

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
FACULDADE DE ECONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

João Gabriel Pio

**INTERAÇÃO ESPACIAL E OS EFEITOS DA MUDANÇA NA PRODUTIVIDADE:  
uma avaliação para o Brasil**

Juiz de Fora

2020

JOÃO GABRIEL PIO

**INTERAÇÃO ESPACIAL E OS EFEITOS DA MUDANÇA NA PRODUTIVIDADE:  
uma avaliação para o Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Economia. Área de concentração: Economia

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli

Juiz de Fora

2020

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Pio, João Gabriel.

Interação espacial e os efeitos da mudança na produtividade :uma avaliação para o Brasil / João Gabriel

Pio. -- 2020.

197 f. : il.

Orientador: Fernando Salgueiro Perobelli

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2020.

1. Produtividade Total dos Fatores. 2. Equilíbrio Geral Computável. 3. Economia Regional. 4. Nova Geografia Econômica.

5. Spillovers Tecnológicos. I. Perobelli, Fernando Salgueiro, orient.

II. Título.

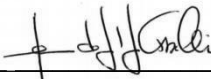
**João Gabriel Pio**

**INTERAÇÃO ESPACIAL E OS EFEITOS DA MUDANÇA NA PRODUTIVIDADE:  
uma avaliação para o Brasil**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de doutor em Economia.  
Área de concentração: Economia

Aprovada em 30 de julho de 2020

**BANCA EXAMINADORA**



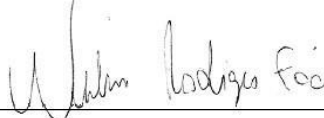
---

Dr. Fernando Salgueiro Perobelli - Orientador  
Universidade Federal de Juiz de Fora



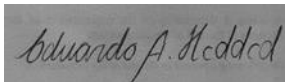
---

Dr. Eduardo Gonçalves  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

Dr. Weslem Rodrigues Faria  
Universidade Federal de Juiz de Fora



---

Dr. Eduardo Amaral Haddad  
Universidade de São Paulo



---

Dr. Alexandre Alves Porsse  
Universidade Federal do Paraná

## AGRADECIMENTOS

O período de doutorado envolve uma série de desafios, erros, acertos e várias horas de trabalho. Todas essas etapas contribuíram para o acúmulo de conhecimento e experiência necessária para o desenvolvimento da tese. Nessa trajetória recebi incentivos, ajudas e contribuições. Por essa razão, gostaria de agradecer primeiramente ao Prof. Fernando Perobelli pela confiança – que se iniciou ainda em meu mestrado – amizade, oportunidades, conselhos e orientações.

Agradeço ao programa de pós-graduação em economia da UFJF, pelo corpo docente, pela estrutura e pelos suportes que foram fundamentais para a minha capacitação. Obrigado também aos funcionários da secretaria que foram sempre atenciosos. Deixo um agradecimento especial ao Prof. Eduardo Gonçalves pela oportunidade de realizar vários trabalhos em conjunto e à Profa. Suzana Quinet A. Bastos pela excelente disciplina ministrada, no qual aumentou ainda mais meu desejo pela pesquisa em economia regional.

Deixo também um agradecimento ao Prof. Geoffrey Hewings e ao Prof. Sandy Dall'erba, pela oportunidade de participar e interagir nas atividades acadêmicas no *Regional Economic Applications Laboratory* (REAL), o qual estive durante o meu período de doutorado sanduíche.

Agradeço aos amigos da pós-graduação e do Lates pelas conversas e discussões. Um agradecimento especial ao amigo Inácio Araújo pelas longas conversas, discussões e ajuda que foi fundamental no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos membros da Banca, Eduardo Amaral Haddad, Alexandre Alves Porsse, Eduardo Gonçalves e Weslem Rodrigues Faria, pelos valiosos comentários.

Agradeço aos meus pais, padrasto, irmãs e sobrinha, Kety, pela compreensão, apoio e suporte ao longo de todo esse período. Deixo também o meu imenso agradecimento à Clara Martins. Mesmo diante das minhas longas ausências e distância, ela sempre me ajudou e motivou a concluir essa etapa tão importante em vida. Passamos momentos difíceis, por conta da distância, e momentos especiais. Por isso, o meu muito obrigado.

Agradeço à CAPES, pelo apoio financeiro disponibilizado durante o meu doutorado e meu estágio Sanduíche nos EUA.

*“The important thing in science is not so much to obtain new facts as to discover new ways of thinking about them”.*

—William Bragg

# INTERAÇÃO ESPACIAL E OS EFEITOS DA MUDANÇA NA PRODUTIVIDADE: uma avaliação para o Brasil

## RESUMO

A mudança tecnológica tem emergido como um dos tópicos mais relevantes nas discussões de políticas de desenvolvimento regional. O progresso tecnológico, que se manifesta em termos de busca por ganhos de produtividade, está relacionada aos seus efeitos sobre o futuro econômico e ao comportamento dos agentes. Por esse aspecto, os mecanismos de transmissão podem produzir efeitos redistributivos significativos, tanto setoriais quanto regionais. Especificamente, as transações econômicas, a heterogeneidade regional e os efeitos da localização são importantes canais de transmissão, podendo amplificar e/ou reduzir os impactos de políticas e gerar convergência ou divergência entre regiões. No contexto brasileiro, ao longo da primeira década dos anos 2000, diversas medidas e programas foram implementados com o objetivo de obter ganhos de produtividade e promover o desenvolvimento regional. No entanto, os resultados não foram percebidos, em consequência da não consideração dos aspectos regionais e/ou a não compreensão dos mecanismos de transmissão. Portanto, o propósito geral desta tese foi investigar os efeitos feedbacks, setoriais e regionais, em decorrência dos distúrbios na produtividade total dos fatores. Tal investigação foi realizada mediante a construção de um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), que especifica 13 regiões e 16 setores da economia brasileira. Além disso, também foi incorporado ao modelo, elementos descritos pela Nova Geografia Econômica (NGE), como retornos não constantes à escala, possibilidade de produção de bens diferenciados e competição em um mercado em concorrência monopolística. Dentre as principais descobertas das simulações executadas, destaca-se que os distúrbios na produtividade total dos fatores podem ter implicações agregadas e regionais distintas, dependendo das regiões e dos setores afetados. Esses efeitos surgem, em parte, por meio de mudanças endógenas no padrão do comércio regional e pelo efeito de realocação produtiva que determina os tipos de bens que são produzidos e em quais regiões. Além disso, a distância regional produz efeitos positivos e negativos, dependendo do tipo de vínculo de interdependência setorial, que pode ser uma relação complementar ou competitiva.

**Palavras-chave:** Produtividade Total dos Fatores. Nova Geografia Econômica. Equilíbrio Geral Computável.

SPATIAL INTERACTION AND THE EFFECTS OF CHANGE IN PRODUCTIVITY: an  
assessment for Brazil

**ABSTRACT**

Technological change has emerged as one of the most relevant topics in regional development policy discussions. Technological progress, which manifests itself in terms of the search for gains in experimentation, is useful for its effects on the economic future and the behavior of agents. In this regard, transmission mechanisms can produce significant redistributive effects, both sectoral and regional. Specifically, economic transactions, regional heterogeneity and the effects of localization are important channels of transmission, which can amplify and/or reduce the impacts of policies and generate convergence or divergence between regions. In the Brazilian context, throughout the first decade of the 2000s, several measures and programs were implemented with the objective of obtaining productivity gains and promoting regional development. However, the results were not noticed, as a result of the non-consideration of regional aspects and/or the lack of understanding of the transmission mechanisms. Therefore, the general purpose of this thesis was to investigate the feedback effects, sectoral and regional, due to disturbances in the total factor productivity. Such investigation was carried out through the construction of a Computable General Equilibrium (CGE) model, which specifies 13 regions and 16 sectors of the Brazilian economy. In addition, elements described by the New Economic Geography (NEG) were also incorporated into the model, such as non-constant returns to scale, the possibility of producing differentiated goods and competition in a market in monopolistic competition. Among the main findings of the simulations performed, it is highlighted that the disturbances in the total factor productivity can have different aggregate and regional implications, depending on the regions and sectors affected. These effects arise, in part, through endogenous changes in the pattern of regional trade and the effect of productive reallocation that determines the types of goods that are produced and in which regions. In addition, the regional distance produces positive and negative effects, depending on the type of sectorial interdependence link, which can be a complementary or competitive relationship.

**Keywords:** Total Factor Productivity. New Economic Geography. Computable General Equilibrium.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Primeira e segunda causas da aglomeração .....	24
Quadro 1 - Principais suposições do modelo básico da Nova Geografia Econômica.....	28
Quadro 2 - Características dos setores nos modelos da Nova geografia Econômica da Segunda Geração.....	32
Quadro 3 - Principais resultados modelos NGEE .....	34
Quadro 4 - Trabalhos empíricos acerca de hipóteses da Nova Geografia Econômica: autores, objetivos, dimensão espacial, método e principais resultados .....	37
Quadro 5 - Elementos da Nova Geografia Econômica incluído no modelo EGC padrão MONASH.....	47
Figura 2 - Estrutura do modelo EGC espacial.....	49
Figura 3 - Estrutura aninha de produção .....	50
Figura 4 - Monotonicamente decrescente.....	55
Figura 5 - Estrutura aninha de produção .....	58
Figura 6 - Equilíbrio a curto e longo prazo, e definição do markup ótimo (índice de Lerner) .	65
Quadro 6 - Variáveis e hipóteses de fechamento .....	69
Quadro 7 - Conjunto de hipóteses de fechamento do modelo SBM-TEC.....	69
Figura 7 - Transações inter-regionais de compra e venda de bens e serviços Brasil em 2015.	88
Figura 8 - Índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, setores economia brasileira 2015*	89
Figura 9 - Percentual do Valor Bruto de Produção, Consumo Intermediário e Valor Adicionada, regiões seccionadas, 2015* .....	91
Figura 10 - Percentuais de mão de obra por qualificação para cada região selecionada.....	94
Figura 11 - Nível de atividade inovativa para regiões selecionas .....	95
Figura 12 - Grau de importância do impacto causado pela realização de atividades inovativas .....	97
Quadro 8 - Relação de setores classificados como diferenciados .....	101
Figura 13 - Distribuição da atividade econômica no Brasil por regiões .....	111
Figura 14 - Produtividade total dos fatores setorial de 2004 a 2014, variação % .....	113
Figura 15 - Produtividade total dos fatores para economia brasileira de 2004 a 2014 (Var.%) .....	113
Figura 16 - Principais Relações Causais na mudança da produtividade total dos fatores.....	115
Figura 17 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) na (própria região) (em %) .....	128
Figura 18 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB regional (em %) .....	134
Figura 19 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo (São Paulo) (em %) ..	136

Figura 20 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a produção para cada setor produtivo (São Paulo) (em %)	137
Figura 21 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre o nível de Bem-Estar (Variação Equivalente) (em %) .....	142
Figura 22 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre as exportações setoriais (em %)	143
Figura 23 - Resultados do aumento da produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo (Centro-Oeste) (em %) .....	144
Figura 24 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a produção para cada setor produtivo (Centro-Oeste) (em %) .....	145
Figura 25 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre o nível de Bem-Estar (Variação Equivalente) (em %)	148
Figura 26 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre as exportações setoriais (em %)	149

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nível de agregação setorial, consumo intermediário, demanda final e valor bruto de produção, 2015 (R\$ 1.000.000,00) .....	73
Tabela 2 - Especificação da qualificação da mão de obra de acordo com o grau de escolaridade .....	76
Tabela 3 - Rendimentos do trabalho por grau de qualificação e classificação setorial .....	77
Tabela 4 - Número de trabalhadores por grau de qualificação e grupo de atividade .....	78
Tabela 5 - Agregação regional, participação do PIB e percentual Populacional para cada dimensão espacial, 2010 .....	80
Tabela 6 - Decomposição da produção regional baseada na origem da demanda (%) .....	87
Tabela 7 - Participação setorial no valor bruto de produção do setor e percentual setorial na produção total de cada região .....	93
Tabela 8 - Valores das elasticidades de substituição .....	99
Tabela 9 - Dados demográficos para cada região do modelo SBM-TEC (em milhões) .....	100
Tabela 10 - Número de firmas competidoras nos setores diferenciados por região .....	103
Tabela 11 - Participação do custo fixo no custo total e elasticidade escala por região e setores selecionados .....	106
Tabela 12 - Resultados agregados (em variação percentual) .....	119
Tabela 13 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB regional (em %) .....	120
Tabela 14 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB (macrorregiões) (em %) .....	123
Tabela 15 - Resultados do aumento na produtividade sobre o volume de fluxo de comércio inter e intrarregional (regiões selecionadas) (em %) .....	125
Tabela 16 - Resultados do aumento na produtividade sobre a composição do fator trabalho .....	126
Tabela 17 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) na em todas regiões (em %) .....	129
Tabela 18 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) nas macrorregiões (em %) .....	130
Tabela 19 - Resultados agregados (em variação percentual) .....	133
Tabela 20 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB macrorregiões (em %) ..	135
Tabela 21 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo nas regiões (em %) ..	138
Tabela 22 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre o número de firmas dos setores que produzem um bem diferenciado .....	141
Tabela 23 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre a produção para cada setor produtivo e as demais regiões (em %) .....	146
Tabela D1 - Resultados do aumento na produtividade sobre o volume de fluxo de comércio inter-regional (Demais regiões não apresentadas no Capítulo 5) (em %) .....	181

Tabela D2 - Resultados do aumento na produtividade sobre a composição do fator trabalho (Demais regiões não apresentadas no Capítulo 5) (em %)	183
Tabela E1 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição, PIB das regiões (var. %)	185
Tabela E2 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição, Variação Equivalente (var. %)	186
Tabela E3 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidade de Armington , produção das regiões por setor (var. %) .....	187
Tabela E4 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de comércio inter-regional, produção das regiões por setor (var. %) .....	188
Tabela E5 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição de fatores primários, produção das regiões por setor (var. %)	189
Tabela E6 - Resultados Agregados análise de sensibilidade sistema sobre os choques	190
Tabela E7 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	190
Tabela F1 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	195
Tabela F2 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	196
Tabela F3 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	196
Tabela F4 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	197
Tabela F5 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	197
Tabela F6 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)	197

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

ANAC	Agencia Nacional de Aviação Civil
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
CADE	Conselho Administrativo de Defesa Econômica
CEMPRE	Cadastro Central de Empresas
CDR	<i>Cost disadvantage ratios</i>
CES	<i>Constant Elasticity Substitution</i>
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPJ	Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
CI	Consumo intermediário
ECG	Equilíbrio Geral Computável
EUA	Estados Unidos da América
FBCF	Formação Bruta de Capital Físico
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IIOAS	<i>Interregional Input-Output Adjustment System</i>
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
ISCED	<i>International Standard Classification of Education</i>
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MAR	Marshall-Arrow-Romer
MCTIC	Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações
MCS	Matriz de Contabilidade Social
MIP	Matriz Insumo Produto
NEGG	<i>New Economic Geographic Growth</i>
NGE	Nova Geografia Econômica
PIA	Pesquisa Anual da Indústria
PAS	Pesquisa Anual de Serviços
PIB	Produto Interno Bruto
Pintec	Pesquisa de Inovação Tecnológica
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PTF	Produtividade Total dos Fatores
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
SBM-TEC	<i>Spatial Brazilian Model Technology</i>

SCI	Setores em competição imperfeita
SCP	Setores em competição perfeita
SCN	Sistema de Contas Nacionais
SEA	<i>Socio Economic Accounts</i>
USPTO	<i>United State Patent and Trademark Office</i>
UE	União Europeia
UF	Unidades Federativas
VBP	Valor bruto da produção
VA	Valor Adicionado
WIOD	<i>World Input-Output Database</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO .....	18
1.2 OBJETIVOS.....	21
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>22</b>
2.1 CAUSAS DA AGLOMERAÇÃO .....	23
2.2 NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA: MODELOS DA “PRIMEIRA GERAÇÃO” .....	26
2.3 NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA “SEGUNDA GERAÇÃO” .....	30
2.3.1 Setor de Inovação e os spillovers de conhecimento .....	32
2.4 TRABALHOS EMPÍRICOS .....	35
2.4.1 Inovação e spillovers tecnológicos.....	39
2.5 À GUISA DE CONCLUSÃO .....	44
<b>3 MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL COM FOCO NOS PRESSUPOSTOS DA NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA .....</b>	<b>47</b>
3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO .....	48
3.2 PRODUÇÃO NOS SETORES EM COMPETIÇÃO PERFEITA .....	49
3.3 ESTRUTURA DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DOS SETORES DE COMPETIÇÃO MONOPOLÍSTICA .....	53
3.3.1 Estrutura de consumo e a ideia de <i>love of variety</i> .....	57
3.3.2 Regra de formação de preços .....	60
3.3.3 Equilíbrio de Mercado.....	64
3.4 DINÂMICA DO MODELO .....	65
3.4.1 Capital e investimento .....	65
3.4.2 Migração .....	66
3.6 FECHAMENTO DO MODELO E TESTES .....	67
<b>4 BASE DE DADOS .....</b>	<b>71</b>
4.1 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO 2015 NACIONAL .....	71
4.1.2 Desagregação do setor de “Pesquisa e desenvolvimento” .....	73
4.1.3 Desagregação da mão de obra.....	75
4.2 REGIONALIZAÇÃO DA MATRIZ DE INSUMO PRODUTO .....	79
4.2.1 Estimação da matriz inter-regional de insumo-produto para as 13 regiões.....	80
4.2.2 Estimação das matrizes de comércio interestaduais.....	82
4.2.3 Regionalização das matrizes de comércio .....	84
4.3 ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS À ESTRUTURA PRODUTIVA DAS REGIÕES SELECIONADAS .....	86

4.4	ESTRUTURA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO BRASIL .....	94
4.5	CALIBRAGEM DOS PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE FIRMAS EM CADA SETOR QUE PRODUZ UM BEM DIFERENCIADO	98
4.5.1	Calibragem padrão do modelo de equilíbrio geral computável.....	98
4.5.2	Calibragem dos parâmetros e coeficientes das extensões do modelo .....	100
4.6	À GUISA DE CONCLUSÃO .....	107
<b>5</b>	<b>APLICAÇÃO COM O MODELO SBM-TEC: O IMPACTO DAS MUDANÇAS DE PRODUTIVIDADE REGIONAL E SETORIAL NA ECONOMIA BRASILEIRA .....</b>	<b>110</b>
5.1	COMPOSIÇÃO DA ATIVIDADE PRODUTIVA .....	110
5.2	MECANISMO DE PROPAGAÇÃO DO CHOQUE EXÓGENO E CENÁRIOS ADOTADOS .....	114
5.2.1	Mecanismos de funcionamento .....	114
5.2.2	Estratégia de simulação e fechamento do modelo.....	116
5.3	O IMPACTO DA MUDANÇA DE PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA BRASILEIRA .....	117
5.3.1	Mudanças regionais de produtividade.....	118
5.3.2	Mudanças setoriais de produtividade .....	130
5.3.2.1	Resultados agregados da mudança da produtividade .....	131
5.3.2.1	<i>Os efeitos setoriais e regionais da mudança na produtividade em São Paulo .....</i>	<i>136</i>
5.3.2.2	<i>Os efeitos setoriais e regionais da mudança na produtividade no Centro-Oeste.....</i>	<i>144</i>
5.4	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS COM BASE NAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS ..	149
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>154</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>160</b>
	<b>APÊNDICE A - Derivação matemática para especificação da produtividade total dos fatores na função do tipo CES .....</b>	<b>171</b>
	<b>APÊNDICE B – Derivação elasticidade percebida para os usuários da demanda final</b>	<b>173</b>
	<b>APÊNDICE C - Mensuração da produtividade total dos fatores para regiões brasileiras .....</b>	<b>178</b>
	<b>APÊNDICE D - Resultados da aplicação com o modelo SBM-tec para as demais regiões não apresentadas no capítulo 5 .....</b>	<b>181</b>
	<b>APÊNDICE E - Análise de sensibilidade sistêmica .....</b>	<b>184</b>
	<b>APÊNDICE F - Equações do Núcleo do modelo SBM-TEC.....</b>	<b>191</b>



## 1 INTRODUÇÃO

Há um consenso geral de que a mudança na produtividade total dos fatores (PTF) contribui positivamente para a taxa de crescimento de uma economia (*e.g.*, SEGERSTROM, ANANT; DINOPOULOS, 1990; AGHION; HOWITT, 1992; GROSSMAN; HELPMAN, 1992). Essa percepção está relacionada às evidências encontradas por Robert Solow pela primeira vez em 1957, de que a mudança tecnológica é o componente mais importante do crescimento econômico a longo prazo.

A maior parte das pesquisas que abordam tais questões, como os trabalhos de Segerstrom, Anant e Dinopoulos (1990) e Grossman e Helpman, (1992), enfatiza que os distúrbios no crescimento econômico agregado a longo prazo têm como origem mudanças na produtividade agregada. Entretanto, como postulado por Varga (2006), distúrbios de produtividade ao nível setorial e regional, e a forma como se propagam seus efeitos para os demais setores e regiões, afetam a dinâmica produtiva de tal forma que resultam em modificações agregadas. Além disso, essas modificações na produtividade afetam a posição relativa entre as regiões, produzindo divergência ou convergência regional (BALDWIN, FORSLID; MARTIN, 2005).

Entre os principais mecanismos de alteração na PTF se destacam a realização de P&D (público e privado), melhoria do capital humano e modificações na infraestrutura (AGHION; HOWITT, 1992; GROSSMAN; HELPMAN, 1992). Porém, o sucesso de uma política destinada a ampliar a produtividade e a competitividade depende dos aspectos setoriais e regionais. Nesse quesito, Vargas (2007) destaca dois tipos de efeitos que são importantes para o sucesso da ampliação na PTF; *i*) os efeitos da mudança na produtividade em uma região e também em outras em decorrência aos *spillovers*<sup>1</sup>; e *ii*) mudanças na estrutura espacial da produção resultantes da realocação produtiva.

No primeiro caso, denominado também de efeito estático, o alcance da mudança tecnológica depende das relações econômicas, da capacidade de absorção e da proximidade geográfica das regiões vizinhas. A literatura tem demonstrando que o retorno do investimento destinado à ampliação da produtividade depende do quanto uma região é capaz de incorporar novas tecnologias (*e.g.*, COE; HELPMAN, 1989; KELLER, 2004), da intensidade das relações

---

<sup>1</sup> Embora haja distinção entre produtividade total dos fatores (PTF) e produtividade, que também pode ser produtividade do trabalho ou capital, no decorrer da tese será usada apenas a PTF como mudança na produtividade. Quando for o caso de se referir a outro tipo de produtividade, será destacado no texto.

intersetoriais (*e.g.*, GRILICHES, 1979; SCHERER, 1982; CERULLI; POTI, 2009; HEWINGS; OOSTERHAVEN, 2015) e da limitação espacial (*e.g.*, JAFFE, 1982; JAFFE, TRAJTENBERG; HENDERSON, 1993; FELDMAN, 1999).

O segundo está relacionado aos efeitos dinâmicos, tais como migração de mão de obra, forças de aglomeração ou dispersão e melhorias na infraestrutura, provocando alterações na estrutura espacial (VARGAS, 2007). Esses resultados podem modificar a trajetória de crescimento econômico e afetar a posição relativa entre regiões (FUJITA; THISSE, 2002; BALDWIN, FORSLID; MARTIN, 2005).

Dessa forma, uma política de apoio ao desenvolvimento tecnológico, que vise à ampliação da produtividade, deve considerar os aspectos regionais, setoriais e, também, a forma como afeta os padrões de desigualdade regional. Ademais, tem-se dos parágrafos anteriores que uma modelagem adequada do impacto econômico de mudanças na produtividade deve ser realizada no contexto espacial e considerar as interdependências setoriais existentes.

Assim, para estudar como esses diferentes aspectos da geografia econômica e setorial influenciam os efeitos de distúrbios de produtividade, foi desenvolvido nesta tese um modelo quantitativo para a economia brasileira, que é dividido por regiões e setores. Essa estrutura baseia-se no modelo de equilíbrio geral computável (EGC), B-MARIA, desenvolvido por Haddad (2004), e na crescente literatura regional da Nova Geografia Econômica (NGE) que aborda questões sobre como a heterogeneidade do espaço influencia nas diferenças regionais. Basicamente, nosso modelo é especificado para 13 regiões e 16 setores produtivos da economia brasileira.

Entre os principais pontos inerentes ao desenvolvimento desta tese, os efeitos da aglomeração e da atividade econômica são considerados os mais importantes. No Brasil a baixa concentração populacional e atividade econômica em alguns estados trazem prejuízos e complicações tanto na construção da base de dados, devido à ausência de informações, quanto na realização de análises. Além disso, mesmo nos estados que possuam tais características, a macrorregião detém aspectos objetivados nesta pesquisa, isto é, atividade econômica concentrada e um processo de aglomeração. Um exemplo é a região Centro-Oeste, que embora os estados da região possuam baixa densidade populacional e participação na produção total, a região como um todo possui característica que se enquadram no propósito desta tese. Portanto, visando a contornar os problemas citados e ajustar a base de dados para que análises sobre a

dinâmica produtiva e os efeitos da aglomeração sejam passíveis de serem realizados, alguns estados foram agregados em uma mesma região<sup>2</sup>.

Embora o objetivo desta tese não seja uma representação exata dos modelos da NGE, alguns pressupostos levantados acerca da heterogeneidade do espaço e da estrutura de mercado são utilizados, a saber: a preferência pela variedade de bens, a produção de bens diferenciados, existência de concorrência imperfeita do tipo monopolista Dixit Stiglitz, a presença de mobilidade da mão de obra e a existência de economias internas e externas de escala. Tais elementos introduzem um conjunto diferente de mecanismos pelos quais as mudanças na produtividade afetam a produção setorial e regional. A inclusão desses elementos em modelo EGC, em geral, distanciam-se da maioria dos estudos realizados para o Brasil. Além disso, com o avanço teórico e empírico sobre os aspectos que definem a dinâmica regional, os métodos tradicionais normalmente utilizados não são capazes de incorporar os efeitos da heterogeneidade espacial. Portanto, o esforço metodológico para abordar tais questões tem como propósito aproximar a discussão teórica e empírica estabelecida pela NGE à modelagem adequada para analisar fenômenos econômicos regionais.

Entre as principais descobertas das simulações efetuadas por esta tese, destaca-se que as alterações desagregadas da produtividade podem ter implicações agregadas e regionais diferentes, dependendo das regiões e dos setores afetados. Esses efeitos surgem em parte por meio de mudanças endógenas no padrão do comércio regional e pelo efeito de realocação produtiva que determina os tipos de bens que são produzidos e em quais regiões. Além disso, a distância regional produz efeitos positivos e negativos, dependendo do tipo de vínculo de interdependência setorial, que pode ser uma relação complementar ou competitiva. Por exemplo, alterações na produtividade da indústria de transformação em São Paulo reduzem a produção desse setor no Sul e ampliam no Norte e Nordeste do país. Em contrapartida, mudanças na produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste induzem a redução da indústria de transformação em quase todas as regiões do país. Assim, os efeitos das mudanças da produtividade dependem de quais setores e regiões são afetados e de como seus efeitos são propagados para os demais setores e regiões.

Além dessa introdução, que ainda conta com as subseções de justificativa e objetivos, esta tese está estruturada da seguinte forma: o Capítulo 2 aborda questões relacionadas à teoria

---

<sup>2</sup> A definição das regiões, assim como o critério utilizado para agregação são apresentados e discutidos no Capítulo 4 da Tese.

da Nova Geografia Econômica, da qual se extraiu os principais pressupostos teóricos. O Capítulo 3 apresenta as especificações metodológicas do modelo utilizado, bem como os parâmetros calibrados. O Capítulo 4 descreve em detalhes a construção da base de dados. O Capítulo 5 quantifica os efeitos de diferentes alterações de produtividade regional e setorial. Em particular, são realizadas simulações para avaliar os efeitos da mudança na produtividade na própria região e a forma como ela se propaga para os demais setores e regiões. Por fim, no Capítulo 6 são tecidas as considerações finais.

## 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Reconhecida a importância da produtividade como um elemento central para o crescimento econômico sustentável a longo prazo, governantes em todos os países destinam esforços para garantir a obtenção de incrementos produtivos. Como já destacado, os principais mecanismos de modificação da produtividade estão relacionados às atividades inovativas, especialmente a realização de P&D, infraestrutura, capital humano entre outros.

Nesse sentido, incentivos ao desenvolvimento tecnológico, com o objetivo de impulsionar a produtividade e competitividade, foram aprimorados no Brasil ao longo da primeira década dos anos 2000. Assim, avanços no arcabouço regulatório por meio de medidas legislativas foram implementadas para impulsionar o ambiente inovativo brasileiro, a saber: Lei Subvenção Verde e Amarelo (2001), Lei da Inovação (2004) e Lei do Bem (2005). No campo econômico, o governo federal realizou parcerias com diferentes órgãos e instituições públicas e privadas para elaboração e execução de projetos federais. Entre os planos e programas lançados destacaram-se: Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação 2007 - 2010, Plano Brasil Maior 2011 - 2014 e Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015. Todos esses com o objetivo de garantir que o país consiga obter ganhos de produtividade, competitividade e crescimento econômico sustentável.

As alterações no marco legal e institucional fizeram com que os instrumentos de apoio à inovação no Brasil, até então, pudessem ser considerados modernos e semelhantes àqueles adotados nos países desenvolvidos (ARAÚJO; CAVALCANTE, 2011). A partir de dados disponíveis na Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), constatou-se que no ano 2000, o total de dispêndio em P&D foi de cerca de R\$ 34,65 bilhões, 1,04% do PIB. Esse montante

aumentou em 2014 para R\$ 73,62 bilhões, passando a representar 1,27% do PIB<sup>3</sup>. No período de 2000 a 2014, a taxa de empresas que realizaram alguma inovação (produto e processo) aumentou 110%. Além disso, o número de pedidos de patentes junto ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) aumentou 68% de 2000 a 2014, e junto ao *United State Patent and Trademark Office* (USPTO) o aumento foi de 268% no mesmo período.

Dado os investimentos e programas implementados até 2014 foi possível verificar a criação de um aparato institucional mais adequado ao estímulo à inovação no Brasil com claro propósito de aumentar a produtividade e competitividade nacional. Isso resultou no impulsionamento de alguns indicadores de esforço inovativo no país. Entretanto, os resultados ainda não foram obtidos, principalmente, em relação à produtividade e competitividade. No período entre 2007 a 2016, a produtividade<sup>4</sup> média do Brasil situou-se em 20%, em termos relativos ao dos EUA, resultado inferior ao de países como África do Sul, Chile e México, que obtiveram 24%; 53% e 29%, respectivamente (THE CONFERENCE BOARD TOTAL ECONOMY DATABASE, 2017). Além disso, de acordo com o *The Global Competitiveness Index* de 2016-2017<sup>5</sup>, o Brasil ocupa a 81ª posição no *ranking* de competitividade composto por 133 economias, estando atrás de países como Sri Lanka (71º), Colômbia (61º) e Azerbaijão (37º).

Uma análise mais criteriosa dos dados sobre o esforço de inovação apresentados anteriormente, mostra que do total de P&D realizado no país, mais de 50% foi praticado pelo setor público, que os direciona, principalmente, às instituições de ensino superior, com cerca de 60% em 2013 (MCTIC, 2017). Uma parte substancial do que se conta como inovação implementada, em torno de 50%, corresponde à aquisição de máquinas, equipamentos, *softwares* e treinamento, não à criação propriamente dita de inovações, consequência de atividades internas de P&D (PINTEC, 2014). Ademais, 72% dos pedidos de patentes no Brasil, no período de 2000 a 2014, foram realizados por não residentes (INPI, 2017).

Kannebley e Porto (2012) e Filho *et al.* (2014) também levantam alguns pontos a respeito das políticas de apoio ao desenvolvimento tecnológico no Brasil. Em primeiro lugar, mais de

---

<sup>3</sup> Embora o Brasil tenha avançado no quesito P&D/PIB, o país ainda realiza um dispêndio consideravelmente inferior aos países desenvolvidos, como Coreia do Sul (4,3%), Japão (3,4%) e Alemanha (2,9%).

<sup>4</sup> Refere-se à produtividade do trabalho utilizada para fazer comparações entre países, conforme a base de dados.

<sup>5</sup> *The Global Competitiveness Index* possui 12 subíndices para formação do indicador de competitividade, tais como instituições, infraestrutura, desenvolvimento macroeconômico, saúde, educação, entre outros. Para maiores detalhes ver Schwab (2017).

55% das empresas que se beneficiam do apoio do governo são de grande porte e estão ligadas a setores como mecânica e transporte, que já usufruem de certa proteção nacional para competitividade interna. Embora as grandes empresas possuam um papel de destaque no processo de inovação de uma economia, atuando como difusoras de tecnologia, é possível que sejam pouco eficientes, ligadas a setores com baixa capacidade de gerar *spillovers* e/ou sejam empresas que já realizam P&D sem a necessidade de apoio.

O segundo ponto, refere-se à concentração espacial dos recursos, sendo que 94% das empresas que recebem os incentivos estão localizadas na região Sudeste (57%) e Sul (37%) do país. Em outras palavras, a política não atinge empresas e setores de outras regiões que poderiam gerar inovação e ampliar a produtividade em suas respectivas funcionalidades e características regionais.

De modo geral, o setor público realizou esforços na tentativa de impulsionar a produtividade no Brasil. No entanto, os resultados não foram percebidos devido ao tempo necessário para a formação de capacidade de absorção, às políticas não destinadas a setores com maior capacidade de gerar *spillovers* e/ou a não consideração dos efeitos regionais. Dessa forma, a ausência de uma ferramenta que permita uma análise quantitativa impossibilita que questões fundamentais sejam abordadas, tais como: políticas complementares, reavaliação das metas e questões regionais e setoriais de longo prazo.

Os estudos empíricos sobre os efeitos de mudança na produtividade e suas externalidades são relativamente recentes, principalmente quando o foco tem caráter regional e setorial, e envolve aspectos da Nova Geografia Econômica (NGE). Além disso, dada a importância do tema, muitas pesquisas para a economia brasileira destinam esforços para mensuração e análise evolutiva temporal da produtividade. Entretanto, há uma ausência de estudos que busquem compreender a forma como distúrbios na produtividade afetam a realocação produtiva regional e setorial. Essa escassez de pesquisas abre oportunidade para que novos métodos sejam desenvolvidos com a finalidade de aprofundar a análise sobre fenômeno exposto.

