tratadas, cerca de 97% das empresas possuem natureza jurídica correspondente aos seguintes códigos: Sociedade de Economia Mista (203-8), Sociedade Anônima Aberta (204-6), Sociedade Anônima Aberta

(205-4) e Sociedade Empresária Limitada (206-2). De forma a homogeneizar as empresas, selecionamos apenas as empresas tanto de grupo de tratamento e controle caracterizadas por estes tipos de natureza jurídica.

Optou-se, ainda, por excluir da análise empresas com menos de 10 empregados ativos, em média, durante o período pré-tratamento. Isto porque muitas empresas recém-instaladas não contam com funcionários no seu quadro, tornando a comparação em relação aos resultados sobre emprego com empresas já estabelecidas no mercado viesada. Além disso, pode acontecer que muitas empresas tenham múltiplos CNPJs. Esta é uma prática comum quando uma empresa-mãe possui filiais, cada uma com seu CNPJ, mas todas vinculadas ao CNPJ da matriz. Neste caso, os funcionários são vinculados apenas ao CNPJ da matriz. A seção 2 apresenta uma análise completa desses casos.

Ademais, foram excluídas da amostra empresas que não pertencem aos setores da economia considerados como prioritários para o desenvolvimento regional, de acordo com o Decreto nº 4.213 de 26 de abril de 2002. Tais informações foram obtidas através da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), buscando fazer a correspondência entre os códigos das empresas com o setor específico de Infraestrutura. Este setor é representado por empresas com atividades de energia, telecomunicações, transportes, instalação de gasodutos, produção de gás, abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Por fim, optou-se por retirar da amostra utilizada nas estimações as empresas do grupo de controle atuantes no estado do Maranhão, Espírito Santo e Minas Gerais e manter apenas as empresas tratadas destes três estados. O motivo dessa restrição se dá pelo fato de não observarmos se estas empresas são elegíveis a outros tipos de benefícios fiscais estaduais ou através de outras agências de fomento. Por exemplo, empresas localizadas na maior parte do território do Maranhão são elegíveis a incentivos fiscais através da Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam). Da mesma forma, empresas localizadas no sudeste podem possuir regimes especiais de tributação de acordo com legislações locais específicas.

Importante ressaltar que todas as empresas do grupo de controle, ou seja, as empresas

relacionadas ao setor de Infraestrutura que atuam na área de atuação da Sudene mas que não receberam incentivos fiscais, passaram pelos mesmos filtros das empresas tratadas. Isso garante uma melhor comparabilidade entre as empresas.

As variáveis de interesse consideradas nessa análise são: o número de ocupações ativas nas empresas em um dado ano; o número de ocupações qualificadas, correspondendo à razão de empregados com pelo menos o nível superior completo; o número de empregados admitidos e demitidos para cada ano; a média de idade dos trabalhadores ativos; as médias e massa salarial¹⁹ e o número de meses vinculados.

3.4 Resultados preliminares

Nesta seção, serão apresentados os resultados para o efeito dinâmico ou efeito por tempo de exposição aos incentivos fiscais em cada variável de impacto considerada. Os coeficientes representam as médias do ATT de empresas beneficiadas pelo mesmo número de anos. Como variáveis de controle foram incluídas o percentual de trabalhadores do sexo masculino, o percentual de brancos, o percentual de trabalhadores com ensino superior, a escolaridade média dos empregados, a média de experiência e o indicador de rotatividade.

Todos os gráficos apresentam os estimadores propostos por Callaway and Sant’Anna (2021), comparativamente aos tradicionais estimadores de estudos de eventos two-way fixed effects (TWFE). De acordo com os avanços da literatura, os estimadores de TWFE são viesados na presença de tratamento escalonado e efeitos heterogêneos do tratamento. Como discutido por Roth (2024), ao comparar diretamente os estimadores TWFE com os estimadores mais recentes (de Chaisemartin e D’Haultfuille, 2020; Callaway and Sant’Anna, 2021; Borusyak et al., 2024) é essencial considerar as diferenças em como esses métodos lidam com a heterogeneidade dos efeitos de tratamento, a temporalidade do tratamento e a violação das tendências paralelas. Os coeficientes estimados pelos métodos mais recentes

¹⁹Todas as variáveis monetárias foram deflacionadas utilizando o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), tomando 2019 como ano-base.

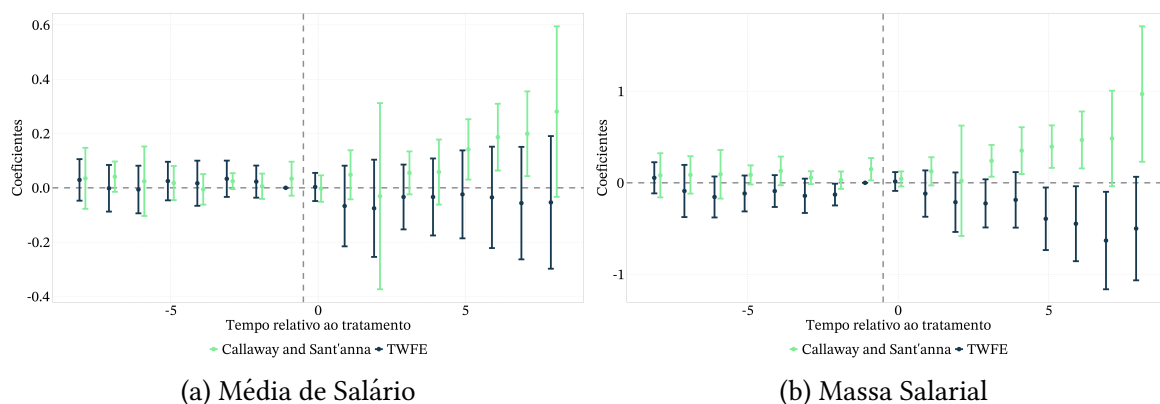
podem mostrar um salto no momento do tratamento, mesmo quando não há efeito do tratamento e a violação das tendências paralelas é a mesma em todos os períodos, de modo que a especificação dinâmica tradicional do TWFE mostra uma linha reta. De forma geral, embora não sejam diretamente comparáveis em razão das hipóteses assumidas, tal comparação permite uma linha de referência entre os principais estimadores utilizados.

A primeira subseção apresenta os efeitos estimados com o grupo de controle formado por firmas com atuação na região de abrangência da Sudene e mesma CNAE, porém que não foram beneficiadas com a redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ). Já a segunda subseção traz os resultados considerando o grupo de controle mais restrito, formado por firmas selecionadas por pareamento através do método de *Mahalanobis' distance*.

3.4.1 Efeitos dos benefícios fiscais

A Figura 3.6 mostra o efeito dinâmico do incentivo nas variáveis relacionadas à dinâmica salarial das empresas. Os pontos e linhas verdes correspondem ao estimador pontual e o intervalo de confiança através do método desenvolvido por Callaway and Sant'Anna (2021), enquanto que pontos e linhas azuis correspondem ao estimador de TWFE. A reta vertical indica o início do tratamento, ou seja, o ano relativo ao início do recebimento do benefício fiscal. Com relação à média de salário, foi observado um efeito positivo e crescente ao longo da exposição à política de incentivo fiscal nas firmas beneficiadas. Para a massa salarial, que representa o somatório dos salários de todos os trabalhadores das firmas, também foi identificado um efeito positivo e crescente com a duração do benefício. Interessante notar que os estimadores de TWFE apresentam efeito nulo ou até negativo ao longo do tempo, respectivamente.

Figura 3.6: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Variáveis de Salário

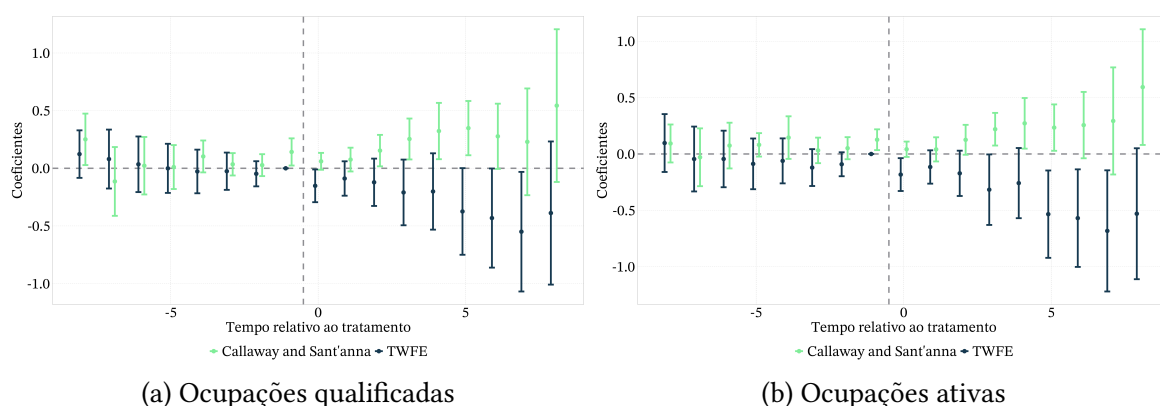


Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

De acordo com os gráficos da Figura 3.7, as empresas expostas aos incentivos fiscais apresentaram um aumento no número de ocupações qualificadas. Conforme se aumenta o tempo de concessão dos incentivos, este efeito positivo se torna ainda maior. O mesmo resultado é verificado considerando como variáveis de impacto o número de ocupações ativas.

Figura 3.7: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Ocupações



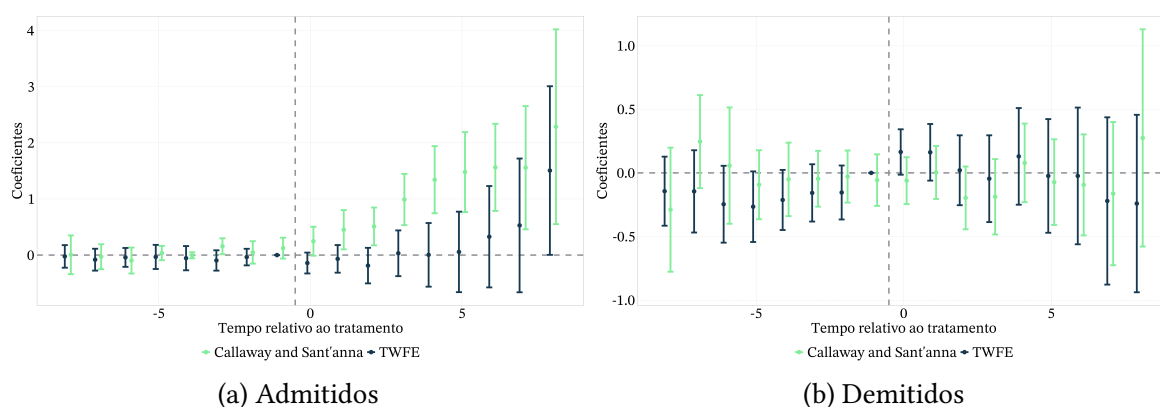
Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

Em relação ao fluxo de empregos nas firmas beneficiadas, o número de admissões foi

maior nas empresas beneficiadas pela redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e crescente com o número de anos de tratamento. No entanto, no número de demissões não foram encontrados impactos estatisticamente significativos. Ambos os resultados encontram-se na Figura 3.8. Estes resultados, que também estão sumarizados na Tabela 3.4, estão totalmente alinhadas com o resultado obtido em relação ao aumento de ocupações ativas, indicando que o fluxo líquido de admissões nas empresas beneficiadas é positivo.

Figura 3.8: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Admitidos e demitidos

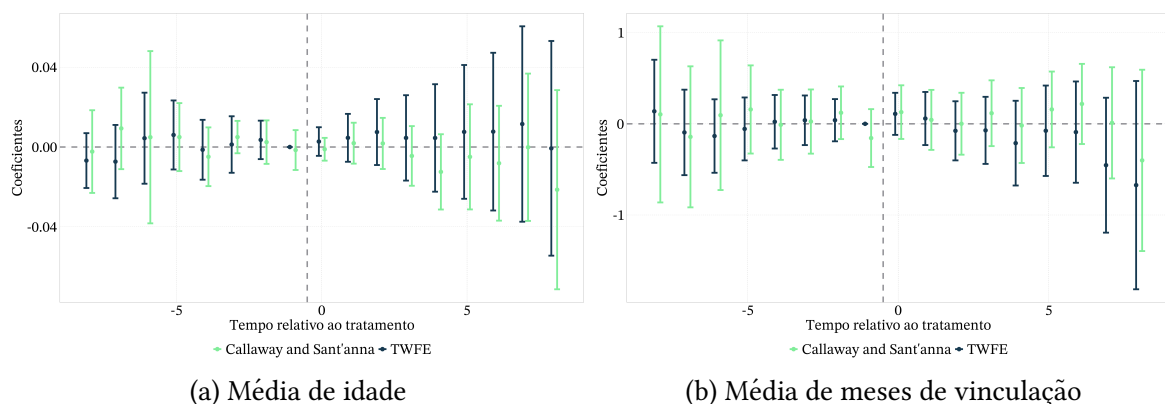


Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

Por fim, na Figura 3.9 observa-se um efeito nulo da política de incentivos na média de idade dos trabalhadores das firmas incentivadas. Em relação à média de meses de vinculação do trabalhador à firma, também não foram encontrados impactos da política em todos os períodos de exposição.

Figura 3.9: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)
- Características dos trabalhadores



Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

A Tabela 3.4 sumariza os resultados obtidos anteriormente.

Tabela 3.4: Coeficientes dos efeitos dinâmicos da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)

	Média de Salários	Massa Salarial	Ocupações Qualificadas	Ocupações Ativas	Admitidos	Demitidos	Média de Idade	Meses de Vinculação
ATT	0.1039* (0.035)	0.3444* (0.083)	0.2517* (0.0725)	0.2306* (0.0684)	1.1586* (0.1819)	-0.0465 (0.0878)	-0.0054 (0.0063)	0.0284 (0.0893)
0	-0.0027 (0.0192)	0.0423 (0.0306)	0.0603 (0.0268)	0.0418 (0.0264)	0.2471 (0.0960)	-0.0612 (0.0566)	-0.0011 (0.0021)	0.1282 (0.1006)
1	0.0480 (0.0310)	0.1255 (0.0623)	0.0756 (0.0403)	0.0409 (0.0452)	0.4519* (0.1256)	0.0034 (0.0687)	0.0019 (0.0040)	0.0431 (0.1218)
2	-0.0308 (0.1315)	0.0222 (0.2335)	0.1534* (0.0514)	0.1257* (0.0469)	0.5103* (0.1277)	-0.1967 (0.0929)	0.0018 (0.0047)	0.0009 (0.1186)
3	0.0550 (0.0312)	0.2401* (0.0710)	0.2541* (0.0680)	0.2196* (0.0607)	0.9897* (0.1741)	-0.1878 (0.0910)	-0.0045 (0.0050)	0.1163 (0.1273)
4	0.0580 (0.0478)	0.3513* (0.0992)	0.3230* (0.0969)	0.2718* (0.0881)	1.3432* (0.2391)	0.0786 (0.1164)	-0.0125 (0.0067)	-0.0183 (0.1389)
5	0.1414* (0.0418)	0.3953* (0.0907)	0.3484* (0.0960)	0.2339* (0.0874)	1.4783* (0.2891)	-0.0729 (0.1241)	-0.0049 (0.0095)	0.1578 (0.1476)
6	0.1866* (0.0495)	0.4684* (0.1047)	0.2773 (0.1195)	0.2560 (0.1200)	1.5631* (0.3045)	-0.0942 (0.1426)	-0.0081 (0.0102)	0.2179 (0.1586)
7	0.1991* (0.0601)	0.4844* (0.2123)	0.2295 (0.1836)	0.2930 (0.1807)	1.5574* (0.4032)	-0.1631 (0.2071)	-0.0001 (0.0135)	0.0106 (0.2221)
8	0.2807* (0.1202)	0.9702* (0.2960)	0.5436 (0.2494)	0.5931* (0.2164)	2.2869* (0.7172)	0.2748 (0.2952)	-0.0214 (0.0175)	-0.4011 (0.3304)
EF Ano	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EF Firma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608

Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações. (*) significativo a 5%.

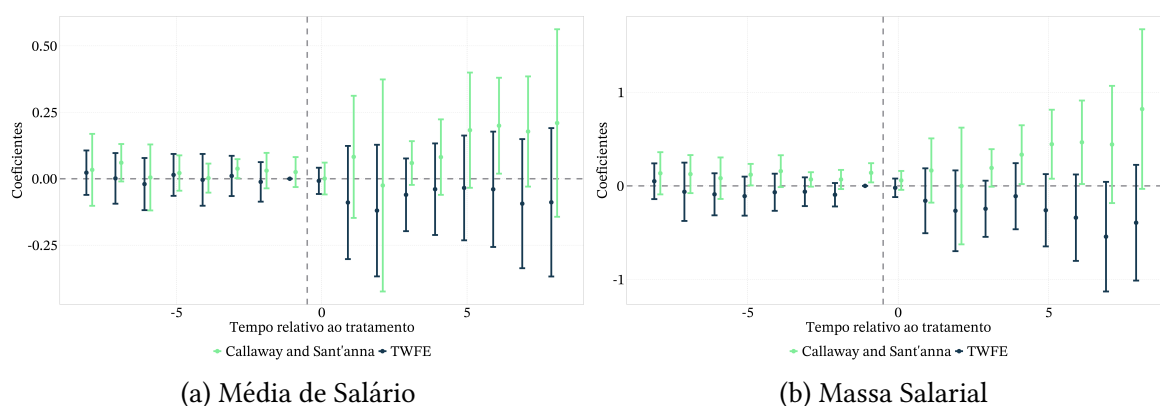
De forma geral, o efeito médio do tratamento sobre os tratados (ATT) corresponde a um aumento de 10,9% para a média salarial e, aproximadamente, 40,5% para a massa salarial nos

anos subsequentes para as empresas beneficiadas. Ademais, é possível observar um aumento de 28% no número de ocupações qualificadas, além de um acréscimo de aproximadamente 26% no número de ocupações ativas ²⁰.

3.4.2 Avaliação com grupo de controle formado por pareamento

Com o objetivo de testar a robustez das evidências encontradas e verificar se há mudança significativa no impacto dos incentivos, foram realizadas estimativas diante de outra forma de construção do grupo de controle, baseada em um método de pareamento. Para cada unidade de tratamento, procurou-se encontrar uma unidade não tratada semelhante tendo como critério a propensão ao tratamento, dado um conjunto de variáveis observáveis através da distância de Mahalanobis (De Maesschalck et al., 2000). Os resultados são apresentados nos gráficos a seguir. A Tabela A.1, no Apêndice A, traz a sumarização dos coeficientes estimados.

Figura 3.10: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Variáveis de Salário



Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

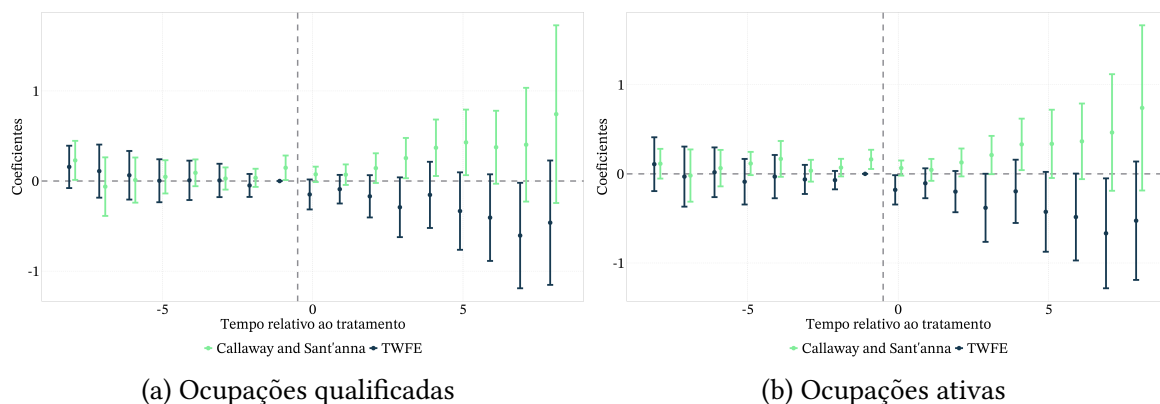
Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

De forma geral, a média de salário das empresas incentivadas teve um aumento de aproximadamente 11% em relação às empresas do grupo de controle. Em relação à massa salarial,

²⁰Para calcular os estimadores como variações percentuais, é necessário fazer a transformação $(\exp(\beta) - 1) * 100$. Dessa forma, é possível calcular a variação de acordo com o baseline.

observou um aumento de 38% em relação às empresas não beneficiadas pela política. Os estimadores dinâmicos estão apresentados na Figura 3.10.

Figura 3.11: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Ocupações

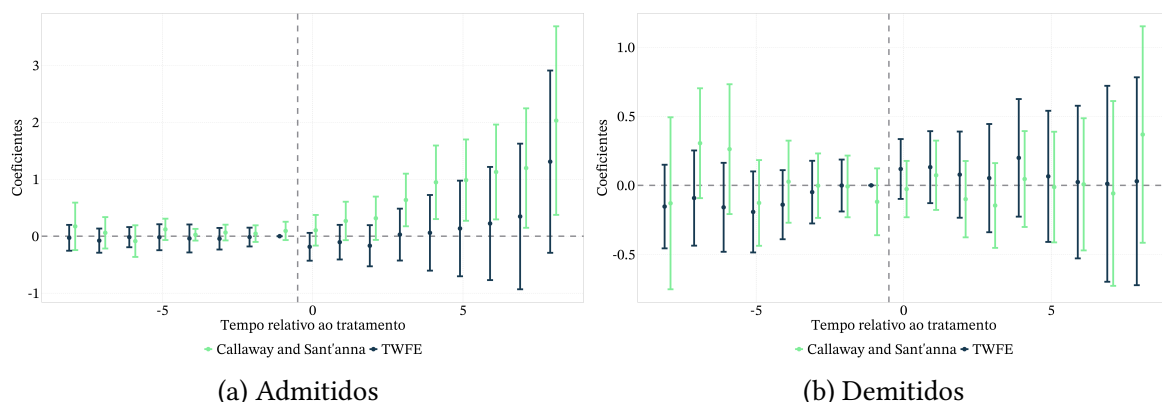


Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

Com relação ao número de ocupações qualificadas, houve um efeito positivo, porém não estatisticamente significativo para os períodos pós tratamento. O mesmo padrão é observado para o número de ocupações efetivas nas empresas tratadas. Tal resultado pode ser explicado pela perda amostral, tornando a variância dos estimadores maiores.