Sob essa perspectiva são postas as duas principais motivações para o desenvolvimento desta tese: *i*) a compreensão dos efeitos setoriais e regionais em decorrência de modificações na produtividade; *ii*) o entendimento de que os mecanismos de transmissões podem produzir efeitos redistributivos significativos, tanto setoriais quanto regionais. Especificamente, as transações econômicas, os movimentos migratórios, a realocação produtiva e as economias de escala são fatores que podem amplificar e/ou reduzir os efeitos de mudanças na produtividade.

Dessa forma, a compreensão desses fatores fornece um instrumento de apoio a possíveis políticas de estímulo a ampliação da produtividade.

Nesse contexto, a modelagem de Equilíbrio Geral Computável (EGC) permite uma abordagem sistêmica e de interdependência setorial, o que torna essa ferramenta adequada para analisar efeitos *feedbacks* baseados em preços relativos. Dada essa estrutura, trabalhos empíricos têm avaliado questões relacionadas a políticas de estímulo à mudança tecnológica e aumento da capacidade de absorção (*e.g.*, GOULDER; SCHNEIDER, 1999; GHOSH, 2007; BOSETTI *et al.*, 2006; BOR *et al.*, 2010). Recentemente, elementos como migração e aspectos da NGE foram introduzidos na modelagem EGC, permitindo abordar questões relacionadas à heterogeneidade do espaço (*e.g.*, VARGAS, 2007; BRANDSMA *et al.*, 2014; COMITE; KANCS, 2014; BRANDSMA; KANCS, 2015). Dessa forma, levar em consideração essas questões é um elemento crucial para a compreensão dos efeitos de mudanças na produtividade e seus desdobramentos setoriais e regionais.

Portanto, os conceitos mais importantes subjacentes à estrutura da tese estão relacionados à compreensão dos efeitos de distúrbios na produtividade, e podem ser resumidos em três aspectos fundamentais. O primeiro é a mudança da produtividade endógena, que considera os efeitos de interdependência regional e setorial. O segundo refere-se à heterogeneidade geográfica do Brasil. O terceiro é o quadro de equilíbrio geral, que permite considerar mecanismos de *feedback* de preço de mercado. Assim, a combinação desses recursos em um modelo EGC multissetorial e multirregional fornece um instrumento adequado para os propósitos deste estudo.

## 1.2 OBJETIVOS

O propósito geral desta pesquisa será investigar os efeitos *feedbacks*, setoriais e regionais, em decorrência de melhorias na produtividade total dos fatores. Especificamente, será analisado os efeitos da mudança da produtividade sobre a realocação da produção regional e setorial e melhoria no bem-estar da população. Complementarmente, busca-se analisar os seguintes itens:

- Realocação setorial da mão de obra;
- desvio de comércio inter-regionais;
- a competitividade regional e setorial; e
- os efeitos da mudança na produtividade sobre o bem-estar.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Dado o arcabouço teórico que enfatiza a contribuição do progresso tecnológico, especialmente os incrementos advindos da produtividade total dos fatores (PTF), a transição para uma economia baseada no conhecimento tem sido um objetivo estratégico para os países que se esforçam para garantir maior produtividade, competitividade, desenvolvimento regional e um crescimento econômico sustentável a longo prazo. Embora, em geral as políticas tenham se concentrado em estimular investimentos em disseminação de conhecimento e inovações, a velocidade e a qualidade da transição variaram entre os países. Isso porque a efetividade de tais políticas é um processo complexo que exige a compreensão dos mecanismos de transmissão no espaço, tais como: interdependências regionais e setoriais, a capacidade de absorção, os movimentos migratórios e aspectos específicos da localização (FELDMAN, 1999).

Com objetivo de compreender melhor os efeitos que explicam os processos de desenvolvimento desigual entre as regiões, Fujita, Krugman e Venables (1999) destacam três aspectos fundamentais: *i*) heterogeneidade do espaço; *ii*) causalidade circular; e *iii*) efeito proximidade. Esses aspectos ajudam a compreender os canais de transmissão pelo qual a mudança tecnológica afeta a própria região e a forma com ele se dissemina para outras.

No primeiro caso, a localização no espaço confere aos agentes econômicos a capacidade de se beneficiar das maiores concentrações da produção. Assim, à medida que o desenvolvimento atinge certas regiões, a localização econômica assume um papel central para empresas e famílias que se favorecem das vantagens associadas à aglomeração (KRUGMAN, 1991).

O segundo está relacionado à concorrência monopolística e aos retornos crescentes de escala resultantes dos benefícios da localidade, tais como mobilidade de mão de obra qualificada, maiores variedades de bens intermediários e finais e custos de transporte. Esses elementos causam um processo cumulativo da renda, o que atrai movimentos migratórios de famílias e empresas para localidade, dando início a um novo processo de acumulação (KRUGMAN, 1998).

Por fim, o terceiro tem um papel importante nas externalidades positivas causadas pelos efeitos da localização. A conexão entre os atores por meio das transações econômicas, trocas de informações e mobilidade de mão de obra gera *spillovers* capazes de promover o desenvolvimento econômico das regiões vizinhas (FELDMAN, 1999).



Os atributos destacados anteriormente são os elementos centrais abordados pela Nova Geografia Econômica (NGE), e constituem um avanço, em termos teóricos, na compreensão da dinâmica do capital, das economias de aglomeração, inovação e seus efeitos *spillovers*.

Os modelos NGE da “primeira geração” (*e.g.*, KRUGMAN, 1991; KRUGMAN; VENABLES, 1995; OTTAVIANO, TABUCHI, THISSE, 2002) concentram-se na explicação das forças de aglomeração que surgem unicamente de externalidades pecuniárias através dos efeitos da ligação entre consumidores e indústrias, negligenciando todas as outras fontes possíveis de economias de aglomeração, como externalidades de conhecimento e *spillovers* de informações (FUJITA; MORI, 2005).

A partir dos trabalhos de Baldwin *et al.* (1999), Feldman (1999), Fujita e Thisse (2002) e Baldwin e Martin (2004), também conhecido como segunda geração dos modelos NGE, um maior enfoque é dado à inovação e os seus efeitos de *spillovers*. Isto é, além das externalidades pecuniárias, esses trabalhos caracterizam a importância das externalidades advindas das atividades de inovação como uma fonte imprescindível para explicação da heterogeneidade no espaço (ROBERT-NICOUD, 2005). Dessa forma, a NGE da “segunda geração” combina aspectos da nova geografia econômica com a teoria do crescimento endógeno em quadro analítico para a compreensão das dinâmicas de crescimento localizado com base em inovações, sendo as externalidades tecnológicas fundamentais para explicar as diferenças regionais (BALDWIN; MARTIN, 2004).

Portanto, nesse capítulo o objetivo é apresentar uma revisão de literatura abordando as principais teorias e trabalhos empíricos que dão suporte ao desenvolvimento da tese. Especificamente, as principais propostas da NGE são enfatizadas e descritas. Cabe destacar, que embora os objetivos dessa tese estejam alinhados com os principais pressupostos da NGE, o desenvolvimento da mesma, não implica em uma reprodução exata dos modelos descritos por Krugman (1991), Baldwin *et al.* (1999) e etc. As hipóteses, assim como questões setoriais e metodológicas, serão adaptadas para o contexto brasileiro. Tais questões serão elucidadas e descritas nesse capítulo e apresentadas formalmente em capítulos posteriores.

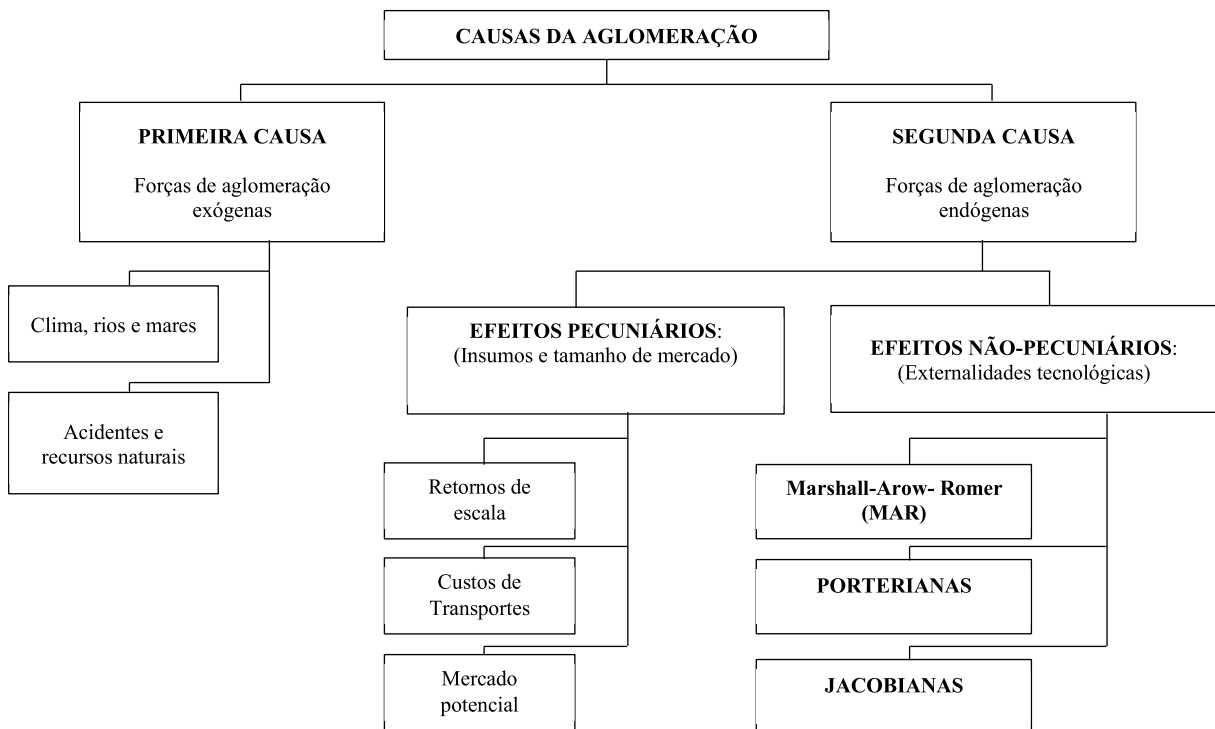
## 2.1 CAUSAS DA AGLOMERAÇÃO

Abordagem adotada pela Nova Geografia Econômica busca compreender os efeitos que determinam os processos de desenvolvimento desigual entre regiões. Para tanto, seu principal foco ocorre na determinação dos fatores que causam a aglomeração. De acordo com Christ

(2009), as forças de aglomeração podem ser divididas em duas categorias que afetam e catalisam a distribuição espacial e a realocação de firmas e consumidores. A primeira delas, está relacionada às causas exógenas de aglomeração que exercem influência na decisão de localização. Assim, *clusters*, cidades e metrópoles, por esse aspecto, emergem em decorrência a fatores exógenos, tais como clima, presença de rios e mares, terreno e recursos naturais (BRAKMAN *et al.*, 2005).

Por outro lado, na segunda são definidos os elementos endógenos. A literatura tem se concentrado nas externalidades positivas, advindas da concentração, para determinar os fatores que explicam a aglomeração (*e.g.*, SCITOVSKY, 1954; FUJITA; THISSEN, 2002). Além disso, conforme Scitovsky (1954), os elementos endógenos de determinação da aglomeração podem ser definidos em dois atributos: *i*) externalidades pecuniárias; e *ii*) externalidades tecnológicas ou *knowledge spillovers*. A Figura 1 resume os aspectos expostos.

Figura 1 - Primeira e segunda causas da aglomeração



Fonte: Adaptado a partir de Christ (2009).

As externalidades pecuniárias são subprodutos de interações de mercado, no qual afetam empresas, consumidores e trabalhadores apenas nas relações de trocas no mercado por meio dos mecanismos de preços. Dessa forma, a disponibilidade de insumos, tamanho de mercado,

retornos de escala, custos de transportes e mercado potencial são fontes de externalidades positivas, o que atrai firmas, mão de obra qualificada e consumidores para uma região. Ademais, Fujita e Thissen (2002) ressaltam que as externalidades pecuniárias são relevantes quando há imperfeições de mercados, uma vez que a decisão de localização dos agentes econômicos afeta os preços e, conseqüentemente, o nível de bem-estar.

As externalidades tecnológicas, por sua vez, correspondem aos efeitos de interações não-mercantis que são realizadas através de processos que afetam diretamente a utilidade ou a função de produção, tais como: aptidão tecnológica, trocas de conhecimento tácito e codificado, experiências, ideias e invenções. Como apresentado na Figura 1, os efeitos não pecuniários se manifestam por meio das externalidades de Marshall-Arrow-Romer (MAR), Porterianas e Jacobianas.

Introduzido por Marshall (1890), e posteriormente aperfeiçoado matematicamente por Arrow (1962) e Romer (1986), as “externalidades MAR” consideram os *spillovers* tecnológicos como um fator que explica o crescimento das firmas e, conseqüentemente, da região. De modo geral, essa visão diz que a concentração de uma indústria em uma região geográfica permite que o conhecimento transborde entre firmas dentro da indústria e, portanto, leva ao crescimento econômico. Ademais, a teoria do MAR prevê que o monopólio local é melhor para o crescimento do que a concorrência local, uma vez que restringe o fluxo de ideias, e assim, permite que as externalidades sejam internalizadas pelo inovador (GLAESER *et al.*, 1992).

As externalidades Porterianas são oriundas do trabalho de Porter (1990). Assim como em MAR, o autor argumenta que os *spillovers* de conhecimento em indústrias especializadas e geograficamente concentradas favorecem o crescimento das firmas e da região. O efeito da concorrência local é a principal diferença entre os modelos de MAR e Porter. No modelo de Porter, a competição local acelera a imitação, melhora o fluxo de novas ideias e aumenta as taxas de inovação. Embora a competição reduza os retornos da inovação para o inventor, também aumenta a pressão para inovar, uma vez que firmas que não avançam tecnologicamente são expulsas do mercado em decorrência da perda de parcela de mercado e diminuição na produtividade. Logo, um ambiente local mais competitivo, leva à adoção rápida das inovações, e assim gera crescimento industrial na região (PORTER, 1990; GLAESER *et al.*, 1992).

Por fim, a terceira teoria que enfatiza a importância dos *spillovers* de conhecimento é a proposta por Jacobs (1969). Diferente de MAR e Porter, nas externalidades Jacobinas, a transferência de conhecimento se manifesta nas relações intersetoriais, isto é, nas relações fora

da indústria. Como resultado, a variedade e a diversidade das indústrias geograficamente localizadas promovem inovação e o crescimento (GLAESER *et al.*, 1992). A ideia de Jacobs é que a “fertilização cruzada” de ideias em diferentes linhas de trabalho cria um ambiente inovativo próspero, o que aumenta a probabilidade de inovar (JACOBS, 1969). Ademais, como em Porter (1990), concorrência local acelera a busca por avanços tecnológicos por parte das firmas.

Como constatado, a busca pela identificação dos determinantes da aglomeração se concentra nos aspectos endógenos e são explorados, principalmente, pela ciência regional. Logo, tanto as causas oriundas pelos efeitos pecuniários quanto os tecnológicos são questões abordadas pela NGE, e representa as principais contribuições.

Os elementos da segunda causa de aglomeração são abordados e explorados pela NGE. No entanto, os primeiros modelos, conhecidos como “primeira geração” da NGE, analisam apenas os efeitos pecuniários, isto é, os retornos crescentes de escala, os custos de transporte e a mobilidade de mão de obra são fonte de atração das firmas. Dessa forma, o propósito desses modelos são explicar a especialização e distribuição nas regiões por meio da heterogeneidade das forças centrípetas e centrífugas, “negligenciando” os efeitos da tecnologia e dos *spillovers* tecnológicos (FUJITA; MORI, 2005).

Reconhecida a importância das externalidades não pecuniárias para o processo de aglomeração, trabalhos como os de Baldwin *et al.* (1999), Feldman (1999), Fujita e Thisse (2002) e Baldwin e Martin (2004) têm incorporado tais questões na modelagem. Assim, aspectos relacionados à inovação, *spillovers* tecnológicos, mobilidade de mão de obra qualificada tornam-se questões “chave” para compreensão das causas de aglomeração. Vale destacar, que esses modelos fazem parte da NGE, no entanto, são denominados como “segunda geração” da Nova Geografia Econômica.

A abordagem adotada pela NGE no processo de incorporação das causas de aglomeração, tanto as pecuniárias quanto as tecnológicas, será apresentada nas próximas subseções. O objetivo é identificar os principais elementos que serão introduzidos na especificação empírica dessa tese.

## 2.2 NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA: MODELOS DA “PRIMEIRA GERAÇÃO”

Os primórdios da NGE encontram-se nos trabalhos de Krugman (1991), tendo contribuições à teoria da aglomeração, à introdução dos modelos de retornos crescentes de escala e competição imperfeita. A inspiração de Krugman (1991) advém das teorias clássicas de localização e aglomeração, especificamente, dos trabalhos Von Thünen (1826), Weber (1909), Christaller (1933) e Lösch (1940). A preocupação básica dessas teorias é explicar, por meio de modelos econômicos, os efeitos da localização da produção, objetivando minimizar os custos de transportes. Além disso, os aspectos do ambiente econômico analisado, concentram-se na distância e área. Portanto, são teorias estáticas que se limitam a uma estrutura de equilíbrio parcial, coeficientes constantes, custos de transportes lineares e demandas *ad hoc* para determinar a localização ótima das firmas (KRUGMAN, 1998).

Por outro lado, o NGE fornece uma descrição detalhada das desigualdades espaciais que emergem como o resultado de um modelo de equilíbrio geral. Krugman (1991) foi o primeiro a mostrar como os desequilíbrios regionais surgem. Por meio da especificação de retornos de escala e concorrência monopolística, em um modelo com duas regiões, conhecido como Centro-Periferia, o autor busca explicar os processos de aglomeração e dispersão.

O avanço implementado com o modelo da NGE está relacionado ao fato de não apenas supor que as economias aglomeram, mas buscar compreender como isso ocorre (KRUGMAN, 1998). Tal compreensão se faz por meio da modelagem matemática, especificamente, dos retornos de escala, no qual permite aprender como esses se alteram e, dessa forma, explorar o comportamento das mudanças na economia (KRUGMAN, 1991).

De acordo com Ottaviano e Thisse (2002), enquanto a ciência regional era sustentada em teorias abstratas com foco no equilíbrio econômico, a NGE buscou dar maior empirismo as questões regionais e incorporou questões keynesianas a uma visão da localização orientada pela teoria neoclássica. Já Fujita e Thisse (2002) argumentam que a NGE explora a grande aglomeração da atividade econômica que se verifica no espaço em vários níveis geográficos, em inúmeras composições. Thisse *et al.* (2014), por sua vez, afirma que o mérito de Krugman foi de conseguir trazer a discussão regional para o centro da teoria econômica, utilizando uma modelagem matemática e incorporando “novas ideias”. Portanto, os avanços introduzidos por Krugman (1991), no modelo centro-periferia, abriram caminho para as investigações dos motivos de convergência e/ou divergência entre regiões.

De modo geral, as suposições básicas do modelo da NGE são resumidas no Quadro 1. Seis elementos descritos por Krugman (1991) formam os aspectos centrais do modelo centro-

periferia: Consumidores, Produtores, Mercado de trabalho, Estrutura de mercado, Custos de transportes e Espaço geográfico.

Quadro 1 - Principais suposições do modelo básico da Nova Geografia Econômica

Variável	Caraterística
Consumo	Os consumidores possuem preferências pela variedade de bens e maximizam sua utilidade de acordo com uma função de elasticidade de substituição constante (CES), definida sobre todas essas variedades. As preferências do consumidor são consideradas idênticas no espaço.
Produtores	Assumindo-se como firmas atomistas, maximizando o lucro de uma única planta, com cada planta produzindo apenas um (único) bem, e que a produção com uma única planta é mais barata do que com múltiplas plantas. Supõe-se que as empresas mudem para mercados próximos (demanda).
Mercado de Trabalho	Os trabalhadores assumiram que se deslocam entre locais (regiões) em resposta a diferenças espaciais em salários reais.
Estrutura de Mercado	Economia de dois setores: setor tradicional (agrícola) competitivo e setor manufatureiro caracterizado por concorrência imperfeita considerada do tipo monopolista Dixit Stiglitz, com economias de escala internas (custos fixos na produção) e externas (externalidades pecuniárias ou de tamanho de mercado) para empresas de manufatura.
Custos de Transportes	Assumindo ser do tipo "iceberg". Indica uma preferência pela localização em regiões com grande acesso ao mercado.
Espaço Geográfico	Assume que o espaço econômico consiste em dois locais ou regiões hipotéticas, de tamanho ou extensão iguais. Estas regiões podem ser de qualquer escala * países, regiões de um país, cidades, áreas internas e externas de uma cidade.

Fonte: adaptado a partir de Martin (2010a).

O primeiro, os Consumidores, possuem preferências pela variedade de bens e são idênticas no espaço. Essas suposições, baseadas nas premissas microeconômicas, permitem especificar o comportamento do consumidor, na qual todos na economia apresentam função de utilidade similar (KRUGMAN, 1991; ROBERT-NICOUD, 2005). Já os Produtores, maximizam lucro em uma única planta, e instalam-se próximos à demanda, isto é, a firma escolhe um ponto de máximo mercado potencial. Além disso, é assumido existência de Custo de Transporte do tipo *iceberg*, indicando que o custo de transportar uma mercadoria equivale ao que se perde no transporte da origem até ao destino.

A Estrutura de Mercado, por sua vez, corresponde a uma das principais “inovações” introduzidas no modelo de NGE. Com base nos fundamentos microeconômicos de Dixit e Stiglitz (1977), Krugman (1991) introduz retornos de escala e concorrência imperfeita em um modelo com dois setores, sendo que um deles incorpora essas especificações (setor manufatureiro) e no outro é adotada uma estrutura competitiva (setor agrícola).

Para o Mercado de Trabalho, assume-se que os trabalhadores se deslocam entre locais em respostas a diferenças salariais. No entanto, apenas no setor com retornos de escala e

concorrência imperfeita existe mobilidade da mão de obra. Por fim, o Espaço Geográfico é formado por duas regiões de tamanho ou extensão iguais.

Os seis aspectos apresentados, constituem os principais elementos que fundamentam a estrutura dos modelos da NGE. Com base nesses aspectos, três efeitos são considerados os impulsionadores do desenvolvimento em uma região, de acordo com Baldwin *et al.* (1999): *i) Market-Access*, que descreve a tendência da firma monopolista em localizar sua produção em um mercado grande e exportar para os pequenos; *ii) Cost-of-Living*, que representa o impacto da decisão de localização da firma sobre o custo de vida local. Nesse caso, os bens são “baratos” em regiões mais industrializadas, uma vez que os consumidores importam menos, o que evita maiores custos de comércio; e *iii) Market-Crowding*, capta a tendência das empresas em competição imperfeita, em localizarem-se em regiões com baixa competitividade, objetivando manter o poder de mercado.

Os dois primeiros efeitos intensificam a concentração espacial da atividade econômica, enquanto a terceira favorece a dispersão. A combinação dos dois primeiros com o fator de mobilidade das empresas (que buscam localidades com acesso a grandes mercados potenciais) e de trabalhadores (que se movem com objetivo de ter acesso a maiores variedades de bens e salários) cria uma forma de causação circular e acumulativa no modelo (BALDWIN *et al.*, 1999; MARTIN, 2011).

De acordo com Krugman (1998), duas forças são responsáveis por gerar a causação circular acumulativa, e podem explicar o processo de aglomeração/dispersão nas regiões: as centrípetas e centrífugas.

No primeiro caso, as forças centrípetas têm origem no tamanho do mercado, nas externalidades positivas e na densidade da mão de obra. Logo, à medida que as condições econômicas favorecem uma região, as forças centrípetas geram um efeito acumulativo de concentração no setor produtivo (manufatureiro), em decorrência aos retornos de escala e custos de transporte reduzidos.

No espaço onde as forças centrípetas ocorrem, o salário real é elevado e há maiores disponibilidades de variedades de bens, o que constitui fatores de atração de trabalhadores qualificados (KRUGMAN, 1998; BALDWIN *et al.*, 1999). A esses efeitos, associam-se as interferências de externalidades pecuniárias, do tipo economia externas de Marshall, no qual relaciona o efeito do número crescente de agentes que se reúnem para obter benefícios da diversidade de atividades econômicas e maior especialidade (FUJITA; THISSE, 2002).

A força centrífuga, por sua vez, diz respeito à dispersão das atividades econômicas. Isso ocorre, devido aos efeitos da concorrência entre empresas e pela demanda de bens industriais por parte do setor tradicional (agrícola). Além disso, a mão de obra mais barata nas regiões periféricas constitui-se em fator de atração de empresas submetidas a maiores concorrências na região com maior densidade de empresas. Ademais, os fatores de produção não móveis, alugueis e deseconomias puras (congestionamento, poluição, custo de vida e etc.) também são elementos que constituem as forças centrífugas (KRUGMAN, 1998).

Em resumo, Krugman (1991) procurou incorporar fundamentos microeconômicos, por meio do modelo desenvolvido por Dixit e Stiglitz (1977), para demonstrar como o processo de aglomeração e dispersão nas regiões ocorrem. Tal esforço metodológico, resultou no modelo denominado centro-periferia, um modelo de equilíbrio geral que incorpora retornos crescentes de escala e concorrência imperfeita, além de custos de transporte. Portanto, modelo Krugman (1991) demonstrou como desequilíbrios, gerados por forças de mercado, poderiam surgir no âmbito do sistema econômico e produzir convergência ou divergência entre as regiões.

### 2.3 NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA “SEGUNDA GERAÇÃO”

Embora tenham ocorrido muitas contribuições dos modelos da primeira geração NEG, os elementos que identificam as causas de aglomeração captam, principalmente, externalidades pecuniárias, tais como ligações verticais, custos de transporte, distância e mobilidade dos trabalhadores. A ausência de elementos importantes para determinação do crescimento das regiões, e que estão relacionadas com as externalidades não pecuniárias, (*e.g.*, *spillovers* tecnológicos, inovação, mobilidade de mão de obra qualificada...) diminui a capacidade de explicação dos fatores de longo prazo (FUJITA; MORI, 2005). Portanto, é essencial estender a estrutura do NEG especificando os efeitos tecnológicos e dos *spillovers*.

Nesse contexto, esforços para incorporação das externalidades não pecuniárias, na modelagem da NGE, têm sido constantemente realizados. Autores como Baldwin *et al.* (1999) e Fujita e Thisse (2002) introduzem elementos do crescimento endógeno de Grossman-Helpman-Romer ao modelo CP, com objetivo de capturar os efeitos da tecnologia e dos *spillovers* tecnológicos sobre o processo de aglomeração.

Ao contrário dos primeiros modelos de NEG, as contribuições da segunda geração são usadas para explorar a causalidade entre a aglomeração e o crescimento, evidenciando o efeito da tecnologia e *spillovers* de conhecimento. Com base nessa questão, os modelos de segunda



geração NGE também são denominados de modelos do *New Economic Geographic Growth* (NEGG), uma vez que combina elementos do modelo CP com aspectos da teoria do crescimento endógeno. Além do aspecto da tecnologia, na Estrutura da NEGG os custos de transporte não são o único fator que leva a causas centrípetas ou centrífugas. Logo, as ligações do lado da demanda e da oferta são dominadas por novos mecanismos que também podem produzir aglomeração (CHRIST, 2009). Ademais, a novidade dos modelos NEGG está relacionada ao agrupamento espacial e quebra de simetria devido a mecanismos não mercantis de difusão do conhecimento, permitindo trabalhar com externalidades não pecuniárias e pecuniárias simultaneamente.

Os mecanismos básicos e as suposições centrais são realizados, de forma pioneira, por Baldwin e Forslid (2000), que introduzem elementos do crescimento endógeno, do tipo Grossman-Helpman-Romer, ao modelo centro periferia proposto por Krugman (1991). O propósito da modificação é compreender como a tecnologia e os *spillovers* impactam a estabilidade do equilíbrio simétrico nas regiões, alterando a renda e crescimento de longo prazo (BALDWIN; FORSLID, 2000). Ademais, além dos ciclos usuais de causalidade circular ligado à demanda e aos custos, o crescimento endógeno introduz um ciclo de causalidade circular ligado ao crescimento, sendo que na ausência de transbordamentos de conhecimento inter-regionais, essa força “extra-centrípetas” é forte o suficiente para tornar o equilíbrio simétrico instável (BALDWIN; FORSLID, 2000, FUJITA; THISEN, 2002; CHRIST, 2009).

De modo geral, a modelagem proposta por Baldwin e Forslid (2000), consiste de duas regiões, A e B, e três setores produtivos, setor tradicional (T), setor moderno (M) e o setor de inovação (R). Há dois fatores produtivos, trabalho, que pode ser dividido em baixa (L) e alta (H) habilidade, e capital (K). Ambos os tipos de trabalhos são constantes no tempo, sendo que L é imóvel entre as regiões, enquanto H pode se mover, porém, com algum custo positivo. Os setores T e M utilizam trabalho de baixa habilidade, L, ao passo que R faz uso de trabalho de alta habilidade para sua produção. Assim como em Krugman (1991), o setor T produz um bem homogêneo sob a suposição de concorrência perfeita e não possui custo de transporte. O setor M, por sua vez, produz um bem heterogêneo, como base na suposição de única variedade, sob concorrência monopolística (Dixit-Stiglitz) e presença de retornos de escala, além de incorrer em custos de transporte do tipo *iceberg* e custo fixo expressos em termos de K. Logo, cada variedade requer uma unidade de K, no qual pode ser interpretada como uma ideia, uma nova tecnologia, patente ou máquina. Ademais, as regiões são simétricas em termos de preferência, tecnologia, custo de transporte e dotação de trabalho (CERINA; PIGLIARU, 2007).

Um elemento importante para incorporação da teoria do crescimento endógeno ao modelo CP é a consideração do capital. O setor de inovação, por sua vez, utiliza o capital físico e de conhecimento, que são acumulados em períodos passados, com adição do trabalho qualificado (H) para desenvolver novas variedades de bem, no qual são obtidas pelo setor M por intermédio de patentes (BALDWIN; FORSLID, 2000). O Quadro 2 apresenta os três setores e as premissas relevantes sobre tecnologia de produção, custos de transporte e mobilidade de fatores de produção.

Quadro 2 - Características dos setores nos modelos da Nova Geografia econômica da Segunda Geração

Setor Tradicional (T)	Setor Moderno (M)	Setor Inovação (R)
Bens homogêneos	Bens diferenciados	Patentes (nova variedade)
Competição perfeita; retorno constante de escala	Competição monopolística (Dixit-Stiglitz); Retornos crescente de escala	Competição perfeita nos laboratórios; <i>spillovers</i> tecnológicos
Sem custo de transporte	Custo de transporte <i>Iceberg</i>	Mobilidade do capital; Imobilidade do capital de conhecimento
Trabalho L	Trabalho L	Trabalho H

Fonte: Elaboração própria com base Baldwin *et al.*, (1999), Baldwin e Forslid (2000) e Christ (2009).

Por fim, o modelo apresentado permite uma ligação positiva entre aglomeração e crescimento, no qual os transbordamentos de conhecimento localizados assumem um papel primordial. Dessa forma, a aglomeração é considerada a contrapartida da difusão do conhecimento e das tomadas de crescimento (CHRIST, 2009). A seção a seguir apresenta, de forma detalhada, os aspectos ligados ao setor de inovação.

### 2.3.1 Setor de Inovação e os *spillovers* de conhecimento

O primeiro ponto a se destacar é que a acumulação de capital humano, conhecimento e/ou físico é a fonte de determinação do crescimento de longo prazo, conforme descreve os modelos NGEE. Para tanto, é assumido que para cada variedade produzida são necessários  $K$  unidades de capital, que representa um custo fixo. Dessa forma, a função de custo do setor  $M$  é dada por;

$$C = \pi + wa_M x_i \quad (1)$$

Em que  $\pi$  é taxa de rentabilidade do capital,  $w$  é o salário,  $a_M$  é o requisito de mão de obra por unidade e  $x_i$  é o total de produção da variedade  $i$ .

O setor de Inovação,  $R$ , por sua vez, produz  $K$  unidades sob a suposição de competição perfeita. Dessa forma, uma nova unidade de capital é produzida utilizando  $a_H$  unidade de trabalho de alta habilidade mais o estoque de capital de conhecimento acumulado. Formalmente, a função de produção para o setor  $R$  toma a forma;

$$\dot{K} = Q_k = \frac{H}{a_H}; \quad a_H = \frac{1}{K_{-1} + \lambda K_{-1}^*} \quad (2)$$

Em que  $Q_k$  é o fluxo de criação da nova unidade de capital,  $0 < \lambda < 1$  representa o grau de globalização do *spillovers* de conhecimento e  $K_{-1}^*$  é o estoque de capital da outra região. Observa-se, que se os *spillovers* são globais,  $\lambda = 1$ , a difusão do conhecimento é completa.

A acumulação de conhecimento pode, portanto, ser considerada um fator essencial para a explicação do crescimento econômico desigual entre as regiões. A questão central é explicar como a acumulação de capital de conhecimento permanece lucrativa, uma vez que o estoque está sempre crescendo. A solução adotada pela Ngee advém dos trabalhos de Romer (1986 e 1990), no qual considera uma curva de aprendizado para o setor de inovação. Dessa forma, o setor  $R$  é caracterizado pela queda nos custos de produção em decorrência à curva de aprendizado específica do setor (CHRIST, 2009). De modo geral, a mão de obra (H) necessária para produzir uma nova variedade diminui à medida que a produção aumenta. Esse aspecto é denominado de externalidades tecnológicas (BALDWIN; FORSLID, 2000).

No caso exposto, as externalidades atuam como um elemento que potencializa o estoque de conhecimento. Assim, os custos locais com inovação diminuem devido à crescente concentração espacial do conhecimento dentro de uma região. Conforme Christ (2009), isso é possível em decorrência da estrutura e dinâmica das regiões, isto é: *a*) as patentes e os trabalhadores são espacialmente imóveis; *b*) as forças centrípetas são mais fortes à medida que a difusão do conhecimento torna-se completa; e *c*) os custos de transporte diminuem devido à integração.