Figura 3.12: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Admitidos e demitidos

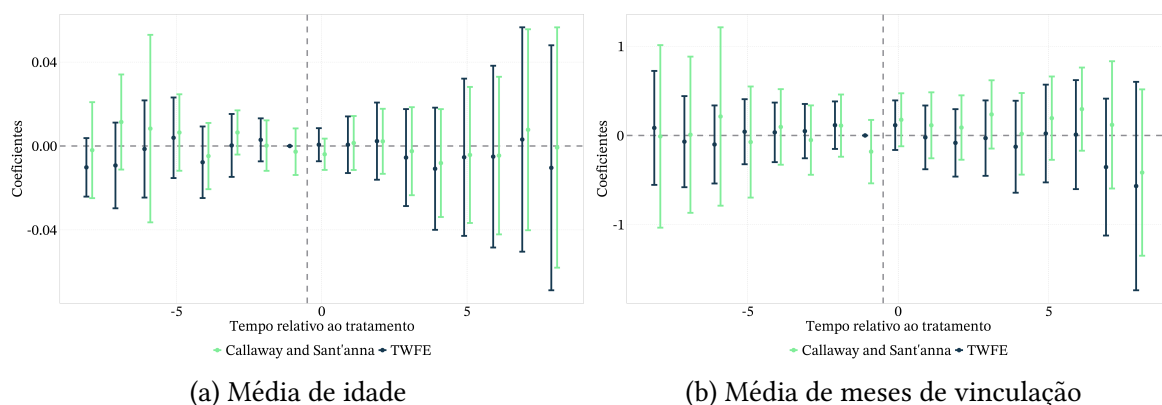


Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

Com um grupo de controle mais restrito, em relação ao resultado da sessão anterior, observa-se um efeito marginal positivo da política sobre o número de admitidos, de acordo com a Figura 3.12. Com relação aos demitidos, a ausência de efeito estatisticamente significativo se manteve. Na Figura 3.13, observamos que as variáveis de média de idade e média de meses de vinculação também não houve impacto da política de redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ).

Figura 3.13: Efeito Dinâmico da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) - Características dos trabalhadores



Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

Notas: Variáveis em log. As linhas que interceptam o zero indicam ausência de efeito estatisticamente significativo.

3.5 Considerações finais

Considerando os resultados apresentados na avaliação da eficácia da política de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura, é possível destacar a importância de uma análise aprofundada dos impactos dessas políticas no mercado de trabalho e nas relações entre empregados e empregadores. A análise foi possível após a junção da base de dados de incentivos com os microdados da RAIS, fornecendo uma visão geral sobre os impactos dinâmicos da exposição aos incentivos fiscais, demonstrando a relevância de considerar não apenas os efeitos imediatos, mas também os efeitos ao longo do tempo.

A análise detalhada sobre a qualidade das informações e a definição da amostra utilizada no estudo, considerando critérios como o regime tributário das empresas, o setor de atividade e a natureza jurídica das empresas elegíveis ao tratamento, foi fundamental para garantir a robustez e a validade dos resultados obtidos. A estratégia empírica adotada buscou avaliar os impactos nas margens intensiva e extensiva em relação ao fluxo de empregos, perfil dos trabalhadores e salários nas empresas beneficiadas, proporcionando uma visão abrangente dos efeitos dos incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura.

Os principais resultados da avaliação da eficácia da política de incentivos fiscais no setor de infraestrutura incluem o aumento na média de salários e na massa salarial ao longo da exposição à política de incentivo fiscal nas empresas beneficiadas. Ademais, mostrou um efeito líquido positivo sobre o tamanho das empresas beneficiadas, evidenciada pelo aumento das contratações e redução das demissões, comparativamente às empresas do grupo de controle. Como resultado, há um aumento significativo sobre o número de trabalhadores ativos ao longo do tempo.

Esses resultados destacam a importância da avaliação contínua e aprofundada dos impactos das políticas de incentivos fiscais no setor de infraestrutura, fornecendo insights valiosos para a formulação de políticas públicas mais eficazes e direcionadas.

Análise de Eficiência

Neste capítulo as empresas beneficiadas pela política de incentivos fiscais da Sudene foram avaliadas sob a ótica da eficiência. A análise da eficiência mostra como podemos avaliar efeitos em relação aos custos empreendidos para alcançá-los. Empregou-se o método da Análise por Envoltória de Dados e o cálculo do Índice de Malmquist para avaliar os ganhos de produtividade das firmas beneficiadas.

4.1 Introdução

Conforme já mencionado, os incentivos fiscais buscam corrigir as desigualdades regionais geradas pela concentração de empresas em regiões com histórico de alto grau de desenvolvimento, criando atrativos para instalação em regiões menos desenvolvidas. No entanto, uma parte da literatura econômica aponta que a política pode gerar potenciais distorções no setor produtivo. A depender dos setores aos quais o incentivo é direcionado, pode-se fomentar o surgimento de empreendimentos artificiais, diversos das vocações econômicas naturais das regiões, reduzindo a eficiência econômica. Além disso, trabalhos correlatos sugerem que apesar de haver efeitos positivos dos incentivos fiscais na atração de novos investimentos para regiões menos desenvolvidas, as empresas beneficiadas parecem apresentar baixa eficiência (Canel, 2005; Oliveira et al., 2017; Vieira, 2018; Moraes, 2019; Carneiro et al., 2022a).

Nesse sentido, uma avaliação completa da política de incentivos não se restringe à mensuração do seu impacto causal, mas passa também pela mensuração da eficiência das firmas beneficiadas, a fim de identificar e corrigir possíveis falhas na implementação da política. Para tanto, o presente estudo utiliza a Análise por Envoltória de Dados (DEA), um método não paramétrico de estimação da eficiência, aliado à análise da evolução da eficiência no tempo através do cálculo do Índice de Malmquist. De forma geral, este índice investiga a existência de ganhos de produtividade das firmas beneficiadas ao longo do tempo, sendo possível decompor esta variação entre mudanças atribuíveis à melhoria na relação insumo-produto das próprias unidades e àquelas atribuídas à alterações na fronteira de eficiência.

A seção 2 traz uma descrição da metodologia DEA e do cálculo do índice de Malmquist. A seção 3 contém informações sobre os dados de input e output e as transformações feitas nas variáveis para viabilizar o cálculo da eficiência. A seção 4 mostra os resultados preliminares. Por fim, a seção 5 traz considerações finais acerca do estudo.

4.2 Estratégia empírica

A análise de eficiência busca mensurar os resultados alcançados em relação aos recursos investidos. No âmbito do setor público, os gestores tomam decisões que implicam em priorizar os setores que ofereçam maior retorno para a sociedade em termos da oferta de bens e serviços, dada a escassez de recursos disponíveis. A mensuração da eficiência, portanto, surge como mais uma métrica de avaliação de desempenho das políticas públicas.

Conforme Farrel (1957), a medição empírica da eficiência produtiva envolve relações entre insumos (inputs) e produtos (outputs) de uma função de produção. Como esta função possui forma funcional desconhecida, a construção da fronteira de eficiência, de acordo com Bogetoft and Otto (2011), pode ser realizada por modelos paramétricos (como Análise de Fronteira Estocástica, SFA) e modelos não paramétricos (como Análise por Envoltória de Dados, DEA). A escolha entre as abordagens DEA e SFA envolve questões relacionadas à

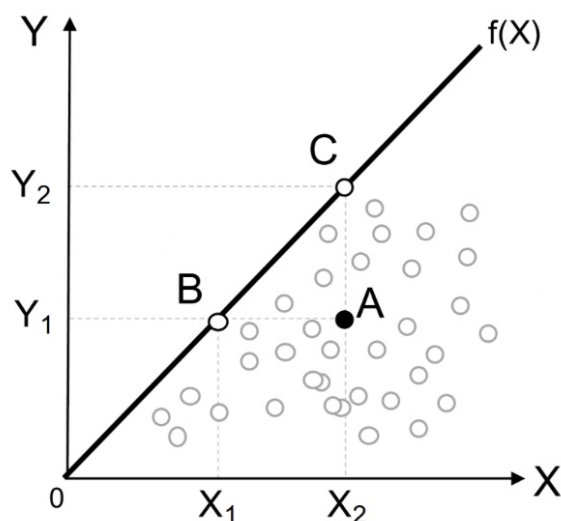
flexibilidade na forma funcional da fronteira de eficiência, ao termo de erro, à qualidade dos dados e à multiplicidade de insumos e produtos.

Na literatura relacionada à mensuração de indicadores de eficiência em nível de empresas, existem registros de estudos que fazem utilização dos modelos SFA, e sobretudo, DEA (Barros, 2006; Yu and Ramanathan, 2009; Cooper et al., 2011). Os diferenciais da DEA, que a tornam a modelagem mais recorrente na literatura de análise da eficiência, é a possibilidade da função de produção ser construída de forma não paramétrica e trabalhar com múltiplos inputs e outputs (Färe and Grosskopf, 1996; Bogetoft and Otto, 2011; Färe et al., 2011). No caso do presente projeto, seguindo a literatura sobre eficiência empresarial, a abordagem adotada é a DEA, cuja a formulação matemática utilizada para calcular a eficiência pelo método DEA foi introduzida por Charnes et al. (1978) e Banker et al. (1984), pela sua flexibilidade na construção da fronteira de eficiência (moldando-se ao conjunto de dados disponíveis).

A DEA tem origem na teoria microeconômica da produção, a qual presume que empresas devem alocar insumos (inputs) de forma eficiente para produzir certos produtos (outputs), com o objetivo de maximizar lucros ou minimizar custos. Objetiva-se, com isto, avaliar o desempenho de organizações e atividades essencialmente por meio da eficiência técnica, um conceito relativo que compara a produtividade (produção por unidade de insumo) realizada com a produtividade mais adequada (Ferreira and Gomes, 2009). Traça-se uma fronteira de eficiência empírica, sobre a qual se concentram as unidades tidas como eficientes, para então comparar a eficiência de cada unidade tomadora de decisões com esta fronteira. O método utiliza uma abordagem não paramétrica para medir a eficiência: não se pressupõe uma forma funcional específica para a relação entre insumos e produtos e não utiliza inferências estatísticas. Além disso, permite a utilização de múltiplos produtos e insumos e demanda poucas hipóteses sobre os dados.

A ineficiência técnica significa que uma unidade produtiva não está obtendo o máximo rendimento de uma determinada combinação de insumos, ou que dado o nível do produto

Figura 4.1: Mensuração teórica da eficiência técnica



Fonte: Elaborado a partir de Cooper et al. (2011).

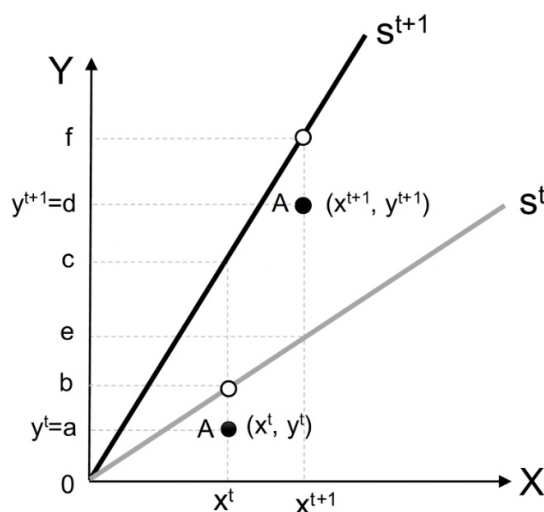
seria possível reduzir o uso de insumos (Farrel, 1957). Na Figura 4.1, a unidade A é tecnicamente ineficiente, posicionando-se abaixo da fronteira de produção eficiente $f(X)$. Orientando o cálculo para o output, a ineficiência de A é dada pela razão entre os segmentos de reta $\overline{X_2A}$ e $\overline{X_2C}$. Neste exemplo, as unidades B e C definem a fronteira e são consideradas tecnicamente eficientes.

Observando o comportamento da eficiência ao longo do tempo, Färe and Grosskopf (1996), Yu and Ramanathan (2009) destacam a necessidade de compreender como está ocorrendo a mudança de produtividade entre diferentes unidades tomadoras de decisão (uma vez que uma empresa pode aumentar sua eficiência ao longo do tempo, não melhorando a sua combinação de insumos e produtos, mas por uma posição inferior da fronteira). Uma vez que a política de incentivos fiscais da Sudene prevê a concessão dos benefícios para as empresas em todos os anos, é importante medir a eficiência destas unidades ao longo do tempo, verificando os ganhos de produtividade atingidos durante a vigência dos incentivos. Nesse sentido, aqui será utilizada a abordagem de Färe et al. (1994), os quais estudam o crescimento da produtividade total dos fatores com base no índice de produtividade introduzido por Malmquist (1953).

De acordo com Färe et al. (2011), o índice de Malmquist mede a variação da produtividade total dos fatores ao longo do tempo, onde este indicador pode ser decomposto em dois componentes principais: mudança de eficiência (ME) e mudança técnica (MT). O primeiro, também conhecido como efeito catch-up, mede a eficiência relativa ao longo do tempo, indicando se a produção converge ou diverge para uma melhor relação de entradas e saídas. Se $ME > 1$, temos um processo de convergência, em que empresas com baixos níveis iniciais de produtividade adotam técnicas mais eficientes no tempo. O MT, também conhecido como efeito de mudança de fronteira, capta a mudança na produtividade em decorrência da inovação. Este índice baseado em dados de entrada e saída usando DEA foi desenvolvido por Färe et al. (1994).

A Figura 4.2 exemplifica a ideia do índice de Malmquist, $m(\cdot)$, considerando as fronteiras S dos períodos t e $t+1$. Esta exposição é baseada no modelo proposto por Färe et al. (1994), assumindo que a tecnologia S^t pode produzir resultados y^t a partir de insumos x^t . Os pontos de produção devem ser viáveis para a tecnologia do período de referência, ou seja, $(x^t, y^t)S^t$ e $(x^{t+1}, y^{t+1})S^{t+1}$. Na Figura 4.2, por exemplo, o ponto de produção (x^t, y^t) é viável na tecnologia do período $t+1$, mas o ponto $(x^{t+1}, y^{t+1})S^t$, indicando que S^{t+1} é maior que S^t .

Figura 4.2: Mensuração da mudança de produtividade



Fonte: Elaborado a partir de Färe et al. (2011).

Neste exemplo, calculando as funções de distância orientadas ao output, $d(\cdot)$, para a unidade **A** é dado por:

$$d^t(x_t, y_t) = \frac{a}{b}, \quad d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d}{f},$$

$$d^t(x_{t+1}, y_{t+1}) = \frac{d}{e}, \quad d^{t+1}(x_t, y_t) = \frac{a}{c}.$$

As funções $d^t(\cdot)$ e $d^{t+1}(\cdot)$ representam, respectivamente, as distâncias do ponto de produção para as fronteiras de eficiência do período t e $t + 1$. Comparando os pontos de produção com a tecnologia de diferentes períodos, as funções de distância, por exemplo $d^t(x_t, y_t)$ e $d^t(x_{t+1}, y_{t+1})$, podem assumir valores menores, iguais ou maiores que um.

Embora a eficiência técnica da unidade **A** tenha reduzido,

$$\left[d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1}) \right]^{-1} < \left[d^t(x_t, y_t) \right]^{-1},$$

a fronteira de produção entre os dois períodos teve uma significativa mudança. É por isso que para fins de uma melhor compreensão da dinâmica da eficiência das empresas beneficiadas com os incentivos fiscais no setor de infraestrutura, torna-se relevante a análise da performance das unidades tratadas ao longo do tempo.

O índice de produtividade de Malmquist é calculado usando uma média geométrica de duas razões de eficiência técnica (Färe et al., 2011). A primeira utiliza como referência a fronteira do período t e depois a fronteira do período $t + 1$. Este indicador é uma média geométrica de duas razões da função distância (que mostra o nível de eficiência de uma empresa em relação à fronteira de referência), considerando a fronteira técnica em diferentes momentos e a relação entre os inputs (\mathbf{x}) e outputs (\mathbf{y}). A equação a seguir expressa o índice de Malmquist:

$$m(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = m = \left[\frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)} \times \frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

Uma melhoria na produtividade das empresas incentivadas com benefícios fiscais entre os períodos t e $t + 1$ é dado por $m > 1$. A equação apresentada abaixo mostra o índice de Malmquist decomposto em MT (efeito de mudança técnica ou de inovação) e EC (efeito de mudança técnica ou de fronteira) e ME (efeito de mudança de eficiência):

$$m(x_{t+1}, y_{t+1}, x_t, y_t) = ME \times MT$$

onde:

$$ME = \frac{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^t(x_t, y_t)}$$

$$MT = \left[\frac{d^t(x_{t+1}, y_{t+1})}{d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})} \times \frac{d^t(x_t, y_t)}{d^{t+1}(x_t, y_t)} \right]^{1/2}$$

A abordagem DEA é utilizada para calcular a função distância $d(\cdot)$. Resumindo, para calcular m_i é necessário resolver quatro problemas de programação linear, isto é:

$$\theta = [d^t(x_t, y_t)]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad (A)$$

s.t.

$$-\phi y_{it} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$x_{it} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\theta = [d^{t+1}(x_{t+1}, y_{t+1})]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad (B)$$

s.t.

$$-\phi y_{it+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$x_{it+1} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\theta = \left[d^t(x_{t+1}, y_{t+1}) \right]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad (C)$$

s.t.

$$- \phi y_{it+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

$$x_{it+1} - X_t \lambda \geq 0$$

$$\theta = \left[d^{t+1}(x_t, y_t) \right]^{-1} = \max_{\phi, \lambda} \phi \quad (D)$$

s.t.

$$- \phi y_{it} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

$$x_{it} - X_{t+1} \lambda \geq 0$$

onde:

- x e y representam um dado input e output nos períodos t e $t + 1$;
- X e Y referem-se aos vetores de inputs e outputs do t -ésimo período;
- λ é um parâmetro de peso;
- ϕ é o escore de eficiência e $\theta = \phi^{-1} \in [0, 1]$.

Nas equações (A, B), as funções de distância avaliam as empresas com a correspondente tecnologia disponível (fronteira contemporânea), e as outras expressões avaliam os planos de produção em um determinado período com a tecnologia de outro momento no tempo (C, D). Neste trabalho, seguindo Färe et al. (1994), usaremos o índice de Malmquist orientado ao output. A mudança de eficiência (ME) e a componente de mudança técnica são calculadas

sob retornos constantes de escala (CRS), enquanto a mudança de eficiência pura (MEP) é obtida por retornos variáveis de escala (VRS) para avaliar o efeito de escala.

No caso dos incentivos fiscais da Sudene, a base de dados das empresas beneficiadas contém informações do período de 2013 a 2023. Como a cada ano novos benefícios são concedidos e, com isso, o tempo de vigência varia entre as unidades, os dados formam um painel desbalanceado. Para calcular o índice de Malmquist, considerou-se como período inicial t como o ano de entrada das empresas na política e $t+1$ o terceiro ano do benefício. O resultado do índice para este período de três anos será interpretado como sendo o ganho de produtividade das empresas no curto prazo. Em seguida, calculou-se o índice considerando o quinto ano como período final, de maneira que estes serão os resultados de longo prazo. A construção dessas janelas de tempo permitirá o acompanhamento das mesmas empresas ao longo do tempo.

4.3 Dados

Para a análise de eficiência das empresas beneficiadas, foram utilizadas informações dos dados administrativos fornecidos pela Sudene, em conjunto com os dados identificados da RAIS. O primeiro passo para o cálculo dos indicadores de eficiência é definir os vetores de variáveis de input e output. O primeiro grupo é composto pelo investimento informado pela empresa e pelo número de ocupações ativas, em cada período. Já o conjunto de outputs é formado pela taxa de ocupações qualificadas (percentual de ocupações que exigem o ensino superior), o saldo entre o número de admissões e demissões e a variação da massa salarial.

A taxa de ocupações qualificadas surge como um indicador de produção intensiva em tecnologia por parte das empresas, onde se espera que tais produtos demandem maior utilização de mão de obra com maiores níveis de escolaridade. As variáveis monetárias (investimento e massa salarial) tiveram seus valores corrigidos a preços de 2021.

Para viabilizar a aplicação do DEA, foram necessárias algumas transformações nos da-

dos. Com relação ao saldo de empregos, é possível a ocorrência de valores negativos em determinados períodos. Uma vez que o DEA só admite insumos e produtos com valores não negativos, optou-se por trabalhar com o saldo de empregos acumulado ano a ano. Este procedimento visa, também, controlar grandes flutuações que esta variável pode apresentar.

Todos os inputs e outputs foram normalizados para uma escala entre 0 e 1, através da escala Min-Max. A transformação seguiu a seguinte fórmula:

$$X' = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}$$

Em que X' é o valor normalizado, X é valor original, X_{\min} o valor mínimo do conjunto de dados e X_{\max} o valor máximo. Para evitar a ocorrência de muitos valores nulos, foi adicionada uma constante 0,01 a todas as observações.

4.4 Resultados preliminares

Esta seção apresenta os resultados da evolução de eficiência das empresas incentivadas. O índice de Malmquist tem 1 como valor crítico, onde valores acima indicam ganho de Produtividade Total dos Fatores (PTF) entre t e $t+1$ e valores abaixo indicam perda de PTF entre os períodos. O valor do índice é calculado a partir de uma média geométrica dos seus dois componentes. A mudança de eficiência reflete a evolução da produtividade em razão da relação entre insumos e produtos por parte da unidade, enquanto a mudança tecnológica representa a variação de produtividade devido à evolução da fronteira de eficiência.

Primeiramente, são apresentadas algumas estatísticas descritivas dos índices de Malmquist e seus componentes e das variáveis de input e output utilizadas no cálculo das medidas de eficiência. A segunda subseção contém os resultados do índice de Malmquist para todas as empresas beneficiadas. Em seguida, são apresentadas as estimativas para cada seção e classe do setor de infraestrutura²¹. Por fim, são apresentados gráficos de comparação en-

²¹A categorização das seções e classes é realizada de acordo com a CNAE declarada pela empresa na RAIS, ou

tre os índices no curto e no longo prazos, para que seja possível verificar a evolução das mudanças de produtividade entre os períodos.

4.4.1 Estatísticas descritivas

A Tabela 4.1 mostra as estatísticas descritivas (média, mediana, valores mínimo e máximo, e desvio-padrão) para o período de curto prazo e a Tabela 4.2 apresenta as mesmas informações para o longo prazo. No curto prazo, as firmas apresentaram um índice geral médio de 1,0223, ou seja, é possível dizer que, na média, houve um ganho de PTF. Tal ganho pode ser oriundo da mudança de eficiência das firmas, conforme mostra a média geral deste índice, que ficou em 1,0384, enquanto o índice de mudança tecnológica apresentou média de 0,9845.

Tabela 4.1: Estatísticas descritivas para o curto prazo

Variável	Média	Mediana	Mín	Máx	DP
Índices					
Índice de Malmquist	1,0223	1,0000	0,3650	2,1133	0,1788
Mudança tecnológica	0,9845	0,99	0,8805	1,0155	0,0223
Mudança de eficiência	1,0383	1,0032	0,3679	2,1474	0,1799
Inputs e outputs					
Ocupações ativas	389,93	87,5000	0,0000	5.235,00	833,36
Investimento	548,79	55,7613	0,0272	15.427,22	1.869,30
Saldo acum. empregos	37,4329	2,0000	-2.021,00	2.250,00	324,53
Massa salarial	-111.388,4	81.996,2	-154.060.440,2	86.438.201,6	20.514.453,7
Part. mão de obra qualif.	0,3258	0,2583	0,0100	1,0100	0,2564

Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

No longo prazo, o índice de Malmquist médio tem um valor de quase 1,0352, um leve crescimento comparativamente ao curto prazo. Entre os componentes, houve uma pequena elevação na média do índice de mudança tecnológica e uma pequena redução na média da mudança de eficiência.

seja, considera-se a atividade principal da empresa. No entanto, a empresa pode exercer atividades secundárias em outros setores. Posto isso, 16 empresas que receberam incentivos fiscais da Sudene declaram que sua atividade principal está relacionada ao comércio ou indústria de transformação. Contudo, conforme consta na Receita Federal do Brasil (RFB), 14 dessas empresas também desempenham atividades secundárias no setor de infraestrutura, enquanto 2 delas não declararam nenhuma atividade secundária, conforme mostrado no Quadro 1 no apêndice.

Tabela 4.2: Estatísticas descritivas para o longo prazo

Variável	Média	Mediana	Mín	Máx	DP
Índices					
Índice de Malmquist	1,0352	0,9971	0,4267	2,0810	0,1885
Mudança tecnológica	0,9994	0,9994	0,9336	1,1399	0,0277
Mudança de eficiência	1,0341	1,0000	0,4244	1,8256	0,1666
Inputs e outputs					
Ocupações ativas	557,2703	103,0000	0,0000	4.903,00	1.091,8
Investimento	561,6081	76,5247	0,0272	11.977,20	1.638,37
Saldo acum. empregos	14,5000	10,0000	-2.160,00	1.206,00	337,1248
Massa salarial	-3.147.946,3	305.282,7	-270.502.985,3	47.078.049,7	34.217.311,7
Part. mão de obra qualif.	0,3421	0,2734	0,0100	0,9652	0,2549

Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Quanto aos produtos utilizados, observa-se que no curto prazo a média do saldo acumulado de empregos foi de 37,43, reduzindo para 14,5 no longo prazo; a massa salarial adicionada acumulada passou de -111.338,3768 para -3.147.946,3073; e o percentual de ocupações qualificadas aumentou de 0,3258 para 0,3421. Em relação aos insumos, no curto prazo, o número de ocupações ativas foi de 389,29, aumentando para 557,2703 no longo prazo; e o investimento²² informado pela empresa aumentou de 548,7899 para 561,6081.

Contudo, torna-se imprescindível observar os resultados particulares dos índices de Malmquist por empresas (ver seção 4.3), com o intuito de minuciar alguns determinantes responsáveis pelo aumento médio de PTF, tanto no curto quanto no longo prazo.

4.4.2 Índices de Malmquist para todas as empresas beneficiadas

As Figuras 4.3 e 4.4 apresentam os resultados do Índice de Malmquist e dos seus componentes de Mudança Tecnológica (MT) e de Mudança de Eficiência (ME) para o curto prazo (três anos de incentivos fiscais) e para o longo prazo (cinco anos de incentivos fiscais), respectivamente.

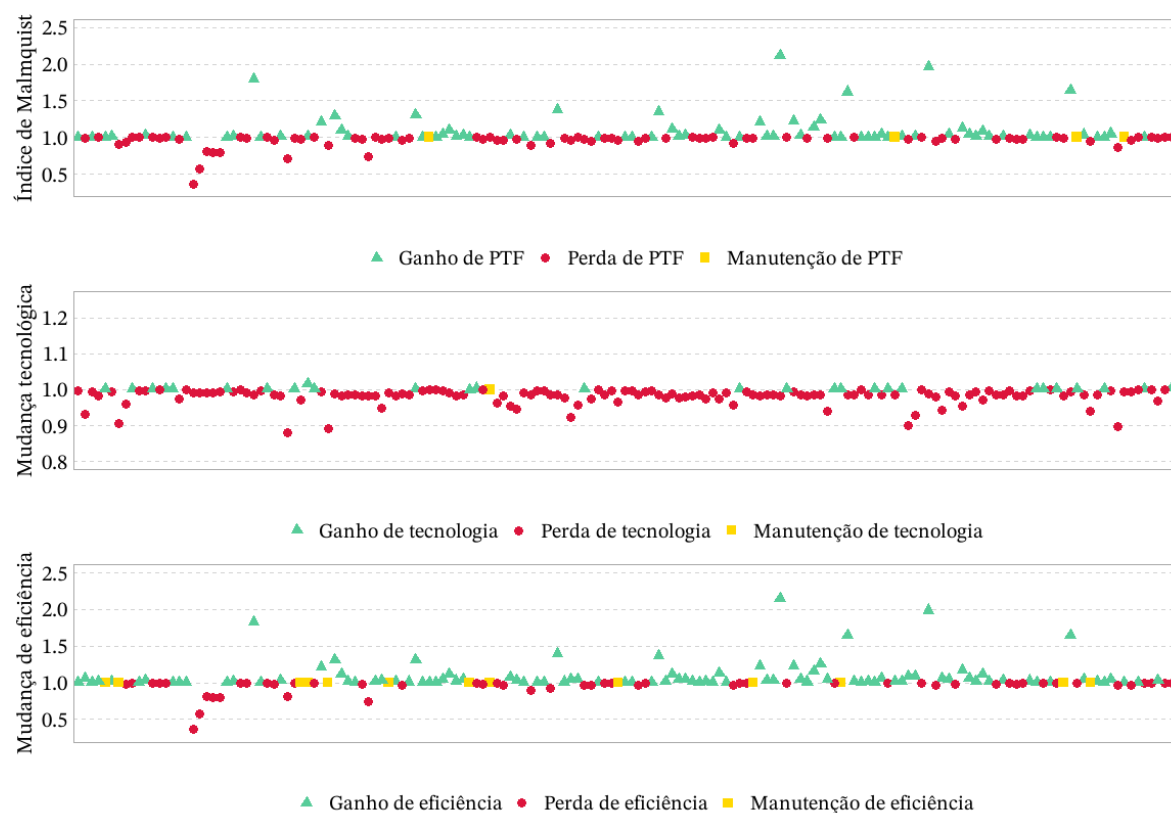
No curto prazo, oitenta e uma empresas beneficiadas apresentaram perda de PTF, en-

²²O investimento está dividido por 1.000.000.

quanto setenta e nove registraram ganhos. Além disso, quatro empresas tiveram manutenção de PTF. A análise por componente revela que a maioria das empresas experimentou perda de tecnologia, enquanto na evolução de eficiência prevalecem resultados de ganhos. Isso sugere que os ganhos de PTF registrados pelas empresas foram, em parte, resultado de ganhos de eficiência.

No longo prazo, o número de empresas na amostra diminuiu de cento e sessenta e quatro para setenta e quatro. Destas, quarenta e quatro registraram perda de PTF, embora a maioria com índices muito próximos a 1, vinte e oito tiveram ganhos de PTF, e duas manutenção de sua PTF. Diferente do curto prazo, a análise por componente revela que os ganhos de PTF registrados pelas empresas foram resultado tanto de ganhos de tecnologia quanto de ganhos de eficiência.

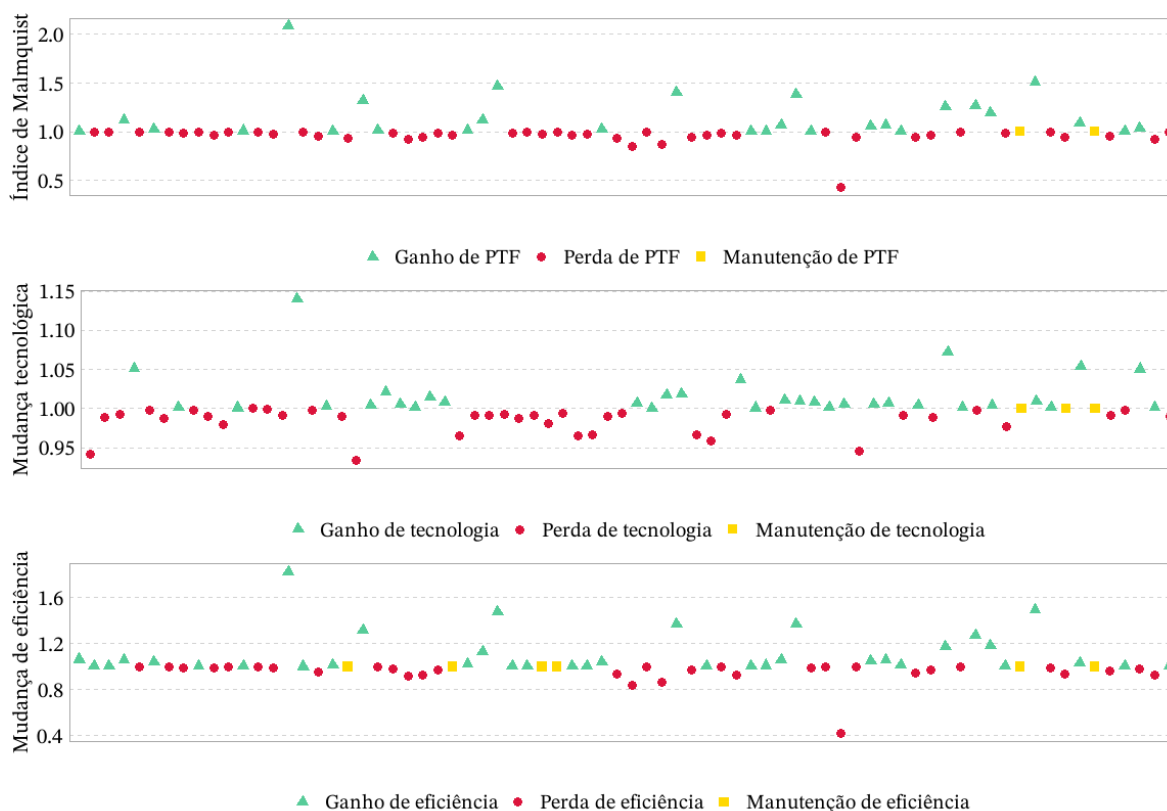
Figura 4.3: Índice de Malmquist, Mudança Tecnológica e Mudança de Eficiência (Curto Prazo)



Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

Figura 4.4: Índice de Malmquist, Mudança Tecnológica e Mudança de Eficiência (Longo Prazo)



Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

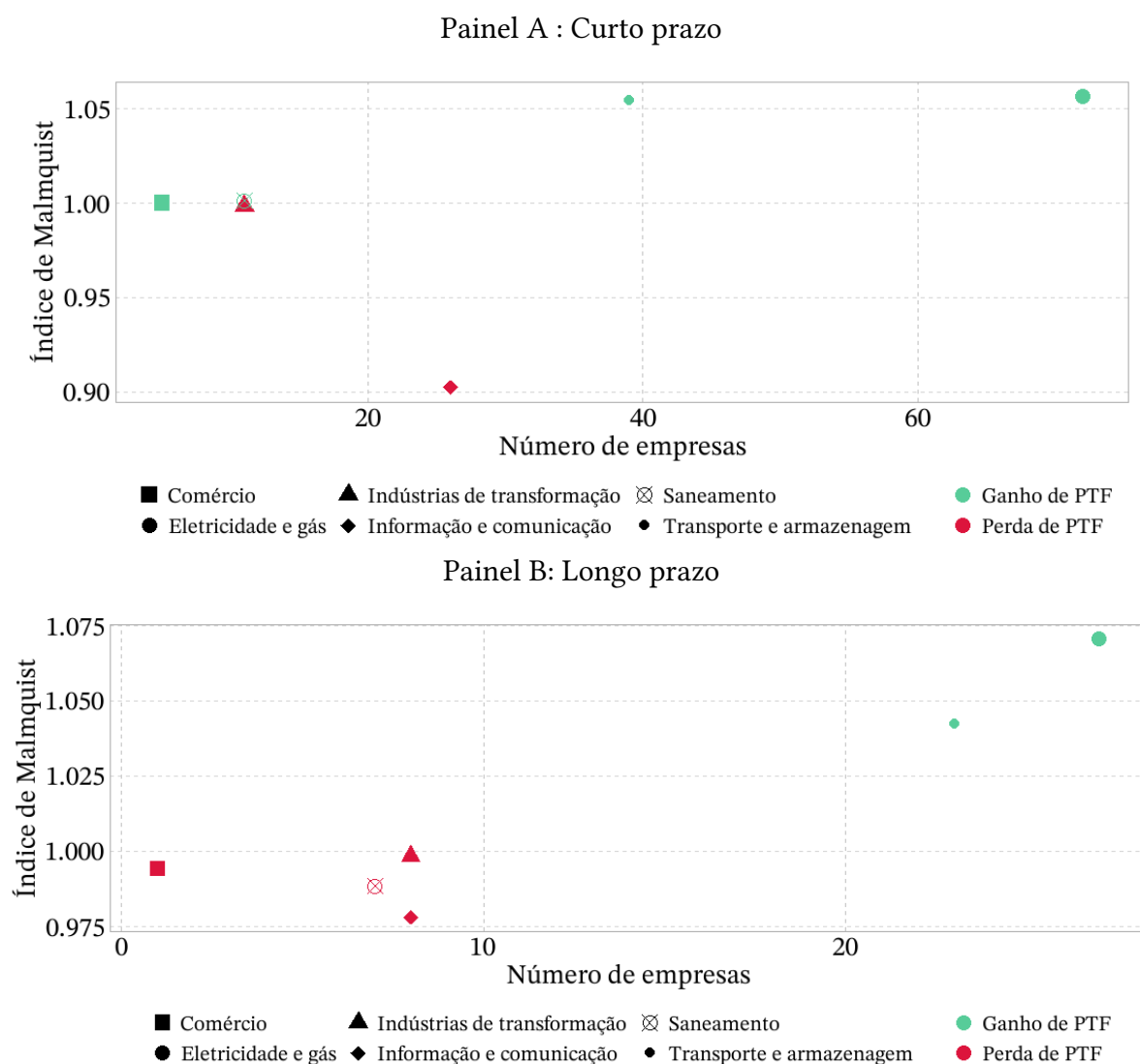
Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

4.4.3 Índices de Malmquist para as seções e classes do setor de Infraestrutura

No Painel A da Figura 4.5, estão apresentados os valores do índice de Malmquist para as seções do setor de infraestrutura que recebem incentivos fiscais a curto prazo, acompanhados pelo número correspondente de empresas de cada seção, classificados de acordo com a CNAE. É notável que as seções que mais se destacam em ganhos de PTF são geralmente aquelas com maior número de empresas, a saber: eletricidade e gás (setenta e duas) e transporte e armazenagem (trinta e nove). No entanto, a seção de informação e comunicação, apesar de contar com um número relativamente razoável de empresas (vinte e seis), é a que registra, na média, maior perda de PTF com um índice abaixo de 1,0, em relação às demais

seções.

Figura 4.5: Índice de Malmquist para as seções do setor de infraestrutura



Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

Por sua vez, no Painel B da Figura 4.5, é apresentada a mesma análise para o longo prazo. Facilmente se nota que houve uma redução no número de empresas das seções de eletricidade e gás e de informação e comunicação, que diminuíram para vinte e sete, e oito empresas, respectivamente. Isso indica que quando a amostra é restrita às empresas observadas ao longo de cinco períodos, as maiores perdas no número de empresas ocorrem nas seções mencionadas. Quanto à PTF, percebe-se que existe ganho apenas nas seções com

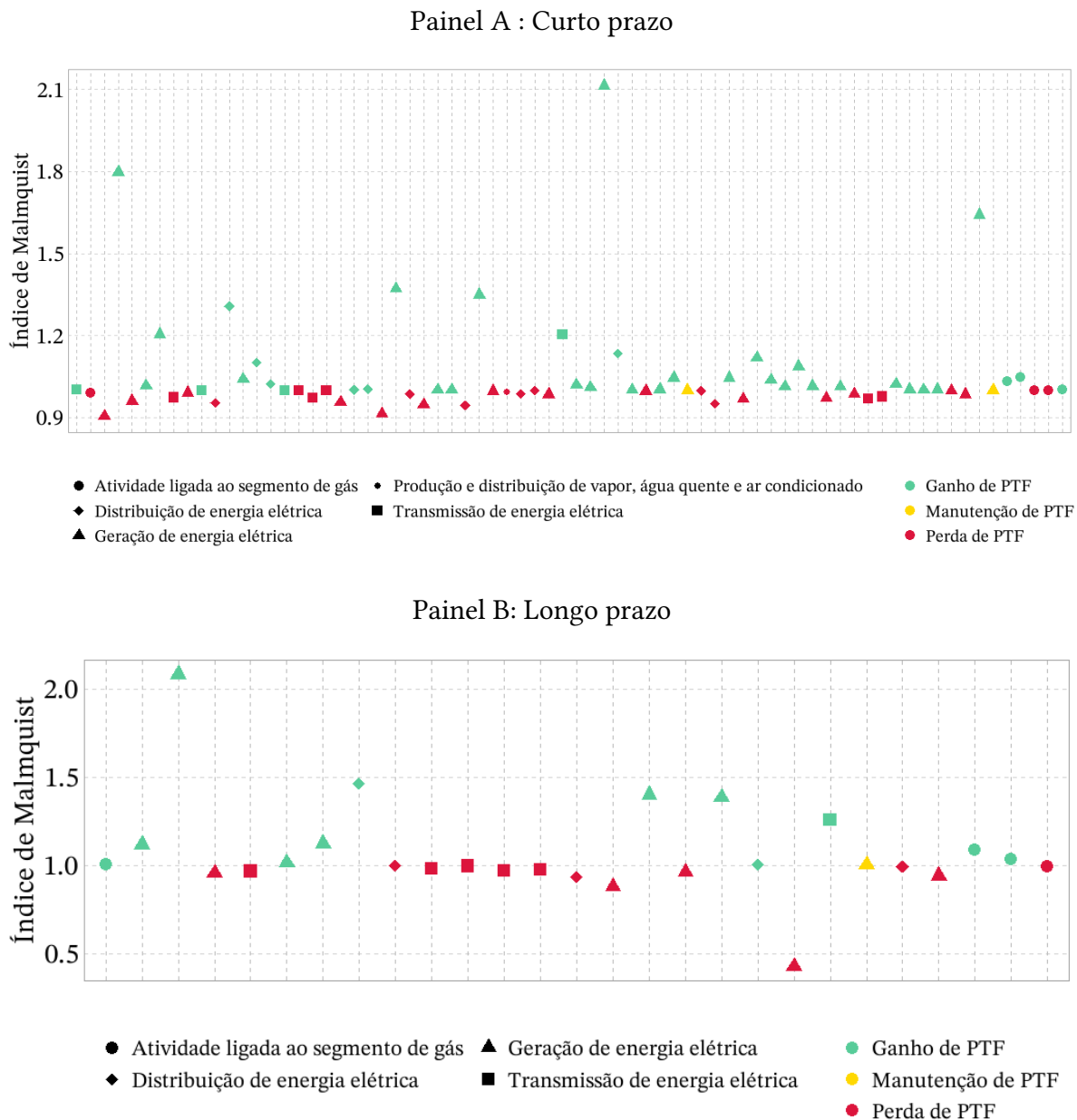
maior número de empresas, que continuam sendo as de eletricidade e gás e transporte e armazenagem, com vinte e sete e vinte e três empresas, respectivamente. É relevante destacar que a seção de comércio, que registra perda de PTF, possui apenas uma empresa.

Nas figuras subsequentes, é possível visualizar a estratificação de cada uma das seções, apresentadas anteriormente, com base na classificação das classes de acordo com a CNAE de 5 dígitos. As classes da seção de eletricidade e gás, que juntos aportam quase 60% do investimento total da Sudene no setor de infraestrutura, também tiveram sua evolução de PTF representada pelos índices de Malmquist, como podem ser vistos na Figura 4.6.

No curto prazo (Painel A da Figura 4.6), 54,17% das empresas tiveram ganhos de PTF, com destaque para algumas empresas das classes de geração de energia elétrica que tiveram os maiores índices de Malmquist. Por outro lado, 43,06% tiveram perda de PTF, enquanto 2,78% das empresas apresentaram manutenção de PTF.

No longo prazo (Painel B da Figura 4.6), o percentual de empresas com ganhos de PTF diminuiu em relação ao curto prazo. Nota-se que aproximadamente 44,44% das empresas tiveram ganhos de PTF após 5 anos de beneficiárias da Sudene, enquanto 51,85% das empresas registraram perda de PTF e 3,70% manutenção.

Figura 4.6: Índice de Malmquist para as classes da seção de Eletricidade e Gás



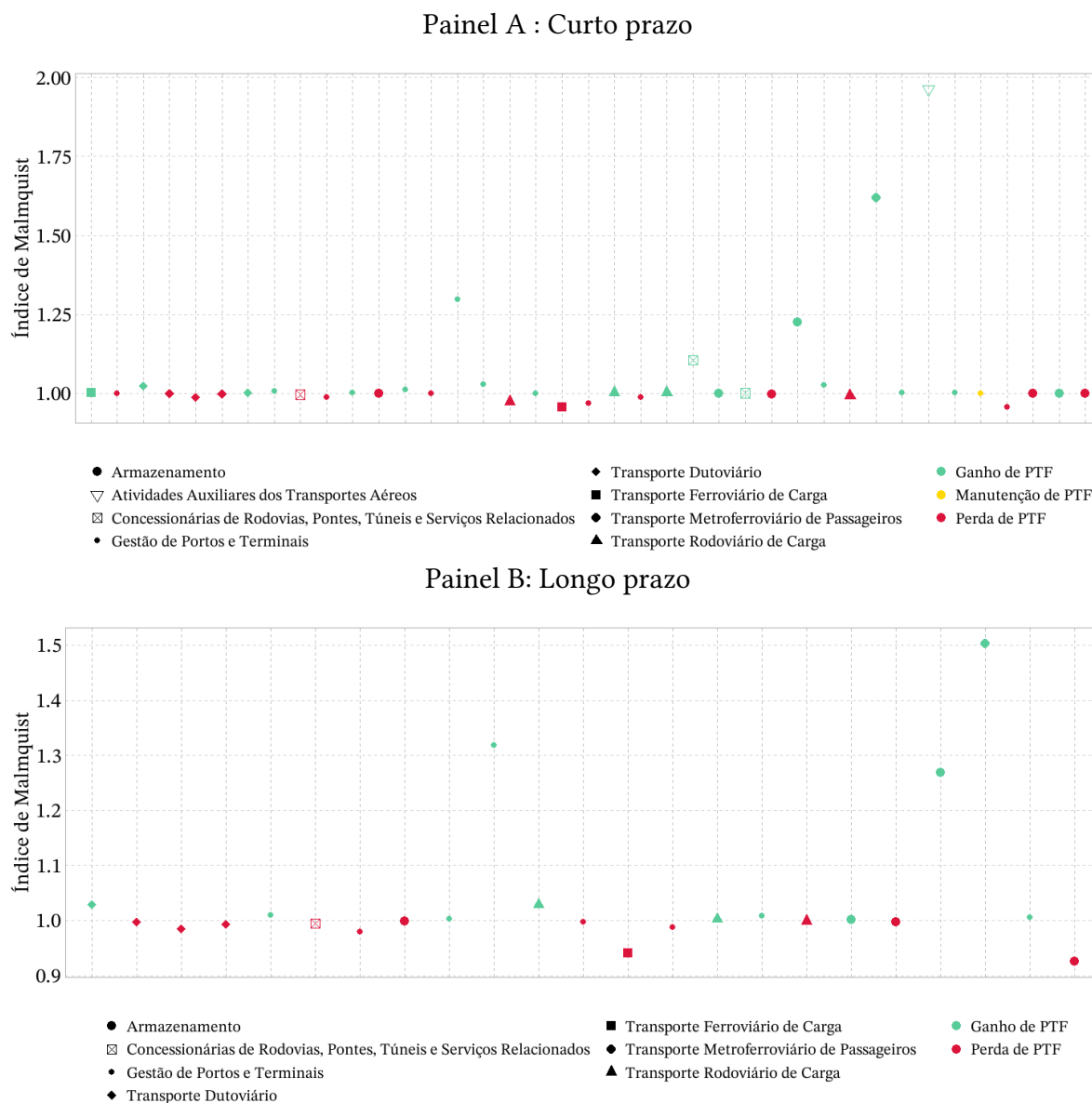
Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

Na Figura 4.7, podemos observar as classes da seção de Transporte e Armazenagem. No curto prazo (painel A da Figura 4.7), a maioria das empresas encontra-se em torno do valor crítico de 1,0. No entanto, duas empresas destacam-se com índices superiores a 1,5: uma na classe de transportes aéreos e outra na classe de transporte metroferroviário de passageiros.