Ademais, os efeitos das externalidades sobre o crescimento econômico das regiões dependem das suposições acerca da mobilidade de capital de conhecimento e do alcance do *spillovers*. Cerina e Pigliaru (2007) consideram quatro diferentes situações para analisar o efeito

sobre o centro e a periferia: *i) spillovers* globais ( $\lambda = 1$ ) e mobilidade do capital, SG K-MOB; *ii) spillovers* globais ( $\lambda = 1$ ) e imobilidade do capital, SG K-IMO; *iii) spillovers* localizados ( $0 < \lambda < 1$ ) e mobilidade do capital, SL K-MOB; e *iv) spillovers* localizados ( $0 < \lambda < 1$ ) e imobilidade do capital, SL K-IMO. O Quadro 3 resume os principais resultados obtidos com os modelos da NGEE dado as quatro especificações.

Quadro 3 - Principais resultados modelos da Nova geografia Econômica da Segunda Geração

Efeito	SG K-MOB	SG K-IMO	SL K-MOB	SL K-IMO
Aglomeração nos setores R e M	Não	sim	não	sim
Perdas para a periferia (curto prazo)	Não	sim	não	sim
Ganhos para periferia (longo prazo)	Não	não	sim	sim
Perdas para a periferia (longo prazo)	Não	não	não	não

Fonte: adaptado a partir de Christ (2009).

O primeiro ponto a se destacar dos resultados dos modelos NGEE é que se os *spillovers* são globais e o capital pode se mover livremente entre as regiões, a taxa de crescimento global da economia não depende da alocação geográfica das atividades econômicas. Embora, os níveis de renda no centro continuem sendo mais altos do que os níveis na periferia, isto é, as diferenças entre as regiões permanecem constantes (CERINA; PIGLIARU, 2007).

O segundo aspecto importante obtido com os modelos NGEE é que o único caso em que ocorre aglomeração catastrófica é quando o capital é imóvel. Nessa situação, a mudança de produção toma a forma de centralização do capital em uma região e descentralização em outra. Isso leva a uma alteração na demanda, que impacta positivamente o nível de renda de uma região e diminuição na outra (CERINA; PIGLIARU, 2007).

Uma forma de descrever o efeito acima, conforme salientado por Cerina e Pigliaru (2007), é explorar a decisão de localização da firma. Se há a mobilidade perfeita do capital, os proprietários das empresas podem decidir onde localizar a produção, e repatriar os lucros, independente da região. Isso implica que, a mudança de produção não leva à mudança de demanda. Por outro lado, se o capital é imóvel, as firmas não podem escolher onde localizar e devem investir na região onde vivem. Logo, a mudança na produção resulta na mudança da demanda, isto é, um número maior de firmas localizadas em uma região leva há maiores gastos locais (CERINA; PIGLIARU, 2007).

Por fim, um terceiro resultado obtido refere-se aos ganhos e perdas da periferia. De modo geral, quando o capital é imóvel, a periferia sempre possui perdas no curto prazo. Isso ocorre,

uma vez que a aglomeração da produção no “centro” eleva o nível de preços na periferia, por conta dos custos de comércio, o que impacta o nível de renda e do custo de vida. Por outro lado, há a possibilidade de ganhos dinâmicos (longo prazo). Se os *spillovers* são globais, a alteração na renda é mantida no longo prazo. Em contrapartida, caso os *spillovers* sejam localizados, a concentração de todo o setor R no “centro” permite que o processo de aprendizagem seja explorado em seu grau máximo e, assim, o setor M, na periferia, pode gerar ganhos de renda (CERINA; PIGLIARU, 2007).

Como pode ser constatado, os efeitos sobre a taxa de crescimento em cada região dependem das suposições quanto a mobilidade de capital de conhecimento e das formas como se manifesta os *spillovers*. Baseado nesse aspecto, Cerina e Pigliaru (2007) expõem duas orientações com relação às políticas; *i*) Se o objetivo do *policymaker* é a renda de longo prazo da periferia, o melhor é não se preocupar com a aglomeração do setor R e M, uma vez que a periferia não sofre perdas; *ii*) Se os *spillovers* são localizados, políticas de estímulo destinadas ao setor de inovação podem gerar prejuízos sobre o crescimento econômico global e, principalmente, para periferia. As duas abordagens descritas pelos autores mostram que as desigualdades entre as regiões são opções relevantes para obter um maior crescimento agregado e maximizar o bem-estar a longo prazo em ambas regiões. Resta agora, analisar os resultados da literatura empírica para verificar a robustez e veracidade dessas duas “orientações” obtidas com os modelos da NGE.

## 2.4 TRABALHOS EMPÍRICOS

A constatação empírica das hipóteses levantada pela NGE constitui uma etapa importante para validação dos elementos centrais que buscam explicar e identificar as causas da aglomeração. Além disso, as evidências empíricas abrem a possibilidade para uma melhor compreensão dos fenômenos que produzem diferentes níveis de crescimento e desenvolvimento econômico entre as regiões.

Embora os modelos da NGE tenham introduzido avanços teóricos ao longo da década de 90, os primeiros trabalhos empíricos surgem apenas no final dos anos 90 e início dos 2000. O objetivo principal é explicar os elementos intrínsecos que provocam a aglomeração. Assim, ao longo do desenvolvimento e “concretização” das teorias da NGE, quatro elementos centrais têm sido explorados pela literatura empírica para validação dos pressupostos subjacentes;

- (1) Efeito Mercado Potencial sobre o preço dos fatores;

- (2) Efeito Mercado Potencial sobre o fluxo dos fatores;
- (3) Efeito Mercado Local (EML);
- (4) *Spillovers* de conhecimento

No primeiro caso, a decisão de localização, devido ao acesso ao mercado maior, provoca elevações nos preços dos fatores, tais como salários e alugueis. No segundo, por um lado, o capital move-se para áreas com maior acesso à oferta de insumos intermediários (*backward linkages*), por outro lado, os trabalhadores localizam-se em áreas com maior acesso a bens finais (*forward linkages*). No terceiro, regiões que apresentam elevado número de firmas e que operam sob retornos de escala, concentram a maior parte da produção total e são exportadoras líquidas. Na quarta, concentra-se na explicação dos efeitos dos *spillovers* e do desenvolvimento tecnológico.

Nesse sentido, diversos trabalhos empíricos têm tentado testar os pressupostos levantados pela NGE. A abordagem adotada, tanto busca analisar hipóteses individuais, para cada um dos itens apresentados acima, quanto fazendo uso da abordagem de equilíbrio geral, na qual são avaliados conjuntamente mais de um pressuposto. O Quadro 4 apresenta os principais trabalhos empíricos, a metodologia empregada e o espaço geográfico analisado.

A análise dos efeitos do mercado potencial, dentro da literatura da NGE, foi inicialmente desenvolvida por Krugman (1980). O autor combina concorrência monopolística e custos comerciais, em um modelo básico, para explorar os aspectos relacionados aos preços dos fatores e quantidades de produção, considerando o efeito do tamanho do mercado.

A ideia básica que permeia a alteração dos preços dos fatores, de acordo com Krugman (1980), é que se os recursos empregados em cada país e setor estão definidos, a condição de lucro zero implica que o país menor deve pagar salários mais baixos, caso contrário, as firmas optariam por localizar-se nos países com grandes mercados e exportar para os pequenos (KRUGMAN, 1980; HEAD; MAYER, 2004).

Quadro 4 - Trabalhos empíricos acerca de hipóteses da Nova Geografia Econômica: autores, objetivos, dimensão espacial, método e principais resultados

Autores	Objetivos	Região/Ano	Método	Principais resultados/conclusões
<b>Efeito Mercado Local</b>				
Davis e Weinstein (1996)	Analisar os determinantes de especialização.	Membros da OCDE/1970-1985	Pooled OLS	Correlação positiva entre aumento de produção e mudanças na demanda (Validação do Efeito Mercado Local).
Davis e Weinstein (1999)	Analisar os determinantes de especialização.	47 Cidades Japão/1975-1985	Pooled OLS	Efeitos significativos dos retornos de escala sobre a especialização setorial.
Head e Ries (2001)	Avaliar o comércio internacional sob retornos de escala e ausência do mesmo.	Canadá e EUA/1990-1995	Dados em painel/Efeito Fixo	Fraco efeito mercado local o que indica fraca resposta da produção para demanda local.
Feenstra, Markusen e Rose (2001)	Analisar se o comércio bilateral, por meio do modelo gravitacional, é consistente com as teorias H-O e Efeito Mercado Local.	Membros da OCDE/1970-1990	OLS	Relação positiva e significativa do efeito mercado local para o aumento das exportações.
Davis e Weinstein (2003)	Analisar se a especialização das atividades econômicas em duas localidades ocorre devido a vantagens comparativas (modelo H-O) ou aos retornos de escala (feito Mercado Local)	Membros da OCDE/1970-1985	Pooled OLS	Efeito mercado local é significativo para explicação da produção setorial dos países membros da OCDE.
<b>Efeito Mercado Potencial</b>				
Smith e Florida (1994)	Avaliar a decisão de localização das firmas japonesas nos EUA.	EUA/1980-1990	Tobit	As firmas de autopeças japonesas são fortemente atraídas pelo efeito mercado potencial.
Head, Ries e Swenson (1995)	Examina as decisões de localização das firmas japonesas nos EUA.	751 firmas japonesas/ EUA/ 1980-1990	Conditional Logit Model (CLM)	Efeito mercado potencial é importante para decisão de localização das firmas japonesas.
Hanson (1996, 1997 e 2005)	Examinar as mudanças na distribuição espacial da atividade econômica nos Estados Unidos.	3075 municípios dos EUA/1970-1990	Painel Data/ GMM e NLO	Relação positiva entre renda pessoal e estoque de habitações em locais próximos com salário local.
Brakman, Garretsen e, Schramm (2002)	Analisar a estrutura espacial dos salários na Alemanha.	151 distritos na Alemanha/1994-1995	OLS	Os salários são maiores quanto mais próximo do centro econômico.
Redding e Venables (2004)	Avaliar o efeito mercado acesso e mercado potencial real sobre a renda as regiões.	101 países/1996	OLS	Efeito significativo e positivo do mercado potencial real sobre o PIB per capita e salários reais.
Head e Mayer (2004)	Explorar as decisões de localização das firmas com base nas hipóteses de "mercado de acesso".	57 regiões em nove países da Europa/1980-1995	Nested Logit Model (NLM)	O mercado potencial é importante para a escolha da localização, mas não pode explicar inteiramente a tendência das firmas do mesmo setor se aglomerarem.
Crozet (2004)	Identificar os determinantes da migração de trabalhadores para cinco países da Europa.	Alemanha, Espanha, Itália, Holanda e Grã-Bretanha/1983-1994	Painel Data/ GMM e NLO	O fluxo de migrantes recebido por uma região aumenta com o os efeitos positivos do mercado potencial.
Pons <i>et al.</i> (2007)	Examinar se o acesso aos mercados teve influência significativa nas escolhas migratórias dos migrantes internos espanhóis nos anos entre guerras.	Espanha/1914-1930	Dados em painel/Efeito Fixo	Relação direta entre as decisões de localização dos trabalhadores e o mercado potencial das regiões hospedeiras.
De Souza (2007)	Examinar o impacto do acesso aos mercados sobre o diferencial de renda per capita das microrregiões do Nordeste, sudeste e Centro-Oeste brasileiros.	Microrregiões Brasil/1970-2000	Dados em painel	O acesso ao mercado tem impactos positivos sobre diferenciais nas microrregiões do Brasil.
Paluzie <i>et. al.</i> (2009)	Analisar a relação entre as decisões de localização dos agentes e mercado potencial.	Espanha/1920-2004	Dados em painel/Efeito Fixo	Os migrantes espanhóis têm sido atraídos pelas aglomerações ao longo do século XX, conforme os pressupostos da NEG.

Continua

Fally, Paillacar e Terra (2010)	Examinar o impacto do mercado potencial sobre as disparidades salariais entre os estados brasileiros.	Estados Brasil/1996-2003	OLS	O acesso ao mercado e ao acesso a fornecedores têm impactos positivos sobre diferenciais de salários no Brasil.
Amaral <i>et al.</i> (2010)	Analisar estrutura espacial salarial e os diferenciais de mercado potencial no Brasil.	Municípios Brasil/1980-2000	Econometria Espacial	Forte relação entre o mercado potencial de determinada localidade e seu nível salarial.
Mataloni Jr (2011)	Examinar como as firmas multinacionais dos EUA formam suas decisões de localização na região da Ásia-Pacífico.	Ásia-Pacífico (Austrália, China, Coreia do Sul e Japão) /1989-2003	Conditional Logit Model (CLM)	A decisão de localização das firmas está relacionada a fatores de produtividade: habilidade dos trabalhadores e infraestrutura.
<b>Inovação/Spillovers tecnológicos</b>				
Scherer (1982)	Analisar os impactos dos fluxos intersetoriais de tecnologia sobre a produtividade.	EUA/1974		Resultados significativos, indicando que a tecnologia incorporada nos insumos impacta a produtividade setorial.
Jaffe (1986)	Examinar os <i>spillovers</i> tecnológicos que se manifestam geograficamente.	Estados dos EUA/1972-1986	Dados em painel/Efeito Fixo	A pesquisa na universidade eleva a realização de P&D privado.
Hanel (2000)	Analisa a relação entre a PTF e os dispêndios em P&D realizados pelas indústrias manufatureiras do Canadá.	Canadá		Os resultados mostram uma relação positiva entre os dispêndios doméstico e externo em P&D e produtividade.
Baumont, Ertur e Le Gallo (2001)	Examinar o papel dos <i>spillovers</i> geográficos no crescimento econômico regional.	138 regiões da Europa/1980-1995	Series temporais	O efeito dos <i>spillovers</i> sobre o crescimento de uma determinada região é influenciada de forma positiva pela taxa de crescimento médio das regiões vizinhas.
Haddad e Hewings (2005)	Avaliar os pressupostos da NGE em um modelo EGC.	Estados Brasil/1996	Simulação/Modelo EGC	Efeitos assimétricos nos estados brasileiros, quando considerado aumentos de investimentos em infraestrutura.
Bosetti <i>et al.</i> (2011)	Avaliar o efeito da mudança tecnológica sobre o uso de insumos energéticos.	12 Macro regiões no Mundo**/1996	Simulação/Modelo EGC	Política climática tem efeito sobre a variáveis econômicas.
Ghosh (2007)	Examinar o impacto de políticas alternativas sobre produtividade e crescimento econômico.	Canadá/1997	Simulação/Modelo EGC	Os resultados revelam que incentivos diretos como subsídios às atividades de P&D teriam o maior impacto na produtividade da economia canadense.
Varga (2007)	Construir um modelo de equilíbrio geral que incorpore questões geográficas e tecnológicas.	Hungria	Simulação/ GMR-model	-
Di Liberto (2008)	Analisar a conexão entre crescimento e capital humano nas regiões da Itália.	Regiões norte e sul da Itália/1961-1991	Series temporais	O aumento da educação contribui para o crescimento apenas na região sul do país.
Ramos, Surinach e Artis (2010)	Examinar o impacto diferencial do capital humano na produtividade e convergência regional na Espanha.	50 provincias espanholas /1980-2007	IV/GMM	Impactos positivos do capital humano sobre a produtividade e a convergência regional.
Comite e Kancs (2014)	Avaliar os efeitos dos investimentos em infraestrutura sobre a decisão de localização dos agentes.	União Europeia	Simulação/Modelo EGC	Efeitos de aglomeração são mais fortes do que o efeito de dispersão.
Betarelli Junior (2013)	Desenvolver um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) dinâmico capaz de lidar com algumas formas de imperfeições de mercado.	Brasil	Simulação/Modelo EGC	As políticas tarifárias promovem efeitos positivos de longo prazo sobre o crescimento do PIB, das exportações e investimentos.
Brandsma e Kancs (2015)	Analisar os impactos da política regional de estímulo tecnológico.	União Europeia	Simulação/Modelo EGC	A curto prazo, os benefícios das políticas de P&D ficam concentrados nas regiões menos desenvolvidas.
Pio (2016)	Analisar efeito do estoque de capital de conhecimento sobre o PIB.	Brasil	Simulação/Modelo EGC	Aumento do estoque de conhecimento PIB a produtividade e competitividade dos setores da economia brasileira.

Fonte: Elaboração própria.



O efeito quantidade, por sua vez, se manifesta quando uma região apresenta um mercado maior, no qual estimula a localização de firmas que procuram reduzir custo, tais como custo de transporte e maior acesso a fornecedores. Nesse caso, ocorrem pressões sobre o mercado de trabalho e imóveis. Dessa forma, se não ocorressem elevações nos salários e aluguéis, de modo a diminuir essa vantagem, uma parcela desproporcional dos produtores optaria por localizar apenas nos grandes mercados (HEAD; MAYER, 2004).

Os trabalhos desenvolvidos por Hanson (1996, 1997 e 2005), Brakman Garretsen e, Schramm (2002), Fally, Paillacar e Terra (2010) e Amaral *et al.* (2010), aplicados para distintos países, mostram que os padrões de emprego e salário dependem do acesso ao mercado, e, portanto, refletem o efeito mercado potencial sobre os preços dos fatores

Smith e Florida (1994), Head e Mayer (2004) e Mataloni (2011) mostram que a decisão de localização das firmas está fortemente relacionada à qualificação do trabalhador, infraestrutura e concentração de fornecedores de insumos intermediários da região. Por outro lado, Crozet (2004), Pons (2007) e Paluzie *et al.* (2009) atestam que o mercado potencial, a disponibilidades de bens finais e as externalidades pecuniárias são fatores que influenciam a decisão de localização dos trabalhadores na Europa.

Finalmente, Davis e Weinstein (1996, 1999 e 2003) e Head e Ries (2001) exploram os efeitos das externalidades pecuniárias no mercado local, isto é, das assimetrias do tamanho do mercado sobre distribuição geográfica da atividade industrial. Tais pressupostos foram inicialmente caracterizadas por Krugman (1980) e, posteriormente, ampliado por Helpman e Krugman (1985), no qual buscam identificar os principais fatores ligados ao mercado local que exercem influência sobre a atração das firmas e trabalhadores. Os trabalhos empíricos, em geral, atestam para importância do efeito mercado local na determinação da produção, especialização e exportação.

#### **2.4.1 Inovação e spillovers tecnológicos**

O conhecimento científico e tecnológico, tais como resultados de pesquisas, realização de P&D e pedidos de patentes, têm caráter público, uma vez que não são rivais e são parcialmente excludentes. Assim, o conhecimento está disponível para quem o procura e pode ser utilizado por muitos usuários, incluindo aqueles que não realizaram dispêndios em pesquisas (ARROW, 1962; KELLER, 2004). No entanto, é certo que a acessibilidade do conhecimento e a magnitude dos *spillovers* tecnológicos variam entre diferentes localidades.

A localização e o espaço são aspectos importantes que moldam a dinâmica do processo de inovação (KARLSSON, 2014). As localidades não são iguais e seu ambiente econômico é moldado por processos evolutivos que envolvem a concentração de atividades econômicas no espaço, que, por sua vez, gera vantagens específicas conforme o local (FELDMAN; KOGLER, 2010). Embora a primeira geração dos modelos da NGE não enfatize as características intrínsecas da localização dos agentes, por uma perspectiva ligada ao conhecimento e aos *spillovers* tecnológicos, a literatura de inovação tem tentado identificar o papel da localidade e da aglomeração no processo de desenvolvimento de novas ideias e na difusão da inovação (e.g., GRILICHES, 1979; JAFFE, 1986; ANSELIN, VARGA; ACS, 1997).

O trabalho de Jaffe (1986) foi o pioneiro na tentativa de examinar os *spillovers* tecnológicos que se manifestam geograficamente. O autor modifica a função de produção do conhecimento desenvolvido por Griliches (1979) para captar os efeitos da dimensão espacial e do produto. De modo geral, a especificação adotada por Jaffe (1986) tem a forma;

$$I_{si} = \alpha IRD^{\beta_1} * UR_{si}^{\beta_2} * (UR_{si} * GC_{si}^{\beta_3}) * \varepsilon_{si} \quad (3)$$

Em que  $I_{si}$  é o produto na inovação na região  $s$  e setor  $i$ ,  $IRD$  é o dispêndio privado em P&D,  $UR_{si}$  é o dispêndio com pesquisa realizado pela universidade e  $UR*GC$  mede a relação entre coincidência geográfica da pesquisa na universidade com as empresas.

Para analisar os determinantes do produto da inovação, Jaffe (1986) considera os estados dos EUA e sete setores da indústria de transformação. Os resultados mostram que a pesquisa na universidade eleva a realização de P&D privado, o que aumenta o número de patentes. Dessa forma, o autor demonstra que o efeito indireto ou indutor, da pesquisa universitária, é maior que o efeito direto de uma transferência tecnológica, isto é, a proximidade com o ambiente de pesquisa na universidade amplia a produtividade do P&D no setor privado (FELDMAN, 1999).

Com objetivo de avaliar o efeito da localidade espacial sobre a intensidade de inovações, Anselin, Varga e Acs (1997) fazem uso da função de produção de conhecimento. Porém, diferente de Jaffe (1986), o autor considera áreas metropolitanas dos EUA como dimensão espacial. Os resultados mostram a existência de externalidades espaciais locais entre a pesquisa universitária e a atividade inovadora de alta tecnologia no setor privado.

A busca por evidências empíricas acerca dos efeitos positivos da localidade sobre o processo de inovação também é explorada em trabalhos tais como os de Jaffe, Trajtenberg e

Henderson (1993), Acs, Audretsch e Feldman (1994), Feldman (1994) e Autant-Bernard (2001). De modo geral, todos atestam para relação positiva entre concentração espacial e atividade inovadora do setor privado.

Outro aspecto importante para compreensão das atividades inovadoras e dos *spillovers* tecnológicos que se manifestam geograficamente está relacionado ao aprendizado que ocorre nas relações intra e intersetoriais. Essas que estão associadas ao processo de compra e venda de insumos intermediários e bens de capital, no qual permite que agentes tenham acesso à tecnologia desenvolvida por outros (SILVERBERG; DOSI; ORSENIGO, 1988). Dessa forma, à medida que ocorrem transbordamentos do conhecimento, a compra de produtos possibilita, até certo ponto, o acesso e a incorporação da tecnologia desenvolvida pelos fornecedores. Scherer (1982) e Hanel (2000) buscaram avaliar os efeitos dos *spillovers* tecnológicos que se manifestam nas transações econômicas.

Scherer (1982), com objetivo de analisar os impactos dos fluxos intersetoriais de tecnologia sobre a produtividade dos setores nos EUA, utiliza dados sobre P&D realizados por 287 firmas para o ano 1974. A estratégia usada consiste em mensurar os efeitos da realização de P&D sobre produtividade por meio de uma função de produção. Para analisar os efeitos das transações econômicas entre os setores, utiliza-se uma matriz de patentes construída a partir de matrizes de insumo-produto. Com isso, é possível observar o impacto da tecnologia sobre a produtividade do próprio setor e dos outros setores que utilizam o produto como insumo. O autor encontra resultados significativos, indicando que a tecnologia incorporada nos insumos impacta a produtividade setorial.

Hanel (2000) analisa a relação entre a PTF e os dispêndios em P&D realizados pelas indústrias manufatureiras do Canadá na presença de *spillovers* tecnológicos intersetoriais e internacionais. Para capturar os fluxos intersetoriais de tecnologia, cada invenção patenteada é classificada de acordo com a indústria mais propensa a realizar sua produção e a utilizá-la. Esta dupla classificação das invenções patenteadas cria uma matriz que representa os fluxos intersetoriais de novas tecnologias domésticas e externas. Os resultados mostram uma relação positiva entre os dispêndios doméstico e externo em P&D e produtividade, indicando que os *spillovers* tecnológicos geram grandes impactos na indústria canadense.

Embora os trabalhos apresentados anteriormente não tenham uma conexão direta com NGE, as evidências empíricas apontam para a validação e dão suporte as hipóteses levantadas pela “segunda geração da NGE” (NEGG). Como discutido em seções anteriores, a NEGG busca

avaliar, de forma mais contundente, as externalidades não pecuniárias. Os primeiros trabalhos empíricos, propriamente relacionados às premissas da NEGG, buscam avaliar o efeito do capital humano sobre o desenvolvimento de novas tecnologias e identificar os *spillovers* tecnológicos (e.g., BAUMONT, ERTUR; LE GALLO, 2001; DI LIBERTO, 2008; RAMOS, SURINACH; ARTIS, 2010)

O trabalho desenvolvido por Baumont, Ertur e Le Gallo (2001) foi um dos primeiros a tentar avaliar os pressupostos estabelecidos pela NGGE. Os autores buscam compreender o papel dos *spillovers* geográficos no crescimento econômico regional. O aspecto fundamental na pesquisa consiste em especificar a dimensão geográfica de 138 regiões europeias na estimação da convergência, enfatizando o processo de difusão espacial e externalidades. O resultado, que vai de encontro com a NEGG, mostra que o efeito dos *spillovers* sobre o crescimento de uma determinada região é influenciada de forma positiva pela taxa de crescimento médio das regiões vizinhas.

Di Liberto (2008), por sua vez, analisa a conexão entre crescimento e capital humano nas regiões da Itália entre 1961 e 1991. Para tanto, o autor busca caracterizar o efeito do nível educacional primária, secundária e terciária sobre a produtividade dos indivíduos. Os resultados sugerem que o aumento da educação contribui para o crescimento apenas na região sul do país. Uma possível explicação, abordada pelo autor, é que o capital humano não fica restrito a um território, uma vez que os trabalhadores produtivos migram para regiões mais prósperas.

Por fim, Ramos, Surinach e Artis (2010) examinam o impacto diferencial do capital humano, em termos de diferentes níveis de escolaridade, na produtividade e convergência regional na Espanha. Similarmente ao trabalho de Baumont, Ertur e Le Gallo (2001), os resultados mostram impactos positivos do capital humano sobre a produtividade e convergência regional. No entanto, diferente dos demais trabalhos, os resultados não apontam para a presença de *spillovers* geográficos.

Os trabalhos empíricos apresentados até aqui, buscam avaliar os efeitos das forças de aglomeração, da tecnologia e dos *spillovers* de conhecimento sobre processo de concentração espacial por meio de técnicas econométricas, isto é, uma análise de efeito parcial. Todavia, estudos recentes têm utilizado os modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para analisar questões relacionadas aos pressupostos da NGE e políticas de estímulo ao desenvolvimento tecnológico. A utilização desses modelos permite maior compreensão dos canais de transmissão tecnológicas, das relações intersetoriais e inter-regionais e das forças de aglomeração,

permitindo uma avaliação mais “acurada” dos fenômenos relacionados à mudança tecnológica e do processo de aglomeração a luz dos pressupostos da NGE.

Cabe destacar que os trabalhos de Griliches (1979), Jaffe (1986) e Scherer (1982) utilizam métodos como a construção de matrizes de fluxos tecnológicos, de patentes, insumo-produto e procedimentos econométricos para avaliar os efeitos da tecnologia e dos *spillovers* tecnológicos que se manifestam geograficamente e setorialmente. Apesar desses trabalhos utilizarem matrizes de insumo-produto, que são modelos de equilíbrio geral, assumem implicitamente oferta perfeita elástica e preços fixos, de modo que as mudanças derivam de alterações exógenas. Nesse contexto, um modelo EGC seria útil para a compreensão dos efeitos no bem-estar social no longo prazo sob a suposição de cenários alternativos, uma vez que essa metodologia é baseada em um modelo walrasiano de equilíbrio geral, o qual o equilíbrio entre oferta e demanda é atingido por preços flexíveis (GHOSH, 2007).

Ghosh (2007), Bor *et al.* (2010) e Bosetti *et al.* (2011) são exemplos de trabalhos que buscaram abordar questões relacionadas a políticas de estímulo a mudança tecnológica, capacidade de absorção e aumento de produtividade em um quadro EGC. Na literatura brasileira, os trabalhos de Pio (2016) e Domitila (2019) incorporam questões tecnológicas aos modelos EGC para avaliar efeitos de políticas tecnológicas.

Embora, esses trabalhos façam uso da modelagem EGC para capturar os efeitos sistêmicos e de interdependência setorial, e representem um avanço em temas metodológicos na explicação dos canais de transmissão tecnológica, ainda não são capazes de captar as diferenças regionais. Os trabalhos de Haddad e Hewings (2005), Varga (2007), Comite e Kancs (2014) e Brandsma e Kancs (2015) incorporam a dinâmica espacial e os elementos da NGE na modelagem EGC na tentativa de compreender melhor os efeitos de políticas de estímulo tecnológico e infraestrutura.

Haddad e Hewings (2005) incorporam retornos crescentes à escala e custos de transportes em um modelo EGC para Brasil. Os resultados das simulações apontam efeitos assimétricos nos estados brasileiros, quando considerado aumentos de investimentos em infraestrutura. Ao nível nacional, o trabalho de Betarelli Junior (2013) incorpora retornos crescentes à escala para avaliar questões relacionados a transportes no Brasil.

Varga (2007), por sua vez, por meio de um modelo EGC espacial, avalia os efeitos de políticas de estímulo à mudança tecnológica sobre concentração regional na Hungria. Os resultados mostram que o aumento da produtividade setorial, sem considerar melhorias na

infraestrutura das regiões, leva a um processo de divergência regional no país, por outro lado, quando as políticas tecnológicas estão associadas a melhorias na infraestrutura provocam um processo de convergência entre as regiões.

Comite e Kancs (2014) avaliam os efeitos dos investimentos em infraestrutura na União Europeia (UE) sobre a decisão de localização dos agentes. Os autores constatam que efeitos de aglomeração são mais fortes do que o efeito de dispersão, uma vez que migração de mão de obra desencadeia efeitos de aglomeração adicionais, resultando em mais trabalhadores qualificados e empresas localizadas em uma região.

Por fim, Brandsma e Kancs (2015) analisam os impactos da política regional de estímulo tecnológico na UE. Especificamente, simulações de aumento de investimento em P&D e melhoria na infraestrutura são realizadas. Os resultados sugerem que, a curto prazo, os benefícios das políticas de P&D ficam concentrados nas regiões menos desenvolvidas, produzindo aumentos de produtividade e competitividade. Porém, a longo prazo, em decorrências *aos spillovers* tecnológicos e migração de mão de obra qualificada, os benefícios se espalham por toda a UE, favorecendo também as regiões mais desenvolvidas.

Como pode ser constatada, a modelagem EGC com a incorporação de elementos da NGE representa um avanço, em termos metodológicos, para compreensão da dinâmica espacial. Portanto, a incorporação desses elementos em um modelo multirregional e multissetorial fornece uma ferramenta importante para o auxílio de políticas de desenvolvimento regional e de mudanças tecnológicas.

## 2.5 À GUIZA DE CONCLUSÃO

Na década de 1990, o trabalho desenvolvido por Krugman (1991) dá início a uma nova abordagem para compreensão dos fatores que levam algumas regiões a atraírem uma parcela desproporcional da atividade econômica. Tal abordagem ficou conhecida amplamente por "Nova Geografia Econômica" (NEG), e enfatiza a interação entre os custos do comércio e os retornos de escala como fonte de aglomeração.

As questões levantadas por Krugman (1991) exploram as fontes de aglomeração causadas exclusivamente por externalidades pecuniárias, negligenciando todas as outras fontes de economias de aglomeração, como externalidades de conhecimento e *spillovers* tecnológicos. Visando superar essa "limitação", trabalhos como os de Baldwin *et al.* (1999), Feldman (1999),

Fujita e Thisse (2002) e Baldwin e Martin (2004) passam a dar maior enfoque na externalidades não pecuniárias, isto é, caracterizam a importância das atividades de inovação como um dos que explicam a aglomeração e a desigualdade entre regiões.

Dessa forma, a NGE da “segunda geração”, também denominada *New Economic Geographic Growth*, combina aspectos da nova geografia econômica com a teoria do crescimento endógeno em quadro analítico para a compreensão das dinâmicas de crescimento localizado baseados em inovações e nos *spillovers* tecnológicos.

Ao longo do desenvolvimento desse capítulo foram apresentados os principais pontos abordados pela literatura regional acerca dos elementos do processo de aglomeração e concentração local. Logo, o ponto de partida foi identificar e diferenciar as causas endógenas e exógenas que levam a processo de aglomeração. Isso permitiu elucidar os pontos “chave” que os trabalhos da NGE buscam formular teoricamente.

Nessa linha, a exposição dos trabalhos empíricos mostra a evolução, em termos metodológicos, e aponta para a sustentação das hipóteses da NGE. Como foi constatado, o Efeito Mercado Potencial, Efeito Mercado Local e os *Spillovers* de Conhecimento são fatores importantes que explicam o processo de aglomeração, e a identificação desses, permite, além de uma maior compreensão, a orientação para políticas de desenvolvimento regional e tecnológico.

Embora um serie de evidências empíricas apontem para sustentação das hipóteses da NGE, algumas críticas, com relação à especificação dos modelos, são frequentemente apontadas. Dentre elas, se destaca a exposta por Garretsen e Martin (2010), no qual mostra que a definição da dimensão geográfica e da temporalidade são as principais limitações dos modelos teóricos da NGE. De acordo com os autores, a modelagem do espaço e tempo é caracterizada em termos absolutos para obter soluções analíticas. No entanto, isso pode produzir resultados irrealistas, uma vez que as diferenças regionais também se manifestam em decorrência a diferenças relativas tanto geográficas quanto do norte temporal considerado.

Embora as críticas levantadas por Garretsen e Martin (2010) constituem limitações a serem superadas pela literatura da NGE, os próprios autores constatam que as evidências empíricas obtidas produzem resultados contundentes, e dão uma direção para compreensão das causas endógenas da aglomeração e das diferenças regionais.

De modo geral, a contribuição desse capítulo foi identificar qual lacuna e/ou, especificamente, em qual ponto central os objetivos e hipóteses levantadas na tese se inserem tanto no contexto teórico quanto nas avaliações empíricas da literatura da NGE. Como já salientado, o desenvolvimento da tese não visa à reprodução exata de algum modelo específico da NGE, mas a adaptação dos principais pressupostos ao contexto brasileiro, tal como nos trabalhos de Comite e Kancs (2014) e Brandsma e Kancs (2015) para Europa. Isso reforça a necessidade de compreensão das hipóteses e elementos centrais da NGE.