Além dessas, outras duas empresas apresentaram índices acima de 1,2.

Figura 4.7: Índice de Malmquist para as classes da seção de Transporte e Armazenamento



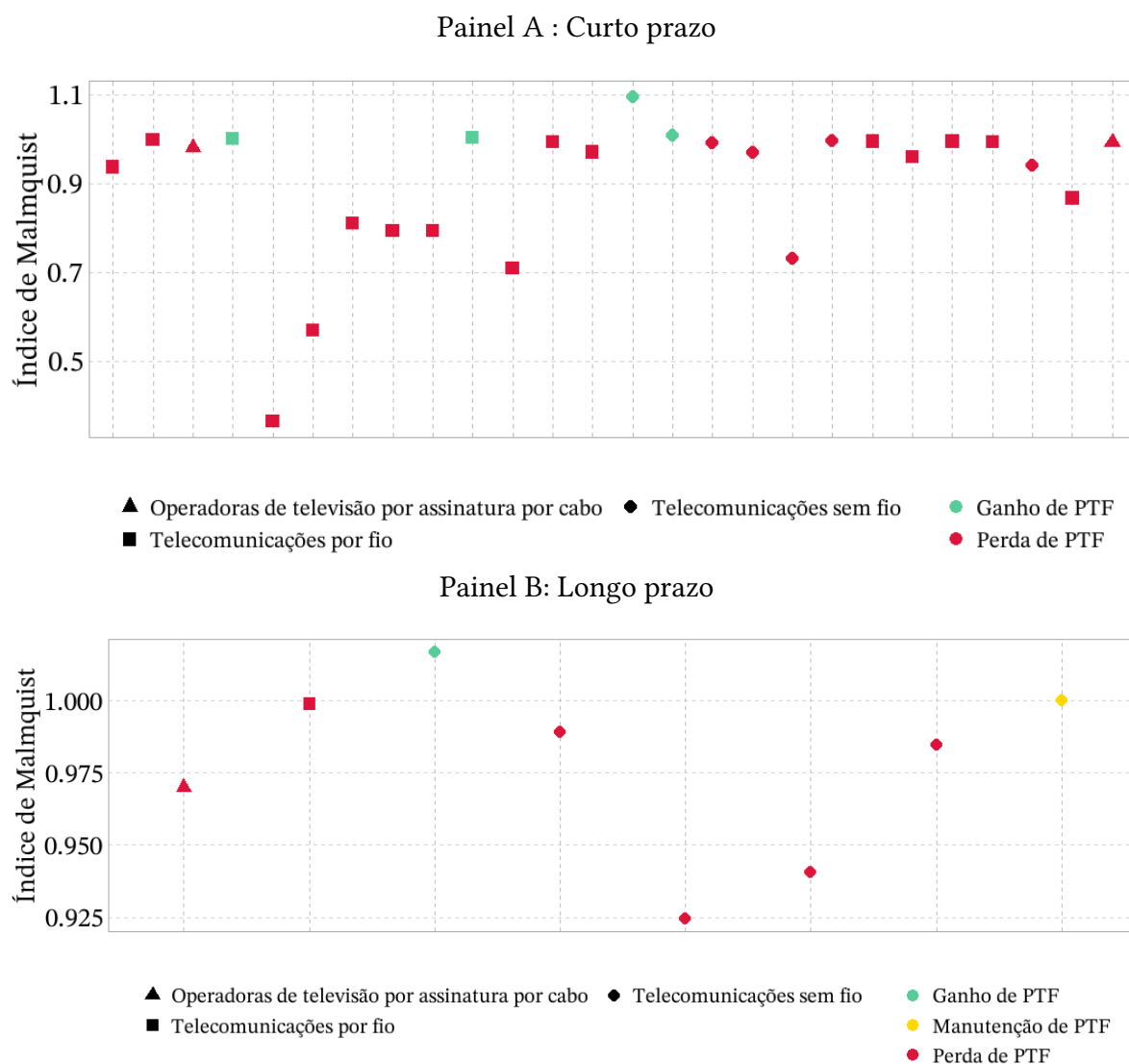
Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

No longo prazo (Painel B da Figura 4.7), a porcentagem de empresas com ganho de PTF reduz aproximadamente 6% em relação ao curto prazo e, como pode ser observado, as empresas com os maiores ganhos permanecem sendo das mesmas classes que já se destacavam no curto prazo, a saber: armazenamento, gestão de portos e terminais e de transporte metroferroviário de passageiros.

Para as classes da seção de informação e comunicação, os índices de Malmquist para o curto prazo, mostrados no painel A da Figura 4.8, revelam que a grande maioria das empresas dessas classes apresentou perda de PTF no curto prazo. De fato, aproximadamente 84,62% das empresas dessa seção registram perda de PTF. Nota-se ainda que as poucas empresas que tiveram ganhos de PTF, tiveram índices muito próximos de 1,0, o que implica ganhos pouco substanciais de PTF.

Figura 4.8: Índice de Malmquist para as classes da seção de Informação e Comunicação



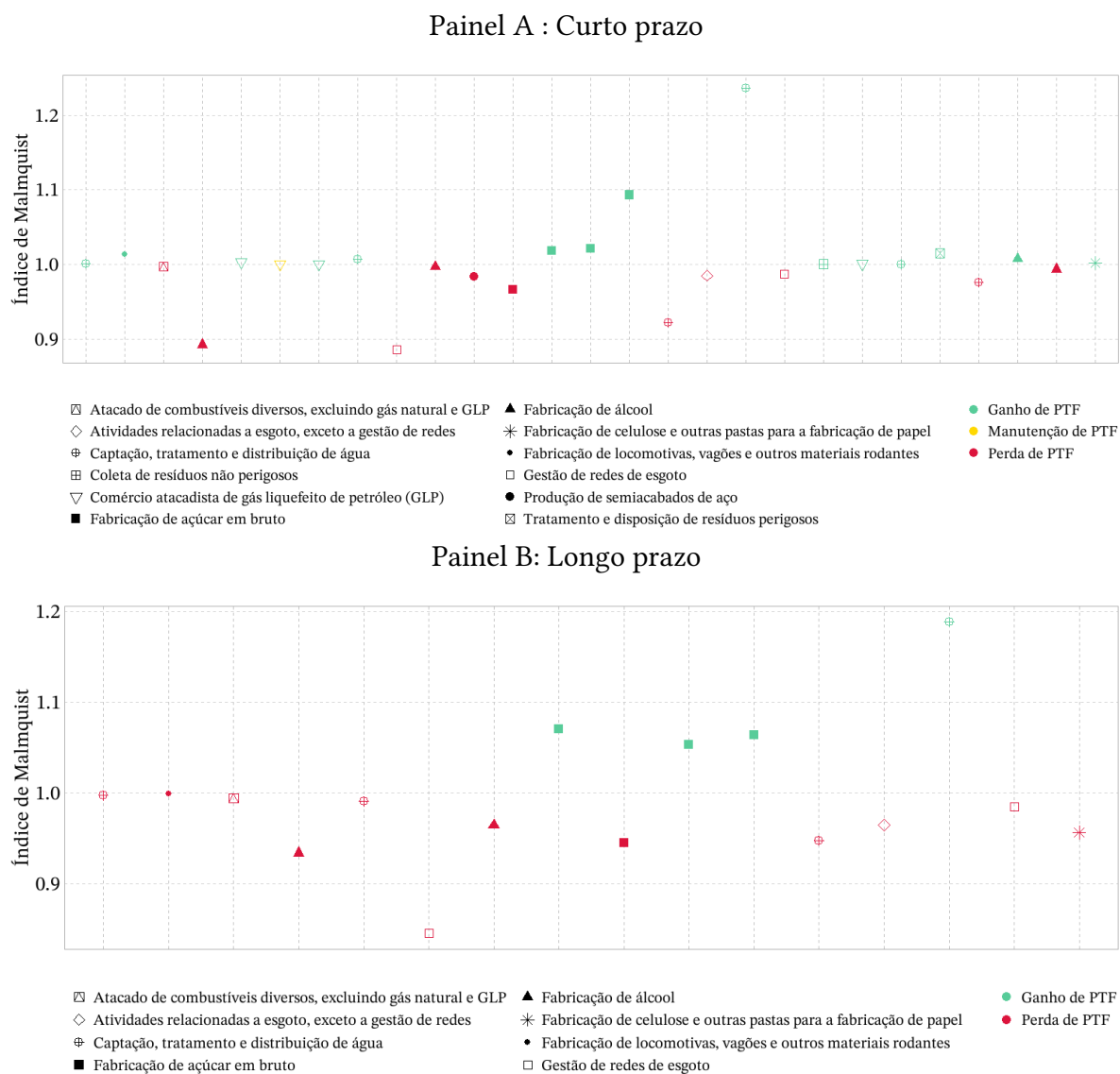
Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.
 Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

No longo prazo (Painel B da Figura 4.8) nota-se que a maioria das empresas dessa seção

continua em situação de perda de PTF, precisamente 75% delas. No entanto, a maior exposição ao benefício parece revelar, na média, uma evolução de produtividade. Nota-se que, diferente do curto prazo, as empresas com perda de PTF têm seus índices muito próximos de 1,0.

A Figura 4.9 apresenta, de forma agregada, a plotagem das situações das empresas no curto e longo prazo de acordo com o índice de Malmquist.

Figura 4.9: Índice de Malmquist para as classes das seções de Saneamento, Indústria de Transformação e Comércio



Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Notas: Valores abaixo de 1, perda de PTF. Valores acima de 1, ganho de PTF.

No curto prazo (Painel A da Figura 4.9), merece destaque a classe de fabricação de açúcar em bruto, que apresenta o maior número de empresas com ganhos mais expressivos de PTF. Cabe destacar ainda uma empresa da classe de captação, tratamento e distribuição de água, que teve o maior índice de Malmquist dentre todas as empresas representadas dessas seções. No entanto, a maioria das empresas, 55,56%, apresentaram perda de PTF. No longo prazo (Painel B), nota-se que as empresas de fabricação de açúcar em bruto, juntamente com uma empresa de captação, tratamento e distribuição de água, continuaram sendo as que tiveram maior ganho de PTF. Contudo, 75% das empresas dessas seções registraram perda de PTF.

Ao comparar todas as seções, as empresas da classe de informação e comunicação são, de acordo com os índices de Malmquist, as que tiveram pior desempenho na evolução da PTF.

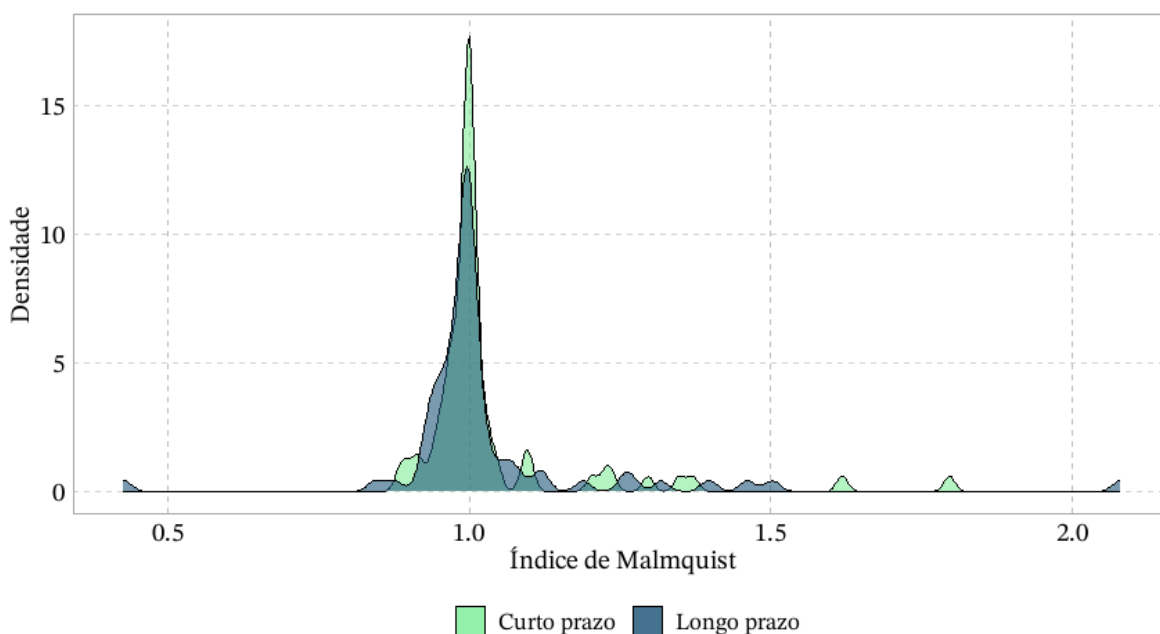
Por fim, após observar a evolução de curto e longo prazos das empresas de infraestrutura beneficiadas pelos incentivos fiscais da Sudene, constata-se que a maioria das empresas teve perda de PTF em ambos os períodos analisados. Precisamente, setenta e nove empresas tiveram ganhos de PTF no curto prazo, enquanto oitenta e uma tiveram perdas. No longo prazo, observa-se a mesma relação, com vinte e oito empresas com ganhos e quarenta e quatro com perdas de PTF.

O ganho geral médio de PTF observado na seção 4.1, pode ser explicado principalmente pelos elevados índices de Malmquist de algumas empresas específicas, sobretudo das classes das seções de eletricidade e gás e de transporte e armazenagem. Nota-se, a partir da Figura 4.6, que algumas empresas obtiveram índices superiores a 1,5, tanto no curto quanto no longo prazo. Além disso, exceto na seção de informação e comunicação, a maioria das empresas das demais seções que apresentaram perda de PTF teve índices próximos ao valor crítico.

4.4.4 Evolução dos índices de Malmquist entre curto prazo e longo prazo

O gráfico de densidades, representado na Figura 4.10, traz a distribuição dos índices de Malmquist das empresas nos curto e longo prazos. Pode-se observar que em ambos os períodos, a maior concentração dos valores do índice está em torno de 1, o que indica que, majoritariamente, as empresas tiveram pouca mudança de PTF nos dois períodos de tempo analisados. No entanto, observa-se que no longo prazo houve maior dispersão nos índices e, visivelmente, a maioria das empresas teve perda de PTF. Em outras palavras, considerando que o gráfico de dispersão representa os dados balanceados das empresas que receberam o benefício fiscal da Sudene, pode-se afirmar que, mesmo com um maior tempo de exposição ao incentivo, os ganhos e perdas de PTF não diferiram em relação ao curto prazo, mantendo-se sempre muito próximos de 1.

Figura 4.10: Distribuição do Índice de Malmquist (Curto Prazo vs Longo Prazo)

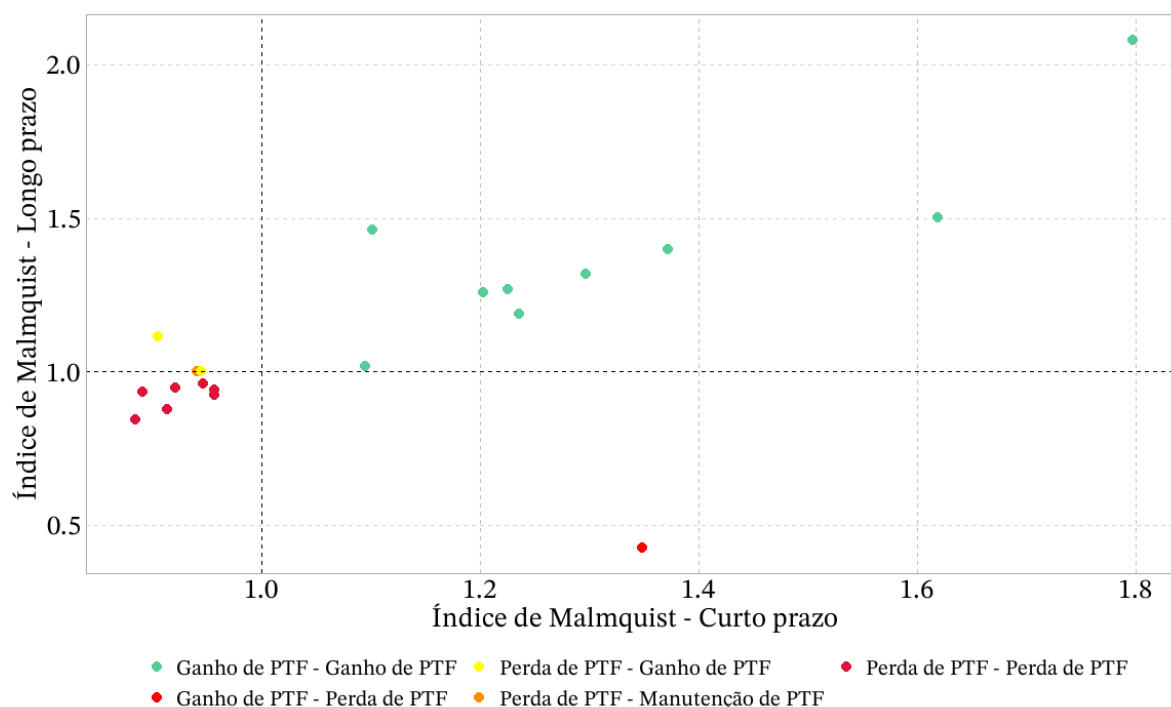


Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Para possibilitar a comparação entre os índices calculados para curto e longo prazos (Figura 4.11), foram selecionadas as empresas com resultados para ambos os períodos, de

modo que aquelas com resultados somente para três anos de duração dos incentivos, ou somente para cinco anos, foram desconsideradas. Assim, formou-se um painel balanceado das empresas, com índices calculados para o curto e o longo prazos.

Figura 4.11: Gráfico de Dispersão entre os Índices de Malmquist do Longo e do Curto Prazo (Top 10 maiores e menores valores)



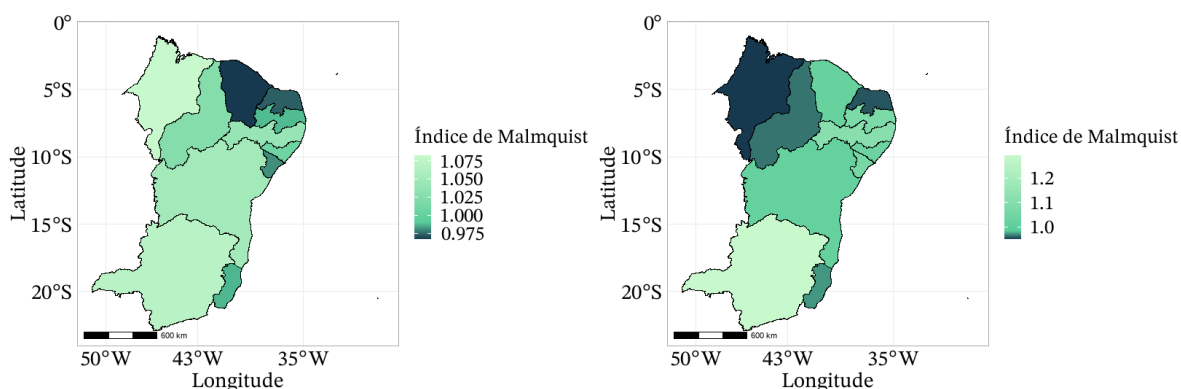
Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

Selecionaram-se as dez primeiras empresas e as dez últimas do ranking do índice de Malmquist no curto prazo. O objetivo dessa seleção é não apenas verificar a situação dessas empresas no curto prazo, mas também observar sua PTF quando estiverem mais tempo expostas ao benefício. Como pode ser observado, das dez empresas que apresentaram ganhos de PTF a curto prazo, nove mantiveram essa tendência no longo prazo, enquanto uma empresa apresentou uma perda de PTF. Por outro lado, das empresas que registraram perdas de PTF a curto prazo, sete permaneceram na mesma situação no longo prazo, uma passou a apresentar uma manutenção de PTF e duas passaram a registrar ganhos de PTF.

Na Figura 4.12, é ilustrada a distribuição geográfica estadual do índice de Malmquist. No curto prazo (Mapa à esquerda da Figura 4.12), nota-se que seis estados têm uma PTF abaixo

de 1, enquanto os demais estão ligeiramente acima desse valor. Ceará se destaca como o estado com a menor PTF, com aproximadamente 0,97, e também é o terceiro com maior número de empresas beneficiadas, totalizando vinte e cinco. Essa perda de PTF registrada nesse estado se deve em grande parte à baixa produtividade das empresas das seções de informação e comunicação (sete) e eletricidade e gás (sete), que na média registraram perda PTF. Por outro lado, o estado com o maior ganho de PTF é o Maranhão, com dezoito empresas beneficiadas, das quais as principais contribuintes para esse ganho pertencem às seções de eletricidade e gás (cinco) e transporte e armazenagem (oito). De modo geral, nos estados com maiores ganhos de PTF, as empresas responsáveis por esse aumento pertencem às seções de eletricidade e gás e transporte e armazenagem.

Figura 4.12: Índices de Malmquist: distribuição entre as Unidades da Federação da área de cobertura da Sudene (Curto e Longo Prazos)



Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos índices.

No longo prazo (no mapa à direita da Figura 4.12), observa-se que cinco estados têm uma PTF abaixo de 1, enquanto os demais estão um pouco acima desse valor. Um resultado interessante da análise geográfica de longo prazo é que o Maranhão, que no curto prazo era o estado com maior ganho de PTF, passou a ser o estado com menor PTF (0,95). É importante mencionar que o número de empresas neste estado reduziu de dezoito no curto prazo para oito no longo prazo, que consequentemente afetou o índice, sobretudo pela perda de quatro empresas da seção de eletricidade e gás e quatro da seção de transporte e armazenagem.

Minas Gerais passou a ser o estado com maior ganho de PTF, com um valor de 1,29. Contudo, é importante pontuar que este estado só registrou duas empresas pertencentes à seção de eletricidade e gás, tanto no curto quanto no longo prazo.

4.5 Considerações finais

A análise de eficiência desempenha um papel importante no contexto de uma avaliação abrangente dos efeitos da política de incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura. Os resultados obtidos nesta investigação proporcionam insights valiosos sobre a eficiência das empresas beneficiadas, permitindo uma compreensão mais aprofundada dos impactos gerados pelos incentivos fiscais. A mensuração da eficiência técnica e da mudança de produtividade revela nuances importantes sobre como as empresas estão utilizando os recursos disponíveis e como estão evoluindo em termos de produtividade.