### 3 MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL COM FOCO NOS PRESSUPOSTOS DA NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA

Neste capítulo é realizada a descrição do modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), *Spatial Brazilian Model Technology* (SBM-TEC), na qual se introduz aspectos teóricos a partir dos pressupostos da Nova Geografia Econômica. A estrutura proposta se afasta do modelo EGC padrão em alguns pontos. Em primeiro lugar, generaliza a modelagem de interações de mercado, introduzindo concorrência imperfeita. Em segundo, modifica a tecnologia de produção, possibilitando a existência de retornos crescentes de escala. E, por fim, especifica a importância do espaço para produção de estoque de conhecimento originário de atividades de pesquisa e desenvolvimento.

A incorporação das modificações ocorre em um modelo existente, o qual fornece os blocos de equações já especificados. As alterações, portanto, são realizadas em um modelo da família MONASH, especificamente o modelo apresentado por Adams (2010). No geral, esses modelos se inserem na tradição australiana de modelagem de equilíbrio geral, em outras palavras, são do tipo Johansen, em que a estrutura matemática é representada por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são obtidas na forma de taxa de crescimento. O Quadro 5 apresenta a descrição dos elementos que são incluídos no modelo EGC padrão.

Quadro 5 - Elementos da Nova Geografia Econômica incluído no modelo EGC padrão  
MONASH

Descrição	MONASH***	SBM-TEC
Custo Fixo de produção	-	+
Retornos à escala	-	+
Retornos constantes à escala – setores tradicionais**	+	+
Elasticidade de demanda percebida	-	+
Preferência pela variedade	-	+
Número de firmas (variedades potenciais)	-	+
Migração do trabalho	+	+
Trabalhador por qualificação/ocupação	+	+
Livre entrada e saída da firma	-	+

Fonte: Elaboração própria.

\* (-) refere-se ao não possuir e (+) refere-se a inclusão no modelo.

\*\* No modelo MONASH todos os setores possuem retornos constantes à escala.

\*\*\* Alguns trabalhos, como os de Haddad (2004), introduziram retornos à escala nos modelos EGC. Essas especificações são detalhadas ao longo do capítulo.

Embora o MONASH seja a principal referência para construção do SBM-TEC, alguns aspectos teóricos ou metodológicos dos modelos RHOMOLO (MERCENIER *et al.*, 2016), B-

MARIA-27 (HADDAD, 2004), B-MARIA-27-IT (PEROBELLI, 2004) e ORANI com retornos de escala (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998) também são utilizados e descritos ao longo desse capítulo. Portanto, este capítulo apresenta uma discussão geral das características básicas do modelo e descreve com mais detalhes as modificações e inovações introduzidas.

### 3.1 DESCRIÇÃO GERAL DO MODELO

Seguindo a tradição dos modelos de Equilíbrio Geral Computável (EGC), o SBM-TEC conta com uma estrutura de equilíbrio Arrow-Debreu, em que a oferta e a demanda dependem do sistema de preços. As políticas são introduzidas por meio de choques, o que leva a um novo sistema de preços de equilíbrio com ajuste ótimo de oferta e demanda. Desse modo, como todos os modelos EGC, o SBM-TEC fornece uma avaliação dos efeitos da interação entre todos os agentes nos mercados em decorrência das alterações no equilíbrio inicial.

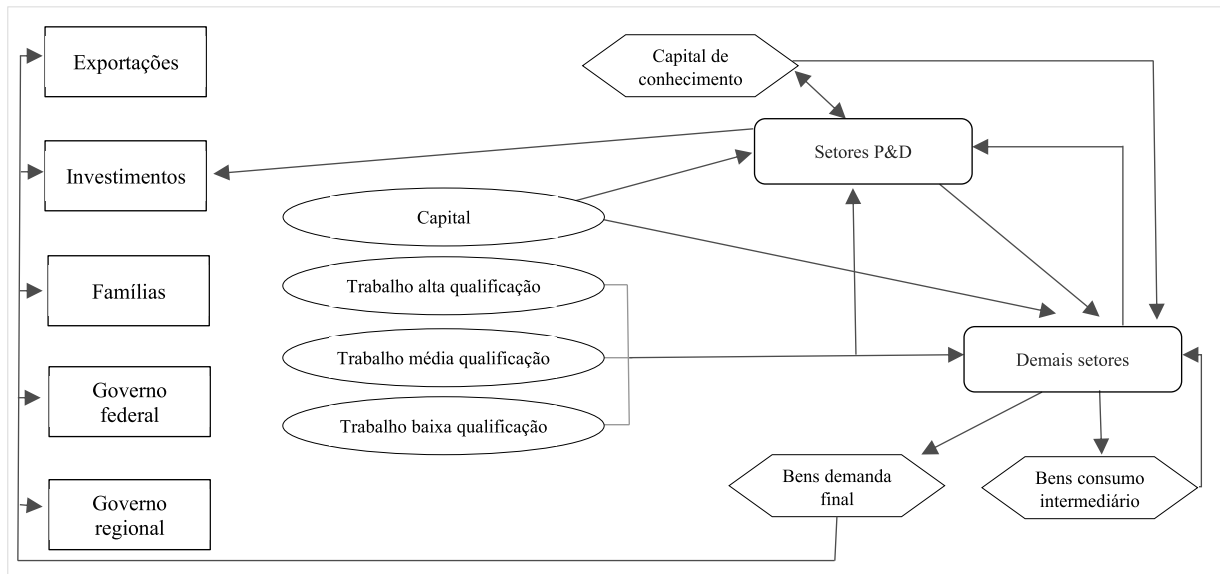
O modelo EGC espacial padrão é composto de  $R$  regiões e  $S$  setores. Nesse sentido, no caso específico do Brasil a economia é dividida em 13 regiões – correspondentes aos 26 estados brasileiros e ao Distrito Federal – e 16 setores<sup>6</sup>. Pelo lado da demanda, cada região é habitada por agentes representativos de consumo de bens finais, tais como famílias, governo regional e nacional, exportações e investimento.

No que tange à estrutura produtiva, os setores da economia estão divididos em dois tipos: setores em competição perfeita (SCP), que produzem produtos homogêneos, e setores em competição imperfeita (SCI), que fornecem bens diferenciados. Em ambas as estruturas os setores fazem uso de insumo intermediário, trabalho por três tipos de habilidade, e capital para produzir bens. Ademais, existe o setor de “Pesquisa e desenvolvimento” (P&D) que faz uso de insumos intermediários e fatores primários, sobretudo mão de obra qualificada, para produção de capital de conhecimento e as fornecem aos demais setores. Na Figura 2 é apresentada a estrutura esquemática no modelo.

---

<sup>6</sup> A justificativa para escolha da dimensão setorial e espacial é apresentada no capítulo de base de dados (Capítulo 4).

Figura 2 - Estrutura do modelo EGC espacial



Fonte: adaptado a partir de Thissen *et al.* (2014).

### 3.2 PRODUÇÃO NOS SETORES EM COMPETIÇÃO PERFEITA

Nos setores em competição perfeita os produtos são homogêneos e produzidos sob retornos constantes à escala. Assim, os consumidores podem diferenciar os bens apenas por origem geográfica, de acordo com o pressuposto de Armington, mas não podem distinguir os fornecedores individuais do bem em questão, o que significa que os setores competem sob a concorrência perfeita.

Sob essa ótica, na estrutura de produção é adotada a hipótese de separabilidade entre insumo e produto. Isso implica que a estrutura produtiva do modelo pode ser caracterizada por um sistema hierarquizado, cuja função de produção genérica tem a seguinte forma:

$$F(\text{insumos}, \text{produto}) = 0 \quad (4)$$

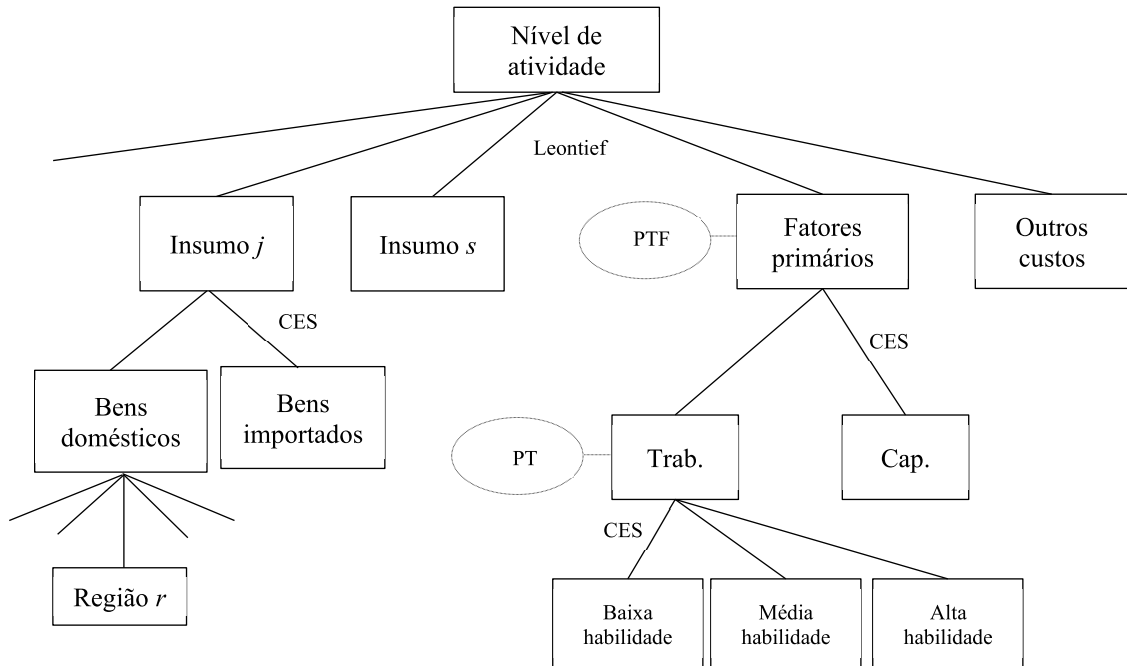
Que pode ser reescrito como:

$$Z = H(\text{insumos}) \quad (5)$$

Observa-se que a função de produção de um determinado setor é composta por dois blocos, sendo que um refere-se à utilização de insumos,  $H(\text{insumos})$ , e outro diz respeito ao

nível de atividade,  $Z^7$ . A Figura 3 apresenta a função  $H$  em sequência, na forma de uma estrutura aninhada.

Figura 3 - Estrutura aninha de produção



Fonte: adaptado a partir de Peter *et al.* (1996).

De modo geral, todos os produtores sob *SCP* da região  $q$  e setor  $j$ , sendo  $q \in Q$ ; e  $j \in J$ , minimizam os custos por meio da utilização de uma função de produção composta por três níveis. No nível superior da estrutura aninhada, uma função de produção Leontief é definida para restringir os compostos de insumos intermediários, fatores primários e outros custos. No segundo nível, uma função de elasticidade de substituição constante (CES, do inglês *Constant Elasticity Substitution*) é utilizada para a substituição imperfeita entre os bens domésticos e importados, por um lado, e por outro para formar o composto de fatores primários (trabalho e capital). Ademais, no nível inferior da função de produção há a possibilidade de substituição entre os diferentes tipos de trabalho, tais como trabalho de baixa, média e alta qualificação, e diferenciar o insumo intermediário por origem doméstica. Como exemplo, em sua forma

<sup>7</sup> Nos modelos da família Orani (*e.g.*, Orani-G, Monash, Term etc) usualmente adotam a estrutura multiprodução, em que um setor pode produzir mais de uma *commoditie*. No entanto, para atender ao objetivo desse trabalho adotou-se uma estrutura setor x setor, isto é, monoprodução. A justificativa é detalhada no capítulo 4.

genérica, a minimização de custos produz as seguintes formas percentuais das equações de demanda de insumos intermediários, conforme Abayasiri-Silva e Horridge (1998):

$$x_u^{Dj} = z^j - \sigma_u^j S^M (p_u^{Dj} - p_u^{Mj}) \quad (6)$$

$$x_u^{Mj} = z^j - \sigma_u^j S^D (p_u^{Dj} - p_u^{Mj}) \quad (7)$$

Em que  $x_u^{Dj}$  e  $x_u^{Mj}$  são as mudanças percentuais nas demandas do usuário  $u$  por algum bem  $j$  doméstico e importado (com produção total  $z^j$ ).  $S^D$  e  $S^M$  são as parcelas de valor na demanda de bens domésticos e importados e  $\sigma_u^j$  é a elasticidade da substituição entre variantes domésticas e importadas<sup>8</sup>. Por fim,  $p_u^{Dj}$  e  $p_u^{Mj}$  são as mudanças nos preços dos bens  $j$  domésticos e importados, respectivamente.

Embora as Equações 6 e 7 não sejam introduzidas diretamente no modelo, a apresentação genérica da estrutura produtiva ajuda a compreender a forma de variação percentual que é utilizada na construção das equações do modelo. Ademais, essas equações serão usadas para demonstrar as mudanças realizadas no modelo padrão. Assim, é importante apresentá-las.

Ao analisar a estrutura de produção, observa-se que no nível mais alto da estrutura aninhada na Figura 3, o setor  $j$  na região  $q$  escolhe os compostos de insumos intermediários, o composto de fator primário e 'outros custos', utilizando uma função de produção Leontief fornecida por;

$$Z_{j,q} = \frac{1}{A1_{j,q}} \times \text{MIN} \left( X1O_{i,j,q}, \frac{X1PRIM_{j,q}}{A1PRIM_{j,q}}, \frac{X1OCT_{j,q}}{A1OCT_{j,q}} \right) \therefore i, j, q = 1, \dots, n \quad (8)$$

Em que  $Z_{j,q}$  é o nível de atividade;  $X1O_{i,j,q}$  a demanda pelo composto doméstico/importado de insumos intermediários para *commodity*  $i$ , setor  $j$  e região  $q$ ;  $X1PRIM_{j,q}$  a demanda por insumos primários;  $X1OCT_{j,q}$  a demanda por outros custos e  $A1_{j,q}$ ,  $A1PRIM_{j,q}$ ,  $A1OCT_{j,q}$  são os termos de mudança técnica. Como consequência da especificação Leontief da função de produção, cada uma das três categorias de insumos identificadas no nível superior da estrutura hierárquica é exigida em proporção direta de  $Z_{j,q}$ .

---

<sup>8</sup> As parcelas domésticas são compostas pela produção e demanda de cada região especificada nacionalmente.

No segundo nível da estrutura aninhada de tecnologia de produção, o setor  $j$  na região  $q$  decide sobre sua demanda ótima pelos bens compostos domésticos e importados (estrangeiros), por meio da minimização de custos:

$$P1A_{i,foreign,j,q}X1A_{i,foreign,j,q} + P1C_{i,j,q}X1C_{i,j,q} \quad i, j = 1, \dots, n \therefore q = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$s. a. X1O_{i,j,q} = CES(X1A_{i,foreign,j,q}, \dots, X1C_{i,j,q})$$

Em que o subscrito *foreign* refere-se ao bem importado do estrangeiro.  $X1A_{i,foreign,j,q}$  é a demanda pelo composto importado e  $X1C_{i,j,q}$  é a demanda do composto doméstico de insumos intermediários.  $P1A_{i,foreign,j,q}$  e  $P1C_{i,j,q}$  referem-se aos preços dos mesmos, respectivamente. Esse processo resulta nas demandas ótimas de bens por origem<sup>9</sup>:

$$x1a_{i,s,j,q} = x1o_{i,j,q} - \sigma1O_i(p1a_{i,s,j,q} - p1o_{i,j,q}) \quad (10)$$

$$x1c_{i,j,q} = x1o_{i,j,q} - \sigma1O_i(p1c_{i,s,j,q} - p1o_{i,j,q}) \quad (11)$$

Em que  $p1o_{i,j,q}$  é o preço do composto doméstico/importado, e  $\sigma1O_i$  é a elasticidade de substituição.

Ainda no segundo nível da tecnologia de produção, o composto de fatores primários também é consequência de um processo de minimização de custos, que resulta das demandas ótimas:

$$efflab_{j,q} - a1lab_{j,q} = (\sigma1fac_{j,q} - 1) tfp_{j,q} + x1prim_{j,q} - \sigma1fac_{j,q}(p1lab_{j,q} + a1lab_{j,q} - xi\_fac_{j,q}) \quad (12)$$

$$curcap_{j,q} - a1cap_{j,q} = (\sigma1fac_{j,q} - 1) tfp_{j,q} + x1prim_{j,q} - \sigma1fac_{j,q}(p1cap_{j,q} + a1cap_{j,q} - xi\_fac_{j,q}) \quad (13)$$

Em que  $efflab_{j,q}$  e  $curcap_{j,q}$  são as demandas de trabalho efetivo e capital, respectivamente.  $xi\_fac_{j,q}$  é o índice de custo dos fatores primários.  $a1lab_{j,q}$  e  $a1cap_{j,q}$  são

---

<sup>9</sup> As Equações 12 e 13 estão na forma de mudança percentual. Essa especificação é comumente utilizada nos modelos EGC da família Orani, cuja tradição tem como base os trabalhos de Johansen (1960). Para mais detalhes ver Dixon, Parmenter, Powell e Wilcoxon (1992).

os termos de mudança técnica, e  $\sigma 1FAC_{j,q}$  refere-se à elasticidade de substituição entre os fatores primários. Por fim, a  $tfp_{j,q}$  é um fator de deslocamento de produtividade total dos fatores (PTF) e representa o incremento tecnológico setorial. Essa especificação similar é adotada por Karkatsoulis *et al.* (2014) e Mercenier *et al.* (2016)<sup>10</sup>.

Por fim, no último nível da estrutura aninhada, por um lado, o setor  $j$  na região  $q$  escolhe o tipo de insumo intermediário  $i$  da região doméstica  $s$ , e por outro lado, define a demanda pelo tipo de trabalho. Esse processo ocorre via minimização de custos por meio de uma função CES, o que resulta nas demandas ótimas:

$$x1a_{i,s,j,q} = x1c_{i,j,q} - \sigma 1C_i(p1a_{i,s,j,q} - p1c_{i,j,q}) \quad (14)$$

$$x1laboi_{j,q,m} = efflab_{j,q} - \sigma 1LAB_i(p1laboi_{j,q,m} - p1lab_{j,q}) \quad (15)$$

Em que  $x1laboi_{j,q,m}$  é a demanda por trabalho pelo setor  $j$ , na região  $q$ ; tipo de habilidade  $m$ .  $p1laboi_{j,q,m}$  é o preço do trabalho por tipo de habilidade; e  $\sigma 1C$  e  $\sigma 1LAB$  são as elasticidades de substituição.

As equações apresentadas anteriormente descrevem o comportamento dos setores produtivos na economia, no qual necessitam combinar diferentes insumos na produção de bens. No que tange aos demais agentes (demanda das famílias, exportação, consumo do governo e investimento), uma especificação similar é adotada, isto é, é aplicada uma minimização de custo para definir as demandas ótimas dos bens de consumo. Pelo tratamento ser similar aos dos setores, conforme apresentado anteriormente, tais especificações são apresentadas nos momentos oportunos, como o caso da demanda por investimento, ou estão alocadas no anexo.

### 3.3 ESTRUTURA DE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DOS SETORES DE COMPETIÇÃO MONOPOLÍSTICA

Para os setores que operam sob concorrência imperfeita, por sua vez, é assumido que  $N_f$  firmas em um setor produzem variedades de bens diferenciados horizontalmente sob retornos crescentes à escala, o que permite exercer poder de mercado e fixar os preços por *markup*<sup>11</sup>

<sup>10</sup> A derivação matemática para incorporação da PTF na função do tipo CES é apresentada no Apêndice A.

<sup>11</sup> *Markup* é um termo usado para indicar quanto, do preço, do produto está acima do seu custo de produção e distribuição.

acima dos custos marginais. Além disso, as regras de formação de preço são especificadas a nível da firma, sendo adotada a hipótese de firma representativa, ou seja, todas as firmas dentro de uma região são simétricas, possuindo o mesmo tamanho, parcela de mercado e tecnologia.

A justificativa que permeia essa especificação é que os retornos à escala constituem um dos elementos fundamentais para a explicação dos fatores que compõem a heterogeneidade do espaço, e a abordagem tradicional de Arrow-Debreu seria inapropriada para lidar com tais questões (HADDAD, 2004). Entretanto, a estrutura hierárquica descrita na Figura 3 é destinada ao grupo de setores do primeiro tipo, isto é, setores em competição perfeita. Para os setores que produzem bens diferenciados, um novo tratamento na estrutura tecnológica é adotado.

A introdução de economias de escala nos modelos EGC tem seguido duas estratégias, conforme trabalhos encontrados na literatura. Uma delas ocorre por meio de uma parametrização, no qual se estabelece uma elasticidade de escala sobre os fatores primários, ou seja, as economias de escala se manifestam devido aos retornos da especialização dentro das firmas (*e.g.*, FRANCOIS, 1998; HADDAD, 2004; ROSON, 2006).

Por outro lado, há aqueles que introduzem economias de escalas a partir da diferenciação de produtos ao nível da firma (*e.g.*, ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998; BALISTRERI; RUTHERFORD, 2013; BETARELLI JUNIOR, 2013; LECCA *et al.*, 2018). Essa abordagem baseia-se nos fundamentos teóricos definidos por Dixit e Stiglitz (1977), Helpman e Krugman (1995), Krugman (1980) e Venables (1984), no qual assume-se que a função custo médio ao nível da firma (economias internas) e ao nível setorial (economias externas) apresenta forma monotonicamente decrescente, em decorrência dos ganhos de eficiências (FRANÇOIS, 1998).

O modelo SBM-TEC se assemelha a essa especificação. Assim, as variações dos fatores produtivos são definidas como a fonte geradora das economias de escalas. Desse modo, com base na hipótese de separabilidade de insumo e produto é possível modificar a função de produção descrita na Equação 5, introduzindo um custo fixo:

$$Z^f = H^f(\text{insumos}) - F \quad (16)$$

Em que  $Z^f$  é o produto da firma e  $F$  é o custo fixo de produção. Esta é invariável aos níveis da produção, e seu valor é tratado como custo recorrente em vez de custo do tipo *sunk*<sup>12</sup>. Ou

---

<sup>12</sup> Um *sunk cost* é um gasto com um investimento que não pode ser revertido e não tem valor de revenda (NICHOLSON; SNYDER, 2012).



seja, o custo fixo pode ser tratado como um custo que ocorre constantemente para cada firma em cada região (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998). Ademais, a função  $H^f$  é um escalar que multiplica a função  $H$  (insumo);

$$H^f(\text{insumos}) = \alpha.H(\text{insumos}) \quad (17)$$

A introdução de um custo fixo na função de produção ao nível da firma implica em uma função custo total;

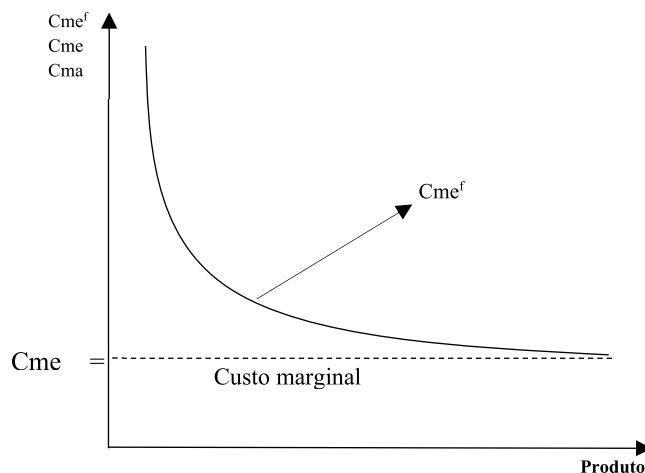
$$C = (F + Z^f) * M(\text{preços dos insumos}) \quad (18)$$

Em que  $C$  é o custo total,  $M$  é a função dual de  $H^f$  que representa o custo marginal de produção de uma unidade do produto, dados os preços de insumos definidos exogenamente. Diante disso, o custo médio da firma ( $Cme$ ) assume a forma:

$$Cme = \frac{C}{Z^f} = \frac{(F+Z^f)}{Z^f} M(\text{preços dos insumos}) \quad (19)$$

A especificação da Equação 19 implica que à medida que o produto da firma aumenta, o custo unitário decresce até atingir um nível mínimo, que se iguala ao custo marginal. Na ausência de custo fixo, no qual as firmas sob retornos constantes à escala incorrem, o  $Cme$  é igual ao custo marginal, independente no nível de produção. A Figura 4 resume essas características.

Figura 4 – Monotonicamente decrescente



Fonte: Adaptado a partir de Abayasiri-Silva e Horridge (1998)

A hipótese de simetria da firma representativa permite representar a função custo médio do setor ( $Cme^s$ ) como:

$$Cme^s = \frac{N.F+Z^t}{Z^t} M \quad (20)$$

Em que  $N$  é o número de firma e  $Z^t$  é o produto do setor ( $Z^t = N.Z^f$ ). Portanto, o custo fixo do setor está diretamente relacionado ao número de firmas no setor, e o custo variável à proporção do produto. Desse modo, o custo médio do setor é a uma função decrescente do produto e crescente no número de firmas, sendo o custo marginal independente do produto (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998).

Essa especificação refere-se ao nível da firma, assim, os retornos à escala ocorrem internamente (economias internas de escala). No entanto, é possível que a fonte do efeito escala se manifeste em decorrência da estrutura do setor, isto é, quando a produção setorial expande, há ganhos de eficiências para cada firma no setor (economias externas de escala). Diante disso, a função custo médio ao nível do setor na forma é:

$$Cme^s = \frac{Q+Z}{Z} M \quad (21)$$

Em que  $Q$  é uma constante positiva. Dessa maneira, a função de custo médio ao nível setorial apresenta características similares às das firmas, podendo ser representada pela Figura 3. Porém, no eixo horizontal da Figura 3 deve-se substituir o produto da firma pela produção do setor.

Os trabalhos empíricos que adotam essa estratégia, comumente, utilizam o conceito de razão de desvantagem do custo (CDR - *cost disadvantage ratios*) para mensurar economias de escalas potenciais (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998; FRANCOIS, 1998). Este refere-se à fração do custo médio que excede o custo mínimo. À vista disso, setores com elevado CDR estão à esquerda na Figura 4, e apresentam retornos fortemente crescentes à escala. Por outro lado, setores à direita, com baixo CDR, operam sob retornos constantes à escala (FRANCOIS, 1998).

Dessarte, para a incorporação de retornos à escala adota-se a hipótese de uma função de custo médio monotonicamente decrescente, que se manifesta, sobretudo, em decorrência dos custos fixos. Em outras palavras, supõe-se que os custos marginais sejam governados pela

função de produção com retornos constantes, porém, a priori à produção assume-se que algum subconjunto de insumos é comprometido e deve ser coberto, independentemente do nível da produção, caso contrário, a firma incorreria em prejuízo na produção (FRANCOIS, 1998).

### 3.3.1 Estrutura de consumo e a ideia de *love of variety*

Um aspecto importante abordado nos modelos da Nova Geografia Econômica (NGE) é a caracterização de bens heterogêneos do tipo proposto por Dixit e Stiglitz (1977). Como já discutido, esse pressuposto sustenta que as firmas em mercados imperfeitos são capazes de diferenciar seus produtos de maneira que os bens se tornam substitutos imperfeitos dentro do mesmo seguimento de produção. Isto é, as firmas dentro de um setor produzem variedades distintas do mesmo bem, o qual torna-se perceptível aos consumidores, que possuem preferências pela diversificação do consumo, o que pode ser tratado por *love of variety*. Por exemplo, sapatos, computadores, refrigerantes, entre outros, são bens que apresentam diversas opções disponíveis no mercado, diferenciando desde marcas até modelo, cor etc.

A incorporação da concorrência imperfeita no modelo SBM-TEC proposto segue as especificações descritas por Krugman (1980; 1991) e Helpman e Krugman (1985), que são sumariadas nos modelos desenvolvidos por ABayasiri-Silva e Horridge (1998) e Balistreri e Rutherford (2013). O primeiro passo é assumir que os agentes escolhem seus compostos de variedade racionalmente, e que isso lhes conferem uma subutilidade em decorrência da maior diversificação de consumo do bem. Matematicamente, conforme Dixit e Stiglitz (1977), a utilidade obtida pela demanda do composto de variedade do bem  $j$  é descrito por:

$$U(X_j) = \left( \sum_{k=1}^N X_k^\beta \right)^{\frac{1}{\beta}} \quad (22)$$

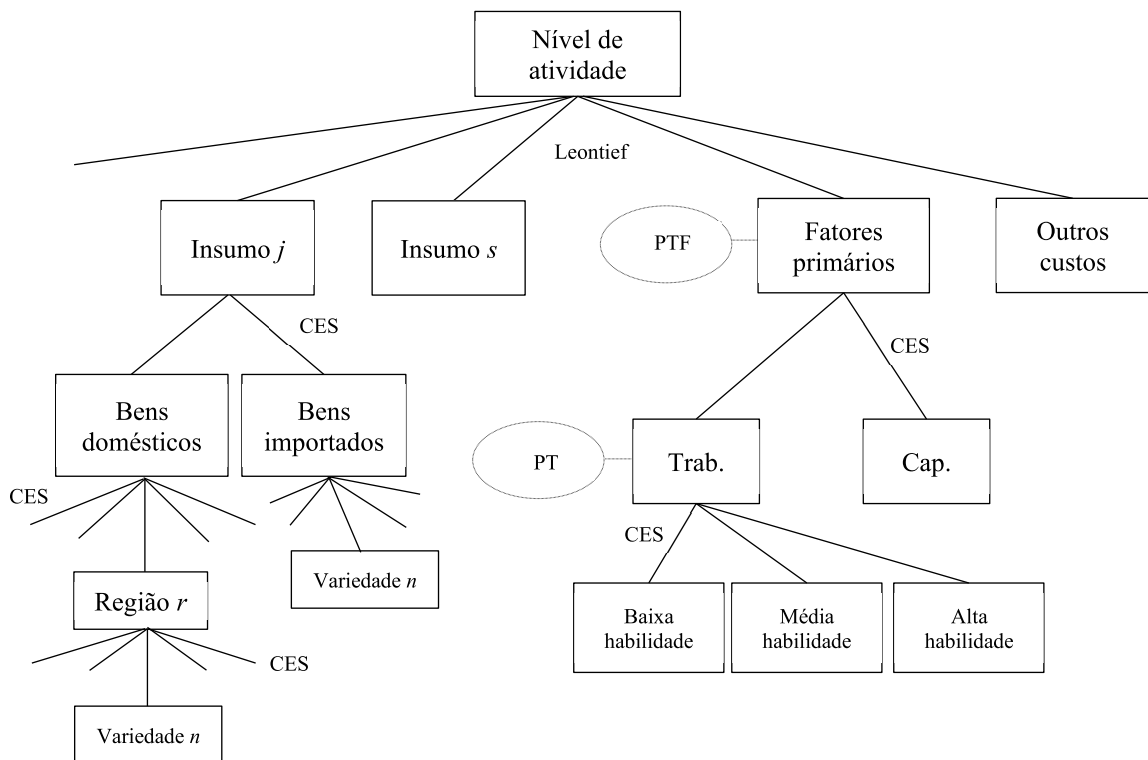
Uma vez que,  $X_k = \frac{X_j}{N_j}$ , implica-se que:

$$U(X_j) = \left( N_j \left( \frac{X_j}{N_j} \right)^\beta \right)^{\frac{1}{\beta}} = X_j N_j^{\frac{(1-\beta)}{\beta}} = X_j N_j^{\frac{1}{(\nu-1)}} \quad (23)$$

Em que  $N_j$  é o número de variedade do bem  $j$ , e  $\gamma$  é elasticidade de substituição entre as variedades ( $\beta = (\gamma - 1)/\gamma$ ). De modo geral, a Equação 23 mostra que a utilidade é crescente à medida que se aumenta o número de variedades disponíveis.

Além dessa especificação, presume-se que as firmas sejam relativamente pequenas, simétricas e produzam sob uma simples tecnologia linear de retornos crescentes (KRUGMAN, 1980). Dessa forma, para introduzir as variedades de bens produzidas pelas firmas, basicamente, cria-se um novo nível na estrutura aninhada de tecnologia de produção descrita na Figura 3. Assim, no processo de produção do setor  $j$ , na região  $q$ , inclui-se, então, a decisão de demanda pelo composto de bens de  $N_j$  variedades a partir de cada região  $s$ . A Figura 5 mostra a nova especificação de estrutura aninhada.

Figura 5 - Estrutura aninha de produção com  $N$  variedades



Fonte: Adaptado a partir de Peter *et al.* (1996).

Matematicamente, a demanda da  $k$ -ésima variedade doméstica do insumo  $j$  é dado por:

$$x_u^{Djk} = x_u^{Dj} - \gamma(p_u^{Djk} - p_u^{Dj}) \quad (24)$$

Em que  $x_u^{Djk}$  é a demanda pela variedade  $k$  do bem doméstico  $j$ ,  $\gamma$  é a elasticidade de substituição entre as variedades,  $p_u^{Djk}$  é o preço da  $k$ -ésima variedade e  $p_u^{Dj}$  é o preço médio cobrado pelas  $N_k$  firmas domésticas;

$$p_u^{Dj} = \frac{1}{N_k} \sum_k^N p_u^{Djk} \quad (25)$$

Em que  $\frac{1}{N_k}$  é participação da  $k$ -ésima variedade doméstica ( $S^D$ ) na demanda total do bem.

Dado a suposição de simetria da firma representativa, assegura-se que, *ex ante*, todas as firmas produzem seu produto cobrando o mesmo preço, ou seja, tomam o preço de mercado como dado. Como consequência, a Equação 24 não precisa ser introduzida no modelo (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998).

O próximo passo consiste em introduzir as variedades disponíveis em cada região na decisão ótima dos agentes. Dessa maneira, a minimização de custo para o setor  $j$  na região  $q$  passa a ser definida como:

$$\sum_{s=1}^S (P1A_{i,s,j,q}/Q)(X1A_{i,s,j,q}Q) \quad i, j = 1, \dots, n \quad \therefore q = 1, \dots, n \quad (26)$$

$$s. a. X1C_{i,j,q} = CES((X1A_{i,1,j,q}Q), \dots, (X1A_{i,S,j,q}Q))$$

$$\text{Para } Q = N_{i,s}^{1/(\gamma-1)}$$

O que resulta nas demandas ótimas:

$$x1a_{i,s,j,q} + \frac{n}{\gamma-1} = x1c_{i,j,q} - \sigma 1O_i \left( p1a_{i,s,j,q} - \frac{n}{\gamma-1} - p1c_{i,j,q} \right) \quad (27)$$

Conforme salientado por Abayasiri-Silva e Horridge (1998), essa especificação possui ao menos duas vantagens que merecem ser destacadas:

- a) A demanda de alguns usuários passa a ser função não somente dos preços relativos, mas também das quantidades relativas de variedades disponíveis em cada região.
- b) Permite calcular a elasticidade de demanda deparada por uma firma individual, o que possibilita implementar a precificação ótima para cada firma.

Com relação ao primeiro destaque, essa característica é resultado direto da introdução do número de firmas em cada região e setor. O segundo, por sua vez, é uma consequência da estrutura de mercado, no qual estabelece que a firma é capaz de observar a função demanda de seu produto.

### 3.3.2 Regra de formação de preços

Para setores que operam sob mercados competitivos, a formação de preços é bem conhecida no modelo EGC padrão. Ou seja, os setores são tomadores de preços, uma vez que produzem bens homogêneos, e, assim, não conseguem observar a elasticidade de demanda pelo seu produto.

Entretanto, nos setores que operam sob competição imperfeita a formação de preços recebe um tratamento diferente. Em consonância com os trabalhos de Abayasiri-Silva e Horridge (1998) e Balistreri e Rutherford (2013), utiliza-se a regra de *markup* ótimo, também conhecido com índice de Lerner, para definir a regra de preços. Este é obtido a partir de um problema de maximização de lucro da firma, cuja formalidade é descrita por:

$$\text{Max } \pi(Z^t) = P(Z^t)Z^t - (MZ^t) \quad (28)$$

Em que  $P(Z^t)$  é a inversa da função demanda que satisfaz  $P'(Z^t) \leq 0$  para  $Z^t > 0$ .

Resolvendo para  $Z^t$ , obtém-se a condição de primeira ordem:

$$P(Z^t) + P'(Z^t)Z^t - M = 0 \quad (29)$$

Em que  $P'(Z^t) = \partial P(Z^t)/\partial Z^t$ .

Rearranjando a Equação 30:

$$\frac{P(Z^t) - M}{P(Z^t)} = \frac{1}{\varepsilon} = L(Z^t) \quad (30)$$

Ou ainda:

$$P(Z^t) = \left( \frac{E}{E-1} \right) M \quad (31)$$

Em que  $E^{-1} = -P'(Z^t)Z^t/P(Z^t)$ , que é a elasticidade percebida da demanda, e  $L(Z^t)$  é o índice de Lerner.

Portanto, o *markup* depende de uma maneira específica da elasticidade da demanda que a empresa enfrenta. Primeiro, observa-se que essa demanda deve ser elástica ( $E < -1$ ) para essa fórmula fazer qualquer sentido. Se a demanda fosse inelástica, a razão na Equação 31, implicaria em um preço negativo, o que racionalmente é impossível. Isso simplesmente reflete que, quando a demanda é inelástica, a receita marginal é negativa e não pode ser equiparada a um custo marginal positivo. Em segundo lugar, o tamanho do *markup* é inversamente relacionado à elasticidade de demanda enfrentada pela firma, isto é, quanto mais elástica a demanda, maior é o poder de mercado (NICHOLSON; SNYDER, 2012).

Embora cada firma lide com diferentes mercados, o que permite possuir distintas elasticidades de demanda enfrentada, exclui-se a possibilidade de preços discriminatórios. Isso implica que a firma se depara com uma curva de demanda total, e não com diferentes curvas de demanda (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998). Diante disso, a elasticidade enfrentada pela firma representativa pode ser descrita como uma média da elasticidade percebida nos diferentes mercados:

$$E^j = \sum_{u=1}^U S_u^j E_u^j \quad (32)$$

Em que  $S_u^j$  é a parcela do mercado  $u$  no total de vendas da firma<sup>13</sup>.

Para encontrar a elasticidade percebida da demanda de cada agente que a firma enfrenta em suas vendas para algum setor, supõe-se um modelo de concorrência de preços entre firmas que produzem produtos diferenciados, mas altamente substituíveis, em outras palavras, um experimento do tipo Bertrand-Nash. Assim, assume-se o efeito da mudança do preço cobrado para cada setor, sob a suposição de que a firma rival manterá o preço constante e inexistirão quaisquer efeitos negativos sobre o nível de produção (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998). Consequentemente, a firma leva em consideração apenas os efeitos da substituição entre

---

<sup>13</sup> Os *cs* mercados referem-se ao consumo intermediário e aos demais usuários da demanda final. Além disso, para facilitar a apresentação das elasticidades percebidas, são omitidos os subíndices do setor e região.

sua variedade e a de outras firmas, e entre equivalentes doméstico e externo. Desse modo, substituindo juntas as Equações (6), (24) e (25) e considerando as hipóteses supracitadas, tem-se:

$$-\frac{x_{1q}^{Djk}}{p_{1q}^{Djk}} = \frac{\sigma_1^j S_1^M}{N_k^j} + \gamma \left(1 - \frac{1}{N_k^j}\right) = E_{1q}^j \quad (33)$$

Onde  $E_{1q}^j$  é a elasticidade percebida da demanda para usuário 1 na região  $q$ .

Observa-se que quando o número de firmas tende ao infinito, a elasticidade demanda percebida converge para elasticidade de variedades,  $E_{1q}^j = \gamma$ . Por outro lado, quando o número de firma tende a 1,  $E_{1q}^j = \sigma_1^j S_1^M$ . Conforme Cory e Horridge (1995), a razão para distinguir  $S_1^M$  e  $\sigma_1^j$  se baseia nas relações desses parâmetros que definem os limites sobre os valores de  $E_{1q}^j$ .

De modo geral, os valores para a elasticidade de Armington são baixos quando se assume uma substituição simétrica, o que implica em um limite superior para  $E_{1q}^j$  baixo. Diante disso, dada a especificação adotada, pode-se escolher setores com baixa participação de demanda por bens importados ( $S^M$ ) ou baixas elasticidades de Armington ( $\sigma_1^j$ ) e com um número grande de competidores, mas que apresentam altas elasticidades percebidas, e setores com poucas firmas com altas elasticidades percebidas se  $\sigma_1^j$  também for elevado (CORY; HORRIDGE, 1985).

A Equação 33 da forma percentual pode ser descrita como:

$$\varepsilon_{1q}^j N_k^j E_{1q}^j = \sigma_1^j S_1^M S_1^M + (\gamma - \sigma_1^j S_1^M) n_k^j \quad (34)$$

Seguindo as especificações adotadas por Cory e Horridge (1995) e Abayasiri-Silva e Horridge (1998) no que tange a implementação computacional, seja a seguinte equação a relação da participação doméstica e da importada:

$$\frac{S_1^D}{S_1^M} = \frac{X_{1q}^{Dj} P_{1q}^{Dj}}{X_{1q}^{Mj} P_{1q}^{Mj}} \quad (35)$$

Na forma percentual:



$$s_1^D - s_1^M = (x_{1q}^{Dj} - x_{1q}^{Mj}) + (p_{1q}^{Dj} - p_{1q}^{Mj}) \quad (36)$$

A definição de  $\sigma_1^j$  implica que a Equação 37:

$$(x_{1q}^{Dj} - x_{1q}^{Mj}) = -\sigma_1^j (p_{1q}^{Dj} - p_{1q}^{Mj}) \quad (37)$$

Ademais, tem-se que:

$$S_1^D + S_1^M = 1 \therefore s_1^D S_1^D + s_1^M S_1^M = 0 \quad (38)$$

E utilizando as Equações 36, 37 e 38 e substituindo em  $s_1^M$  na Equação 34 tem-se que:

$$\varepsilon_{1q}^j N_k^j E_{1q}^j = S_1^M S_1^D \sigma_1^j (\sigma_1^j - 1) (p_{1q}^{Dj} - p_{1q}^{Mj}) + (\gamma - \sigma_1^j S_1^M) n_k^j \quad (39)$$

Salientando-se que a Equação 39 é utilizada no modelo SBM-TEC.

Cabe também destacar um aspecto importante nesse processo. Primeiro, a parcela importada ( $S^M$ ) refere-se especificamente à participação dos produtos importados do exterior, isto é, fora dos limites nacionais. Por outro lado, a parcela doméstica ( $S^D$ ) corresponde à soma da participação de cada região ( $S^D = S^{R1} + S^{R2} + \dots S^{Rn}$ ). Enquanto o segundo aspecto, refere-se à elasticidade de substituição de Armington, pois apesar do modelo permitir a inclusão de uma elasticidade a nível regional, ou seja, para transações regionais, optou-se por utilizar a elasticidade de Armington para produtos importados do exterior<sup>14</sup>.

Para as demais agentes da demanda final, segue-se procedimento similar ao adotado para o consumo intermediário. Desse modo, para a demanda por investimento, a elasticidade de demanda percebida é dada por;

$$\varepsilon_{2q}^j N_k^j E_{2q}^j = S_1^M S_1^D \sigma_2^j (\sigma_2^j - 1) (p_{2q}^{Dj} - p_{2q}^{Mj}) + (\gamma - \sigma_2^j S_1^M) n_k^j \quad (40)$$

---

<sup>14</sup> Para avaliar a especificação adotada, testes de sensibilidade foram realizados. Detalhes sobre o teste são apresentados no próximo capítulo.

Ao passo que o consumo das famílias, por sua vez, toma forma distinta, uma vez que o consumo total nominal é descrito na forma genérica  $x_{3q} = x_{3q}^j + p_{3q}^j$ . Sendo que  $x_{3q}$  é o consumo nominal total das famílias na região  $q$ ,  $x_{3q}^j$  é a demanda das famílias pelo bem  $j$  e  $p_{3q}^j$  é preço dispendido pelas famílias no consumo do bem  $j$ . Dessa forma, adotando um procedimento similar ao anterior, a elasticidade demanda percebida é dada por:

$$\varepsilon_{3q}^j N_k^j E_{3q}^j = (\sigma_3^j - 1)^2 S_1^M S_1^D (p_{3q}^{Dj} - p_{3q}^{Mj}) + N_k^j (\gamma - E_{3q}^j) n_k^j \quad (41)$$

E por fim, a elasticidade de demanda percebida para as exportações<sup>15</sup>:

$$\varepsilon_{4q}^j E_{4q}^j = (\gamma - E_{4q}^j) n_k^j \quad (42)$$

### 3.3.3 Equilíbrio de Mercado

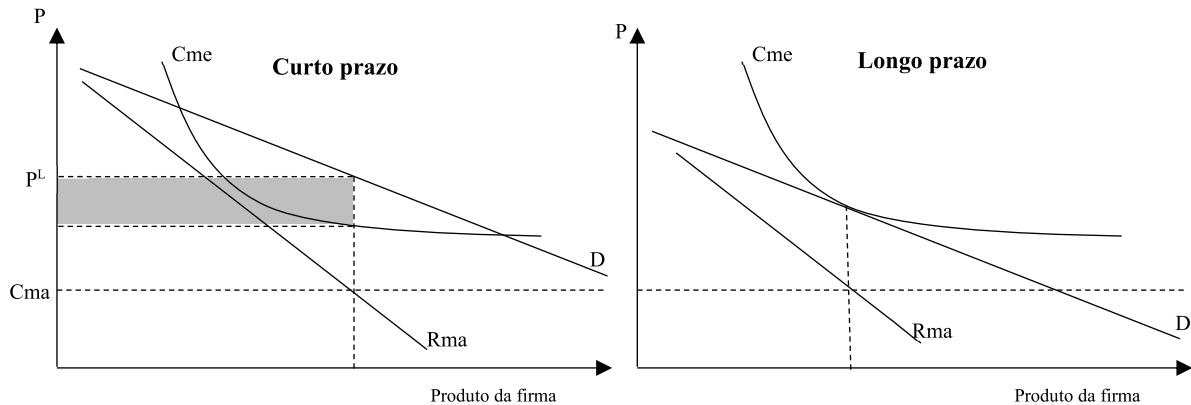
No modelo EGC padrão, a condição de equilíbrio, sob retornos constantes de escala, ocorre com o preço do produto da firma sendo determinado pela condição de lucro zero. Isso implica que cada firma dentro de um setor é tomadora de preços, e que o preço do produto deve ser estabelecido com igualdade entre o custo marginal e o custo médio. Conseqüentemente, a receita obtida por cada firma deve apenas cobrir os custos de produção.

No modelo em questão, é permitida a entrada e saída de firmas no setor sem custos. Isso implica que o equilíbrio a longo prazo é atingido com lucro zero, uma vez que o número de firmas se ajusta até eliminar o excesso de lucro. Entretanto, a curto prazo o preço do produto é definido por um *markut* sobre o custo marginal, o que leva as firmas a obterem lucros diferentes de zero.

Na Figura 6 é apresentado o mecanismo de precificação. O lado esquerdo da figura, **a)**, refere-se ao equilíbrio a curto prazo e o direito, **b)**, ao equilíbrio a longo prazo. Em cada painel é mostrada a curva de demanda da firma,  $D$ , a receita marginal,  $Rma$ , o custo marginal,  $Cma$ , e o custo médio,  $Cme$ . Em ambos os casos, a maximização do lucro em cima do produto ocorre quando a  $Rma$  e o  $Cma$  são iguais.

<sup>15</sup> As derivações das elasticidades percebidas dos agentes da demanda final encontram-se no apêndice B.

Figura 6 – Equilíbrio a curto e longo prazo, e definição do markup ótimo (índice de Lerner)



Fonte: Adaptado a partir de Abayasiri-Silva e Horridge (1998).

A curto prazo, o preço do produto está acima do custo médio, *markup* ótimo, permitindo a existência de sobrelucros (área sombreada). Esse lucro induz a entrada de novas firmas no mercado, o que, conseqüentemente, reduz a parcela de mercado das firmas operantes. Diante disso, as firmas continuam a entrar e sair do mercado até que o equilíbrio a longo prazo seja alcançado com o puro lucro eliminado. Nesse ponto, a curva de custo médio é tangente à curva de demanda.

### 3.4 DINÂMICA DO MODELO

A dinâmica do modelo é representada pelo processo de acumulação do estoque de capital, migração e equilíbrio no mercado de trabalho. Nos modelos EGC esses elementos são especificados em dois blocos de equações, conforme apresentados na sequência.

#### 3.4.1 Capital e investimento

O modelo SBM-TEC permite as especificações para curto e longo prazo na realização de simulações em estática comparativa. Isso implica que não exista uma relação fixa entre capital e investimento, pelo contrário, depende da escolha específica da simulação. Além disso, a concepção temporal de investimento empregada não estabelece um norte temporal exato. Esta seria uma característica necessária se o modelo tivesse o objetivo de explicar o caminho de expansão do investimento ao longo do tempo (HADDAD, 2004). À vista disso, a dinâmica do

modelo limita-se às relações de acumulação, que conectam o estoque de capital do setor ao investimento. No geral, a equação do estoque de capital pode ser resumida por:

$$K_{j,q,t+1} = K_{j,q,t}DEP_j + Y_{j,q,t} \quad (43)$$

Em que  $K_{j,q,t+1}$  é o estoque de capital do setor  $j$ , na região  $q$  e no ano  $t+1$ .  $Y_{j,q,t}$  é o investimento no ano  $t$  e  $DEP_j$  é a taxa de depreciação no setor  $j$ . Desse modo, é assumido que não há taxa de depreciação específica para a região. A Equação 43 é, portanto, uma relação padrão de acumulação de capital de investimento com um atraso de gestação de um ano entre investimento e capital.

### 3.4.2 Migração

A dinâmica de migração e o mercado de trabalho apresentam uma especificação relativamente simples, em que ambos são determinados em decorrência da especificação do outro. De modo geral, esse bloco de equações calcula a população regional a partir do crescimento natural, migração estrangeira e migração inter-regional, conjuntamente com variáveis relacionadas ao mercado de trabalho.

Diante disso, para cada região, o sistema permite: *i*) uma determinação exógena da população regional, com uma determinação endógena de pelo menos uma variável do mercado de trabalho regional, tais como desemprego regional, taxas de participação regional e salários relativos; e *ii*) uma determinação exógena de todas as variáveis do mercado de trabalho regional e uma determinação endógena da migração regional e, por conseguinte, da população regional.

Nesse sentido, no primeiro caso, uma alternativa é levar em consideração as previsões dos três fluxos populacionais exogenamente – tais como crescimento natural, migração regional e migração estrangeira. Isso deve ser feito a partir de um modelo demográfico, e permitir o ajustamento endógeno do mercado de trabalho.

Já no segundo caso, os diferenciais salariais inter-regionais e as taxas regionais de desemprego são especificados exogenamente. Isso leva o mercado de trabalho e o bloco de migração regional a determinar a oferta regional de trabalho e a população regional para determinadas taxas de participação regional e proporções entre população e população em idade

ativa. Portanto, a população disponível determina as variáveis do mercado de trabalho em cada região e essas, por sua vez, impactam as variáveis demográfica (PETER *et al.*, 1996).

Com relação à escolha do método, o bloco migração permite adotar ambas as estratégias. Isso acontece de modo que algumas regiões estejam sujeitas ao método (i) e outras sujeitas ao método (ii) na mesma simulação. Dessa maneira, a definição depende dos propósitos do pesquisador.

No que tange às equações do modelo, a acumulação da população regional é definida por:

$$POP_{q,T} = POP_{q,0} + \sum_{t=1}^T (FM_{q,t} + RM_{q,t} + G_{q,t}) \quad (44)$$

Em que  $POP_{q,T}$  é a acumulação da população regional no período de 0 a  $T$ ;  $FM_{q,t}$  é a migração líquida de residentes no exterior para a região  $q$  no ano  $t$ ;  $RM_{q,t}$  é a migração líquida de residentes de outras regiões para a região  $q$  no ano  $t$ ; e  $G_{q,t}$  é o crescimento natural da região  $q$  na população no ano  $t$ .

Observa-se que a população regional depende dos fluxos migratórios e da taxa de crescimento populacional da região. A partir dessa especificação, as demais equações do bloco de migração podem ser agrupadas nas seguintes categorias: definições; equações que impõem suposições arbitrárias; equações que impõem restrições adicionais; e agregados nacionais baseados na soma de variáveis regionais. Estas correspondem, por exemplo, à mudança percentual na taxa de desemprego regional, oferta de trabalho regional e população em idade ativa.

Portanto, o bloco de equações de migração e mercado de trabalho no modelo SBM-TEC descreve o movimento de oferta de trabalho de acordo com a demanda e a população disponível em cada região. Além disso, o modelo permite que as variáveis de migração e população sejam calibradas por meio de modelos demográficos definidos exogenamente.

### 3.6 FECHAMENTO DO MODELO E TESTES

A etapa de fechamento do SBM-TE, e dos modelos EGC em geral, é uma das mais importantes para a aplicação e simulação com modelos dessa natureza. Isso porque é nessa etapa que se define o ambiente econômico da simulação, além de que a forma como são

definidas as variáveis exógenas e endógenas devem ser estabelecidas de acordo com os objetivos do pesquisador (DIXON; RIMMER, 2002).

Diante disso, dois fechamentos, para curto e longo prazo, possibilitam a aplicação em estática comparativa. De modo geral, a distinção entre as duas aplicações reside no tratamento adotado no ajuste do estoque de capital. A curto prazo, os estoques de capital são mantidos fixos, enquanto que, a longo prazo, mudanças exógenas afetam os estoques de capitais em cada região (HADDAD, 2004).

Outro aspecto importante do fechamento a curto prazo é que a população regional e a oferta de trabalho são mantidas fixas. Além disso, os diferenciais regionais de salários são constantes. Portanto, o emprego regional é função das hipóteses sobre taxas de salário, que indiretamente determinam as taxas de desemprego regionais (HADDAD, 2004). Tais hipóteses buscam representar o funcionamento do mercado de trabalho no Brasil. Conforme Haddad (2004), em decorrência dos altos níveis de desemprego observados no país, as variações na demanda por trabalho no Brasil são atendidas por meio de alterações na taxa de desemprego.

A longo prazo, por sua vez, o trabalho e o capital podem se deslocar intersetorialmente e inter-regionalmente. No primeiro caso, o emprego agregado é determinado pelo crescimento da população, taxas de participação da força de trabalho e taxa natural de desemprego. Enquanto a movimentação do trabalho entre as regiões e setores é determinada endogenamente. Por conseguinte, o trabalho é atraído para os setores mais competitivos nas regiões mais atrativas. Do mesmo modo, o capital é orientado em direção aos setores e regiões mais competitivas e atrativas.

Ademais, como o modelo trabalha com preços relativos, alguma variável de preço deve ser escolhida como numerário. Neste trabalho, bem como em parte considerável da literatura (e.g., HADDAD, 2004; PEROBELLI, 2004; BETARELLI JUNIOR, 2013), as simulações são efetuadas com a taxa de câmbio como numerário. Isso implica que não existe uma política cambial sobre alguma meta de superávit comercial ou de inflação (HADDAD, 2004).

Outro aspecto importante do fechamento do modelo está relacionado às novas especificações introduzidas no SBM-TEC, as quais permitem atribuir diferentes suposições sobre a tecnologia de produção, regra de precificação e estrutura de mercado, conforme os objetivos da pesquisa. O Quadro 6 resume as diferentes possibilidades de fechamento.

Quadro 6 - Variáveis e hipóteses de fechamento

	<b>Código</b>	<b>Descrição</b>
Tecnologia	C	Retornos constantes
	I	Retornos crescente de escala - Interna à firma
	E	Retornos crescente de escala - Externo à firma
Regra de preços	M	Custo marginal
	O	Markup ótimo (índice de Lerner)
Entrada/Saída	S	Curto prazo: número de firmas constante
	L	Longo prazo: livre entrada e saída de firmas

Fonte: Adaptado a partir de Abayasiri-Silva e Horridge (1998).

As letras na coluna de código, no Quadro 6, são utilizadas para listar as hipóteses adotadas nas simulações de forma concisa. Assim, a simulação CMS denota retornos constantes de escala, preços de custo marginal e número fixo de firmas. Embora existam doze combinações possíveis, apenas 6 fazem sentido para as simulações. Por exemplo, a precificação com custo marginal com economias de escala ao nível da firma implica em perdas, independente da suposição de entrada e saída da firma (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998). O Quadro 7 apresenta as possibilidades que podem ser utilizadas para simulação no modelo SBM-TEC.

Quadro 7 - Conjunto de hipóteses de fechamento do modelo SBM-TEC

<b>Tecnologia</b>	<b>Precificação</b>	
	<b>Custo marginal</b>	<b>Preço de Lerner</b>
Retornos constantes	CMS/CML	-
Retornos crescente à escala (firma)	-	IOS/IOL
Retornos crescente à escala (setor)	EMS/EML	-

Fonte: Adaptado a partir de Abayasiri-Silva e Horridge (1998).

As simulações denominadas CMS e CML geram os resultados padrão com base nos retornos constantes de escala e na concorrência perfeita. A regra de preço de Lerner é válida apenas para economias internas à firma (IOS/IOL). Por fim, as economias externas são capturadas pelo fechamento com retornos crescentes de escala no setor com custos marginais (EMS/EML), uma vez que o efeito escala se manifesta em decorrência da expansão do setor em determinada região (KRUGMAN, 1991; BALDWIN; MARTIN, 2004).

Finalmente, após implementação e calibragem, um teste no modelo é efetuado para checar possíveis erros computacionais e de balanceamento do banco de dados<sup>16</sup>. Dada a estrutura analítica e teórica do modelo (homogêneo de grau zero), para alterações do numerário, um teste de homogeneidade pode ser implementado para verificar a consistência do modelo. Esse teste

<sup>16</sup> A calibração e a base de dados são apresentadas no capítulo seguinte.

consiste em aplicar um choque de 1% no numerário do modelo (taxa de câmbio) no fechamento de curto prazo de modo que se possa analisar o comportamento das variáveis reais e nominais. O resultado esperado é que todas as variáveis nominais aumentem em 1%, e todas as variáveis reais permaneçam inalteradas. Dessarte, é possível dizer que a aplicação desse teste no modelo SBM-TEC foi satisfatória e que as expectativas foram confirmadas.



## 4 BASE DE DADOS

A elaboração e descrição do conjunto de dados constitui uma das etapas mais importantes desta tese, uma vez que exige a coleta de grande quantidade de informações. Entre os conjuntos de dados, existem aqueles comumente obtidos a partir de uma matriz insumo-produto (MIP), consistindo na principal fonte de dados para um modelo EGC padrão (*e.g.* MONASH e ORANIG, entre outros). Por outro lado, como discutido em seções anteriores, é pretendido realizar um alinhamento dos principais pressupostos da Nova Geografia Econômica (NGE), os quais dissertam sobre os efeitos da mão de obra, da localização, estrutura de mercado e tecnologia, dentro de um quadro multirregional e multissetorial fornecido pelos modelos EGCs. Logo, informações complementares são necessárias para atender às novas especificações.

Por conseguinte, além dessa breve introdução, nas demais subseções deste capítulo são descritos os aspectos teóricos e metodológicos inerentes à construção da MIP nacional e sua regionalização. Ademais, também é apresentada a estratégia metodológica para inclusão das informações complementares, tais como: *i)* desagregação do setor de “P&D”; *ii)* desagregação do fator de remuneração do trabalho pelos vários tipos de qualificação; *iii)* especificação da base de dados para permitir que análises referentes aos retornos de escala sejam realizadas; e *iv)* demais informações para calibração do modelo SBM-TEC.

### 4.1 ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS DA MATRIZ INSUMO-PRODUTO 2015 NACIONAL

Como já salientado, a etapa de construção da MIP é uma das mais importantes, uma vez que representa o núcleo central do modelo EGC. Uma MIP caracteriza as relações econômicas de um país ou região, ou ainda, pode ser pensado como uma fotografia da economia para um determinado ano. Para atingir o propósito desta tese, utiliza-se as informações contidas na matriz insumo-produto nacional para o ano de 2015, que são disponibilizadas pelo IBGE<sup>17</sup>. Basicamente, são dez tabelas disponibilizadas no Sistema de Contas Nacionais (SCN) no IBGE:

- i)* Recursos de bens e serviços;
- ii)* usos de bens e serviços a preços de consumidor;

---

<sup>17</sup> As tabelas referentes à matriz insumo produto podem ser obtidas no Sistema de Contas Nacionais do IBGE: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>.

- iii) oferta e demanda da produção nacional a preços básicos;
- iv) oferta e demanda de produtos importados a preços básicos;
- v) destino dos impostos sobre produtos nacionais;
- vi) destino dos impostos sobre produtos importados;
- vii) destino da margem de comércio sobre produtos nacionais;
- viii) destino da margem de comércio sobre produtos importados;
- ix) destino da margem de transporte sobre produtos nacionais; e
- x) destino da margem de transporte sobre produtos importados.

As tabelas disponibilizadas pelo IBGE são a base da MIP e compreendem uma dimensão *produto x setor*. Entretanto, uma vez que os setores diferenciados produzem um produto único e nas tabelas do IBGE existe a possibilidade de os setores produzirem múltiplos produtos, ajustamentos são realizados a fim de adequar as informações do IBGE com os propósitos do modelo EGC. Para isso, de modo geral são seguidas as especificações descritas em Miller e Blair (2009), que transformam uma estrutura *produto x setor* em uma estrutura *setor x setor*.

Com esse fim, primeiramente cria-se uma matriz de participação de mercado (*market-share*), a partir da tabela “Recursos e bens e serviços”, obtendo-se uma matriz de produção de cada produto dentro de cada setor. Posteriormente, multiplica-se a transposta da *market-share* pelas demais tabelas, o que leva à obtenção de uma estrutura *setor x setor*. Essa estratégia é comum para essa finalidade, uma vez que mantém a consistência em relação aos dados originais (MILLER; BLAIR, 2009).

Com o objetivo de manter uma compatibilidade com os dados das Contas Regionais<sup>18</sup>, que são utilizados para a construção das matrizes inter-regionais, optou-se por usar as tabelas compostas por 20 produtos e 20 setores econômicos, de acordo com a agregação disponibilizada pelo IBGE. Além disso, visando a manter uma adequação das contas nacionais com as regionais, alguns setores foram agregados. Portanto, a especificação final da MIP 2015 nacional utilizada é de *15 setores x 15 setores*. A saber, a Tabela 1 apresenta os setores considerados neste trabalho.

---

<sup>18</sup> As tabelas referentes às Contas Regionais também podem ser obtidas no IBGE: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais.html>.

Tabela 1 – Nível de agregação setorial, consumo intermediário, demanda final e valor bruto de produção, 2015 (R\$ 1.000.000,00)

CNAE 2.0	Descrição do setor	Consumo intermediários	Demanda final	Valor bruto da produção
A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	252302	226428	478730
B	Indústrias extrativas	145027	115546	260573
C	Indústrias de transformação	1355113	1421347	2776460
D, E	Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	220273	103325	323598
F	Construção	103430	528878	632308
G	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	429299	671464	1100763
H	Transporte, armazenagem e correio	351244	154173	505417
I	Alojamento e alimentação	48033	199383	247416
J	Informação e comunicação	181560	168906	350466
K	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	297312	277299	574611
L	Atividades imobiliárias	89919	456010	545929
M, N	Atividades científicas, profissionais e técnicas	506134	140970	647104
O,P,Q	Administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais	80091	1461186	1541277
R, S	Artes, cultura, esporte e recreação, outras atividades de serviços	32794	147427	180221
T	Serviços domésticos	0	61996	61996

Fonte: Elaboração própria a partir do IBGE de 2015.

#### 4.1.2 Desagregação do setor de “Pesquisa e desenvolvimento”

Após o processo de construção da MIP 2015, a próxima etapa consiste em desagregar o setor de “P&D”. Entretanto, cabe destacar alguns aspectos com relação a esse setor. Primeiro, de acordo com o Sistema de Contas Nacionais (SNC) do IBGE de 2015, o dispêndio em P&D é um ativo da categoria “Produtos de propriedade intelectual”, de modo que os valores consumidos pelos demais setores são considerados como gastos em trabalho criativo e compras de equipamentos sofisticados com o objetivo de aumentar o estoque de conhecimento (IBGE, 2015).

Em segundo lugar, os dispêndios em P&D são divididos em públicos e privados. No que tange aos P&D público, o dispêndio é definido como não mercantil (ativo intangível) e alocado na formação bruta de capital físico (FBCF). Por outro lado, o P&D privado é classificado como mercantil (produto tangível) e não mercantil (intangível). A parcela não mercantil também é absorvida pela FBCF. Já a parcela mercantil é tratada como o produto consumido nas transações intermediárias na MIP.

Como discutido na seção anterior, o tratamento do setor P&D na análise de EGC, por um lado, tem envolvido a desagregação na parte de FBCF, com foco predominantemente na parte intangível, isto é, separando os investimentos em capital físico do capital de conhecimento (*e.g.*, GHOSH, 2007; HONG *et al.*, 2014; PIO, 2016). Por outro lado, há trabalhos que consideram os dispêndios em P&D não apenas como parte da FBCF, mas também como setor que faz uso de insumos intermediários, capital físico e, principalmente, trabalho altamente qualificado para sua produção (*e.g.*, VARGA; IN 'T VELD, 2011; CAPROS *et al.*, 2013; COMITE; KANCS, 2014; CHRISTENSEN, 2015).

Com base na literatura de NGE, o dispêndio em P&D não é caracterizado apenas como formação de capital de conhecimento originários de bens intangíveis, mas também como um setor que se articula entre as regiões e produz produtos tangíveis que são comercializados e utilizados, principalmente, pelos setores modernos (BALDWIN; FORSLID, 2000). Portanto, seguindo as especificações do NGE, buscou-se caracterizar o P&D como um setor que utiliza insumos intermediários, capital e trabalho para sua produção.

Para atingir tal especificação é preciso caracterizar o setor de “P&D” como um setor vendedor de produtos mercantis, ótica das linhas, e um setor produtor, pela ótica das colunas na MIP. Para o primeiro caso, nas tabelas insumo produto do IBGE para uma estrutura de 127 produtos e 67 setores, o produto “P&D” já é especificado. No entanto, ao nível  $20 \times 20$ , essas informações estão agregadas no setor de “Atividades científicas, profissionais e técnicas”. Logo, são utilizadas essas informações para realizar a abertura do setor de “P&D” pela ótica das vendas, de modo que os dados inicialmente disponibilizados pelo IBGE são mantidos e respeitados.

Desagregado o setor P&D pela ótica da linha, resta especificá-lo pela ótica das colunas. Entretanto, há complicações nesse procedimento devido à ausência de informações sobre os insumos utilizados pelo o setor de “P&D”. Para superar essa limitação, utiliza-se a estratégia proposta por Lindner, Legault e Guan (2012), que faz uso de uma tipologia para desagregação de setores a partir de informações incompletas.

De modo geral, seja  $A^*$  uma matriz de coeficientes técnicos que descreve a mesma economia como  $A$ , com a diferença de que o último setor é desagregado em subsetores  $(N+1)$ <sup>19</sup>. A matriz  $A^*$  é, dessa forma, de tamanho  $(N+n) \times (N+n)$ . O total de produto do setor  $i$

---

<sup>19</sup> Para mais detalhes sobre os aspectos teóricos e metodológicos sobre a matriz insumo produto, ver Miller e Blair (2009).

desagregado é definido como  $x_i^*$ , e para os  $N$  setores não desagregados  $x_i^* = x_i$ . O mesmo é valido para os demais elementos da MIP, demanda final ( $fd$ ) e valor adicionado ( $va$ ).

Seja  $w_k$  o peso do valor de produção do novo setor  $kth$  no total do setor desagregado:  $w_k = x_k^*/x_{N+1}$ . Uma vez que o total de produtos do setor desagregado deve ser conservado, obtém-se:  $\sum w_k = 1$ . Logo, se o peso  $w_k$  é conhecido pelo setor desagregado, os novos coeficientes técnicos devem satisfazer as restrições:

$$\sum_{k=1}^n w_k a_{i,N+k}^* = a_{i,N+1}, \quad \text{para } i = 1, \dots, N \quad (45)$$

$$\sum_{k=1}^n a_{N+k,i}^* = a_{N+1,i} \quad \text{para } i = 1, \dots, N \quad (46)$$

$$\sum_{k=1}^n \sum_{k'=1}^n w_k a_{N+k',N+k}^* = a_{N+1,N+1} \quad (47)$$

Assim, a estratégia adotada por Lindner, Legault e Guan (2012) conserva a estrutura tecnológica da matriz original, isto é, as relações de compra e venda entre os setores continuam mantidas.