Mesmo relacionado apenas ao setor de Infraestrutura, os resultados da pesquisa destacam grande heterogeneidade dos efeitos da política de incentivos fiscais para os diferentes segmentos econômicos, evidenciando a importância de considerar as particularidades de cada segmento e da localização das empresas na avaliação de políticas da Sudene. Além disso, as limitações relacionadas aos dados disponíveis e ao horizonte de tempo curto para atribuir efeitos mais duradouros de longo prazo ressaltam a necessidade de estudos complementares e de uma análise contínua para acompanhar a evolução dos impactos ao longo do tempo. Além disso, a limitação de informações de investimentos a cada ano por parte das firmas impede uma investigação mais detalhada sobre como essas unidades utilizam os insumos de forma apropriada para gerar outputs relacionados à melhoria da eficiência.

Análise de Efetividade

Na análise de efetividade, identificou-se efeitos da política nos municípios com empresas beneficiadas e sobre localidades vizinhas. A utilização de ferramentas da Econometria Espacial mostrou um efeito transbordamento para municípios vizinhos da política de incentivos fiscais no tocante a algumas variáveis.

5.1 Introdução

Por fim, procede-se a uma análise da efetividade dos incentivos fiscais, mensurando impactos para além das firmas, seja nos municípios onde estão localizadas e nos municípios vizinhos. Através da construção de uma base de dados a nível de municípios que compõem a área de atuação da SUDENE, o objetivo consiste em mensurar o efeito da política de incentivos sobre indicadores socioeconômicos e de mercado de trabalho dos municípios. Este exercício consiste, portanto, em verificar se o fato de o município conter empresas beneficiadas com a redução de 75% do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ) no setor de infraestrutura contribui para que este obtenha melhores indicadores de desenvolvimento econômico e social, além de potenciais efeitos de transbordamento sobre os municípios vizinhos.

Embora uma política pública possa ser direcionada a grupos de unidades dentro de uma determinada fronteira geográfica, é possível que o seu efeito se espalhe para as localidades vizinhas. A população de um município com empresas beneficiadas pelos incentivos fiscais

pode integrar o mercado consumidor de outro município próximo, de maneira que parte do processo de desenvolvimento local e elevação da renda local possa “transbordar” para outras regiões, ainda que estas não tenham sido diretamente contempladas pela política.

A variável de impacto será o investimento das firmas agregados por município. Uma Análise Exploratória de Dados Espaciais é realizada para identificar padrões de correlação espacial. Em seguida, identifica-se através de testes a presença de autocorrelação, resultado que determinará o tipo de modelo a ser estimado, que poderá ser um painel espacial.

A seção 2 contém informações sobre os dados. Nas seções 3 e 4 são apresentados os métodos empregados e os resultados, fechando com a seção 5 de considerações finais.

5.2 Dados

Esta seção apresenta o conjunto de variáveis utilizadas na análise de efetividade dos incentivos fiscais, que busca estimar seus impactos sobre indicadores socioeconômicos e do mercado de trabalho a nível de município. Os dados utilizados neste estudo estão estruturados em um painel que abrange os anos de 2013 a 2021. O painel, por sua vez, permite a análise temporal e espacial das variáveis de interesse, facilitando a observação de padrões e tendências ao longo do tempo.

Para analisar os efeitos dos incentivos fiscais nos indicadores do mercado de trabalho, foram utilizadas como variáveis dependentes o logaritmo natural do número de trabalhadores admitidos, demitidos, vínculos ativos e rotatividade do emprego. Na busca por possíveis efeitos sobre indicadores de renda e saúde, utilizou-se o logaritmo do PIB *per capita* e a taxa de mortalidade infantil, respectivamente, como variáveis dependentes do modelo.

A principal variável utilizada para explicar os efeitos sobre os indicadores de saúde e mercado de trabalho é o logaritmo do investimento acumulado²³. Além disso, integrou-se ao modelo outras variáveis de controle que podem explicar a variação das variáveis respostas.

²³As transformações logarítmicas foram aplicadas para minimizar o impacto de valores extremos nos resultados.

Contudo, observando-se as distintas naturezas das variáveis dependentes, os controles para cada uma delas também são distintos.

Para os indicadores de mercado de trabalho, foram utilizados como variáveis de controle a taxa de empregados formais com nível educacional médio completo, a taxa de empregados formais com nível educacional superior completo, média de anos de trabalho formal e taxa de trabalhadores do sexo masculino. Para indicadores de renda, as variáveis de controle utilizadas foram a taxa de empregados formais com nível educacional superior completo, taxa de mortalidade infantil e densidade demográfica. Por fim, para indicadores de saúde as variáveis de controle de taxa de empregados formais com nível educacional superior completo, PIB per capita e densidade demográfica foram utilizadas.

A obtenção das variáveis supracitadas se deu, em sua maioria, através da RAIS. As exceções ocorrem nas variáveis de taxa de mortalidade infantil (DATASUS), densidade demográfica (IBGE) e no investimento acumulado (SUDENE).

Na Tabela 5.1 são apresentadas as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas nos modelos espaciais estimados de acordo com a seção 5.3. Busca-se, assim, entender a distribuição dos dados, reportando seus valores médios, dispersões (a partir das estatísticas de desvios-padrões) e valores extremos. A partir dos valores imputados nas últimas duas colunas da Tabela 5.1, mínimos e máximos das variáveis, pode-se notar grande disparidade entre os valores extremos, que, corroborados pelos altos desvios-padrões, evidenciam forte heterogeneidade entre os municípios analisados no estudo.

Em relação ao PIB *per capita* dos municípios analisados tem-se, em média, R\$9.595,80, com desvio padrão de um pouco mais de R\$13.000. Esses valores indicam diferenças significativas na riqueza desses municípios. Com respeito ao investimento acumulado nos municípios durante o período da análise, observou-se um total médio de R\$31.981.896, com valor máximo observado de mais de R\$24bi.

No que tange os indicadores de mercado de trabalho, tem-se que, em média, os municípios contam com 1.061 e 1.766 admitidos e demitidos, respectivamente. Experimentam

ainda uma taxa de rotatividade nos empregos formais de um pouco mais de 4% dos trabalhadores. Cabe mencionar ainda que o número médio de vínculos ativos nos municípios é de quase 4530 trabalhadores.

Sobre as taxas de escolaridade dos trabalhadores formais, os quais 38% são do sexo masculino, tem-se que, em média, quase 38% possuem ensino médio completo. Os trabalhadores qualificados (com ensino superior completo) são uma parcela de 18,4% do total. Por fim, o indicador de saúde, representado pela taxa de mortalidade infantil dos municípios, possui média de 0,014, onde a maior proporção observada na nossa base de dados é de 0,142, taxa muito acima da média.

Tabela 5.1: Estatísticas Descritivas

Variável	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Admitidos	1.061,20	9.845,61	0,0	482.940,00
Vínculos ativos	4.529,69	33.034,75	0,0	849.895,00
Rotatividade	0,04	0,04	0,0	0,80
Demitidos	1.766,47	13.096,64	0,0	444.351,00
PIB per capita	9.595,79	11.052,96	219,95	367.686,49
Tx. de Mort. Infantil	0,01	0,01	0,0	0,14
Investimento acum.	31.981.896,22	572.567.076,57	0,0	2.482.738.061,46
Tx. de Esc. - Médio	0,38	0,13	0,0	1,0
Tx. de Esc. - Superior	0,18	0,11	0,0	0,98
Taxa de Homens	0,38	0,08	0,0	1,0
Média de Experiência	82,13	35,14	0,0	247,93
Densidade Populacional	87,34	421,84	0,82	9.533,51

Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene, RAIS, IBGE e DATASUS.

Nota: A taxa de rotatividade é uma proporção do estoque de trabalhadores das firmas. Assim como as taxas de trabalhadores com nível médio e nível superior de escolaridade e de trabalhadores do sexo masculino. O PIB per capita e o investimento acumulado são medidos em reais, a densidade populacional em habitantes por km² e a experiência é medida em meses.

5.3 Estratégia empírica

A análise de efetividade dos incentivos fiscais consistirá em estimar o seu impacto sobre indicadores socioeconômicos e do mercado de trabalho a nível de município, quais sejam: o número de trabalhadores admitidos e demitidos, o número de vínculos ativos, a taxa de

rotatividade do emprego, o PIB *per capita* e a taxa de mortalidade infantil e o índice de desenvolvimento da educação básica. Uma vez que os incentivos geram efeitos positivos sobre o salário e o emprego das firmas beneficiadas, espera-se uma cadeia de repercussões positivas sobre o crescimento econômico do município no qual se localiza a empresa, através do fortalecimento do mercado consumidor local. Além disso, um maior PIB *per capita* pode gerar efeitos sociais positivos, tanto em indicadores de saúde quanto de educação.

Para a presente análise, os dados a nível de empresa foram agregados a nível de município, formando um painel com informações para os anos de 2013 a 2021. A variável de interesse que medirá o efeito da política é o investimento das empresas, agregado para cada município. Aqui não se utilizou a abordagem do efeito de tratamento com uma variável *dummy*, pois uma vez que várias empresas possuem incentivos em todos os anos, ao considerar a análise a nível municipal não haveria variabilidade no status de tratamento do município ano a ano no painel. Assim, o modelo empírico apresentará a seguinte especificação:

$$\ln(Y_{it}) = \beta_1 \ln(Inv_{it}) + \beta_2 \ln(X_{it}) + \alpha_i + \epsilon_i \quad (5.1)$$

onde Y_{it} representa o valor das variáveis dependentes no município i da área de atuação da Sudene, no ano t , Inv_{it} representa o total de investimentos declarados pelas empresas no município i no ano t , X_{it} é um conjunto de variáveis de controle, que podem impactar cada variável explicada, e i consiste no efeito fixo para cada município, o qual capta os fatores não observáveis constantes no tempo, intrínsecos a cada município.

Segundo Greene (2007), os métodos de dados em painel podem ser utilizados para identificar alterações nos comportamentos das unidades observadas ao decorrer do tempo. Baltagi (2008) assegura que o método de dados em painel possui a capacidade de identificar pontos não perceptíveis em *cross-section* ou séries temporais, além de permitir uma quantidade maior de graus de liberdade e eficiência dos estimadores.

Embora uma política pública possa ser direcionada a grupos de unidades dentro de uma determinada fronteira geográfica, é possível que o seu efeito se espalhe para as localidades

vizinhas. Nesse sentido, uma das limitações da abordagem tradicional dos modelos em painel está na dificuldade em modelar a presença dos possíveis interações espaciais entre as unidades. A população de um município com empresas beneficiadas pelos incentivos fiscais pode integrar o mercado consumidor de outro município próximo, de maneira que parte do processo de desenvolvimento local e elevação da renda do município pode “transbordar” para outras regiões e localidades, ainda que estas não tenham sido diretamente contempladas pela política.

Dito isto, é possível medir o efeito transbordamento da política lançando mão de técnicas de estimação baseadas em painéis espaciais. Os modelos de econometria espacial, originalmente, consideram uma configuração de dados de corte transversal, o qual não considera a variabilidade de cada unidade de análise.

Antes de proceder à estimação do modelo espacial, é preciso verificar a ocorrência de dependência espacial, pois não necessariamente haverá interação nos três termos indicados na equação 2 (variável dependente, variáveis independentes e o termo do erro). Foram aplicados, então, testes de dependência baseados no multiplicador de Lagrange nas defasagens espaciais da variável dependente e no termo de erro do modelo (ver Elhorst (2013)). Constatada a dependência, deve-se realizar as estimações dos modelos espaciais.

Tanto para a realização dos testes de dependência, quanto para a estimação do painel espacial, é necessária a presença de uma matriz de pesos espaciais. LeSage (2014) sugere adotar uma matriz de peso espacial simples, uma vez que a mudança de matrizes, apesar de alterar a conectividade das regiões, não provoca alterações relevantes nas estimações, caso a significância dos parâmetros espaciais seja altamente significativa. Assim, adotou-se a matriz de contiguidade espacial “*queen* (rainha)”, devido a permissão de um maior número de ligações entre os municípios, já que esta leva em conta o compartilhamento de fronteiras e vértices para definição de vizinhança.

Segundo Resende et al. (2017), o modelo espacial pode ser estendido a uma estrutura de dados em painel com N observações e T períodos, conforme a seguinte especificação:

$$Y_{it} = \rho W Y_t + \alpha l_N + X_t \beta + W X_t \phi + u_t \quad (5.2)$$

$$u_t = \lambda W u_t + \varepsilon_t$$

onde W é a matriz de pesos espaciais, a qual seus elementos w_{ij} representam o grau de conexão entre duas localidades i e j . $W Y_t$ denota a matriz dos efeitos de interação na variável de resultado, $W X_t$ os efeitos de interação com relação às variáveis explicativas e $W u_t$ denota as interações nos termos de erro.

De acordo com Almeida (2012), a especificação acima representa o modelo geral de efeitos fixos com dependência espacial. Segundo o autor, é possível extrair vários modelos, alterando os valores dos parâmetros espaciais. Com $\rho \neq 0$, $\phi \neq 0$ e $\lambda = 0$, tem-se o modelo SAR, cuja defasagem espacial se dá na variável dependente:

$$Y_t = \alpha + \rho W Y_t + X_t \beta + u_t \quad (5.3)$$

Já com $\rho = 0$, $\phi \neq 0$ e $\lambda = 0$, tem-se o modelo SLX com efeitos fixos, cuja dependência espacial admite-se ocorrer nas variáveis independentes:

$$Y_t = \alpha + X_t \beta + W X_t \phi + u_t \quad (5.4)$$

Por fim, o modelo de erro espacial (SEM) é extraído sendo $\rho = 0$, $\phi = 0$ e $\lambda \neq 0$:

$$Y_t = \alpha + X_t \beta + u_t \quad (5.5)$$

$$u_t = \lambda W u_t + \varepsilon_t$$

Os modelos de painel espacial possuem muitas aplicações presentes na literatura. Resende et al. (2017) analisam os impactos do Fundo Constitucional de Financiamento do Nor-

deste (FNE) sobre o crescimento da renda per capita dos municípios beneficiados e utilizaram o modelo Durbin (SDM), o qual leva em conta interações espaciais nas variáveis explicada e explicativas. Os autores seguiram o procedimento sugerido por Elhorst (2013), segundo o qual inicia-se com a estimação do SDM e através de um teste de máxima verossimilhança é determinado se o modelo pode ser simplificado para o modelo SAR ou o modelo SDM. O resultado do teste indicou que a melhor escolha seria a aplicação do SDM. Já em Guliyeve (2020), que analisou os efeitos da COVID-19, o modelo mais apropriado foi o SLX.

No modelo espacial, os efeitos das variáveis independentes podem ser visualizados através de derivadas parciais da variável dependente com relação às variáveis independentes verificadas na própria localidade i e seus valores verificados nas demais:

$$\left[\frac{\partial Y}{\partial x_{1K}} \dots \frac{\partial Y}{\partial x_{NK}} \right] = (I - \rho W)^{-1} [\beta_K I_N + \phi_K W] \quad (5.6)$$

Com as derivadas parciais medimos se uma variação no investimento ligado aos incentivos fiscais ocorrida em um município afeta os indicadores socioeconômicos de municípios vizinhos, com ou sem empresas beneficiadas pela política. Assim, é possível testar a ocorrência ou não de *spillovers* espaciais. LeSage and Pace (2009) e Debarsy et al. (2012) definem o efeito direto como a média da diagonal principal dos elementos da matriz e o efeito indireto como a média de cada coluna ou linha, não levando em conta os elementos da diagonal principal destas matrizes (Resende et al., 2017).

O efeito indireto mostrará como as variáveis dependentes dos municípios reagem a variações nas variáveis explicativas das localidades vizinhas, sendo uma destas o investimento acumulado, o qual representa a intervenção da política de incentivos fiscais. Um coeficiente positivo, por exemplo, sendo o PIB per capita a variável explicada, indica que um determinado município terá maior crescimento do produto quanto maiores os investimentos acumulados pelas empresas beneficiadas nos seus municípios vizinhos. Assim, será possível identificar o grau de transbordamento dos incentivos fiscais entre as regiões.

5.4 Resultados

Esta seção é dividida em duas partes. Na primeira, é realizada a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE), onde, inicialmente, são apresentados mapas de distribuição espacial para cada uma das variáveis dependentes (admitidos, demitidos, vínculos ativos, rotatividade, PIB *per capita* e taxa de mortalidade infantil) e para a principal variável explicativa (investimento acumulado) nos municípios da área de atuação da Sudene nos anos de 2013 e 2021. Em seguida, são realizadas as análises global e local da autocorrelação espacial no contexto univariado e bivariado. Na segunda subseção, são apresentados e discutidos os resultados das estimativas dos modelos econométricos para o período analisado.

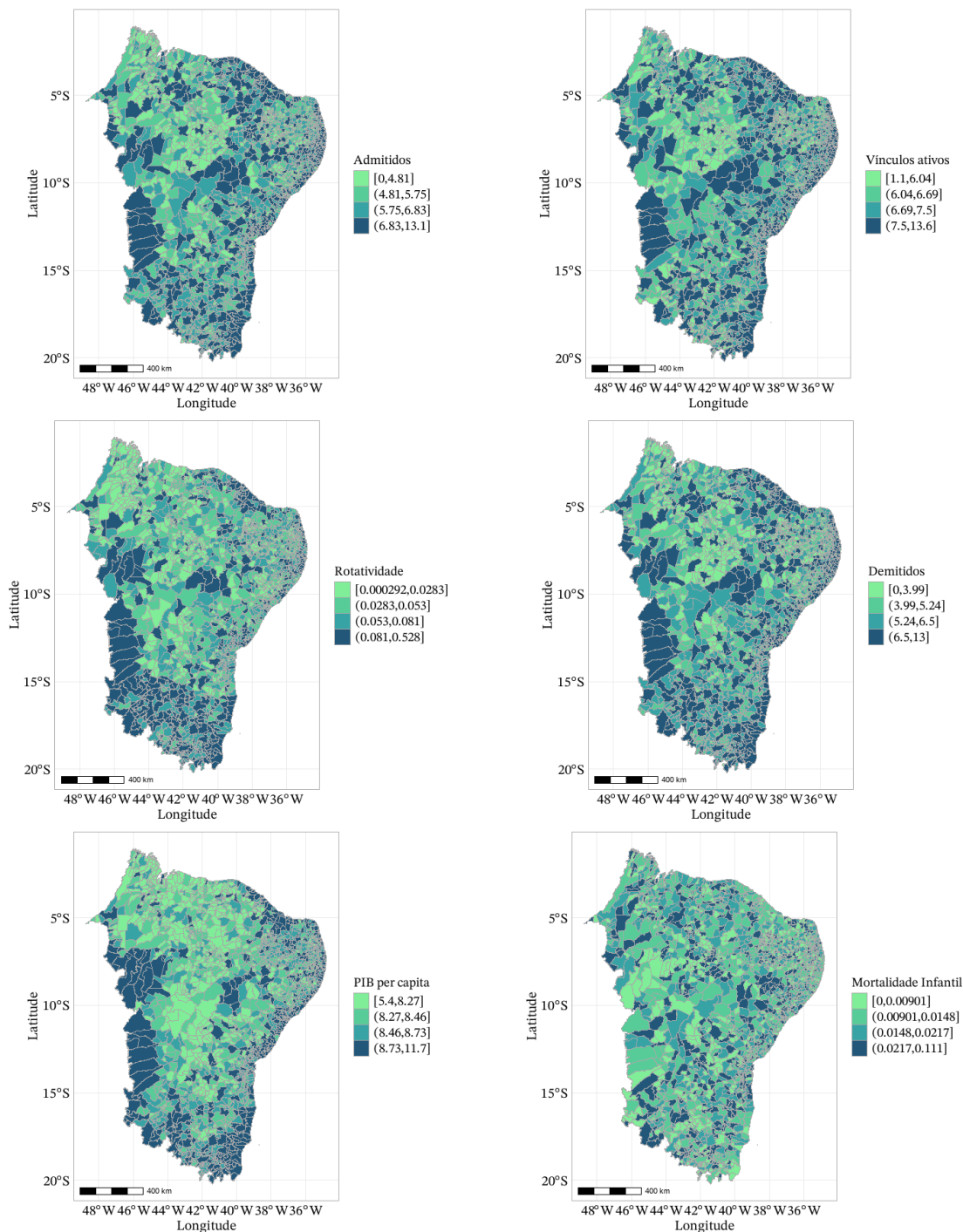
5.4.1 Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

A AEDE é um conjunto de técnicas destinadas a descrever e visualizar distribuições espaciais, identificar localidades atípicas (*outliers*) e investigar padrões de associação espacial (*clusters*). Assim como em modelos econométricos convencionais, onde é frequente realizar uma análise exploratória dos dados antes de estimar modelos de regressão, na econometria espacial é fundamental realizar, *a priori*, uma análise exploratória dos dados espaciais. Esta etapa é crucial antes de implementar a análise confirmatória e a modelagem econométrica apropriada (Almeida, 2012).

Distribuição espacial

A Figura 5.1 contém mapas que mostram a distribuição dos valores das variáveis dependentes entre os municípios a fim de se identificar algum padrão de concentração espacial existente para o ano de 2013. É possível observar que o quantil superior das variáveis relacionadas ao mercado de trabalho e ao PIB *per capita* está concentrado no sul do Maranhão, no extremo oeste da Bahia, em grande parte de Minas Gerais, no Espírito Santo e no Ceará. No que diz respeito à taxa de mortalidade infantil, a distribuição é uniforme entre os diferentes quantis.