Com base no valor de produção descritos na linha, pela ótica das vendas, criou-se o peso  $w_k$  para o setor “P&D” em relação ao setor de “Atividades científicas, profissionais e técnicas” e aplicou-se a tipologia desenvolvida por Lindner, Legault e Guan (2012). Cabe salientar, assim como o autor, o mesmo peso foi utilizado para desagregação do valor adicionado. Por fim, com a desagregação do setor “P&D”, a nova matriz MIP compreende a dimensão de *16 setores x 16 setores*.

### 4.1.3 Desagregação da mão de obra

A qualificação da mão de obra é um fator importante para compreensão da dinâmica do desenvolvimento de novas tecnologias, sendo um dos elementos centrais para a propagação dos *spillovers* tecnológicos e da potencialização do estoque de conhecimento (BALDWIN; FORSLID, 2000). Por conseguinte, para atender ao propósito desta tese, é necessário especificar os vários tipos de qualificação/habilidade do trabalho por setor.

A mão de obra é desagregada em três tipos de qualificação, baixa, média e alta, dependendo do grau de habilidade do trabalhador. Para quantificar esses conceitos e adotar um

critério para desagregar o vetor remuneração na MIP, foi estipulado que a qualificação é caracterizada pela escolaridade formal, medida pelo número de anos de estudo.

Dessa forma, segue-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, a qual define e regulariza a orientação educacional brasileira em três etapas de formação, de acordo com o número de anos de estudo: Educação Fundamental, Ensino Médio, e Ensino Superior. Além disso, utiliza-se a *International Standard Classification of Education* (ISCED) de 2011 para definir o nível de qualificação conforme os anos de estudo do trabalhador. Especificação semelhante também é utilizada por Tourinho, Silva e Alves (2008), na construção da MCS brasileira para 2005, e TIMMER *et al.* (2012), na construção das matrizes *Socio Economic Accounts* (SEA) da *World Input-Output Database* (WIOD). A Tabela 2 detalha o procedimento adotado.

Tabela 2 – Especificação da qualificação da mão de obra de acordo com o grau de escolaridade

Escolaridade (LDB) de 1996	ISCED Nível	Descrição ISCED Nível	Anos de estudo	Qualificação
Ensino Fundamental	1	Educação primária ou primeira etapa da educação básica	0-8	Baixo (L)
	2	Secundário inferior ou segunda etapa da educação básica		
Ensino Médio	3	(Upper) Educação secundária	9-11	Médio (M)
	4	Ensino pós-secundário não superior		
Superior	5	Primeira fase do ensino terciário	Mais de 11	Alto (H)
	6	Segunda etapa do ensino superior		

Fonte: Elaboração própria a partir da ISCED 2011 e LDB de 1996.

O rendimento total do trabalho é distribuído, em cada setor, entre os três tipos de qualificação da mão de obra, com base nas proporções das alocações encontradas na Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para o ano de 2015. Essa é uma pesquisa conduzida e disponibilizada pelo IBGE e compreende amostras de domicílios brasileiros com abrangência nacional. Ademais, a PNAD aborda uma série de temas, entre elas: educação, trabalho e rendimento.

Para os tipos de qualificação do trabalho, primeiramente, é necessário estabelecer uma correspondência entre os setores da MIP de 2015 com as informações sobre a remuneração dos trabalhadores na PNAD 2015. Para tanto, utilizam-se os dados sobre “Rendimento mensal de todos os trabalhos para pessoas de 10 anos ou mais de idade” (sob o código v4719) por atividade produtiva e “Código da atividade principal” (sob o código v9907), cuja categorização é dada

pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) domiciliares. Posteriormente, realiza-se a compatibilização entre nível de atividade, dos dados da PNAD 2015, com as informações da MIP, uma vez que a classificação setorial é dada pela CNAE 2.0.

A segunda etapa consiste em estabelecer uma equivalência entre as informações de rendimento do trabalho e os dados sobre escolaridade dos trabalhadores por cada setor. Para isso, é feito o uso das informações sobre “Anos de estudo” (sob o código v4803) da PNAD 2015. Posteriormente, os dados de escolaridade e remuneração são classificados e separados por tipo de grupo, conforme descrito na Tabela 2. Um procedimento semelhante também é realizado para a obtenção do número de trabalhadores por qualificação.

A Tabela 3 apresenta os rendimentos da mão de obra por grau de qualificação e grupo de atividade. A desagregação dos rendimentos da mão de obra por grau de qualificação abrange aspectos pertinentes no tocante à forma como ocorrem as distribuições da renda entre os diferentes níveis de qualificação. Na Tabela 3, ao nível agregado, constata-se que 35% da renda total do trabalho advém da alta qualificação (H), enquanto os de baixa (L) e média (M) possuem 32% cada.

Tabela 3 - Rendimentos do trabalho por grau de qualificação e classificação setorial

CNAE 2.0	Atividade	Renda do trabalho (%)	Percentual por tipo de qualificação		
			Baixa	Média	Alta
A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1,9%	81%	17%	3%
B	Indústrias extrativas	1,2%	26%	23%	51%
C	Indústrias de transformação	14,7%	27%	41%	32%
D, E	Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	1,2%	0%	54%	46%
F	Construção	4,7%	50%	34%	17%
G	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	12,9%	25%	46%	29%
H	Transporte, armazenagem e correio	4,9%	25%	56%	19%
I	Alojamento e alimentação	2,2%	44%	34%	22%
J	Informação e comunicação	3,0%	2%	37%	61%
K	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	5,4%	3%	16%	81%
L	Atividades imobiliárias	0,3%	12%	24%	64%
M, N	Atividades científicas, profissionais e técnicas	7,7%	8%	24%	69%
M (72)*	P&D	0,7%	3%	15%	82%
O, P, Q	Administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais	35,0%	5%	26%	68%
R, S	Artes, cultura, esporte e recreação, outras atividades de serviços	1,9%	21%	38%	41%
T	Serviços domésticos	2,3%	66%	31%	3%
Rendimento do trabalho		100%	32%	32%	35%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das pesquisas do IBGE 2015 e PNAD 2015.

\*Refere-se à seção M e divisão 72 (pesquisa e desenvolvimento científico) da classificação CNAE 2.0.

No que tange ao nível setorial, de “Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura” e de “Construção” são os que mais contribuem para remuneração do trabalhador de baixa qualificação (L), com 81% e 50%, respectivamente. Por outro lado, nota-se que a “Atividade de P&D”, “Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados” e “Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados” possuem os maiores percentuais de rendimento da mão de obra destinada ao trabalhador de alta qualificação (H), sendo 82%, 81% e 69%, nessa ordem. Para os trabalhadores que possuem média qualificação (M), por sua vez, os rendimentos são mais homogêneos entre os setores, conforme se constata na Tabela 3.

Por fim, na Tabela 4 é apresentado o número de trabalhadores por grau de qualificação e atividade. Verifica-se que cerca de 78% da mão de obra é composta por trabalhadores de baixa e média qualificação. Em contrapartida, os trabalhadores de alta qualificação respondem por 22%. Ao nível setorial, na “Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura” e na “Construção” o maior percentual de trabalhos corresponde aos de baixa qualificação. Por outro lado, nos setores de “Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados” e de “P&D” o percentual maior da força de trabalho refere-se aos trabalhadores de alta qualificação.

Tabela 4 - Número de trabalhadores por grau de qualificação e grupo de atividade

CNAE 2.0	Atividade	Fator trabalho (%)	Percentual por tipo de qualificação		
			Baixa	Média	Alta
A	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	12,9%	81%	16%	3%
B	Indústrias extrativas	0,3%	34%	39%	27%
C	Indústrias de transformação	11,0%	38%	45%	16%
D, E	Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	0,7%	18%	46%	35%
F	Construção	8,5%	64%	29%	7%
G	Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	18,5%	35%	49%	16%
H	Transporte, armazenagem e correio	4,6%	44%	44%	12%
I	Alojamento e alimentação	5,3%	46%	44%	10%
J	Informação e comunicação	1,3%	6%	41%	53%
K	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	1,2%	4%	27%	69%
L	Atividades imobiliárias	0,4%	31%	41%	28%
M, N	Atividades científicas, profissionais e técnicas	7,3%	17%	38%	45%
M (72)*	P&D	0,6%	7%	34%	59%
O, P, Q	Administração pública, defesa e seguridade social, educação, Saúde humana e serviços sociais	16,2%	11%	33%	56%
R, S	Artes, cultura, esporte e recreação, outras atividades de serviços	4,9%	29%	47%	23%
T	Serviços domésticos	6,3%	68%	28%	4%
Fator Trabalho (%)		100%	42%	36%	22%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados das pesquisas do IBGE 2015 e PNAD 2015.

\*Refere-se à seção M e divisão 72 (pesquisa e desenvolvimento científico) da classificação CNAE 2.0.



## 4.2 REGIONALIZAÇÃO DA MATRIZ DE INSUMO PRODUTO

Esta seção descreve a metodologia empregada para regionalização da MIP brasileira de 2015. Pretende-se especificar 13 regiões, que descrevem as 26 unidades federativas (UF) do Brasil e o Distrito Federal. A definição das regiões e os motivos da escolha destas se fez de acordo com os seguintes critérios: *i*) base de dados; *ii*) concentração espacial; e *iii*) atividade econômica.

Entre os principais pontos inerentes ao desenvolvimento desta tese, os efeitos da localização e atividade econômica são considerados os mais importantes. No Brasil a baixa concentração populacional e atividade econômica em alguns estados e regiões trazem prejuízos e complicações tanto na construção da base de dados, devido à ausência de informações, quanto na realização de análises setoriais e de efeitos de encadeamentos. Portanto, visando a contornar esses problemas, alguns estados foram agregados em uma mesma região. O critério utilizado foi o percentual do PIB estadual no total do PIB nacional e o percentual da população, seguindo o mesmo critério. A Tabela 5 apresenta a dimensão espacial utilizada e o nível de agregação utilizado. Ademais, apresenta também o percentual do PIB e da população em relação ao total exposto.

Assim, os estados da região Norte são agregados em Norte (NO), que passa a possuir uma participação no PIB de 5,3% e populacional de 8,3%. No Nordeste, com exceção dos estados da Bahia (BA), Ceará (CE) e Pernambuco (PE), os estados são agrupados na região Restante do Nordeste (RestNE), que apresenta uma participação no PIB de 4,8% e população 11,4%. Os estados de Goiás (GO), Mato Grosso (MT), Mato Grosso do Sul (MS) e o Distrito Federal (DF) são agregados na região Centro-Oeste (CO). Para os demais estados, manteve-se a mesma dimensão.

Definida a dimensão espacial, o próximo passo consiste na construção das relações inter-regionais de compra e venda de insumos, conforme as matrizes insumo produto. Para a resolução desse desafio, emprega-se a metodologia *Interregional Input-Output Adjustment System* (IIOAS) proposta por Haddad, Gonçalves Júnior e Nascimento (2017). Para tanto, nas próximas subseções é descrita a metodologia empregada para regionalização.

Tabela 5 – Agregação regional, participação do PIB e percentual populacional para cada dimensão espacial, 2010

	Regiões	% PIB	% PIB agregado	% População	% População agregada
<b>No</b>	Acre (AC)	0,2%		0,4%	
	Amapá (AP)	0,2%		0,4%	
	Amazonas (AM)	1,6%		1,8%	
	Pará (PA)	2,1%	5,3%	4,0%	8,3%
	Rondônia (RO)	0,6%		0,8%	
	Roraima (RR)	0,2%		0,2%	
	Tocantins (TO)	0,5%		0,7%	
<b>RestNE</b>	Alagoas (AL)	0,7%		1,6%	
	Maranhão (MA)	1,2%		3,4%	
	Paraíba (PB)	0,8%	4,8%	2,0%	11,4%
	Piauí (PI)	0,6%		1,6%	
	Rio Grande do Norte (RN)	0,9%		1,7%	
	Sergipe (SE)	0,6%		1,1%	
<b>CO</b>	Goiás (GO)	2,6%		3,1%	
	Mato Grosso (MT)	1,6%	9,3%	1,6%	7,4%
	Mato Grosso do Sul (MS)	1,2%		1,3%	
	Distrito Federal (DF)	4,0%		1,3%	
<b>BA</b>	Bahia (BA)	4,1%	4,1%	7,3%	7,3%
<b>CE</b>	Ceará (CE)	2,1%	2,1%	4,4%	4,4%
<b>PE</b>	Pernambuco (PE)	2,5%	2,5%	4,6%	4,6%
<b>ES</b>	Espirito Santo (ES)	2,2%	2,2%	1,8%	1,8%
<b>MG</b>	Minas Gerais (MG)	9,3%	9,3%	10,3%	10,3%
<b>RJ</b>	Rio de Janeiro (RJ)	10,8%	10,8%	8,4%	8,4%
<b>SP</b>	São Paulo (SP)	33,1%	33,1%	21,6%	21,6%
<b>PR</b>	Paraná (PR)	5,8%	5,8%	5,5%	5,5%
<b>RS</b>	Rio Grande do Sul (RS)	6,7%	6,7%	5,6%	5,6%
<b>SC</b>	Santa Catarina (SC)	4,0%	4,0%	3,3%	3,3%

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE 2010.

\*Os dados do PIB e população para todos estados referem-se ao ano de 2010, em decorrência do censo.

#### 4.2.1 Estimação da matriz inter-regional de insumo-produto para as 13 regiões

O ponto de partida para a aplicação do método IIOAS é a utilização das informações do Sistema de Contas Nacionais e da MIP nacional, cuja estimação foi apresentada em seções anteriores. Assim, de acordo com Haddad, Gonçalves Júnior e Nascimento (2017), cinco conjuntos de dados ao nível nacional são necessários: *i*) matriz de produção; *ii*) matriz de uso e recursos; *iii*) matrizes de impostos indiretos; *iv*) matriz de importação; e *v*) matriz de imposto de importação.

Para estimação das relações inter-regionais também são utilizadas as informações das Contas Regionais 2015, disponibilizadas pelo IBGE. A partir destas, são obtidos dados, ao nível estadual, referentes ao valor bruto da produção (VBP), ao valor adicionado e aos componentes da demanda final (famílias, governo, investimento e exportação). Ademais, outros conjuntos de

dados disponibilizados pelo IBGE completam as informações necessárias para a estimação, tais como os da Pesquisa de Inovação (Pintec).

As Contas Regionais do IBGE fornecem os referidos dados com nível de desagregação para 18 setores. Para manter os mesmos níveis de agregação da matriz nacional (16 setores), agregou-se os seguintes setores: “Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós-colheita”, “Pecuária, inclusive apoio à pecuária”; “Produção florestal, pesca e aquicultura”; “Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social” e “Educação e saúde privados”.

Cabe destacar alguns aspectos em relação ao setor de “P&D”. Primeiro, assim como nas contas nacionais, os dados de P&D estão agregados no setor “Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares”. Em segundo lugar, diferente das contas nacionais, as Contas Regionais não fornecem um nível de desagregação maior, no qual contenha dados sobre o produto P&D e possam ser usadas como elemento definidor para a desagregação.

Para desagregação do setor de “P&D” por região, primeiramente, utilizou-se os dados provenientes da Pintec 2014, que disponibilizou informações sobre o dispêndio realizado por empresas em P&D, para definir o percentual de P&D englobado no valor bruto de produção (VBP), valor adicionado (VA) e consumo intermediário (CI) por região, conforme os dados da matriz nacional. Por exemplo, com base nos dados da Pintec 2014, a região Norte (NO) do Brasil realizou dispêndios em P&D na ordem de 3,4% em relação ao total nacional. Dessa forma, utilizou-se esse percentual para definir o VBP, CI e VA a partir das informações da matriz nacional.

Cabe ainda destacar, que embora as informações disponibilizadas pela Pintec 2014, ao nível regional, ocorrem exclusivamente para os setores da indústria de transformação e extrativa, esses são os principais setores que realizam P&D, sendo, portanto, uma medida razoável para definir o percentual regional, dada a ausência de dados mais precisos para cada setor.

Posteriormente, extraiu-se o setor de “P&D” do setor “Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares” por meio de um peso  $w_k$ , que representa o percentual de P&D englobado nesse setor, conforme tipologia desenvolvida por Lindner, Legault e Guan (2012).

Outrossim, no que tange a desagregação da mão de obra por qualificação, segue-se a mesma estratégia dada na matriz nacional. Isto é, utiliza-se informações provenientes da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) para o ano de 2015 e segue-se o critério da *International Standard Classification of Education* (ISCED) para definir a qualificação da mão de obra para cada uma das regiões adotadas nesta pesquisa.

Por fim, o processo de construção da matriz insumo-produto regionalizada por meio do método IIOAS envolve duas etapas. Inicialmente, são obtidas as matrizes de comércio inter-regionais e, posteriormente, detalha-se o processo de regionalização da matriz nacional. As duas etapas são descritas nas subseções seguintes.

#### 4.2.2 Estimação das matrizes de comércio interestaduais

A metodologia inerente a IIOAS tem como base a hipótese de que a demanda regional por produtos domésticos e importados segue o mesmo padrão nacional, isto é, a tecnologia de produção e as preferências, para todos os agentes econômicos ao nível regional, são semelhantes à nacional (HADDAD; GONÇALVES JÚNIOR; NASCIMENTO, 2017).

Dessa forma, para obter a demanda regional por produtos domésticos são construídas matrizes de coeficientes geradores de demanda (*DOMGEM*) para cada UF a partir do consumo intermediário e dos elementos da demanda final (HADDAD, GONÇALVES JÚNIOR; NASCIMENTO, 2017).

Os coeficientes são obtidos por meio do *share* na matriz de uso nacional. Logo, os coeficientes nacionais de consumo intermediário ( $CI_{ix_j}^{Dom}$ ); investimentos ( $INV_{ix_1}^{Dom}$ ); consumo das famílias ( $F_{ix_1}^{Dom}$ ) e consumo do governo ( $GOV_{ix_1}^{Dom}$ ) para produtos domésticos têm a forma:

$$CI_{ix_j}^{Dom} = \frac{Z_{ix_j}^{Dom}}{X_j}; \quad INV_{ix_1}^{Dom} = \frac{inv_i^{Dom}}{INVT^N}; \quad F_{ix_1}^{Dom} = \frac{f_i^{Dom}}{FT^N}; \quad GOV_{ix_1}^{Dom} = \frac{gov_i^{Dom}}{GOVT^N} \quad (48)$$

Em que  $Z_{ix_j}^{Dom}$  é a matriz de elementos do consumo intermediário doméstico, e  $X_j$  é o vetor de valor bruto da produção setorial. Enquanto  $inv_i^{Dom}$ ,  $f_i^{Dom}$  e  $gov_i^{Dom}$  são os vetores de investimentos, consumo das famílias e consumo do governo, respectivamente, para cada elemento  $i$  na matriz de usos. Por fim,  $INVT^N$ ,  $FT^N$  e  $GOVT^N$ , respectivamente, referem-se aos valores totais de investimentos, consumo das famílias e consumo governo.

A demanda por produtos domésticos por UF, para cada usuário e cada setor, é obtida por meio da multiplicação dos coeficientes estimados acima, pelas informações obtidas nas Contas Regionais referentes ao valor bruto de produção ( $VBP^R$ ), ao investimento total ( $INVT^R$ ), consumo total das famílias ( $FT^R$ ) e total de consumo do governo ( $GOVT^R$ ). Posteriormente, a demanda total por produtos domésticos ( $DEMDOM$ ) por UF e setor é obtida somando:

$$DEMDOM_{ix_1}^R = \sum_{j=1}^{68} CI_{ix_j}^{R,Dom} + INV_{ix_1}^{R,Dom} + F_{ix_1}^{R,Dom} + GOV_{ix_1}^{R,Dom}, \quad \forall i = 1, \dots, 16 \quad (49)$$

Em que os elementos da  $DEMDOM_{ix_1}^R$  correspondem ao uso dos produtos domésticos, em cada região  $R$  e setor  $i$ ; destinado ao consumo intermediário,  $\sum_{j=1}^{16} CI_{ix_j}^{R,Dom}$ ; consumo das famílias,  $F_{ix_1}^{R,Dom}$ ; investimentos,  $INV_{ix_1}^{R,Dom}$ ; e consumo do governo,  $GOV_{ix_1}^{R,Dom}$ .

A obtenção da demanda por produtos importados ( $DEMIMP$ ) por região e setor, segue procedimento similar, entretanto, faz uso da matriz nacional de importação. Logo, tem-se a expressão:

$$DEMIMP_{ix_1}^R = \sum_{j=1}^{68} CI_{ix_j}^{R,Imp} + INV_{ix_1}^{R,Imp} + F_{ix_1}^{R,Imp} + GOV_{ix_1}^{R,Imp}, \quad \forall i = 1, \dots, 16 \quad (50)$$

Diferente da especificação anterior, os elementos  $DEMIMP_{ix_1}^R$  correspondem ao uso dos produtos importados em cada região  $R$  e setor  $i$ .

Obtidas as demandas por produtos domésticos e importados, o próximo passo é estimar a oferta doméstica (OFDOM) por região  $R$  e setor  $i$ :

$$OFDOM_{ix_1}^R = VBP_{ix_1}^R - EXP_{ix_1}^R \quad (51)$$

Em que  $VBP_{ix_1}^R$  e  $EXP_{ix_1}^R$  referem-se ao valor bruto de produção e às exportações, respectivamente.

Após obter a demanda e oferta de produtos domésticos e importados por região e setor, são construídas as matrizes de participação no fluxo de comércio intrarregional ( $SHIN(i,d,d)$ ) e inter-regional ( $SHIN(i,s,d)$ ) para cada setor  $i$ , de origem  $s$  e destino  $d$ :

$$SHIN(i, d, d) = \text{Min} \left\{ \frac{OFDOM(i,d)}{DEMDOM(i,d)}, 1 \right\} \quad (52)$$

Observa-se na Equação 52 que o fluxo de comércio intrarregional é definido pela relação entre oferta e demanda dentro de cada UF. Dessa forma, se a oferta é superior à demanda doméstica, o excedente é destinado à exportação para outras regiões. Por outro lado, se a oferta é inferior à demanda, indica que parte da demanda é atendida por importações de outras regiões.

Por sua vez, o fluxo comércio inter-regional tem a forma:

$$SHIN(i, s, d) = \left\{ \frac{1}{\text{imped}(d,s)} * \frac{OFDOM(i,s)}{\sum_{k=1}^{13} OFDOM(i,k)} \right\} * \left\{ \frac{1 - SHIN(i,d,d)}{\sum_{j=1, j \neq d}^{13} \left[ \frac{1}{\text{imped}(j,d)} * \frac{OFDOM(i,j)}{\sum_{k=1}^{13} OFDOM(i,k)} \right]} \right\} \quad (53)$$

Em que *imped* é o tempo médio de viagem entre as UFs (HADDAD; GONÇALVES JÚNIOR; NASCIMENTO, 2017).

A etapa final consiste em obter as matrizes de comércio. Isso é realizado por meio da multiplicação de cada  $SHIN(i,s,d)$  pelo respectivo valor  $i$  na matriz  $DEMDOM$ :

$$TRADE_i^{s,r} = SHIN(i, s, d) * \text{diag}[DEMDOM_{ixR}(i, 1: R)], \quad \forall i = 1, \dots, 68 \quad (54)$$

Sendo  $TRADE_i^{s,r}$  as  $i$  matrizes de comércio com origem na região  $s$  e destino  $d$ .

#### 4.2.3 Regionalização das matrizes de comércio

O processo de construção das matrizes de comércio,  $TRADE_i^{s,r}$ , permite identificar a origem e o destino de compra e venda de produtos por cada uma das regiões. Entretanto, essa especificação impossibilita a distinção da forma de uso do produto, que pode ser destinado ao consumo intermediário ou a atender a demanda final.

De acordo com Haddad, Gonçalves Júnior e Nascimento (2017), seguindo as hipóteses estabelecidas por Chenery (1956) e Moses (1955), uma maneira de especificar o agente de destino do produto é utilizar a proporção regional de aquisição de insumos e produtos para todos os setores e usuários de bens finais dentro de mesma região.

Três procedimentos são necessários para obter as matrizes regionais. O primeiro, consiste em obter uma nova matriz de participações comerciais ( $SHIN\_N$ ) para cada setor  $i$ , a partir da matriz de comércio  $TRADE_i^{s,r}$ :

$$SHIN\_N_{sxd}^i = trade_i^{s,d} * \{inv[diag(\sum_{d=1}^{13} trade_i^{s,d})]\}, \quad \begin{array}{l} \forall s = 1, \dots, 14 \\ \forall i = 1, \dots, 16 \\ \forall d = 1, \dots, 13 \end{array} \quad (55)$$

Sendo que  $trade_i^{s,d}$  representa cada elemento da matriz  $TRADE_i^{s,r}$ . Enquanto  $s$  representa a origem dos produtos das 13 regiões brasileiras mais o exterior,  $i$  é o índice referente aos 16 setores e  $d$  representa o destino do produto para 13 regiões brasileiras.

Na segunda etapa são construídos, a partir da matriz de uso nacional, os coeficientes nacionais de consumo intermediário,  $CI^N$ ; investimento,  $INV^N$ ; consumo das famílias,  $CF^N$ ; e consumo do governo,  $GOV^N$ :

$$\begin{aligned} CI_{ixj}^N &= Z_{ixj}^{Dom+Imp} * (diag CT_{1xj}^N)^{-1}; & INV_{ix1}^N &= \frac{inv_i^{Dom+imp}}{INVT^N} \\ CF_{ix1}^N &= \frac{CF_i^{Dom+imp}}{CFT^N}; & GOV_{ix1}^N &= \frac{gov_i^{Dom+imp}}{GOVT^N} \end{aligned} \quad (56)$$

Em que  $Z_{ixj}^{Dom+Imp}$  e  $CT_{1xj}^N$  referem-se à matriz de consumo intermediário, soma do doméstico e importado, e consumo intermediário total, respectivamente. Já  $inv_i^{Dom+imp}$ ,  $CF_i^{Dom+imp}$  e  $gov_i^{Dom+imp}$  representam, respectivamente, o valor do vetor e investimento, consumo das famílias e consumo do governo, considerando as fontes doméstica e importada.

Por fim, na terceira etapa são obtidos os coeficientes regionais. Primeiramente, as 16 matrizes  $SHIN\_N$  são transformadas em 14 matrizes  $SHIN\_S$  de dimensões  $16 \times 14$ , a qual descreve a proporção de consumo de cada setor em cada região de destino.

Dessa forma, para a construção dos coeficientes regionais, cada coluna de cada uma das 14 matrizes  $SHIN\_S$  é colocada de forma diagonal e, então, multiplicada por cada um dos coeficientes nacionais obtidos da Equação 60. Logo tem-se os seguintes coeficientes finais:

$$CRCI_{ixj}^{sd} = diag(SHIN\_S(1:i;d)) * CI_{ixj}^N, \quad \begin{array}{l} \forall d = 1, \dots, 13 \\ \forall s = 1, \dots, 14 \end{array} \quad (57)$$

$$CRINV_{ixj}^{sd} = diag(SHIN\_S(1:i;d)) * INV_{ixj}^N, \quad \begin{array}{l} \forall d = 1, \dots, 13 \\ \forall s = 1, \dots, 14 \end{array} \quad (58)$$

$$CRCF_{ixj}^{sd} = \text{diag}(SHIN\_S(1:i; d)) * CF_{ixj}^N, \quad \begin{array}{l} \forall d = 1, \dots, 13 \\ \forall s = 1, \dots, 14 \end{array} \quad (59)$$

$$CRGOV_{ixj}^{sd} = \text{diag}(SHIN\_S(1:i; d)) * GOV_{ixj}^N, \quad \begin{array}{l} \forall d = 1, \dots, 13 \\ \forall s = 1, \dots, 14 \end{array} \quad (60)$$

Para obter os coeficientes regionais referentes aos impostos indiretos, procedimento similar é adotado. Por fim, os elementos do valor adicionado para cada regional e setor são disponibilizados pelas Contas Regionais.

#### 4.3 ASPECTOS GERAIS RELACIONADOS À ESTRUTURA PRODUTIVA DAS REGIÕES SELECIONADAS

Realizada a construção da base de dados que será utilizada como núcleo central do modelo EGC, nesta subseção são apresentados alguns indicadores que permitem avaliar o panorama geral da economia brasileira, tanto a nível nacional quando regional.

A partir da MIP 2015 regionalizada é possível analisar as transações intersetoriais. Na Tabela 6 é apresentada a média percentual da decomposição da produção para cada região brasileira. Essa análise permite identificar o quanto da produção total de cada região é gerada para atender tanto à própria demanda interna quanto para atender à demanda das outras regiões e resto do mundo (RM).

De acordo com a Tabela 6, as regiões brasileiras que possuem a maior parte de sua produção vinculada à demanda internacional (RM) são Espírito Santo (ES), Norte (NO) e Centro-Oeste (CO), com respectivamente 18,52%, 9,55% e 9,52% de sua produção total. No estado de Espírito Santo a atividade da indústria de petróleo, minérios e celulose, além da intensiva atividade portuária, são os elementos que explicam o alto percentual da produção destinada a atender à demanda externa. Na região Norte, por sua vez, a Zona Franca de Manaus e da indústria petroquímica são os fatores que induzem o alto percentual de exportação. E por fim, na região Centro-Oeste, a atividade agropecuária é a principal atividade ligada à exportação para o restante do mundo.

Por fim, de acordo com a Tabela 6, as regiões brasileiras que possuem a maior parte de sua produção vinculada a atender a demanda interna são Ceará (CE), Restante do Nordeste (RestNE) e Pernambuco (PE) com 75,23%, 74,59% e 73,14%, respectivamente. É possível que a distância em relação aos principais centros econômicos do país (Sudeste e Sul) e o nível de



desenvolvimento do parque industrial das referidas regiões dificultem o comércio de bens com as demais regiões, o que leva a produção doméstica a voltar-se principalmente ao abastecimento interno.

Tabela 6 - Decomposição da produção regional baseada na origem da demanda (%)

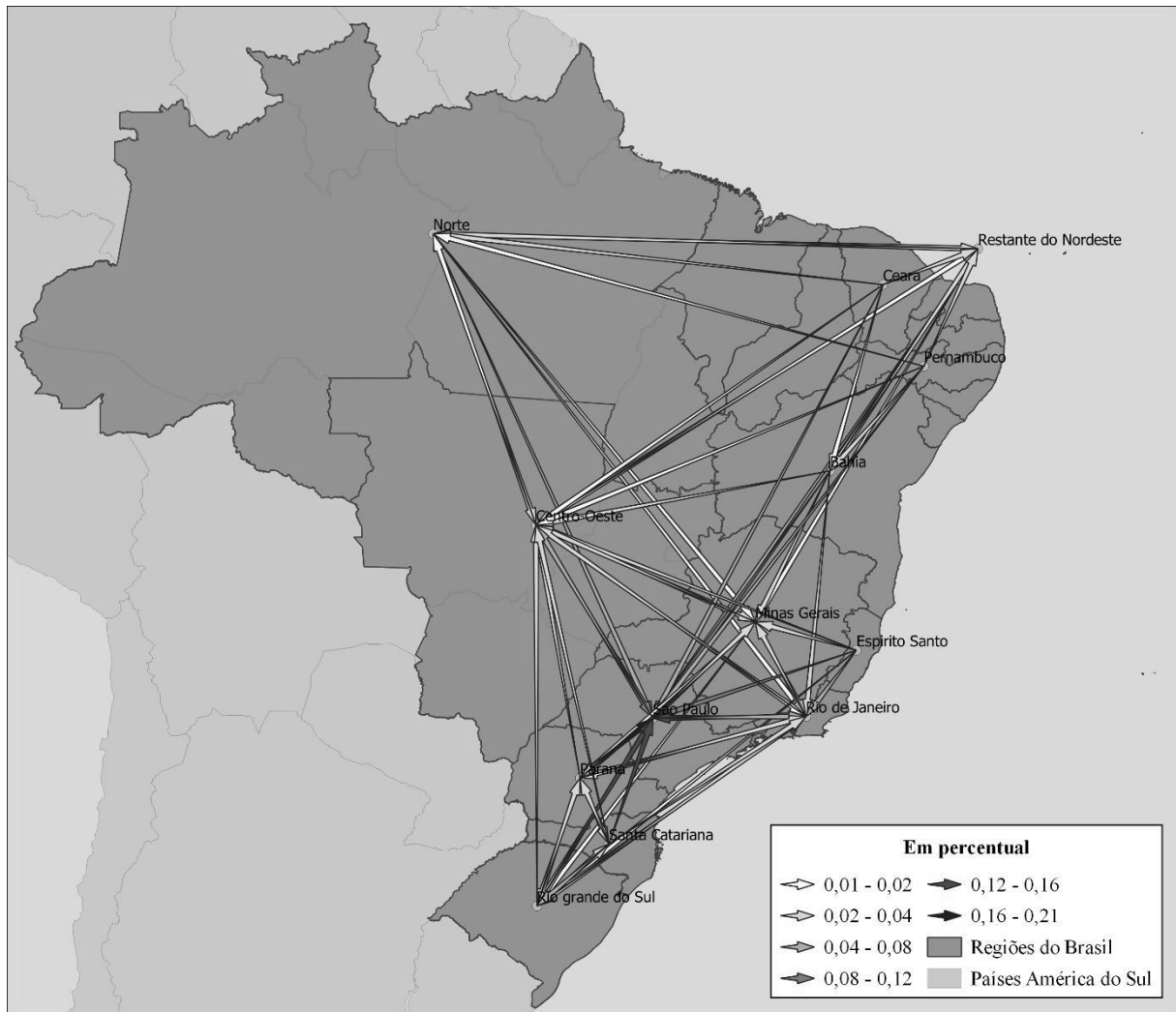
Região		Origem Demanda													
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC	RM*
Produto total	NO	<b>68,48</b>	3,68	2,52	1,20	0,86	0,74	0,36	1,46	1,39	7,08	0,91	1,18	0,58	9,55
	RestNE	3,88	<b>74,59</b>	2,32	1,45	1,28	0,88	0,38	1,42	1,41	5,76	0,83	0,98	0,50	4,32
	CO	1,79	1,62	<b>66,62</b>	0,99	0,53	0,51	0,51	2,58	2,05	9,86	1,41	1,20	0,80	9,52
	BA	2,12	2,64	3,19	<b>64,00</b>	1,20	1,75	0,86	2,66	2,47	9,46	1,24	1,29	0,68	6,44
	CE	2,56	3,82	2,26	1,76	<b>75,23</b>	1,54	0,44	1,42	1,37	5,35	0,73	0,86	0,43	2,24
	PE	2,21	2,69	2,42	2,78	1,75	<b>73,14</b>	0,61	1,87	1,75	6,85	0,87	1,02	0,52	1,54
	ES	1,15	1,02	2,31	1,48	0,48	0,71	<b>53,18</b>	2,99	4,72	9,58	1,49	1,53	0,86	18,52
	MG	1,21	1,24	3,41	1,29	0,47	0,59	0,98	<b>61,10</b>	4,79	12,56	1,44	1,31	0,79	8,81
	RJ	1,30	1,09	2,65	1,16	0,40	0,54	1,09	3,63	<b>62,82</b>	14,67	1,92	1,72	1,08	5,92
	SP	1,91	1,75	4,64	1,53	0,59	0,70	1,04	4,01	6,12	<b>62,34</b>	3,64	2,59	1,87	7,27
	PR	1,21	1,06	2,90	0,88	0,38	0,42	0,54	2,21	2,94	18,94	<b>55,20</b>	2,80	2,51	8,01
	RS	1,34	1,24	2,72	0,93	0,44	0,47	0,51	2,02	2,36	12,66	2,72	<b>60,24</b>	2,84	9,51
	SC	1,13	1,04	2,68	0,85	0,37	0,40	0,50	1,99	2,54	14,86	4,07	4,67	<b>57,99</b>	6,91

Fonte: Elaboração própria.

\* Refere-se ao resto do mundo (RM).

Na Figura 7 são resumidos os fluxos de compra e venda de bens e serviços entre as regiões considerados na pesquisa. Como esperado, a região Sudeste possui as maiores participações das transações inter-regionais, destacando-se o estado de São Paulo como a principal região de fluxo de comércio. O Centro-Oeste possui forte relação com os estados do Sudeste e com o Norte do país. A Região Norte, por sua vez, além de São Paulo, apresenta intenso fluxo de comércio com o Restante do Nordeste e Centro-Oeste. Por fim, o Sul do país possui uma forte relação de compra e venda de bens e serviços entre os estados dessa mesma região e com a região Sudeste e Centro-Oeste do país.

Figura 7 – Transações inter-regionais de compra e venda de bens e serviços Brasil em 2015



Fonte: Elaboração própria.

\* Foram consideradas as cinco maiores transações inter-regionais.

\*\*Desconsiderou-se as transações para a própria região.

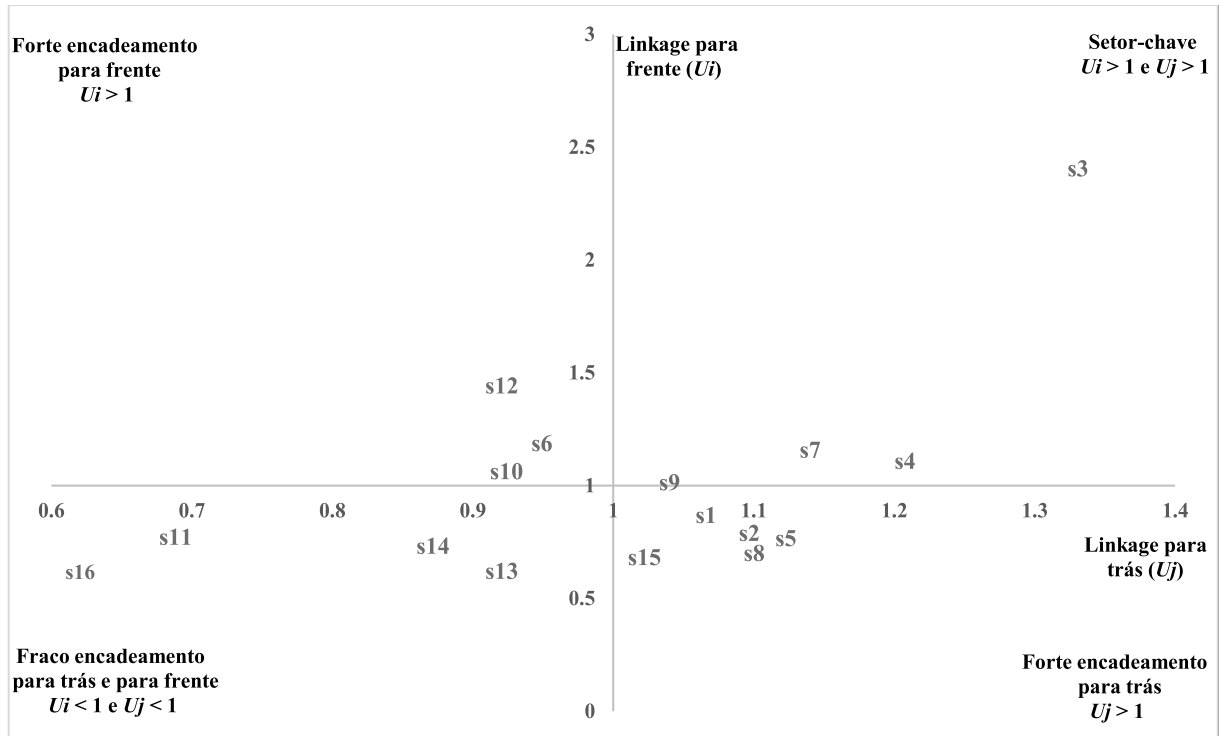
\*\*\* A indicação do restante do Nordeste (*RestNE*) para melhor apresentação do fluxo comercial desta região.

Para analisar as relações setoriais, na Figura 8 são apresentados os índices de ligação de Rasmussen-Hirschman<sup>20</sup>. Esses foram, inicialmente, idealizados por Rasmussen (1956) e posteriormente desenvolvidos por Hirschman (1958) para determinar os setores essenciais da economia. Por meio desses índices, torna-se possível verificar os setores que possuem o maior poder de encadeamento dentro da economia, isto é, possibilitam determinar os índices de ligação para trás (*BL*), que indicam o quanto um setor demanda dos demais, e os índices de

<sup>20</sup> Embora os índices de ligação sejam apresentados a nível nacional, eles serão utilizados para ajudar a análise dos resultados do capítulo 5.

ligação para frente (*FL*), que mostram o quanto esse setor é demandado pelos demais (GUILHOTO; SESSO FILHO, 2005).

Figura 8 - Índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, setores economia brasileira 2015\*\*



Fonte: Elaboração própria a partir da matriz insumo produto 2015.

\* $U_j > 1$  corresponde a “BL”;  $U_i > 1$  equivale a “FL”; e  $U_j > 1$  e  $U_i > 1$  representa o “setor-chave”.

\*\*A descrição dos símbolos para representar os setores encontra-se na Tabela 1.

A construção desses índices tem como base a matriz inversa de Leontief<sup>21</sup>. Quando os setores possuem índices de ligação para trás maiores que 1,  $U_j > 1$ , indicam que uma mudança unitária na demanda final pelo setor  $j$  é capaz de gerar um aumento acima da média em todo o sistema econômico. Por outro lado, quando os setores apresentam índices de ligação para frente superiores a 1, o setor  $i$  sofre um aumento acima da média, dado uma variação na demanda final de todo os setores da economia. Além disso, se ambos os índices possuem valores superiores a 1, podem ser considerados setores essenciais da economia, pois contribuem acima da média para o crescimento econômico (GUILHOTO; SESSO FILHO, 2005).

No caso dos resultados dos índices de ligação para trás, (*BL*), que evidenciam a importância dos setores em termos de aquisição de insumos dos demais setores, pode-se destacar: “Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita” (S01); “Extração de

<sup>21</sup> Para maiores detalhes sobre a construção dos índices de ligação, consultar Miller e Blair (2009).

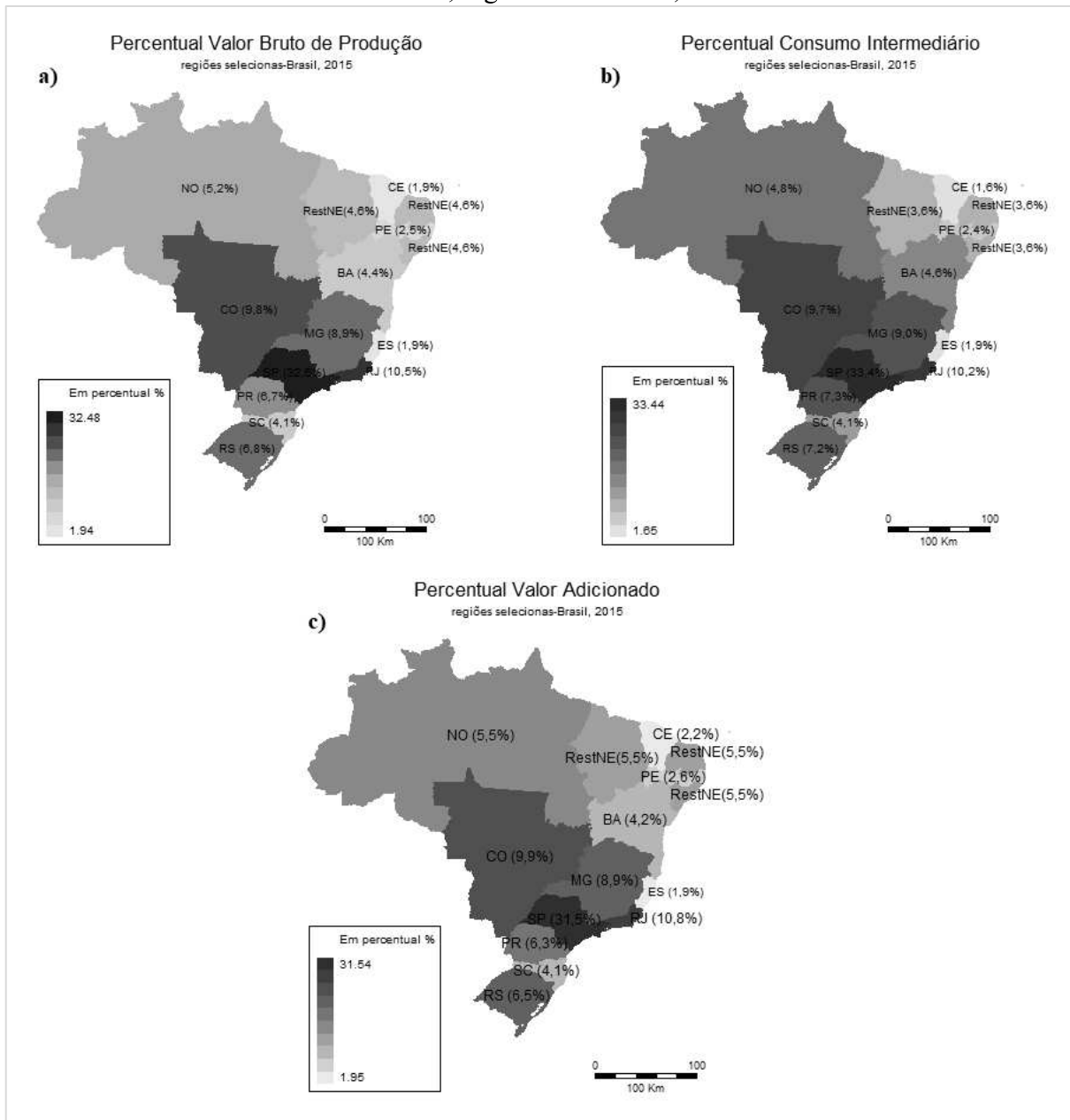
petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio” (S02); “Construção” (S05), “Alojamento e alimentação” (S08); “Artes, cultura, esporte e recreação”; e “Outras atividades de serviços” (S15). Os índices de ligação para frente (*FL*), por sua vez, indicam os setores com forte encadeamento para frente, ou seja, os mais importantes fornecedores da economia, com destaque para: “Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas” (S06); “Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados” (10); e “Atividades científicas, profissionais e técnicas” (S12).

A abordagem dos índices de ligação de Rasmussen-Hirschman, ainda permite identificar os setores essenciais da economia, isto é, os setores que provocam um estímulo acima da média na economia, tanto pelos encadeamentos para trás quanto para frente, diante de uma variação na demanda final. Dentre os setores da economia brasileira, os três principais setores, conforme a Figura 8, são: “Indústrias de transformação” (S03); “Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação” (S04); “Transporte, armazenagem e correio” (S07); e “Informação e comunicação” (S09).

Para avaliar os aspectos regionais são utilizadas as informações provenientes das Contas Regionais do IBGE do ano de 2015. Dessa forma, na Figura 9 são apresentados os percentuais, relativos ao total nacional, do valor bruto de produção (Fig. 9a), consumo intermediário (Fig. 9b) e valor adicionado (Fig. 9c) para as dimensões espaciais adotada neste trabalho.

O primeiro ponto a se destacar é a concentração regional. O Sudeste detém os maiores percentuais, com destaque para São Paulo (SP) que detém mais de 30% em todas as variáveis. O Rio de Janeiro (RJ), Centro Oeste (CO) e Minas Gerais (MG) configuram-se em segunda, terceira e quarta posição, com 10,5%, 9,8% e 8,9%, respectivamente, no total do valor bruto de produção (VBP) nacional. Nas demais regiões, a participação no VBP nacional é 5,2% para o Norte (NO), 1,9% Ceará (CE), 2,5% Pernambuco (PE), 4,4% Bahia (BA), 1,9% Espírito Santo (ES), 4,1% Santa Catarina (SC) e 6,8% para o Rio Grande do Sul (RS) e Paraná (PR). A distribuição percentual não varia em grandes magnitudes para as demais variáveis, isto é, os percentuais de absorção para cada região se mantêm próximos às suas respectivas participações no VBP nacional, quando considerado o consumo intermediário (CI) e valor adicionado (VA).

Figura 9 - Percentual do Valor Bruto de Produção, Consumo Intermediário e Valor Adicionada, regiões seccionadas, 2015\*



Fonte: Elaboração própria a partir das Contas Regionais IBGE de 2015.

\*Foram considerados o percentual de cada região em relação ao total nacional.

Ao nível setorial, apresentados na primeira parte da Tabela 7, exceto para os setores de “Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura” (S01) e “Indústrias extrativas” (S02), São Paulo (SP) possui os maiores percentual de VBP em todos os setores. Na região Norte (NO), o principal setor, com relação a produção setorial nacional, é o “Indústria extrativa” (S2), com 10,5%. Na região Nordeste, que compreende Ceará, Pernambuco, Bahia e Restante do Nordeste (RestNE), os setores “Construção” (S05) e “Transporte, armazenagem e correio” (S07) possuem os maiores percentuais, variando entre 3% a 7%. No Centro-Oeste, por sua vez,

a produção de “Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura” (S01) apresenta a maior parcela, tanto na região quanto a nível nacional. Enquanto Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG) e Rio de Janeiro (RJ) detêm as maiores parcelas de produção no setor “Indústria extrativa” (S02), tanto entre os setores da região quanto a nível nacional, com 13%, 14% e 44%, respectivamente. Por fim, no Sul, que compreende os estados do Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS), a maior participação na produção é obtida pelo setor “Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura” (S01).

Com relação à participação setorial no VBP de cada região, apresentadas na segunda parte da Tabela 7, apenas o Rio de Janeiro (RJ), quando considerado o Sudeste e Sul do Brasil, não possui seu maior percentual do VBP produzido pelo setor de “Indústrias de transformação” (S03), sendo esse valor 17,2%. Por outro lado, o setor de “Administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais” (S14) é o principal responsável pelo VBP do RJ, representando 17,6% do total. Na região Norte (NO), estado da Bahia (BA) e Pernambuco (PE), o maior percentual ocorre no setor “Indústria de transformação” (S03), sendo suas percentagens 24,9%, 31,4% e 25,3%, respectivamente. No Restante do Nordeste (RestNE), Centro-Oeste (CO) e Ceará (CE), o principal setor é “Administração pública, defesa e seguridade social, educação, Saúde humana e serviços sociais” (S14), com 25,4%, 24,8% e 20,2%.

Por fim, para analisar a distribuição da mão de obra por qualificação, na Figura 10 são apresentados os percentuais relativos ao nacional de mão de obra para cada região, sendo estes separados por nível de qualificação: *i*) baixa (Fig. 10a); *ii*) média (Fig. 10b); e *iii*) alta (Fig. 10c). Assim como nas demais variáveis analisadas, São Paulo (SP) concentra os maiores percentuais nos três tipos de qualificação de mão de obra, sendo o de alta qualificação o maior percentual relativo, com 29,1%.

De modo geral, o Norte (No), Restante do Nordeste (RestNE), Ceará (CE), Pernambuco (PE) e Bahia (BA) possuem seus maiores percentuais relativos na mão de obra de baixa qualificação, sendo esses números, respectivamente, 9%, 13,3%, 4,5%, 4,6% e 8,5%. Por outro lado, na região Sul, os maiores percentuais se dão na mão de obra de alta qualificação, sendo 6,8% para o Paraná (PR) e Rio Grande do Sul (RS) e 4,3% para Santa Catarina (SC). No Sudeste, exceto Minas Gerais (MG), que detém sua maior parcela na mão de obra de baixa qualificação (12,3%), todos os estados possuem a maior participação na mão de obra de alta qualificação, com 9,8% para o Rio de Janeiro (RJ) e 2,1% para o Espírito Santo (ES).

Tabela 7 - Participação setorial no valor bruto de produção do setor e percentual setorial na produção total de cada região

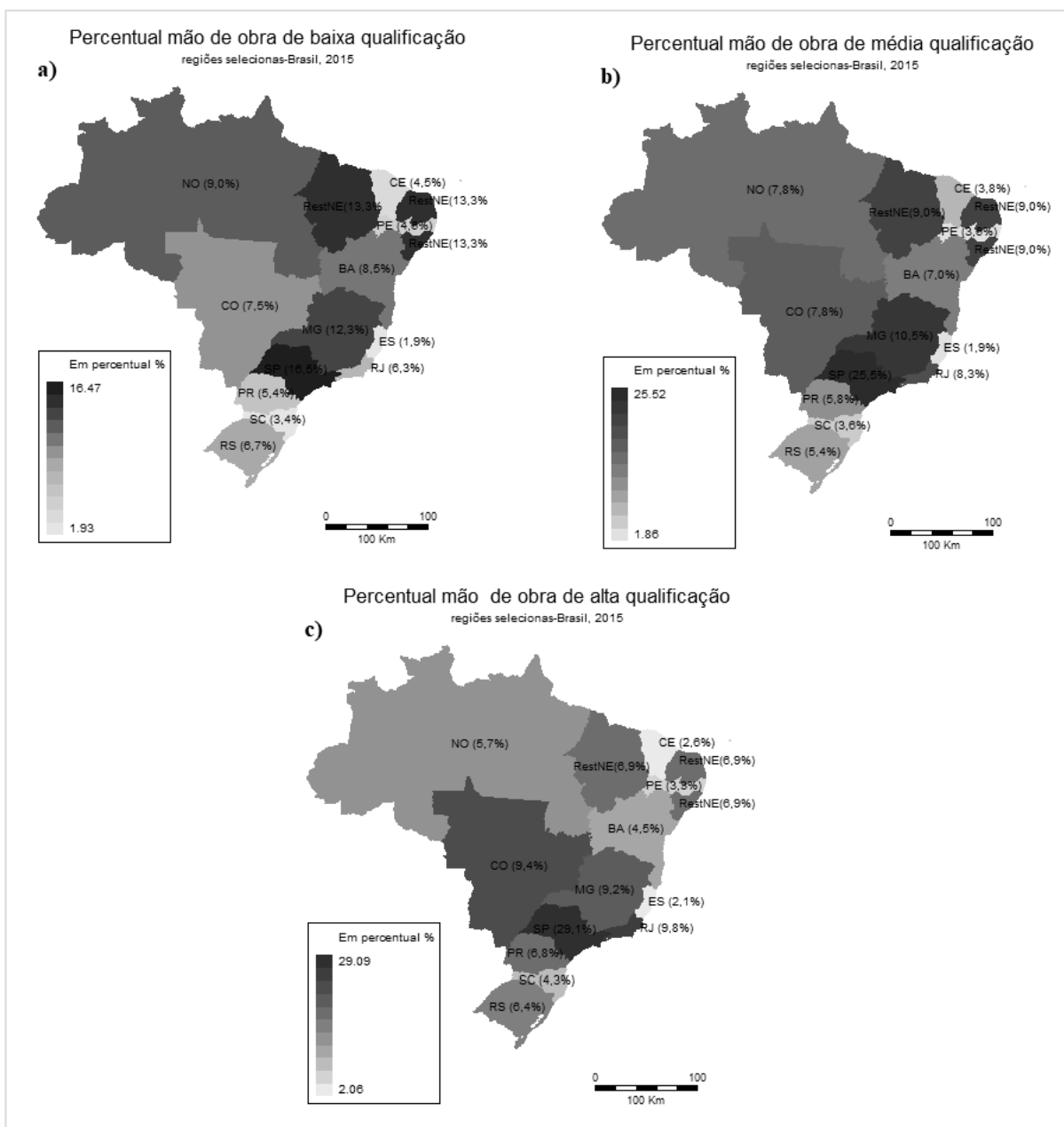
CNAE 2.0	Setor	Parcela setorial no VBP do setor para cada região													
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC	Brasil
A	S1	8,4%	6,5%	24,0%	6,2%	1,5%	1,6%	1,3%	11,4%	0,9%	11,6%	11,1%	11,1%	4,4%	100%
B	S2	10,5%	3,7%	1,9%	2,7%	0,3%	0,1%	13,3%	13,9%	44,0%	8,0%	0,4%	0,4%	0,7%	100%
C	S3	4,8%	2,4%	6,5%	5,1%	1,3%	2,3%	1,5%	9,5%	6,7%	37,6%	8,4%	8,7%	5,2%	100%
D, E	S4	9,0%	6,6%	10,5%	4,4%	2,6%	3,6%	1,9%	9,1%	11,6%	22,0%	9,1%	5,9%	3,8%	100%
F	S5	6,9%	6,7%	9,3%	5,0%	3,3%	2,8%	1,8%	10,0%	10,8%	27,0%	5,8%	5,8%	4,7%	100%
G	S6	5,0%	5,3%	9,3%	3,7%	2,3%	2,6%	2,2%	8,3%	8,6%	33,0%	7,8%	7,2%	4,9%	100%
H	S7	3,9%	3,9%	8,7%	4,5%	1,6%	2,3%	2,8%	9,3%	12,2%	31,3%	8,8%	6,6%	4,2%	100%
I	S8	4,4%	5,8%	7,9%	6,4%	2,6%	3,1%	1,8%	8,7%	13,6%	30,7%	5,2%	5,8%	3,9%	100%
J	S9	2,3%	2,7%	6,6%	2,3%	1,4%	1,8%	1,0%	6,8%	15,5%	47,0%	4,6%	4,7%	3,1%	100%
K	S10	1,8%	2,3%	10,4%	2,2%	1,5%	1,6%	0,9%	5,6%	7,9%	54,5%	4,3%	4,8%	2,2%	100%
L	S11	5,1%	5,5%	8,8%	4,4%	2,4%	2,9%	1,9%	9,3%	10,5%	32,4%	6,0%	6,1%	4,4%	100%
M, N	S12	2,3%	3,2%	6,7%	2,9%	1,9%	2,7%	1,5%	7,8%	14,7%	43,0%	5,2%	5,2%	3,0%	100%
M (72)	S13	3,4%	0,3%	1,5%	2,5%	0,9%	0,4%	0,4%	6,5%	20,5%	48,5%	4,4%	5,9%	4,9%	100%
O, P, Q	S14	6,6%	7,7%	16,1%	4,8%	2,7%	3,3%	1,6%	8,3%	12,3%	22,4%	4,9%	6,1%	3,1%	100%
R,S	S15	3,5%	4,8%	9,8%	3,6%	2,6%	2,4%	1,4%	9,3%	13,3%	34,2%	6,3%	5,0%	3,8%	100%
T	S16	5,4%	6,0%	9,6%	5,1%	2,2%	2,6%	1,6%	10,6%	11,9%	29,3%	5,6%	6,5%	3,5%	100%

Cod. Isic	setor	Parcela setorial na produção total de cada região													
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC	Brasil
A	S1	7,6%	6,6%	11,5%	6,6%	3,6%	2,9%	3,2%	6,0%	0,4%	1,7%	7,7%	7,6%	5,0%	4,7%
B	S2	5,2%	2,0%	0,5%	1,6%	0,4%	0,1%	17,5%	4,0%	10,7%	0,6%	0,2%	0,2%	0,5%	2,5%
C	S3	24,9%	14,5%	18,1%	31,6%	17,8%	25,3%	20,4%	28,7%	17,2%	31,4%	33,7%	34,7%	34,6%	27,1%
D, E	S4	5,5%	4,6%	3,4%	3,1%	4,3%	4,6%	3,1%	3,2%	3,5%	2,1%	4,2%	2,7%	2,9%	3,2%
F	S5	8,2%	9,1%	5,9%	7,0%	10,5%	7,0%	5,8%	6,9%	6,3%	5,1%	5,3%	5,2%	7,1%	6,2%
G	S6	10,3%	12,4%	10,2%	9,0%	12,7%	11,3%	12,2%	10,0%	8,8%	10,9%	12,3%	11,3%	12,8%	10,8%
H	S7	3,7%	4,2%	4,4%	5,0%	4,1%	4,5%	7,1%	5,1%	5,7%	4,8%	6,4%	4,8%	5,1%	4,9%
I	S8	2,1%	3,1%	1,9%	3,5%	3,2%	3,1%	2,2%	2,4%	3,1%	2,3%	1,8%	2,0%	2,3%	2,4%
J	S9	1,5%	2,0%	2,3%	1,8%	2,5%	2,5%	1,8%	2,6%	5,1%	5,0%	2,3%	2,4%	2,6%	3,4%
K	S10	1,9%	2,8%	5,9%	2,7%	4,3%	3,5%	2,6%	3,5%	4,2%	9,4%	3,6%	4,0%	3,1%	5,6%
L	S11	5,3%	6,5%	4,8%	5,3%	6,7%	6,3%	5,2%	5,6%	5,3%	5,3%	4,7%	4,8%	5,7%	5,3%
M, N	S12	2,6%	4,1%	4,0%	3,8%	5,8%	6,2%	4,4%	5,1%	8,2%	7,7%	4,4%	4,4%	4,2%	5,8%
M (72)	S13	0,3%	0,0%	0,1%	0,3%	0,2%	0,1%	0,1%	0,4%	1,0%	0,7%	0,3%	0,4%	0,6%	0,5%
O, P, Q	S14	19,1%	25,4%	24,8%	16,5%	20,7%	20,2%	12,8%	14,0%	17,6%	10,4%	10,9%	13,5%	11,3%	15,1%
R,S	S15	1,2%	1,8%	1,8%	1,4%	2,3%	1,7%	1,3%	1,8%	2,2%	1,9%	1,6%	1,3%	1,6%	1,8%
T	S16	0,6%	0,8%	0,6%	0,7%	0,7%	0,6%	0,5%	0,7%	0,7%	0,5%	0,5%	0,6%	0,5%	0,6%
<b>total</b>		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaboração própria a partir das Contas Regionais das pesquisas do IBGE 2015.

Figura 10 - Percentuais de mão de obra por qualificação para cada região selecionada



Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados construída.

\*Foram considerados os percentuais de cada região em relação ao total nacional

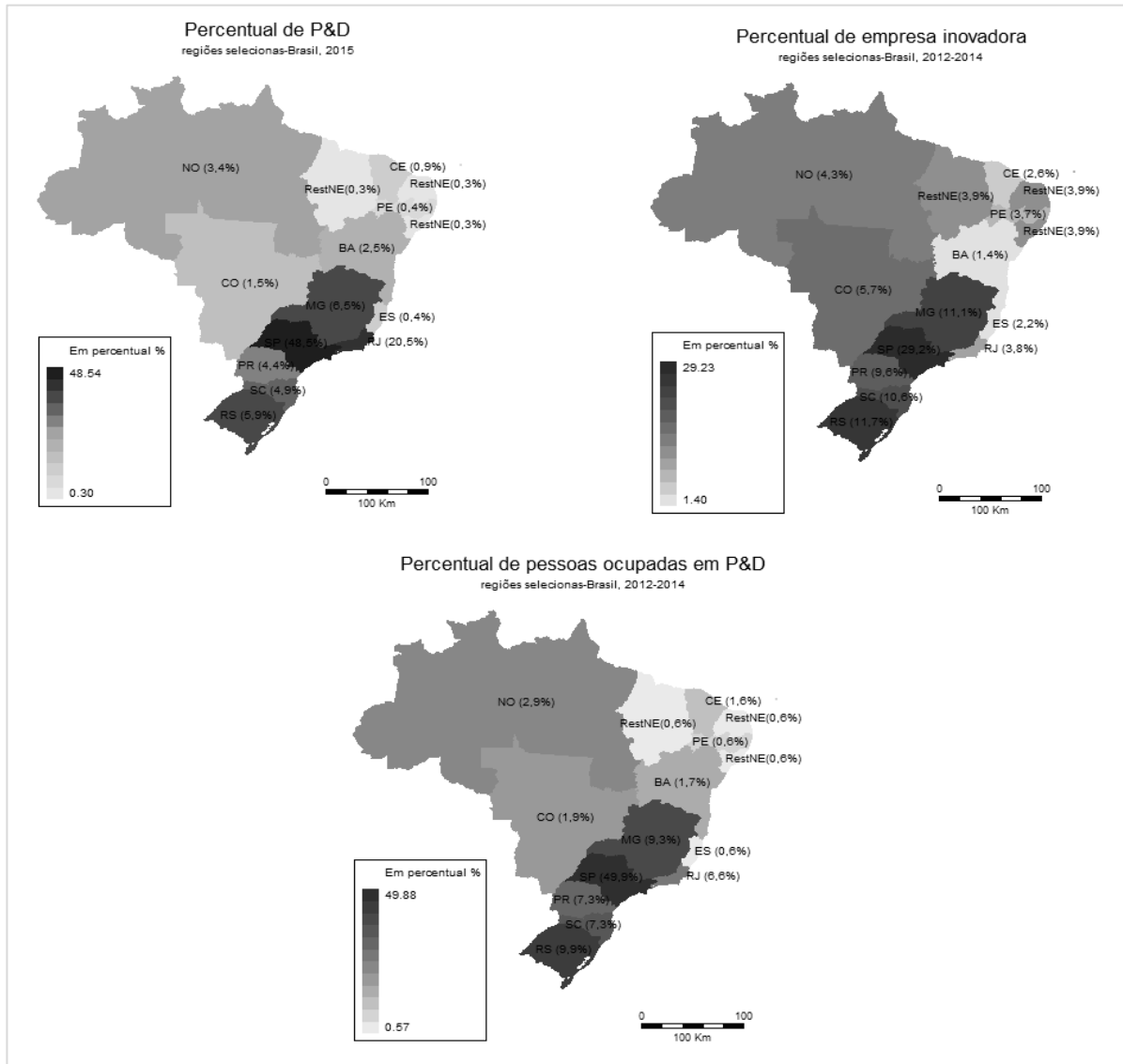
#### 4.4 ESTRUTURA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO NO BRASIL

A articulação do setor de “P&D” com os demais setores e regiões constitui uns dos principais focos desta pesquisa. Com base nos dados da MIP 2015 e informações provenientes da Pintec 2014, na Figura 11 é apresentado um panorama geral da atividade de P&D no Brasil



e suas regiões<sup>22</sup>. De modo geral, são destacados os percentuais de P&D (Fig. 11a), de empresas inovadoras (Fig. 11b) e de pessoas ocupadas em atividade de P&D (Fig. 11c) para cada região selecionada.

Figura 11 - Nível de atividade inovativa para regiões selecionadas



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Pintec 2014 e MIP 2015.

Com relação à primeira variável, São Paulo (SP) e Rio de Janeiro (RJ) concentram 69% de toda atividade de P&D do país, sendo 48,5% e 20,5%, respectivamente. Na região nordeste, o estado da Bahia (BA) possui o maior percentual da atividade em P&D, com 2,5%, superando os valores 1,5% da região Centro-Oeste (CO). No Sul, a distribuição da atividade P&D é mais

<sup>22</sup> Os dados da Pintec 2014 referem-se às empresas do setor de indústria de transformação e extrativas que realizaram alguma atividade inovativa no período de 2011 e 2014.

homogênea, sendo 4,4%, 4,9% e 5,9% para o Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, nessa ordem.