Figura 5.1: Distribuição espacial das variáveis dependentes nos municípios da área de atuação da Sudene em 2013

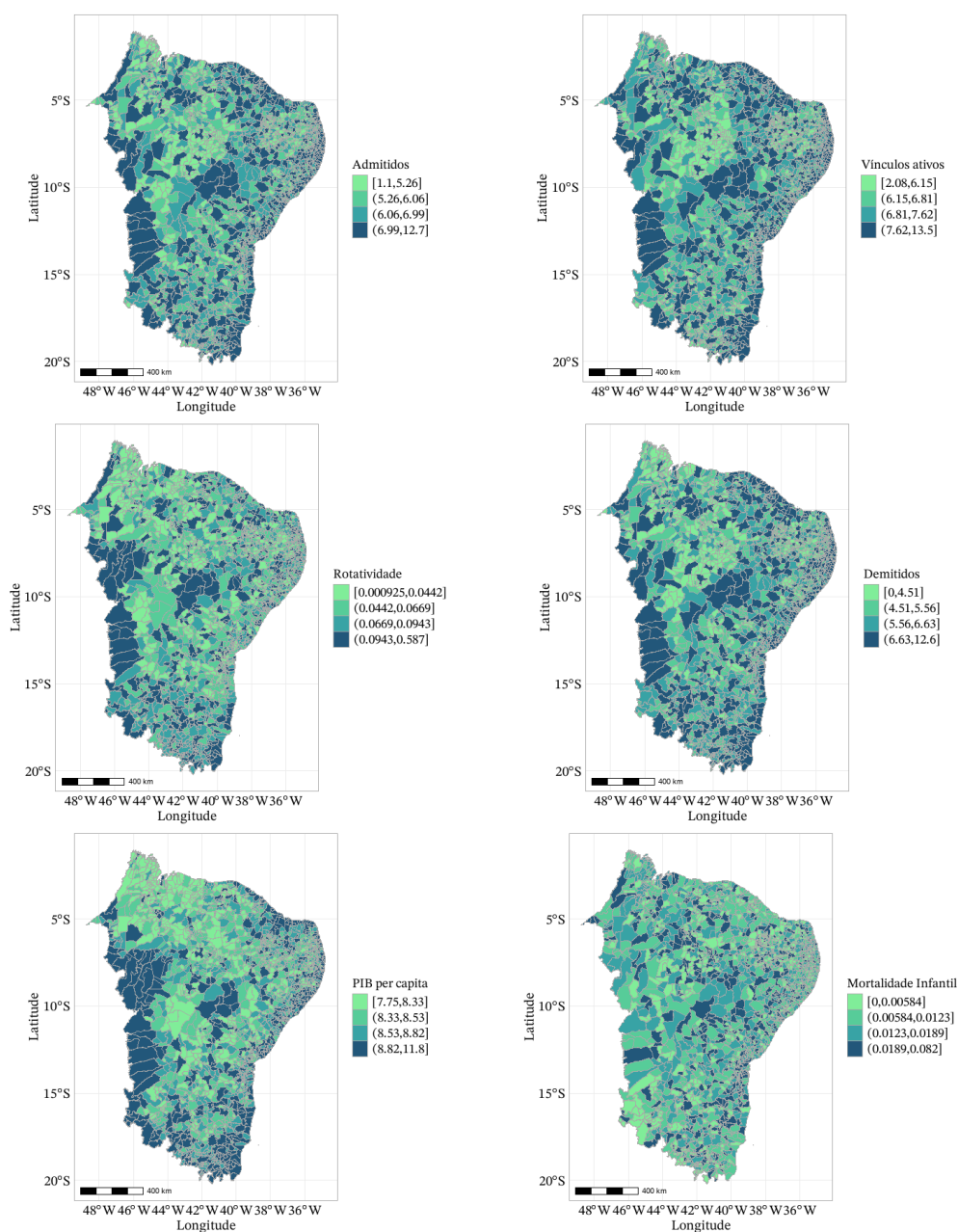


Fonte: Elaborado com base nos dados da RAIS, IBGE e DATASUS.

Ao comparar a Figura 5.1 com a Figura 5.2, nota-se que a distribuição espacial dos dados é semelhante entre 2013 e 2021. Os quantis superiores das variáveis do mercado de trabalho

e o PIB *per capita* continuam concentrados nas mesmas localidades, enquanto que a taxa de mortalidade registra uma distribuição homogênea nos municípios entre os diferentes quantis de sua distribuição.

Figura 5.2: Distribuição espacial das variáveis dependentes nos municípios da área de atuação da Sudene em 2021



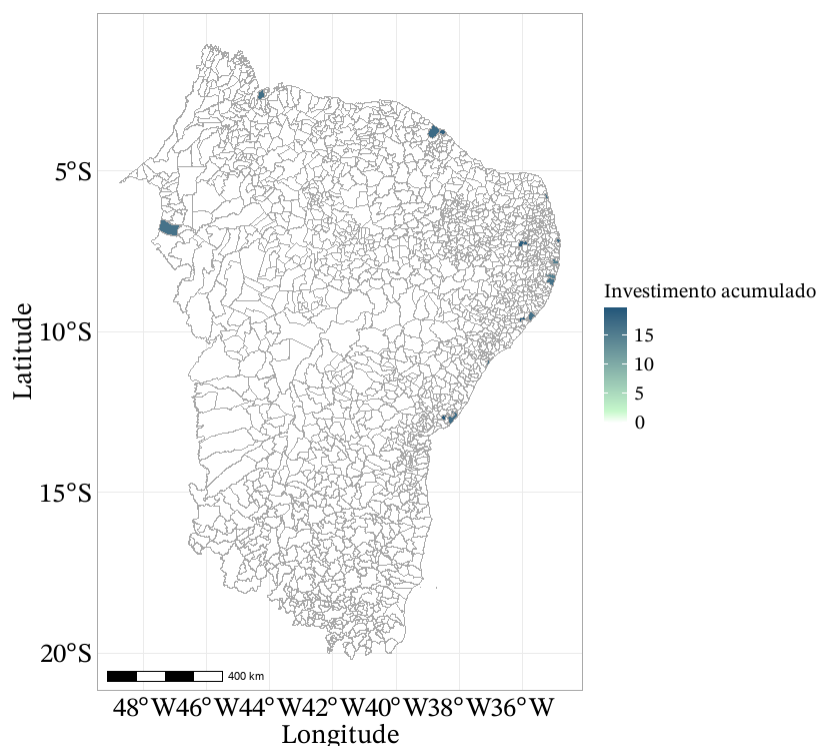
Fonte:

Elaborado com base nos dados da RAIS, IBGE e DATASUS.

Foi realizada, ainda, uma análise da distribuição espacial dos investimentos declarados

pelas empresas, quando da concessão dos incentivos fiscais. Em 2013, poucos municípios apresentaram dados de investimento, uma vez que se trata do período inicial da política. Portanto, nesse primeiro momento não se evidenciam concentrações espaciais no investimento acumulado entre os municípios (Figura 5.3).

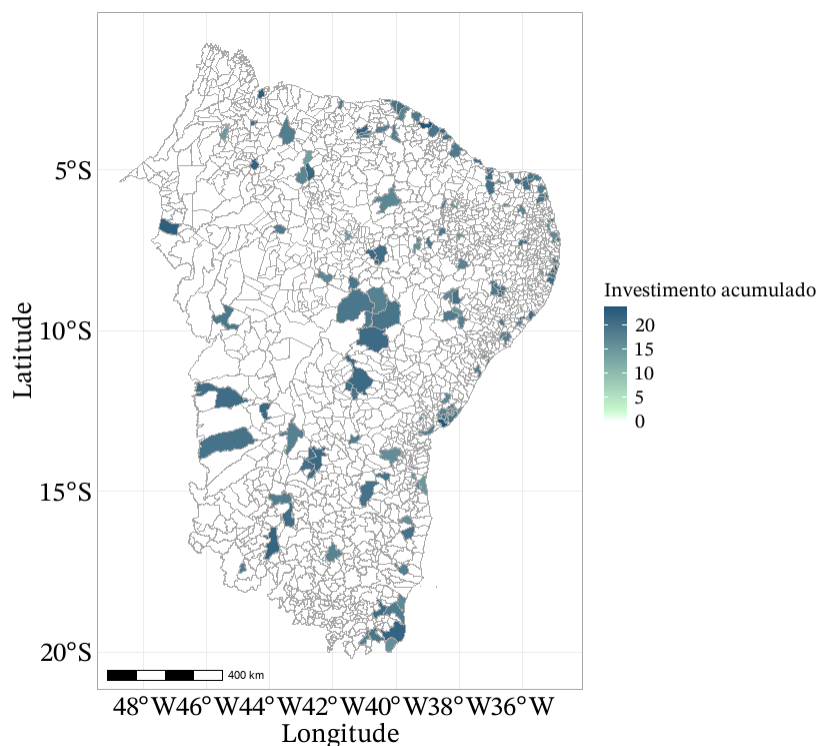
Figura 5.3: Distribuição espacial do investimento acumulado (em logaritmo) nos municípios da área de atuação da Sudene em 2013



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Já o investimento acumulado entre 2013 e 2021, conforme mostrado na Figura 5.4, revela concentrações espaciais no litoral dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte, na mesorregião do Vale São-Franciscano da Bahia e na Metropolitana de Salvador, na Bahia, além de alguns municípios no estado do Espírito Santo. É importante pontuar que essa concentração é baixa tendo em vista que o número de municípios beneficiados com incentivo fiscal é relativamente pequeno diante de todos os municípios da área de atuação da Sudene.

Figura 5.4: Distribuição espacial do investimento acumulado (em logaritmo) nos municípios da área de atuação da Sudene em 2021



Fonte: Elaborado com base nos dados da Sudene.

Autocorrelação Espacial: *I de Moran* Global e Local - Univariado e Bivariado

A Tabela 5.2 apresenta o *I de Moran* global para cada uma das variáveis dependentes e para o investimento acumulado entre os anos de 2013 e 2021. A hipótese nula testada é a da aleatoriedade espacial, contra a hipótese alternativa de presença de autocorrelação espacial. Um valor positivo e significativo de *I de Moran* indica que há autocorrelação espacial positiva (similaridade), enquanto um valor negativo e significativo indica autocorrelação espacial negativa (dissimilaridade). O índice varia no intervalo entre -1 e 1, onde, se estatisticamente significativo, o valor de -1 indica dissimilaridade total entre os valores da variável nos municípios e seus vizinhos, sugerindo um padrão de dispersão espacial, enquanto que o valor igual a 1 indica similaridade total, apontando um padrão de agrupamento espacial.

O índice *I de Moran* também possui um valor esperado, $E[I]$, que representa o valor que

seria obtido na ausência de um padrão espacial nos dados. Valores de I acima do $E[I]$ indicam autocorrelação espacial positiva, enquanto valores abaixo do $E[I]$ indicam autocorrelação espacial negativa (Anselin and Bera, 1998; Almeida, 2012).

Tabela 5.2: I de Moran global univariado para as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013 e 2021

Ano	Variáveis	I de Moran	$E(I)$	P-valor
2013	Admitidos	0,3800	-0,0005	0,0000
	Demitidos	0,3797	-0,0005	0,0000
	Vínculos ativos	0,3296	-0,0005	0,0000
	Rotatividade	0,3054	-0,0005	0,0000
	PIB per capita	0,4679	-0,0005	0,0000
	Taxa de mortalidade infantil	0,0106	-0,0005	0,1995
	Investimento acumulado	0,0476	-0,0005	0,0001
2021	Admitidos	0,3458	-0,0005	0,0000
	Demitidos	0,3637	-0,0005	0,0000
	Vínculos ativos	0,3260	-0,0005	0,0000
	Rotatividade	0,1390	-0,0005	0,0000
	PIB per capita	0,4360	-0,0005	0,0000
	Taxa de mortalidade infantil	0,0438	-0,0005	0,0004
	Investimento acumulado	0,1782	-0,0005	0,0000

Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

Nota: Foram utilizados os anos de 2013 e 2021 para observar a evolução das variáveis.

De posse das evidências estatísticas exibidas na Tabela 5.2, é possível observar que, em 2013, todos os indicadores do mercado de trabalho (admitidos, demitidos, vínculos ativos e rotatividade), assim como o indicador econômico (PIB *per capita*), apresentam valores de I de Moran positivos (acima de 0,3) e estatisticamente significantes, indicando autocorrelação espacial positiva. Tal resultado evidencia uma similaridade dos valores das variáveis entre os municípios da área de atuação da Sudene, isto é, no geral, altos (baixos) valores dessas variáveis tendem a estar circundados por altos (baixos) valores destas variáveis em municípios vizinhos. Esse padrão de distribuição sugere um efeito de contágio ou transbordamento. No caso do PIB *per capita*, por exemplo, isso indica que municípios com alto (baixo) PIB *per capita* são positivamente afetados pelo alto (baixo) PIB *per capita* observado nos

seus vizinhos. A taxa de mortalidade infantil, no entanto, apresenta um coeficiente próximo de zero e não significativo, indicando ausência de padrão espacial para esta variável. Por último, o investimento acumulado apresenta um coeficiente positivo e significativo, mas de menor magnitude comparado às demais variáveis, indicando uma autocorrelação espacial positiva de magnitude menor.

Em 2021, as variáveis que relacionam o número de admitidos, demitidos, vínculos ativos e PIB *per capita* continuam apresentando valores de *I de Moran* positivos (acima de 0,3) e estatisticamente significantes, indicando manutenção da autocorrelação espacial positiva ao longo do tempo. A rotatividade, embora ainda positiva e significativa, apresenta um coeficiente menor em 2021 quando comparado a 2013, sugerindo uma redução na autocorrelação espacial positiva. A taxa de mortalidade infantil, que em 2013 não apresentava padrão espacial significativo, mostra um *I de Moran* positivo e significativo em 2021, indicando o surgimento de autocorrelação espacial positiva. Por último, o investimento acumulado apresenta um aumento no valor do *I de Moran* significativamente positivo em 2021, indicando um aumento na autocorrelação espacial positiva ao longo do tempo.

Na Tabela 5.3, buscou-se avaliar o valor do *I de Moran* global num contexto bivariado. Intuitivamente, a ideia consiste em descobrir se os valores de cada uma das variáveis dependentes observadas num dado município guardam uma associação com os valores do investimento acumulado gerado pelos incentivos fiscais da Sudene em municípios vizinhos.

Com base na Tabela 5.3, é possível observar que, em 2013, todas as variáveis dependentes, exceto a taxa de mortalidade infantil, mostram uma autocorrelação espacial positiva (modesta) e estatisticamente significativa com o investimento acumulado. Isso sugere que municípios com altos (baixos) valores de investimento acumulado tendem a estar rodeados por municípios com altos (baixos) valores de admitidos, demitidos, vínculos ativos, rotatividade e PIB *per capita*, e vice-versa (similaridade espacial). De modo mais detalhado, por exemplo, o valor do *I de Moran* para a variável vínculos ativos (0,1265) indica que municípios que apresentam elevado número de vínculos ativos tendem a estar circundados por

Tabela 5.3: *I de Moran* global bivariado para as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013 e 2021

Ano	Variáveis	<i>I de Moran</i>	Viés	Erro padrão
2013	Admitidos X Investimento acum.	0,1164	-0,1168	0,0099
	Demitidos X Investimento acum.	0,1088	-0,1082	0,0104
	Vínculos ativos X Investimento acum.	0,1265	-0,1273	0,0097
	Rotatividade X Investimento acum.	0,0516	-0,0523	0,0093
	PIB per capita X Investimento acum.	0,1232	-0,1229	0,0106
	Tx. mort. infantil X Investimento acum.	-0,01152	0,0113	0,0095
2021	Admitidos X Investimento acum.	0,1516	-0,1511	0,0098
	Demitidos X Investimento acum.	0,1511	-0,1512	0,0104
	Vínculos ativos X Investimento acum.	0,1508	-0,1510	0,0108
	Rotatividade X Investimento acum.	0,0582	-0,0582	0,0098
	PIB per capita X Investimento acum.	0,1534	-0,1532	0,0103
	Tx. mort. infantil X Investimento acum.	-0,0014	0,0012	0,0093

Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

municípios com alto investimento acumulado, assim como municípios com baixo número de vínculos ativos são vizinhos de municípios com baixo investimento acumulado.

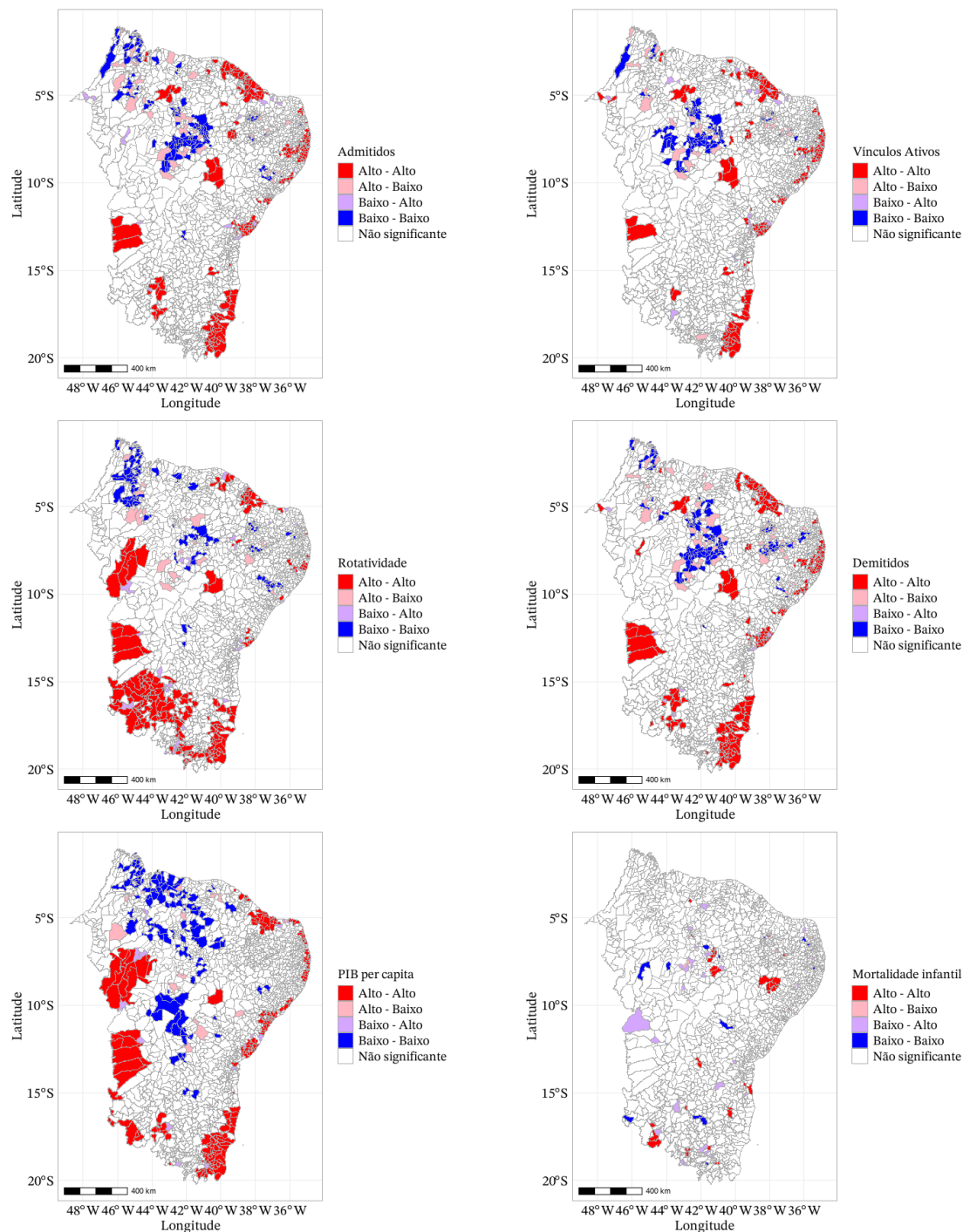
Em 2021, a tendência de autocorrelação espacial positiva entre as variáveis dependentes e o investimento acumulado se mantém e se intensifica, especialmente para admitidos, demitidos, vínculos ativos e PIB *per capita*. A taxa de mortalidade infantil continua a apresentar um coeficiente de *I de Moran* não significativo do ponto de vista estatístico, indicando ausência de padrão espacial entre essa variável e o investimento acumulado, tanto em 2013 quanto em 2021.

Além da análise global, é importante realizar análises de autocorrelação espacial local. Em virtude de dois motivos: o primeiro, um indício de ausência de autocorrelação global pode camuflar padrões de autocorrelação local; e o segundo, uma forte indicação de autocorrelação global direcionado a algum sinal (positivo ou negativo), pode ocultar padrões locais de associação direcionado ao sinal oposto. Diante disso, as Figuras 5.5 e 5.6 apresentam os resultados da análise autocorrelação local univariada e as Figuras 5.7 e 5.8 para a bivariada.

Como pode ser observado na Figura 5.5, existem quatro tipos de *clusters* estatisticamente significantes, sendo eles “Alto – Alto”, “Alto – Baixo”, “Baixo – Alto” e “Baixo – Baixo” para todas as variáveis dependentes. A análise destes *clusters* leva em consideração sempre o município i como o primeiro termo e os vizinhos j como o segundo; por exemplo, Baixo – Alto indica a existência de baixos valores no município i e valores altos nos vizinhos j . Nota-se em destaque a presença de um maior número de *clusters* Alto-Alto, para todas as variáveis, exceto taxa de mortalidade infantil, principalmente em municípios próximo ao litoral do Ceará, em grande parte do Espírito Santo, Minas Gerais e bem distribuídos no estado da Bahia, ou seja, municípios com altos valores dessas variáveis são vizinhos de municípios com altos valores das mesmas variáveis nessas localidades. É importante notar, também, a existência de *clusters* Baixo – Baixo, distribuídos por grande parte dos estados do Maranhão e Piauí, indicando nessas localidades a existência de municípios com baixo valor dessas variáveis vizinhos de municípios com baixo valor dessas variáveis.

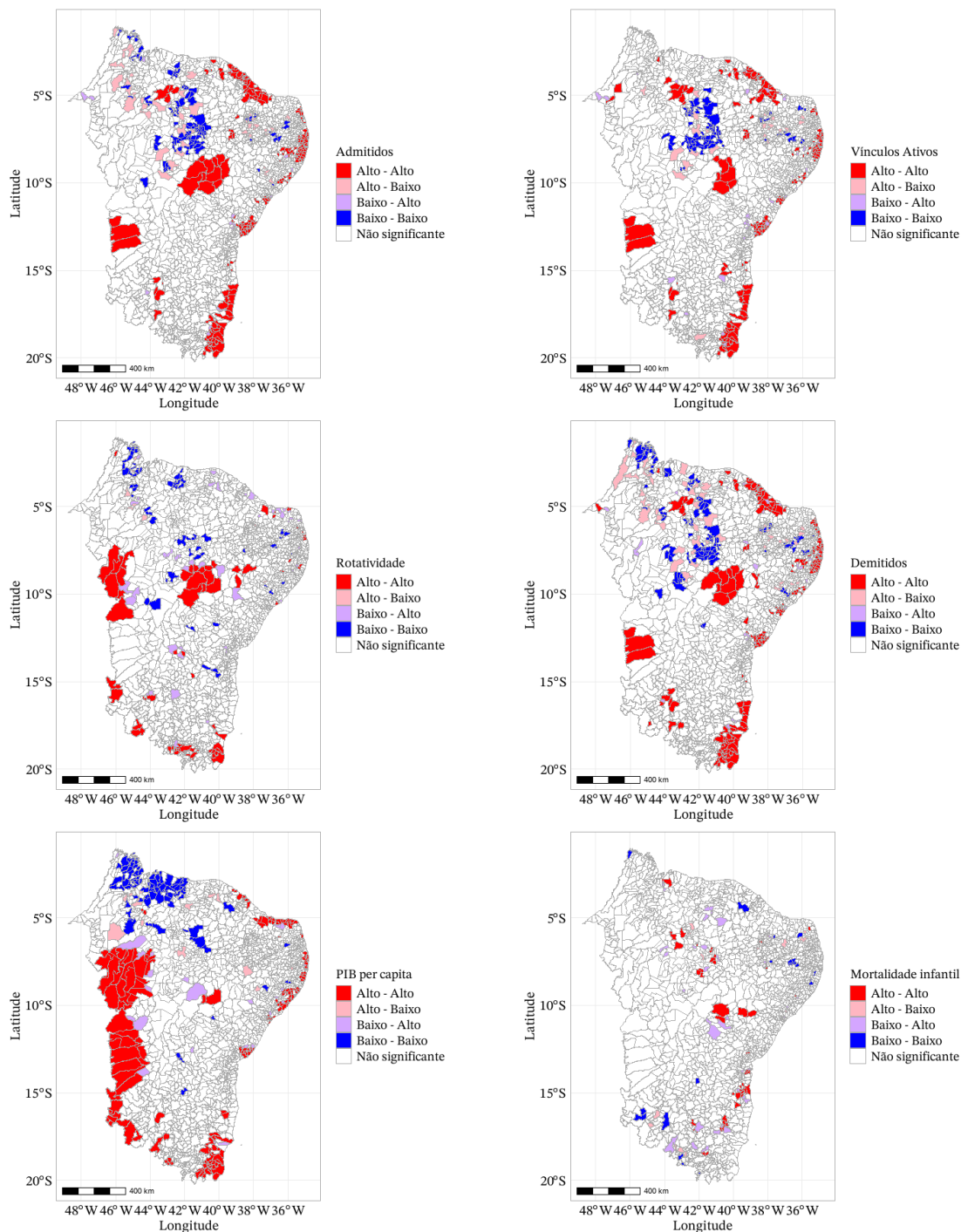
Em 2021, conforme pode se observar na 5.6, entre as poucas diferenças notáveis visualmente, tem-se a expansão do *cluster* Alto – Alto no PIB per capita que se estendem desde as mesorregiões do Norte de Minas e Noroeste de Minas, passando pelo extremo oeste da Bahia, sudoeste do Piauí, e alcançando o sul do Maranhão. Por outro lado, na variável de rotatividade observa-se uma redução nos *clusters* Alto – Alto. No entanto, de maneira geral, verifica-se uma notável semelhança entre as duas figuras demonstrando a existência de *clusters* em 2021 nas mesmas localidades identificadas em 2013. Esses são indícios da presença de efeitos retroalimentadores dessas variáveis, a partir dos efeitos resultantes do município i nos vizinhos j e dos vizinhos j no município i , proporcionando valores maiores dessas variáveis nessas localidades.

Figura 5.5: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local univariado para as variáveis dependentes em 2013



Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

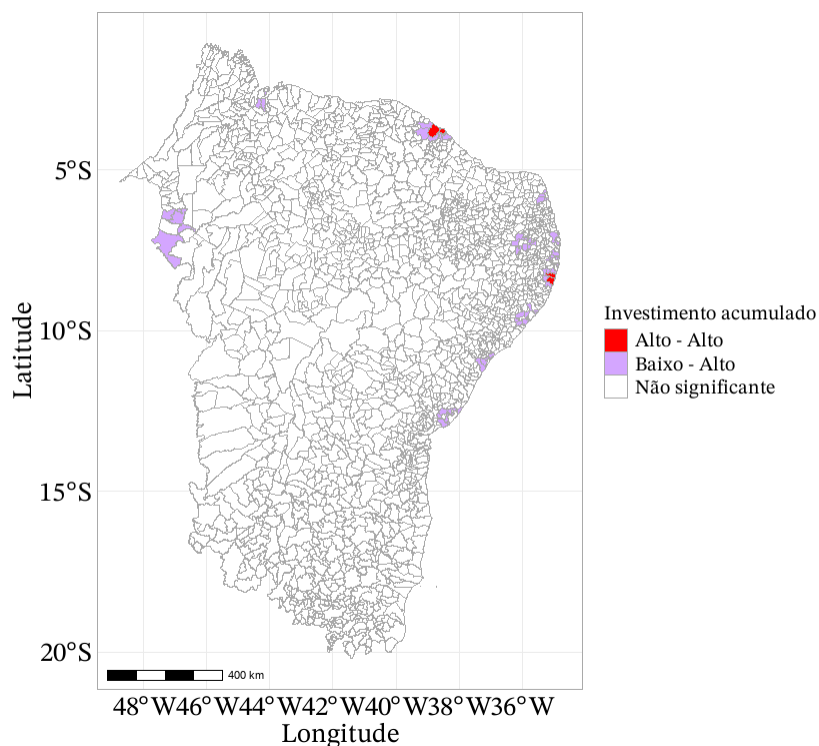
Figura 5.6: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local univariado para as variáveis dependentes em 2021



Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

A Figura 5.7 ilustra a presença de *clusters* estatisticamente significativos, no ano de 2013, para a variável investimento acumulado. Dois tipos de *clusters* são observados, sobretudo,

Figura 5.7: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local univariado para o investimento acumulado em 2013

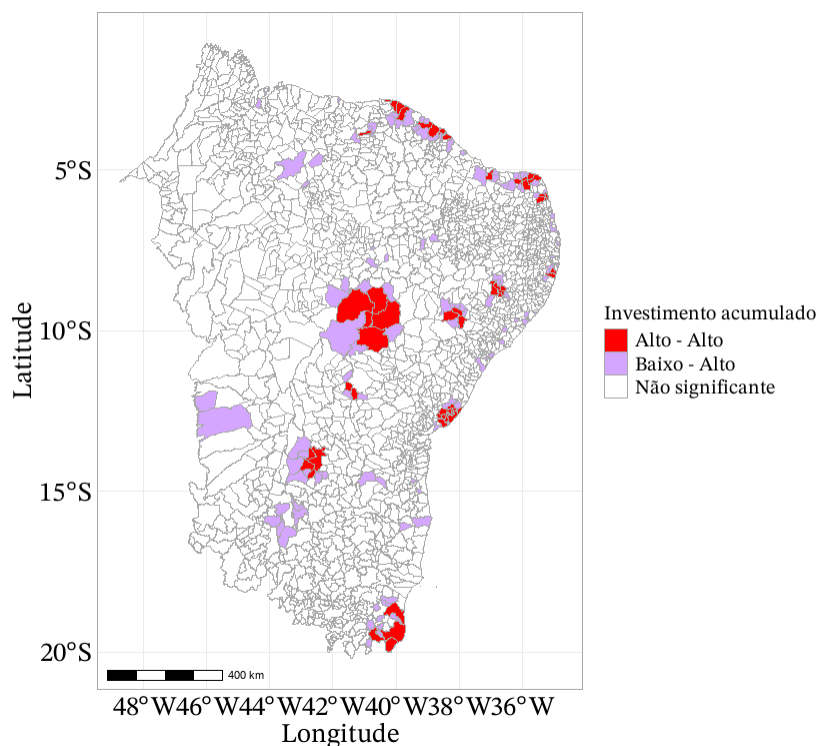


Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

em partes litorâneas dos estados da Bahia e Pernambuco. Nota-se uma maior concentração de municípios de baixo investimento acumulado e que possuem vizinhos com altos investimentos. Além disso, observa-se a presença de *clusters* Alto-Alto numa pequena parcela dos estados do Ceará e Pernambuco. Cabe mencionar que o ano de 2013 foi o ano de início da política de incentivos fiscais da Sudene e poucos municípios puderam experimentar a política no início.

Na Figura 5.8, que considera os investimentos acumulados dos municípios em 2021, observa-se, diferente de 2013, um equilíbrio nos dois tipos de *clusters* localizados. Fica claro o aumento nos *clusters* Alto-Alto, com grande concentração nos estados de Pernambuco e Bahia. Essa alta concentração pode indicar zonas de desenvolvimento econômico significativo, que poderiam, eventualmente, ser atribuídas à eficácia dos incentivos fiscais da Sudene no setor de infraestrutura. Em relação aos *clusters* Baixo-Alto, houve mudanças significati-

Figura 5.8: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local univariado para o investimento acumulado em 2021



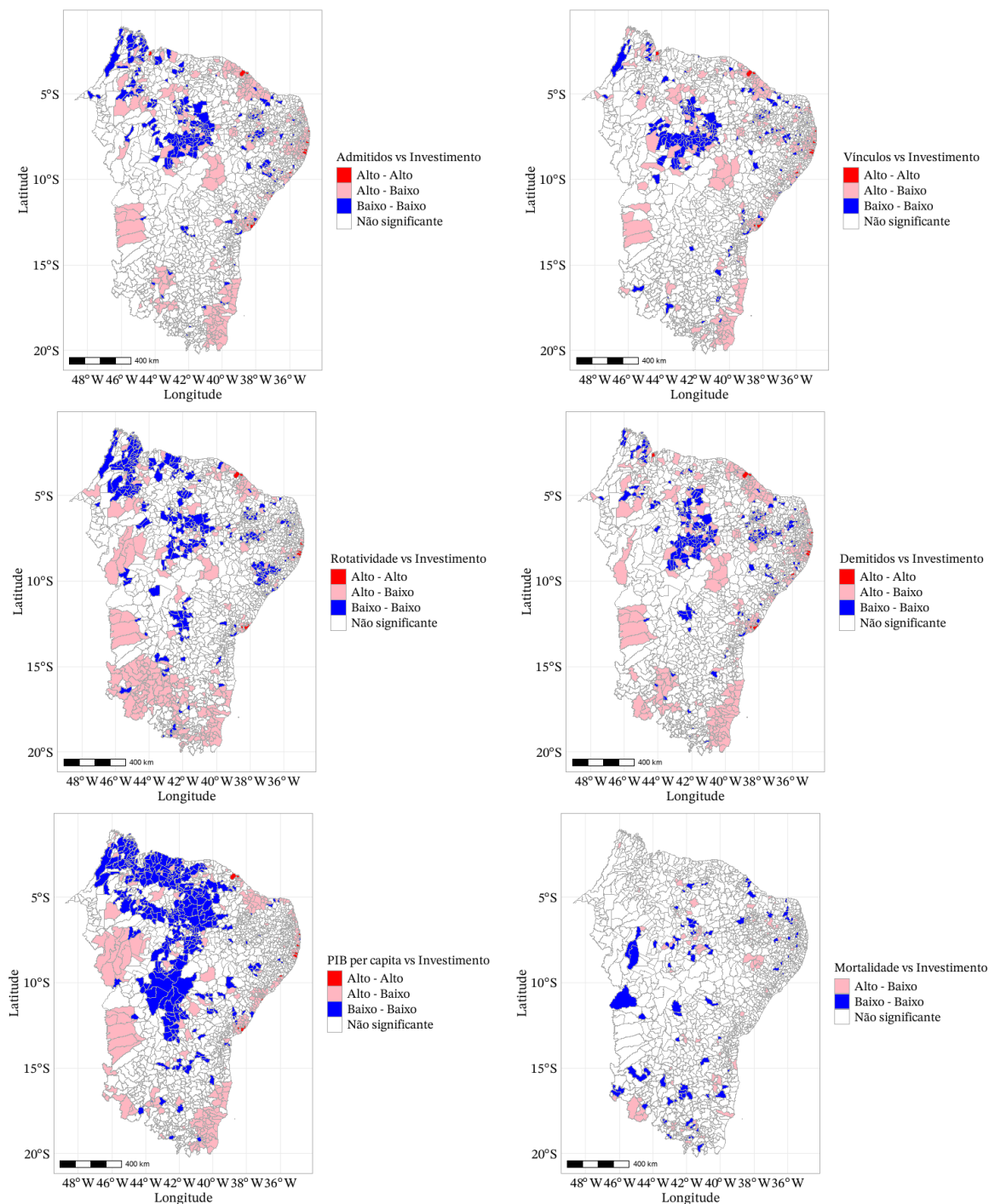
Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

vas nas localidades observadas em 2013. Em 2021, o estado de Minas Gerais concentra parte expressiva de municípios com alto investimento acumulado, cujos vizinhos possuem baixo investimento.

A Figura 5.9 mostra os resultados da análise de autocorrelação espacial local bivariada, através de *clusters* bivariados para o ano de 2013, considerando como variável explicativa o investimento acumulado gerado por meio do incentivo fiscal da Sudene. Os resultados evidenciam a presença predominantemente de *clusters* Alto – Baixo, bem distribuídos em todos os estados de área de atuação da Sudene, ou seja, esse resultado indica que municípios com valores altos da variável dependente *i* são vizinhos de municípios com baixo investimento acumulado gerado pela Sudene. Esse resultado já era esperado, tendo em vista que os incentivos fiscais acima de zero gerados pela Sudene em 2013 beneficiaram apenas 15 municípios distintos. Apesar disso, constatou-se a autocorrelação espacial local com *clusters* Alto – Alto

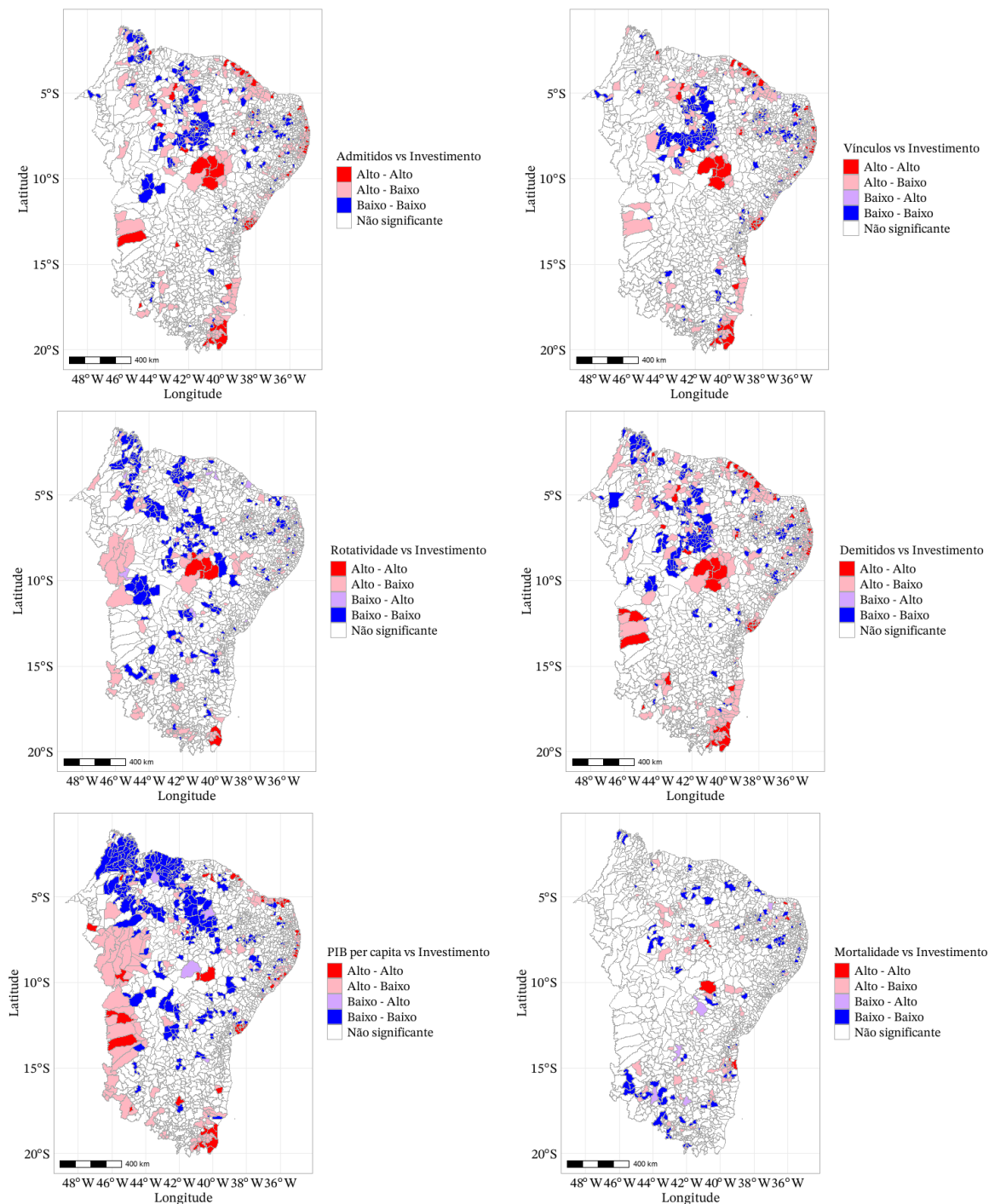
em municípios próximos ao litoral na grande maioria dos estados.

Figura 5.9: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local bivariado entre as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2013



Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

Figura 5.10: Mapas de *Clusters* do *I de Moran* local bivariado entre as variáveis dependentes e o investimento acumulado em 2021



Fonte: Elaborado com base nas estimativas do índice.

Quando comparado a Figura 5.9 com a 5.10, se observa o elevado aumento do número de *clusters* Alto – Alto na grande maioria dos estados quando as variáveis dependentes são

Admitidos, Vínculos ativos, demitidos e PIB per capita. Isso demonstra uma relação espacial de semelhança entre municípios com alto valores dessas variáveis e investimento acumulado gerado pelos incentivos fiscais da Sudene e seus vizinhos. Além disso, ainda se observa um expressivo número de *clusters* Alto-Baixo bem distribuídos por toda área de atuação da Sudene.

5.4.2 Estimações dos modelos

Como observado, a AEDE forneceu evidências preliminares de autocorrelação espacial nos dados. Considerando que este estudo utiliza um painel de dados, foram realizados testes focados para validar essa suspeita e escolher a modelagem econométrica espacial adequada: os testes *LM lag* e *LM error*, tanto em suas versões clássicas quanto robustas. O teste *LM lag* é um multiplicador de Lagrange que detecta a presença de defasagem espacial na variável dependente, enquanto o teste *LM error* identifica a autocorrelação espacial nos erros do modelo. Ambos testam a hipótese de ausência de autocorrelação espacial, sendo que o *LM lag* foca na defasagem da variável dependente e o *LM error* na autocorrelação nos erros.

Com base na Tabela B.1 (apêndice B) é possível verificar que ambas as estatísticas dos testes *LM lag* e *LM error* clássicos mostraram significância estatística em todos os modelos, recomendando-se a realização dos testes em suas versões robustas. Após a aplicação dos testes robustos, observou-se que, para os modelos considerando o log (Admitidos), log (Rotatividade) e log (Demitidos) como variáveis dependentes, tanto as estatísticas dos testes *LM lag* robusto quanto *LM error* robusto apresentaram significância estatística. Nessa situação, deve-se optar pelo teste com a estatística mais significativa (Almeida, 2012).

Assim, para os modelos de log (Admitidos) e log (Rotatividade), as estatísticas do teste *LM error* robusto foram mais significativas, indicando a presença de autocorrelação espacial nos erros desses modelos. Nessa situação, conforme recomendado pela literatura, realizou-se um teste de Wald (Tabela 4) para decidir entre os modelos *SEM* (*Spatial Error Model*) e *SDEM* (*Spatial Durbin Error Model*). Os resultados do teste de Wald indicaram que o modelo *SDEM*

é mais apropriado, rejeitando a hipótese nula de que o conjunto de variáveis explicativas adicionadas são iguais a zero. Isso sugere que o *SDEM* é mais adequado que o SEM, pois captura a dependência espacial presente tanto nos erros do modelo quanto nas variáveis explicativas.

Para o modelo de log (Demitidos), a estatística do teste *LM lag* robusto foi mais significativa, sugerindo a presença de defasagem espacial na variável dependente. Isso indica que o modelo *SAR* (*Spatial Autoregressive Model*) é mais apropriado para esta estimação. Para os modelos log (Vínc_ativos) e log (PIB *per capita*), apenas o teste *LM error* robusto mostrou significância estatística, sugerindo a presença de autocorrelação espacial nos erros. Seguindo o mesmo procedimento aplicado aos modelos de log (Admitidos) e log (Rotatividade), a indicação é para a especificação de um modelo *SDEM*. Por fim, o modelo Tx_mort_infantil não apresentou significância estatística em nenhum dos testes *LM* robustos. Considerando que nos testes clássicos ambos são significativos, com o *LM error* robusto sendo o mais significativo, chegou-se também à escolha do modelo *SDEM*.

A Tabela 5.4 apresenta os resultados dos modelos econométricos espaciais indicados pelos testes. Nos modelos *SDEM*, os coeficientes das variáveis originais representam os efeitos diretos, enquanto os coeficientes precedidos pela letra *W*, as quais representam as defasagens espaciais das variáveis explicativas, indicam os efeitos indiretos, ou seja, os efeitos de transbordamento nos municípios vizinhos. No caso do modelo *SAR*, os coeficientes não são interpretados diretamente; é necessário computar adicionalmente a matriz de efeitos diretos e indiretos, que está apresentada na Tabela B.1 (apêndice B).

Das evidências obtidas na Tabela 5.4, quanto aos efeitos diretos, tem-se que um aumento de 1% no investimento acumulado está associado a um aumento de 0,04% no número de admitidos e de 0,004% no PIB per capita de um município típico da área de atuação da Sudene, ambos ao nível de 1% de significância. Para a rotatividade, apesar de um coeficiente estatisticamente significativo, o efeito é próximo de zero. Partindo da média do investimento acumulado, dada por R\$ 31.981.896,22 (ver tabela 1, com as estatísticas descritivas das variáveis),

1% de aumento significa um crescimento em reais de quase R\$ 319.919,00, o que resulta em um crescimento médio do PIB per capita de pouco mais de R\$0,38. Embora a política gere um efeito positivo no produto, este não é economicamente significativo.

Em termos de efeitos indiretos, um aumento de 1% no investimento acumulado de um município típico resulta em um acréscimo acumulado de 0,031% nas admissões e de 0,007% no PIB per capita nos municípios vizinhos, ao nível de 1% de significância. A rotatividade, novamente, mostra um efeito próximo de zero. Por outro lado, o investimento acumulado não teve impacto significativo sobre o número de vínculos ativos e a taxa de mortalidade infantil. Quanto ao número de demitidos, conforme disposto na Tabela A2 (apêndice A), um aumento de 1% no investimento acumulado leva a uma redução de 0,003% no número de demitidos, ao nível de 10% de significância, sem verificar efeitos indiretos.

Com relação às demais variáveis explicativas, incluídas para fins de controle dos modelos, temos os seguintes resultados. Um crescimento de 1% na taxa de trabalhadores com ensino superior está relacionado a uma redução de 0,29% no número de admitidos e de quase 2,69% no total de demitidos. Este é um indício de que a presença do trabalho qualificado reduz a necessidade de mais contratações e evita ainda mais ocorrência de demissões. A redução em maior grau no número de demitidos frente aos admitidos possivelmente resulta no crescimento dos vínculos ativos. 1% a mais da participação do trabalho qualificado gerou um aumento de 0,68%. No tocante ao efeito transbordamento (dado pelo coeficiente de $WTx_esc_superior$), mostra-se que a maior presença de trabalhadores qualificados nos municípios vizinhos reduz o número de admissões no município de análise em 0,95% e aumenta os vínculos ativos 0,29%. A média de experiência também reduz o número de admitidos e demitidos e aumenta os vínculos ativos em 0,43%, 0,03% e 0,36%, respectivamente. Já o aumento de 1% na taxa de trabalhadores homens reduz percentualmente as três variáveis. Para localidades vizinhas, há um efeito positivo no número de admissões e demissões, 1,48% e 0,01%.

Esses achados sugerem que os investimentos acumulados, gerados pelos incentivos fis-

cais da Sudene no setor de infraestrutura, embora pequenos em magnitude, geram tanto efeitos diretos quanto indiretos na economia local e regional, especialmente em termos de geração de emprego e crescimento econômico.

Tabela 5.4: Resultados de regressões para variáveis dependentes

	Variáveis dependentes					
	Admitidos	Vínc. ativos	Rotatividade	Demitidos	PIB per capita	Tx. mort. infantil
	SDEM	SDEM	SDEM	SAR	SDEM	SDEM
log(Inv. Acumulado)	0,040*** (0,003)	-0,0001 (0,0008)	0,0001* (0,000)	-0,002* (0,001)	0,004*** (0,000)	0,000 (0,000)
Taxa Esc. Médio	0,017 (0,091)	0,078*** (0,026)	-0,072*** (0,001)	-2,688*** (0,044)		
Taxa Esc. Superior	-0,299*** (0,106)	0,638*** (0,031)	-0,061*** (0,002)	-2,387*** (0,052)	-0,084*** (0,015)	0,001 (0,001)
Prop. Homens	-0,346*** (0,119)	-0,084** (0,035)	-0,114*** (0,002)	-4,044*** (0,058)		
log(Experiência)	-0,434*** (0,033)	0,363*** (0,009)	-0,039*** (0,000)	-0,569*** (0,016)		
log(Dens. Demog.)					-0,711*** (0,041)	0,006* (0,003)
Taxa Mort. Infantil					0,014 (0,091)	
log(PIB pc)						0,001 (0,001)
W*log(Inv. Acumulado)	0,031*** (0,007)	-0,001 (0,001)	0,0003*** (0,000)		0,007*** (0,001)	0,000 (0,000)
W*Taxa Esc. Médio	-0,037 (0,245)	-0,109* (0,060)	0,006 (0,004)			
W*Taxa Esc. Superior	-0,946*** (0,287)	0,286*** (0,071)	-0,002 (0,005)		0,108*** (0,039)	0,001 (0,002)
W*Prop. Homens	1,478*** (0,330)	-0,014 (0,083)	0,012** (0,006)			
W*log(Experiência)	0,320*** (0,091)	-0,066*** (0,022)	0,003* (0,001)			
W*log(Dens. Demog.)					-0,007 (0,090)	-0,013** (0,005)
W*Taxa Mort. Infantil					-0,198 (0,255)	
W*log(PIB pc)						-0,002** (0,001)
Rho	0,536*** (0,009)	0,073*** (0,012)	0,225*** (0,011)		0,418*** (0,011)	0,0252** (0,012)
Lambda				0,105*** (0,009)		
Efeito TWE	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Observações	18.657	18.657	18.657	18.657	18.657	18.657
Teste de Wald	240,4***	37,5***	21,0***		79,3***	9,3*

Fonte: Elaborado com base nos resultados das estimações.

5.5 Considerações finais

Uma vez que o capítulo tratou-se de uma análise regionalizada, fez-se necessário incorporar à análise as ferramentas oferecidas pela econometria espacial para investigar a ocorrência de padrões de interação espacial entre os municípios. Tais padrões, caso existam, podem afetar o impacto da concessão do benefício às empresas em seus municípios e gerar repercussões em localidades vizinhas, ainda que tais localidades não tenham empresas contempladas com os incentivos.

Para tanto, primeiramente foi realizada uma Análise Exploratória de Dados Espaciais, com a construção de mapas com a distribuição geográfica das variáveis de interesse e o cálculo de estatísticas de correlação espacial, como o *I de Moran*. Em seguida, foram realizados testes com base no Multiplicador de Lagrange (*LM*) para validar as evidências de autocorrelação espacial e definir o modelo de painel espacial adequado à estrutura dos dados.

A análise exploratória mostrou indícios de correlação espacial positiva nas variáveis do mercado de trabalho e na variável PIB *per capita*, isto é, altos (baixos) valores dessas variáveis tendem a estar circundados por altos (baixos) valores destas em municípios vizinhos. O teste para a taxa de mortalidade infantil, no entanto, apresenta um coeficiente próximo de zero e não significativo, indicando ausência de padrão espacial para esta variável. Os testes bivariados mostram uma autocorrelação espacial positiva (modesta) e estatisticamente significativa com a variável investimento acumulado, sugerindo que municípios com altos (baixos) valores de investimento acumulado tendem a estar rodeados por municípios com altos (baixos) valores de admitidos, demitidos, vínculos ativos, rotatividade e PIB per capita, e vice-versa.

Para algumas das variáveis dependentes utilizadas, os testes *LM* evidenciam a existência de autocorrelação espacial e indicam o *SDEM* como o modelo mais adequado para estimação. Este modelo captura a dependência espacial presente tanto nos erros do modelo quanto nas variáveis explicativas. Para o número de demitidos, o modelo mais adequado foi o *SAR*, indicando a presença de defasagem espacial na variável dependente.

Os resultados mostram que o investimento acumulado apresenta efeitos diretos sobre as variáveis dos próprios municípios da área da Sudene, tanto no mercado de trabalho, quanto no crescimento econômico medido pelo PIB *per capita*. Além disso, foi verificado que tais efeitos não se restringem às localidades, de maneira que regiões vizinhas também serão impactadas pela política de incentivos em seus indicadores socioeconômicos. Isto evidencia que tal iniciativa pode gerar círculos virtuosos de reforço do crescimento da renda e do emprego em várias regiões da área de atuação da SUDENE.

Considerações Finais

Este relatório consistiu em um amplo diagnóstico acerca da política de incentivos fiscais da Sudene direcionados ao setor de infraestrutura, em particular, a redução de 75% do Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ). A redução de impostos para as firmas selecionadas pretende gerar incentivos à instalação e expansão de projetos estratégicos em áreas como transportes, energia e telecomunicações, de maneira a fortalecer as cadeias produtivas locais e fomentar a geração de emprego e renda na região Nordeste. Tais políticas de desenvolvimento regional objetivam a aceleração do crescimento sustentável e, com isso, procuram atenuar as históricas disparidades econômicas regionais.

Na primeira fase do diagnóstico, foi avaliada a eficácia dos incentivos fiscais, através da mensuração dos seus impactos causais sobre o fluxo de empregos, o perfil dos trabalhadores e o salário das firmas beneficiadas. Para isso, foi utilizada uma abordagem do método de inferência causal diferenças em diferenças com múltiplos grupos de tratamento, o que permitiu identificar os efeitos da política nas empresas em cada ano da sua vigência. Os resultados permitem concluir que a redução do IRPJ aumentou tanto a média de salários quanto a massa salarial dessas firmas. Esse aumento se mostrou ainda mais significativo com o passar dos anos, com resultado semelhante no número de contratações e redução de demissões.

Embora os resultados em termos de emprego e salário sejam importantes, é necessário dimensioná-los em relação ao total investido nas empresas proporcionado pela redução do imposto. Para isso, a análise de eficiência foi realizada com base na aplicação da Análise por

Envoltória de Dados e na evolução dessa eficiência pelo cálculo do Índice de Malmquist. De modo geral, não é possível concluir um resultado unânime, pois dentro do setor de infraestrutura houve muita heterogeneidade quanto aos ganhos e perdas de produtividade das firmas. A limitação de informações quanto aos investimentos e sua utilização por parte das firmas dificultou um diagnóstico mais preciso quanto à eficiência. Nesse sentido, este relatório recomenda para o aprimoramento da avaliação da política o acompanhamento e registro detalhado desses dados.

Por fim, na análise de efetividade, verificou-se os impactos dos incentivos a nível municipal, sobre indicadores socioeconômicos como o PIB per capita e a taxa de mortalidade infantil dos municípios, além de variáveis anteriormente analisadas a nível de firma, como o número de admissões e demissões, e o número de vínculos ativos. Para isso, foi utilizada a abordagem de painéis espaciais, tendo em vista as possíveis dependências regionais entre os municípios, sendo o investimento declarado pelas firmas a variável explicativa de interesse. Os resultados permitem concluir que maiores investimentos aumentaram o PIB per capita e a quantidade de trabalhadores contratados, e reduziram o número de demissões dos municípios com pelo menos uma empresa beneficiada. No entanto, a magnitude desses efeitos se mostrou reduzida, principalmente com relação ao produto, principal termômetro do crescimento econômico.

A base de dados consistiu em uma importante limitação aos resultados apresentados, dada a ausência de algumas informações fornecidas pelas firmas e o fato de que muitas delas não apresentavam registros na RAIS. Com dados mais completos, seria possível captar com maior exatidão os impactos dos incentivos sobre o crescimento regional. Nesse sentido, reforça-se a necessidade do acompanhamento e maior registro de informações por parte das empresas. Em se mantendo os impactos sobre o PIB per capita, ainda que com dados completos, é possível que a política de incentivos fiscais necessite de ações conjuntas, como a melhoria da qualificação dos trabalhadores locais e identificação de gargalos de eficiência das empresas, como custos de transporte.

Referências Bibliográficas

- Eduardo Almeida. Econometria espacial. *Campinas–SP. Alínea*, 31, 2012.
- Luc Anselin and Anil K Bera. Spatial dependence in linear regression models with an introduction to spatial econometrics. *Statistics textbooks and monographs*, 155:237–290, 1998.
- Badi Hani Baltagi. *Econometric analysis of panel data*, volume 4. Springer, 2008.
- R. D. Banker, A. Charnes, and W. W. Cooper. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9):1078–1092, 1984.
- C. P. Barros. Efficiency measurement among hypermarkets and supermarkets and the identification of the efficiency drivers: a case study. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 34(2):135–154, 2006.
- P. Bogetoft and L. Otto. *Benchmarking with DEA, SFA, and R*. Springer, New York, 2011.
- Kirill Borusyak, Xavier Jaravel, and Jann Spiess. Revisiting event-study designs: robust and efficient estimation. *Review of Economic Studies*, page rdae007, 2024.
- BRASIL. Lei n. 3.692, de 15 de dezembro de 1959. institui a superintendência do desenvolvimento do nordeste e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 1959.
- BRASIL. Decreto n° 4.213, de 26 de abril de 2002. define os setores da economia prioritários para o desenvolvimento regional, nas áreas de atuação da extinta sudene, e dá outras providências. *brasília. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, 2002.

- BRASIL. Lei complementar nº 185 de 06 de outubro de 2021. altera o art. 2º da lei complementar nº 125, de 3 de janeiro de 2007, para incluir municípios dos estados de minas gerais e do espírito santo na área de atuação da superintendência do desenvolvimento do nordeste (sudene). 2007.
- BRASIL. Ministério da integração nacional (min). gabinete do ministro. portaria nº 283 de 4 de julho de 2013. *Brasília*, 2013.
- Marleton Souza Braz and Guilherme Irffi. Impactos dos incentivos fiscais da sudene sobre o mercado de trabalho local. *XXVIII Encontro Regional de Economia. Fortaleza. Anais... Fortaleza, Anpec*, 2023.
- Brantly Callaway and Pedro HC Sant’Anna. Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of econometrics*, 225(2):200–230, 2021.
- Segundo Camino-Mogro. Tax incentives, private investment and employment: Evidence from an ecuadorian reform. *Journal of International Development*, 35(7):2129–2156, 2023.
- L. X. C. Canel. *Análise de projetos de desenvolvimento na Região Nordeste do Brasil: a experiência do Sistema FINOR nos anos de 1962 a 2001*. Tese (doutorado), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.
- D. C. E. Carneiro, G. V. P. Irffi, M. D. T. Braz, and V. Andrade. Avaliação de eficiência das empresas beneficiadas pela política de incentivos fiscais conduzida pela sudene. 2022a.
- Diego Carneiro, Edward Costa, Guilherme Irffi, Pedro Veloso, Marleton Braz, Thyena Dias, and Vanessa Andrade. Avaliação de eficiência das empresas beneficiadas pela política de incentivos fiscais conduzida pela sudene¹. 2022b.
- José Raimundo de Araújo Carvalho Júnior, Flávio Ataliba Flexa Daltro Barreto, and Victor Hugo Oliveira. Avaliação econométrica do fundo de desenvolvimento industrial do estado do ceará. 2006.

- Augusto Cerqua and Guido Pellegrini. Do subsidies to private capital boost firms' growth? a multiple regression discontinuity design approach. *Journal of Public Economics*, 109: 114–126, 2014.
- A. Charnes, W. Cooper, and E. Rhodes. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6):429–444, 1978.
- Ritam Chaurey. Location-based tax incentives: Evidence from india. *Journal of Public Economics*, 156:101–120, 2017.
- W. Cooper, L. Seiford, and J. Zhu. *Handbook on Data Envelopment Analysis*. International Series in Operations Research & Management Science. Springer, Boston, 2011.
- Roy De Maesschalck, Delphine Jouan-Rimbaud, and Désiré L. Massart. The mahalanobis distance. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 50(1):1–18, 2000.
- Tássia Germano de Oliveira and Raul da Mota Silveira Neto. Incentivos fiscais territoriais ao desenvolvimento local: uma avaliação do programa de desenvolvimento do estado de pernambuco-prodepe. *XVIII Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos–XVIII ENABER*, 18, 2020.
- Nicolas Debarsy, Cem Ertur, and James P LeSage. Interpreting dynamic space–time panel data models. *Statistical Methodology*, 9(1-2):158–171, 2012.
- Stefaan Decramer and Stijn Vanormelingen. The effectiveness of investment subsidies: evidence from a regression discontinuity design. *Small Business Economics*, 47:1007–1032, 2016.
- J. Elhorst. Spatial panel models. In *Handbook of Regional Science*, pages 1637–1652. Springer, Springer, 2013.
- R. Färe and S. Grosskopf. *Intertemporal Production Frontiers: with Dynamic DEA*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, 1996.

- R. Färe, S. Grosskopf, and C. A. K. Lovell. *Production Frontiers*. Cambridge University Press, Boston, 1994.
- R. Färe, S. Grosskopf, and D. Margaritis. Malmquist productivity indexes and dea. In W. Cooper, L. Seiford, and J. Zhu, editors, *Handbook on Data Envelopment Analysis*, International Series in Operations Research & Management Science. Springer, Boston, 2011.
- M. Farrel. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 120(3):253–281, 1957.
- C. M. d. C. Ferreira and A. P. Gomes. *Introdução à análise envoltória de dados: teoria, modelos e aplicações*. Editora UFV, Viçosa, 2009.
- Susana Freiria, Nuno Sousa, and Francisco Calvo-Poyo. Spatial analysis of the impact of transport accessibility on regional performance: A study for europe. *Journal of transport geography*, 102:103371, 2022.
- Grégoire Garsous, David Corderi, Mercedes Velasco, and Andrea Colombo. Tax incentives and job creation in the tourism sector of brazil’s sudene area. *World Development*, 96: 87–101, 2017.
- Felipe de Oliveira Gonçalves, ATC Almeida, and GB Barbosa. Efetividade dos incentivos fiscais à indústria sobre o volume de empregos e a massa salarial: um estudo do fundo de apoio ao desenvolvimento industrial da paraíba. Technical report, Working Paper, 2018.
- W. H. Greene. *Econometric Analysis*. Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 2007.
- Hasraddin Guliyev. Determining the spatial effects of covid-19 using the spatial panel data model. *Spatial statistics*, 38:100443, 2020.
- James P LeSage. What regional scientists need to know about spatial econometrics. *Available at SSRN 2420725*, 2014.

- James P LeSage and R Kelley Pace. Spatial econometric models. In *Handbook of applied spatial analysis: Software tools, methods and applications*, pages 355–376. Springer, 2009.
- S. Malmquist. Index numbers and indifference surfaces. *Trabajos de Estadística*, 4:209–242, 1953.
- Alfred Marshal. Principles of economics. *London: Mcmillan*, 1920.
- Victor Medeiros, Rafael Saulo Marques Ribeiro, and Pedro Vasconcelos Maia do Amaral. Infrastructure and household poverty in brazil: A regional approach using multilevel models. *World Development*, 137:105118, 2021.
- R. N. S. Moraes. *Análise da eficiência em regiões industriais incentivadas: o caso do Polo Industrial de Manaus (PIM)*. Tese (programa stricto sensu em economia de empresas), Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2019.
- G. Oliveira, G. Resende, and F. Oliveira. Avaliação de (in)eficiência do programa empresarial do fundo constitucional de financiamento do centro-oeste (fco) em goiás. *Estudos Regionais e Urbanos*, 11(1):93–110, 2017.
- Jose Nilo de Oliveira Junior, Adilson Freitas Dias, and Francisco José Silva Tabosa. Avaliação da política de incentivos fiscais sobre a capacidade fiscal, iss, emprego e valor adicionado bruto da indústria no estado do Pará. 2014.
- Guilherme Mendes Resende, Diego Firmino Costa da Silva, and Luís Abel da Silva Filho. Avaliação econômica do fundo constitucional de financiamento do nordeste (fne): uma análise espacial por tipologia da pndr entre 1999 e 2011. *Revista Econômica do Nordeste*, 48(1):9–29, 2017.
- Jonathan Roth. Interpreting event-studies from recent difference-in-differences methods. *arXiv preprint arXiv:2401.12309*, 2024.

- Ajay Shenoy. Regional development through place-based policies: Evidence from a spatial discontinuity. *Journal of Development Economics*, 130:173–189, 2018.
- Alexandre Rezende Silva. O programa poroduzir-goiás e o impacto na promoção de emprego, renda e arrecadação local. 2018.
- SUDENE. Superintendência do desenvolvimento do nordeste (sudene), 2020. URL <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/incentivosfiscaissudene2020.pdf>. Acesso em: 15 de novembro de 2023.
- SUDENE. Superintendência do desenvolvimento do nordeste (sudene), 2023. URL <https://www.gov.br/sudene/pt-br/>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.
- K. J. A. Vieira. Eficiência da gestão fiscal: um estudo a partir da concessão de regimes especiais do icms para os setores industrial, atacadista e distribuidor no distrito federal. Dissertação (mestrado profissional em economia), Universidade de Brasília, Brasília, 2018.
- Danlin Yu, Daisuke Murakami, Yaojun Zhang, Xiwei Wu, Ding Li, Xiaoxi Wang, and Guangdong Li. Investigating high-speed rail construction’s support to county level regional development in china: An eigenvector based spatial filtering panel data analysis. *Transportation Research Part B: Methodological*, 133:21–37, 2020.
- W. Yu and R. Ramanathan. An assessment of operational efficiency of retail firms in china. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 16(2):109–122, 2009.

Tabelas

Tabela A.1: Coeficientes dos efeitos dinâmicos da redução de 75% no Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ)

	Média de Salários	Massa Salarial	Ocupações Qualificadas	Ocupações Ativas	Admitidos	Demitidos	Média de Idade	Meses de Vinculação
ATT	0.1076* (0.0455)	0.3246* (0.1035)	0.3179* (0.0959)	0.2984* (0.0940)	0.8453* (0.188)	0.0167 (0.1061)	-0.0014 (0.0078)	0.0918 (0.096)
0	0.0008 (0.0222)	0.0585 (0.0380)	0.0741 (0.0330)	0.0652 (0.0341)	0.1040 (0.1004)	-0.0270 (0.0635)	-0.0039 (0.0027)	0.1761 (0.1111)
1	0.0824 (0.0882)	0.1642 (0.1415)	0.0705 (0.0431)	0.0652 (0.0476)	0.2676 (0.1318)	0.0731 (0.0820)	0.0014 (0.0046)	0.1140 (0.1215)
2	-0.0252 (0.1491)	-0.0013 (0.2425)	0.1431 (0.0580)	0.1280 (0.0590)	0.3152 (0.1477)	-0.1000 (0.0980)	0.0022 (0.0057)	0.0889 (0.1242)
3	0.0591 (0.0301)	0.1918 (0.0808)	0.2546* (0.0753)	0.2111* (0.0780)	0.6360* (0.1681)	-0.1458 (0.1086)	-0.0025 (0.0073)	0.2360 (0.1355)
4	0.0815 (0.0517)	0.3336* (0.1191)	0.3693* (0.1137)	0.3308* (0.1153)	0.9465* (0.2273)	0.0458 (0.1267)	-0.0081 (0.0097)	0.0184 (0.1583)
5	0.1828 (0.0754)	0.4453* (0.1483)	0.4290* (0.1266)	0.3366 (0.1382)	0.9847* (0.2799)	-0.0124 (0.1415)	-0.0043 (0.0121)	0.1942 (0.1609)
6	0.1996* (0.0672)	0.4660* (0.1635)	0.3750 (0.1424)	0.3650 (0.1550)	1.1275* (0.3125)	0.0075 (0.1702)	-0.0046 (0.0138)	0.2955 (0.1698)
7	0.1778 (0.0750)	0.4427 (0.2350)	0.4033 (0.2117)	0.4643* (0.2385)	1.1963* (0.4126)	-0.0586 (0.2372)	0.0077 (0.0169)	0.1188 (0.2462)
8	0.2097 (0.1194)	0.8211 (0.3420)	0.7425 (0.3399)	0.7401 (0.3530)	2.0299* (0.5840)	0.3681 (0.2694)	-0.0007 (0.0211)	-0.4160 (0.3439)
EF Ano	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
EF Firma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
N	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608	13.608

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados das estimações. (*) significativo a 5%.

Tabelas

Tabela B.1: Testes *LM* para modelos espaciais

	Teste	Valor do Teste	p-valor
Admitidos	<i>LM-lag</i> Clássico	5.954,3***	0,000
	<i>LM-error</i> Clássico	5.949,6***	0,000
	<i>LM-lag</i> Robusto	29.179***	0,000
	<i>LM-error</i> Robusto	29.174***	0,000
Vinc. ativos	<i>LM-lag</i> Clássico	36.012***	0,000
	<i>LM-error</i> Clássico	0.179	0,672
	<i>LM-lag</i> Robusto	36.008***	0,000
	<i>LM-error</i> Robusto	0.175	0,676
Rotatividade	<i>LM-lag</i> Clássico	247.38***	0,000
	<i>LM-error</i> Clássico	454.56***	0,000
	<i>LM-lag</i> Robusto	19.347***	0,000
	<i>LM-error</i> Robusto	223.96***	0,000
Demitidos	<i>LM-lag</i> Clássico	114.649***	0,000
	<i>LM-error</i> Clássico	106.44***	0,000
	<i>LM-lag</i> Robusto	7.5247***	0,000
	<i>LM-error</i> Robusto	6.7234***	0,000
PIB per capita	<i>LM-lag</i> Clássico	2.265	0,132
	<i>LM-error</i> Clássico	3.860**	0,049
	<i>LM-lag</i> Robusto	0.287	0,592
	<i>LM-error</i> Robusto	1.892	0,169
Tx. mort. infantil	<i>LM-lag</i> Clássico	3.822*	0,051
	<i>LM-error</i> Clássico	0.415	0,517
	<i>LM-lag</i> Robusto	3.460*	0,063
	<i>LM-error</i> Robusto	0.054	0,817

Fonte: Elaborado com base nas estimativas dos testes.

Tabela B.2: Efeitos diretos e indiretos do modelo SAR - Demitidos

Variáveis	Lr_direto	Lr_indireto	Lr_Total
Inv_acum	-0,003* (0,001)	-0,000* (0,000)	-0,003* (0,002)
Tx_esc_medio	-2,693*** (0,046)	-0,311*** (0,030)	-3,005*** (0,061)
Tx_esc_superior	-2,402*** (0,054)	-0,028*** (0,027)	-2,668*** (0,067)
Tx_homens	-4,053*** (0,059)	-0,469*** (0,044)	-4,521*** (0,078)
Med_exper	-0,570*** (0,016)	-0,065*** (0,006)	-0,636*** (0,019)

Elaborado com base nos resultados das estimações.