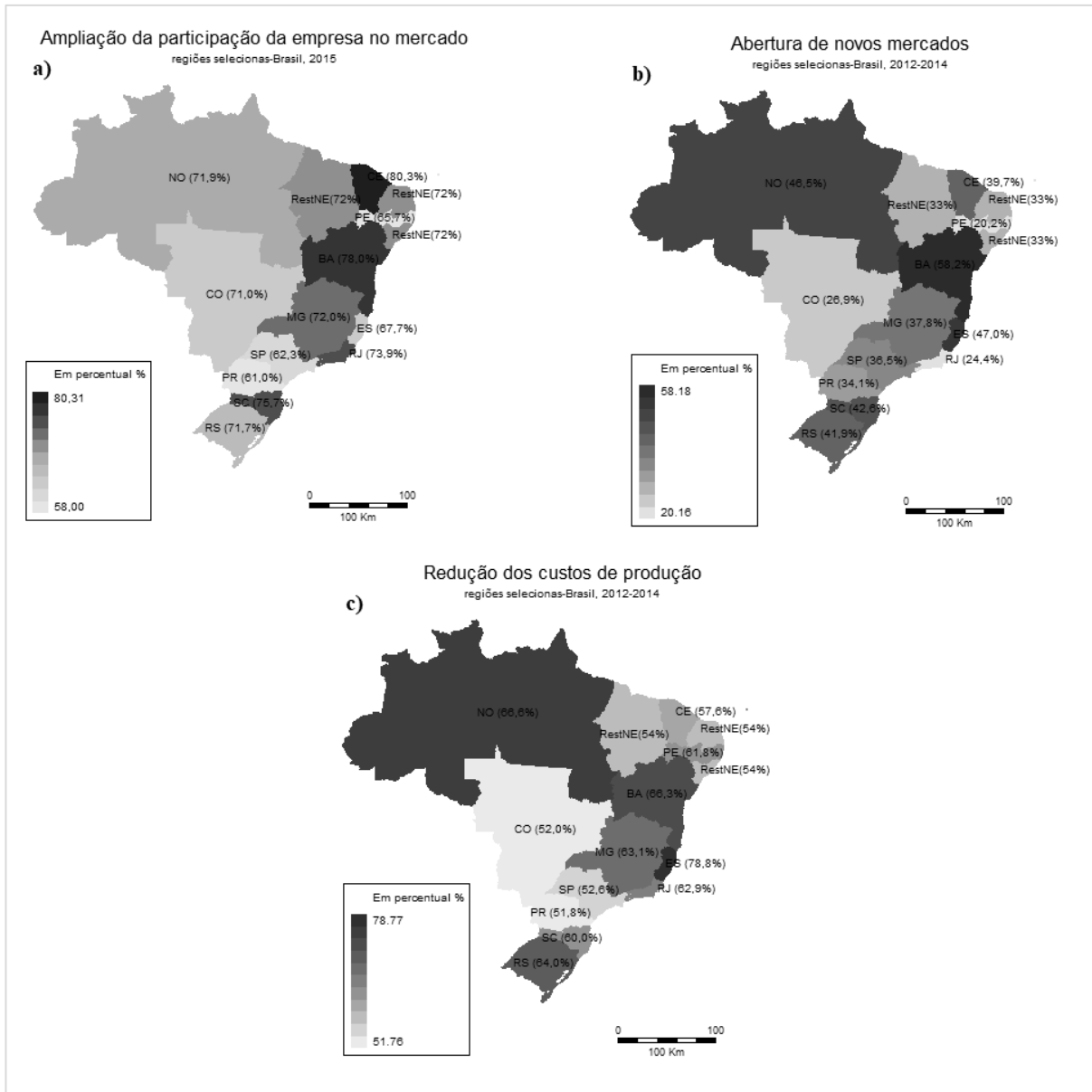
Já no percentual de empresas inovadoras ocorre uma diminuição na concentração, porém São Paulo (SP) continua obtendo o maior percentual, 28,2%. Rio Grande do Sul (RS) e Minas Gerais (MG) situam-se na segunda e terceira posição, com 11,7% e 11,1%, respectivamente. No Nordeste, de modo geral, Pernambuco (PE) e o Restante do Nordeste (RestNE) são os principais centros de empresas inovadoras. O Norte (NO) e Centro-Oeste (CO), por sua vez, detêm 4,3% e 5,7%, respectivamente, do total de empresas inovadoras no Brasil.

Por fim, para o percentual de pessoas ocupadas em atividade de P&D, São Paulo (SP) detém quase 50% de toda mão de obra direcionada para essa finalidade. Assim como no percentual de empresas inovadoras, Rio Grande do Sul e Minas Gerais aparecem em segunda e terceira posição, com 9,9% e 9,3%, nessa ordem. A região geográfica do Nordeste como um todo detém menos de 5% do total de pessoas ocupadas em P&D, sendo a Bahia (BA) e Ceará (CE) os principais centros, com 1,7% e 1,6%, nessa ordem. O mesmo ocorre no Norte e Centro-Oeste, que empregam menos de 5% do total de mão de obra da atividade de P&D, com 2,9% e 1,9%, respectivamente.

Uma possibilidade para avaliar as consequências, ou a percepção dos efeitos da atividade de P&D advém da Pintec 2014, a qual disponibiliza informações sobre o impacto causado em decorrência das atividades ligadas à inovação. Novamente, embora os dados da Pintec 2014 refiram-se exclusivamente aos setores da indústria de transformação e extrativas, eles possibilitam analisar a percepção das empresas com relação ao setor “P&D” nas diferentes regiões.

Ademais, para avaliar as possíveis consequências da atividade de P&D, na Figura 12 são apresentados os percentuais de empresas: *i*) que ampliaram a participação no mercado (Fig. 13a); *ii*) abriram novos mercados (Fig. 12b); e *iii*) que reduziram seus custos (Fig. 12c). Vale destacar que os percentuais se referem às empresas que realizaram alguma atividade inovativa em cada região.

Figura 12 - Grau de importância do impacto causado pela realização de atividades inovativas



Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da Pintec 2014.

O primeiro aspecto a se destacar é com relação a São Paulo (SP). Embora o estado possua as principais participações em todos os indicadores de atividade de P&D, como apresentado anteriormente, para os resultados da implementação da P&D os percentuais estão abaixo dos obtidos em todo o Nordeste e Norte do país. São Paulo obtém 62,3% como resultado de ampliação de mercado, 36,6% para abertura de novos mercados e 52,6% para redução de custos de produção.

O Ceará (CE) e Bahia (BA) são os dois estados com os maiores percentuais para ampliação da participação da empresa no mercado, com 80,3% e 78,0%, respectivamente.

Bahia, com 58,2%, e Norte (NO), com 46,5%, são as principais regiões para abertura de novos mercados. Por fim, para redução de custos de produção, os principais percentuais ocorrem no Espírito Santo (ES), com 78,8%, Norte (NO), com 66,6% e Bahia, com 66,6%.

#### 4.5 CALIBRAGEM DOS PARÂMETROS COMPORTAMENTAIS E DEFINIÇÃO DO NÚMERO DE FIRMAS EM CADA SETOR QUE PRODUZ UM BEM DIFERENCIADO

Nessa seção é apresentado os parâmetros comportamentais utilizados na calibração do modelo SBM-TEC. Além disso, como o modelo proposto se distancia do modelo padrão, os novos conjuntos de parâmetros e dados utilizados são detalhados nas subseções.

##### 4.5.1 Calibragem padrão do modelo de equilíbrio geral computável

A calibragem de um modelo de equilíbrio geral computável (EGC) é um processo no qual se utiliza um conjunto de informações que permite o funcionamento do modelo. Esses dados são compostos por coeficientes estruturais e parâmetros comportamentais. No primeiro ponto, as informações são obtidas exclusivamente da matriz de insumo produto nacional e das regionalizadas, conforme obtido e discutidos em seções anteriores. O segundo ponto consiste em um desafio aos pesquisadores na modelagem de EGC, uma vez que os parâmetros comportamentais exercem influência nos resultados das simulações. Diante disso, a estratégia seguida neste trabalho, e comumente utilizado em trabalhos com EGC, é utilizar estimativas econométricas de trabalhos aplicados para a economia brasileira.

Dessa forma, as elasticidades de Armington ( $\sigma_{arm}$ ), referentes à substituição entre origens domésticas e importadas, foram tomadas do estudo desenvolvido por Tourinho *et al.* (2008). Enquanto os parâmetros relacionados às elasticidades de comércio inter-regional ( $\sigma^{Reg}_{arm}$ ) foram obtidos de Haddad (2004). Já a elasticidade-preço das exportações dos bens tradicionais ( $\sigma_{EXP}$ ) segue a adotada nos modelos SPARTA (DOMINGUES, 2002) e BIM-T (BETARELLI JUNIOR, 2013)<sup>23</sup>.

A elasticidade de fatores primários ( $\sigma_{prim}$ ), por sua vez, foi calibrada com base nas estimativas utilizadas no modelo BIM-T. Para o parâmetro de FRISCH ( $\Theta^h_{FRISCH}$ ), que mede a sensibilidade da utilidade marginal do gasto das famílias, foi utilizado o dado mais recente

---

<sup>23</sup> Em decorrência das diferentes agregações setoriais, utilizou-se a média ponderada pelo valor produto de produção (VBP) para calibração no modelo SBM-TEC.

disponível, que assume um valor de -1.94. Essa estimativa foi obtida através do trabalho desenvolvido por Almeida (2011). A Tabela 8 apresenta os valores das elasticidades utilizadas no modelo SBM-TEC.

Tabela 8 - Valores das elasticidades de substituição

Setores	$\sigma_{arm}^*$	$\sigma_{arm}^{Reg*}$	$\sigma_{EXP}$	$\sigma_{prim}$
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	1,240	1,570	1,490	0,270
Indústrias extrativas	0,508	0,980	1,010	0,790
Indústrias de transformação	1,084	2,079	1,045	0,720
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	1,240	1,159	0,790	0,610
Construção	1,240	0,002	1,040	0,630
Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	1,240	0,001	0,040	0,450
Transporte, armazenagem e correio	1,240	0,001	3,457	0,630
Alojamento e alimentação	1,240	1,385	1,040	0,630
Informação e comunicação	1,240	1,385	1,040	0,910
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	1,240	1,385	1,040	0,630
Atividades imobiliárias	1,240	1,385	1,040	0,630
Atividades científicas, profissionais e técnicas	1,240	1,385	1,040	0,460
P&D	1,240	1,385	1,040	0,460
Administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais	1,240	0,001	1,040	0,580
Artes, cultura, esporte e recreação, outras atividades de serviços	1,240	0,001	1,040	0,580
Serviços domésticos	1,240	0,001	1,040	0,580

Fonte: Elaboração própria.

Ademais, o modelo SBM-TEC ainda conta com um módulo de especificação demográfica. Diante disso, os dados sobre a população total, população ocupada, oferta de trabalho e população em idade ativa foram obtidas a partir do IBGE para o ano de 2015<sup>24</sup>. Na Tabela 9 são apresentados os valores em questão.

<sup>24</sup> O modelo padrão MONASH conta com mais dois blocos de dados e equação: Transações financeiras e Contas do Governo. No entanto, como o objetivo desta tese não envolve avaliar tais questões, no modelo SBM-TEC os dois blocos foram inativados.

Tabela 9 - Dados demográficos para cada região do modelo SBM-TEC (em milhões)

Região	População total	População ocupada	Oferta de trabalho	População em idade Ativa
NO	17,47	7,21	7,89	12,86
RestNE	23,10	8,92	9,86	17,82
CO	15,44	7,35	7,94	12,25
BA	15,20	6,26	7,13	11,56
CE	8,90	3,44	3,78	7,04
PE	9,35	3,60	4,05	7,46
ES	3,93	1,76	1,94	3,14
MG	20,87	9,71	10,70	17,09
RJ	16,55	7,53	8,23	14,15
SP	44,40	21,42	23,83	36,76
PR	11,16	5,48	5,82	9,05
RS	11,25	5,64	6,03	9,31
SC	6,82	3,49	3,64	5,67

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do IBGE 2015.

Por fim, na simulação econômica com o modelo EGC, os resultados dependem dos valores calibrados para os principais parâmetros exógenos. Embora sejam obtidos através de trabalhos consistentes, ou ainda, estimado pelo autor, os valores desses parâmetros não são conhecidos com precisão e é desejado saber o quanto as alterações nos valores dos parâmetros afetam os resultados do modelo. Dito isso, a análise de sensibilidade sistêmica dos resultados e dos parâmetros torna-se imprescindível na modelagem EGC (ARNDT; PEARSON, 1996; HADDAD, 2004).

A partir dos resultados obtidos das simulações, é possível obter estimativas da média e do desvio padrão para cada uma das variáveis endógenas do modelo. Dito de outra maneira, a análise de sensibilidade é a técnica que busca prever o resultado gerado por alterações nos parâmetros e, posteriormente, medir o grau de sensibilidade do processo perante essas mudanças. Portanto, essa estratégia de robustez foi implementada nos principais parâmetros usados no modelo SBM-TEC. Os resultados, assim como uma maior descrição do método são apresentados em anexos.

#### 4.5.2 Calibragem dos parâmetros e coeficientes das extensões do modelo

As extensões realizadas para o modelo SBM-TEC frente a um modelo neoclássico de equilíbrio geral requerem informações extras, como o número de firmas, a participação do custo fixo em relação ao custo total, elasticidade de substituição entre as variedades e *markup* sobre o preço das vendas. As informações para calibragem desses parâmetros e coeficientes são obtidas de diferentes fontes oficiais. Outrossim, o primeiro procedimento é definir os setores

que operam sob retornos crescente à escala ou, ainda, aqueles que produzem um produto diferenciado. Para tanto utilizou-se estudos aplicados para economia brasileira, tais como os de Garcia (2003), Correia e Moita (2011), Lucinda e Meyer (2013) e Betarelli Junior (2013).

Embora os autores supracitados forneçam indicativos de quais setores operam em um mercado imperfeito, produzindo um bem diferenciado, a escolha definitiva envolve ao menos duas complicações. A primeira é que a maior parte dos trabalhos empíricos concentram a análise ao nível nacional e quando a pesquisa é conduzida ao nível regional, os trabalhos analisam produtos específicos, tais como etanol e frigorífico (*e.g.*, FERNANDES; BRAGA, 2011). O segundo é o nível de desagregação setorial utilizados nas pesquisas, que são distintos e se concentram, usualmente, em produtos do setor da indústria de transformação.

Diante disso, para classificação dos setores procurou-se utilizar o maior conjunto de informações possíveis, tais como trabalhos empíricos, relatório do CADE, entre outros. Porém, mesmo seguindo essa estratégia, a classificação dos setores ainda pode não corresponder à verdadeira estrutura de mercado, uma vez que em certos setores e regiões, as firmas podem ou não possuir poder de mercado e/ou produzir um bem diferenciado. Dessa maneira, o Quadro 8 apresenta a relação de setores e denominação do tipo de bem produzido (bem diferenciado ou homogêneo). Além disso, assumiu-se que a característica do setor é a mesma em todas as regiões.

Quadro 8 - Relação de setores classificados como diferenciados

	<b>Descrição do setor</b>	<b>Tipo do bem</b>
S1	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Homogêneo
S2	Indústrias extrativas	Homogêneo
S3	Indústrias de transformação	Diferenciado
S4	Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	Diferenciado
S5	Construção	Homogêneo
S6	Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas	Homogêneo
S7	Transporte, armazenagem e correio	Diferenciado
S8	Alojamento e alimentação	Homogêneo
S9	Informação e comunicação	Diferenciado
S10	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	Homogêneo
S11	Atividades imobiliárias	Homogêneo
S12	Atividades científicas, profissionais e técnicas	Diferenciado
S13	Pesquisa e desenvolvimento	Diferenciado
S14	Administração pública, defesa e seguridade social, educação, saúde humana e serviços sociais	Homogêneo
S15	Artes, cultura, esporte e recreação, outras atividades de serviços	Homogêneo
S16	Serviços domésticos	Homogêneo

Fonte: Elaboração própria.

Clezar (2010) analisou o poder de mercado de 32 setores da indústria de transformação para o período de 1994 a 2007. Desses apenas cinco não foram significativos para o teste de estrutura de mercado de concorrência imperfeita (produtos do fumo, refino de petróleo e coques, cimento, fabricação de aço e derivados e metalurgia de metais não-ferrosos). Dessarte, é razoável assumir que o setor agregado da indústria de transformação produz um bem diferenciado.

Classificar o setor de indústria de transformação como atuante em um mercado imperfeito possui respaldo tanto teórico (*e.g.*, BALDWIN *et al.*, 1999; BALDWIN; FORSLID, 2000) quanto empírico (*e.g.*, GARCIA, 2003; CLEZAR, 2010; BETARELLI JUNIOR, 2013). No entanto, para os demais, sobretudo os ligados ao setor de serviços, não há o mesmo respaldo. Para superar esse desafio, procurou-se analisar as características específicas de cada setor.

O primeiro é o setor de transporte, que pode ser desagregado, para melhor análise, em aéreo, aquaviário e terrestre. O transporte aéreo é regulado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) e, de modo geral, é caracterizado por uma estrutura oligopolizada (DE OLIVEIRA *et al.*, 2011). O transporte aquaviário é regulado pela ANTAQ e, conforme destacado por Betarelli Junior (2013), a política de protecionismo confere às embarcações nacionais, com bandeira brasileira, um alto poder de mercado. Finalmente, o transporte terrestre assume característica de monopólio natural no caso para transporte ferroviário e uma estrutura de oligopólio concentrado e diferenciado para transportes rodoviários, conforme apontado por Martins (2007) e Tedesco (2012).

Além desses serviços, também se considerou como setores produtores de bens diferenciados os de “Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana” (S04), “Informação e comunicação”, “Atividades científicas, profissionais e técnicas” (S12) e “Pesquisa e desenvolvimento”. A análise do primeiro setor tem como base o trabalho desenvolvido por Betarelli Junior (2013) e os dois últimos partem da hipótese teórica descrita por Baldwin *et al.*, (1999) e Baldwin e Forslid (2000), que descrevem a estrutura de mercado dos setores intensivos em tecnologia.

Realizada a identificação dos setores que operam em um mercado imperfeito, a próxima etapa consiste na calibragem do número de firmas atuantes em cada um deles. No entanto, conforme destacado por Abayasiri-Silva e Horridge (1998) e Betarelli Junior (2013), o número de estabelecimentos atuantes em um setor não é a melhor forma de definir o número de firmas do setor, uma vez que produtores dentro dele podem não competirem no mesmo mercado.



Como exemplo disso é possível citar a produção de shampoo e de antisséptico bucal que pertencem ao setor agregado de químicos, mas não competem no mesmo mercado ao nível de produto. Portanto, o correto é analisar o número médio de competidores enfrentado por produtores dentro de um setor (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998). Diante disso, a estratégia utilizada foi ponderar o número de firmas das subclasses da CNAE 2.0 pela sua respectiva participação no total de vendas do setor.

O número de firmas é obtido do Cadastro Central de Empresas (CEMPRE) do IBGE que é formado por empresas e outras organizações, e suas respectivas unidades locais são formalmente constituídas, registradas no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) e classificadas de acordo com a versão da CNAE 2.0. A atualização das informações ocorre anualmente, a partir das pesquisas econômicas anuais do IBGE nas áreas de indústria, comércio, construção e serviços, e de registros administrativos, como a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). A Tabela 10 apresenta o número de firmas competidoras e suas respectivas regiões para os setores que produzem bens diferenciados.

Tabela 10 - Número de firmas competidoras nos setores diferenciados por região

<b>Sigla</b>	<b>Descrição</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>	<b>S7</b>	<b>S9</b>	<b>S12</b>	<b>S13</b>
NO	Norte	12285	549	5973	2260	17027	35
RestNE	Restante do Nordeste	18060	856	7192	3689	28015	40
CO	Centro-Oeste	30549	1298	19537	8392	51748	93
BA	Bahia	13650	568	7135	3111	26159	40
CE	Ceará	12892	591	3066	1874	14134	27
PE	Pernambuco	11727	394	3877	2158	16725	29
ES	Espírito Santo	8597	245	3976	1679	14470	28
MG	Minas Gerais	50020	1242	28009	10838	74081	154
RJ	Rio de Janeiro	21160	999	10603	13407	79014	222
SP	São Paulo	114584	3441	76350	67344	262359	563
PR	Paraná	41663	1315	26153	9297	52407	111
RS	Rio Grande do Sul	47794	1045	26279	9019	61588	95
SC	Santa Catarina	39074	1097	17601	5917	36430	65

Fonte: Elaboração própria.

A próxima etapa é definir o percentual de custo fixo no total de custo de produção e *markup*. Para tanto, utiliza-se o conceito de razão de desvantagem de custo (CDR - *Cost Disadvantage Ratios*).

Conforme destacado por Abayasiri-Silva e Horridge (1998) e François (1998), uma forma comum de incorporar retornos à escala é assumir uma função de custo médio monotonicamente decrescente, que se manifesta em decorrência à existência de custos fixos de produção. Em outras palavras, supõe-se que os custos marginais sejam governados pela função de produção

com retornos constantes à escala, mas que algum subconjunto de insumos seja comprometido. A priori, a produção e seus custos devem ser cobertos, independentemente, do nível de produção (FRANCOIS, 1998). Nesse caso, a função custo médio tem a forma:

$$Cme = \frac{CF}{Z} + Cma \quad (61)$$

Em que  $Cme$  é o custo médio,  $CF$  o custo fixo,  $Cma$  o custo marginal e  $Z$  o nível de produção<sup>25</sup>.

A razão de desvantagem de custo (CDR), conforme definido por François (1998), é especificado da seguinte forma:

$$CRD = \frac{(CMe - Cma)}{Cme} \quad (62)$$

Reorganizando a Equação 65 e multiplicando por  $(Cme/Cme)$ :

$$\frac{CF}{Z} = (Cme - Cma) * \frac{Cme}{Cme} = CDR * Cme \quad (63)$$

Portanto, o percentual do custo fixo no custo total é o  $CDR$  multiplicado pelo custo médio.

Outro aspecto importante é que a suposição descrita pela  $CDR$  está diretamente relacionada à regra de formação de preços para os setores que atuam em um mercado imperfeito. Em outras palavras, a  $CDR$  está estritamente relacionada à regra de *markup* ótimo (índice de Lerner) no ponto de equilíbrio de longo prazo<sup>26</sup>.

Para demonstrar isso, primeiro seja o índice de Lerner ( $IL$ ), conforme derivado a partir da Equação 30:

$$IL = \frac{P_z - Cma}{P_z} = \frac{1}{\varepsilon} \quad (64)$$

Em que  $P_z$  é o preço do produto  $Z$  e  $\varepsilon$  é a elasticidade de demanda.

<sup>25</sup>  $CT = CF + CV \therefore Cme = CT/Z = CF/Z + CV/Z$ . Em que  $CT$  refere-se ao custo total e  $CV$  ao custo variável. Pelas características da função de produção (homotética e sob retornos à escala), o  $CV/Z = Cma$ .

<sup>26</sup> Para tecnologias homotéticas, as elasticidades de escala é igual  $1/(1-CDR)$  (FRANCOIS, 1998).

O ponto de partida para compreender a relação entre a CDR e o índice de Lerner é a estrutura de mercado. Assim, em cada região, supõe-se que o setor  $j$  seja monopolisticamente competitivo. Isso significa que firmas representativas produzem variedades únicas de bens e são monopolistas no nicho de mercado que atuam. No entanto, embora as firmas sejam capazes de precificar como monopolistas, a suposição de entrada e saída sem custo tende a levar ao lucro zero, no ponto em que o preço é igual ao custo médio. Dito de outra maneira, sob a suposição de mercado imperfeito, do tipo concorrência monopolística, o estímulo à entrada de novas firmas, em decorrências ao lucro positivo, só acabará quando o lucro econômico puro for eliminado no ponto em que o preço se iguala ao custo médio, porém, com o preço ainda superior ao custo marginal (FRANCOIS, 1998). Diante disso, o índice de Lerner toma a forma:

$$IL = \frac{Cme - Cma}{Cme} = \frac{1}{\varepsilon} = CDR \quad (65)$$

Para  $P_z = Cme$ .

Assim, uma forma de obter o CDR é através do índice de Lerner. No entanto, a estimação do  $IL$  apresenta algumas dificuldades, entre elas, o fato do custo marginal não ser diretamente observado (CORREA; ORNAGHI, 2014). Nesse contexto, uma alternativa, é utilizar dados estatísticos sobre o custo variável, uma vez que, na presença de retornos constantes de escala na função de produção, a multiplicação do  $IL$  (Equação 64) pelas quantidades vendidas ( $Q$ ), faz com que o índice Lerner torne-se igual à razão da receita menos o custo variável dividido pela receita (OKADA, 2005; CZARNITZKI; KRAFT, 2011; DHANORA *et al.*, 2017). Formalmente:

$$IL = \frac{(P_z - Cma)}{P_z} = \frac{(P_z - Cma)}{P_z} * \frac{Z}{Z} = \frac{Receita - Custo\ variável}{Receita} \quad (66)$$

Definida a estratégia para a obtenção da  $CDR$ , percentual de custo fixo e *markup*, a próxima etapa é calcular a receita de vendas e o custo variável. Para esse, assim como Czarnitzki e Kraft (2011) e Dhanora *et al.* (2017), definiu-se o custo variável como a soma do custo com pessoal e insumos intermediários. Diante disso, utilizou-se os dados da Pesquisa Anual da Indústria (PIA) e Pesquisa Anual de Serviços (PAS) do IBGE para obtenção das informações sobre receita líquidas operacionais, custos com pessoal e insumo intermediário por firma de cada classe CNAE 2.0. Foram considerados os valores médios entre 2013 e 2015, com objetivo de minimizar possíveis perdas de informações em decorrência da atividade econômica em um

ano específico. Em uma fase posterior, dividiu-se essas informações pelo número de firmas descrito nas próprias pesquisas e, posteriormente, multiplicou-se os pelo número total do CEMPRE do IBGE, 2015. Embora esse procedimento não forneça o valor exato das receitas e dos custos variáveis para cada atividade econômica, ele proporciona uma estimativa para os valores setoriais, uma vez assumida a hipótese de firma representativa. Uma estratégia similar foi utilizada por Betarelli Junior (2013) a nível nacional.

Por fim, como a PAS do IBGE não engloba os setores de “Eletricidade e gás” e “P&D”, utilizou-se o valor médio dos setores de serviço para determinar o percentual de custo fixo no custo total no setor de “Eletricidade e gás”. Já para o setor de “P&D” foi utilizado os valores de “Atividades profissionais, científicas e técnicas”. Na Tabela 11 são apresentados os resultados.

Tabela 11 - Participação do custo fixo no custo total e elasticidade escala por região e setores selecionados

Região	S3		S4		S7		S9		S12	
	Elast. escala	%Custo fixo	Elast. escala	%Custo fixo	Elast. escala	%Custo fixo	Elast. escala	%Custo fixo	Elast. escala	%Custo fixo
NO	1,44	0,30	1,23	0,17	1,16	0,14	1,06	0,06	1,46	0,32
RestNE	1,40	0,28	1,25	0,19	1,22	0,18	1,06	0,06	1,48	0,32
CO	1,42	0,29	1,26	0,20	1,25	0,20	1,12	0,11	1,40	0,28
BA	1,56	0,36	1,24	0,19	1,23	0,18	1,08	0,07	1,42	0,30
CE	1,79	0,44	1,23	0,17	1,12	0,11	1,12	0,11	1,45	0,31
PE	1,38	0,28	1,21	0,16	1,10	0,09	1,13	0,11	1,41	0,29
ES	1,36	0,26	1,24	0,19	1,21	0,18	1,11	0,10	1,40	0,29
MG	1,41	0,29	1,24	0,18	1,18	0,15	1,11	0,10	1,42	0,30
RJ	1,44	0,30	1,21	0,17	1,13	0,12	1,16	0,14	1,34	0,25
SP	1,37	0,27	1,26	0,21	1,31	0,24	1,17	0,14	1,31	0,24
PR	1,41	0,29	1,23	0,18	1,20	0,17	1,13	0,11	1,37	0,27
RS	1,37	0,27	1,24	0,19	1,21	0,18	1,11	0,10	1,39	0,28
SC	1,33	0,25	1,24	0,18	1,15	0,13	1,13	0,11	1,44	0,31

Fonte: Elaboração própria.

Finalmente, a última tarefa é apresentar a elasticidade de substituição entre as variedades ( $\gamma$ ). Seguindo as especificações de Abayasiri-Silva e Horridge (1998), o percentual do *markup* e, consequentemente, a elasticidade percebida de demanda, no ponto em lucro economia de cada setor é zero, é definido como:

$$Perc_{Markup} = \frac{Pz}{Cma} = \frac{E}{E-1} \therefore E = \frac{Perc_{Markup}}{(Perc_{Markup}-1)} \quad (67)$$

Pelo capítulo anterior, a elasticidade de demanda percebida é definida como:

$$E^j = \sum_{u=1}^U S_u^j E_u^j \quad (68)$$

Para cada mercado individual, conforme definido no capítulo 3, tem-se que:

- Consumo intermediário:  $N_k^j E_{1q}^j = \sigma_1^j S_1^M + \gamma(N_k^j - 1)$
- Investimento:  $N_k^j E_{2q}^j = \sigma_2^j S_2^M + \gamma(N_k^j - 1)$
- Consumo das famílias:  $N_k^j E_{3q}^j = (S_3^D + \sigma_3^j S_3^M) + \gamma(N_k^j - 1)$
- Exportações  $N_k^j E_{4q}^j = \gamma(N_k^j - 1) - \sigma_4^j$

Logo, reescrevendo a elasticidade de demanda percebida, tem-se:

$$E^j = \frac{\gamma(N_k^j - 1)}{N_k^j} + SQUIGGLE \quad (69)$$

$$\text{Em que } SQUIGGLE = \left[ \frac{S_1^D \sigma_1^j S_1^M}{N_k^j} + \frac{S_2^D \sigma_2^j S_2^M}{N_k^j} + \frac{S_3^D (S_3^D + \sigma_3^j S_3^M)}{N_k^j} - \frac{S_4^D \sigma_4^j}{N_k^j} \right]$$

Por fim, igualdando a Equação 71 e 73:

$$\gamma = \left[ \left( \frac{PercMarkup}{(PercMarkup - 1)} \right) - SQUIGGLE \right] * \left( \frac{N_k^j}{N_k^j - 1} \right) \quad (70)$$

Vale ressaltar, que na Equação 70, os parâmetros de elasticidade de substituição entre bens domésticos e importados ( $\sigma_u$ ) e elasticidade de exportação ( $\sigma_4$ ) são constantes, e os demais, participações ( $S_u^i$ ), número de firmas ( $N_k^j$ ) e percentual do *markup* ( $PercMarkup$ ), alteram-se à medida que os coeficientes são atualizados em decorrência das simulações com o modelo.

#### 4.6 À GUIA DE CONCLUSÃO

O conjunto de informações utilizado para calibragem do modelo EGC tem como origem as contas nacionais e regionais, cuja fonte é o IBGE 2015 e trabalhos empíricos aplicados para a economia brasileira. Ao longo da elaboração do conjunto de dados necessários para a construção da MIP, alguns procedimentos foram adotados para que se adequassem à estrutura padrão com as devidas especificidades, a fim de atingir os objetivos da pesquisa, tais como setor de “P&D”, desagregação da mão de obra por qualificação, agregação setorial para manter

a conformidade com as Contas Regionais e a regionalização das transações descritas na MIP nacional.

Embora a aplicação de estratégias para alterar pontos específicos na MIP possam gerar perdas de informações, procurou-se adotar referências metodológicas que minimizassem essas perdas e mantivessem a consistência dos dados, tais como: *i*) Miller e Blair (2009) para agregação setorial; *ii*) Lindner, Legault e Guan (2012) para especificação do setor de “P&D”; e *iii*) Haddad, Gonçalves Júnior e Nascimento (2017) para regionalização dos dados.

A partir da estrutura de dados construída, algumas análises foram realizadas com o objetivo de apresentar um panorama geral da economia brasileira. Logo, a nível nacional, identificou-se que os setores de “Indústrias de transformação” (S03), “Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação” (S04), “Transporte, armazenagem e correio” (S07) e “Informação e comunicação” (S09) são essenciais na economia brasileira. Isto significa que, quando estimulados, a produção de tais setores gera efeitos acima da média na economia brasileira como um todo.

A nível regional alguns aspectos interessantes foram identificados. Primeiro, a atividade produtiva do Brasil é altamente concentrada no Sudeste, principalmente, em São Paulo, que detém 32,5% do valor bruto de produção (VBP) nacional. O segundo colocado, Rio de Janeiro, possui 10,5% do VBP, isto é, 20 pontos percentuais a menos que São Paulo. No Nordeste as regiões com maior parcela de participação no VBP são o Restante do Nordeste (RestNE) e Bahia, que detêm 4,6% e 4,4%, respectivamente.

Quando analisado o percentual de mão de obra, o Sudeste possui os maiores percentuais. No entanto, um fator interessante merece destaque: quando analisado por qualificação de mão de obra, à medida que se eleva a qualificação do trabalho, as diferenças regionais se acentuam. Por exemplo, por um lado, São Paulo detém 16,5% da mão de obra de baixa qualificação. Por outro lado, possui 25,5% e 29,1% do trabalhador de média e alta qualificação.

Com relação ao setor de “P&D” e as atividades inovativas, o padrão constatado na atividade econômica se mantém, isto é, a região Sudeste, sobretudo São Paulo, concentra os principais percentuais. No entanto, quando analisados os impactos causados em decorrência das atividades inovativas dispendidas pelas empresas, o Ceará e a Bahia aparecem nas primeiras posições, com 80,3% e 78%, respectivamente, para ampliação da participação da empresa no mercado. Além disso, Bahia e Norte possuem os maiores percentuais para abertura de novos mercados, sendo seus percentuais de 58,2% e 46,5%, nessa ordem.

Uma possível explicação é que as empresas instaladas na região Sudeste já operam com maior eficiência, sendo dificultoso obter ganhos percentuais elevados devido à atividade inovativas. Uma ocorrência oposta se aplica às regiões Norte e Nordeste do país, uma vez que possuem uma diferença para aumentar a eficiência produtiva.

No entanto, como discutido na seção de referencial de literatura, Krugman (1991) caracteriza os fatores que levam algumas regiões a atraírem uma parcela desproporcional de atividade econômica, sendo os custos de comércio e os retornos de escala a fonte principal abordada pelo autor. Posterior, Baldwin *et al.* (1999), Feldman (1999), Fujita e Thisse (2002) e Baldwin e Martin (2004) incluem as atividades inovativas como um dos elementos que explicam a aglomeração e a desigualdade entre regiões e, também, como um dos fatores que podem explicar o desenvolvimento regional.

Por fim, na última etapa do capítulo foi apresentada a estratégia para calibragem dos parâmetros utilizados no modelo. Para os parâmetros padrões do modelo, utilizou-se a estratégia comumente aplicada nos trabalhos de EGC, que é a calibração via trabalhos econométricos aplicados para a economia em questão. Para os parâmetros referente à inovação introduzida no modelo, seguiu-se a estratégia das principais referências utilizadas, tais como as de Abayasiri-Silva e Horridge (1998) e François (1998).

## **5 APLICAÇÃO COM O MODELO SBM-TEC: O IMPACTO DAS MUDANÇAS DE PRODUTIVIDADE REGIONAL E SETORIAL NA ECONOMIA BRASILEIRA**

Como discutido em capítulos anteriores, os efeitos de políticas destinadas a aumentar a competitividade e produtividade da economia brasileira recaem sobre os aspectos regionais ligados à estrutura setorial, estrutura de mercado, infraestrutura e disponibilidade de mão de obra. Diante disso, o modelo SBM-TEC incorpora questões relacionadas às especificidades regionais com base nos pressupostos teóricos da Nova Geografia Econômica (NGE). Isso permite uma maior compreensão dos desdobramentos de distúrbios na produtividade.

À vista disso, para avaliar a consistência do modelo e também compreender os efeitos de mudanças na produtividade regional e setorial na economia brasileira, neste capítulo são realizadas simulações com o modelo SBM-TEC. Basicamente, são simulações que englobam tanto as modificações da produtividade regional quanto setorial. Dessa forma, nas próximas subseções são apresentados o panorama geral da atividade produtiva no Brasil, a estratégia adotada para as simulações, os efeitos sistêmicos esperados e, por fim, os resultados para o Brasil e suas regiões.

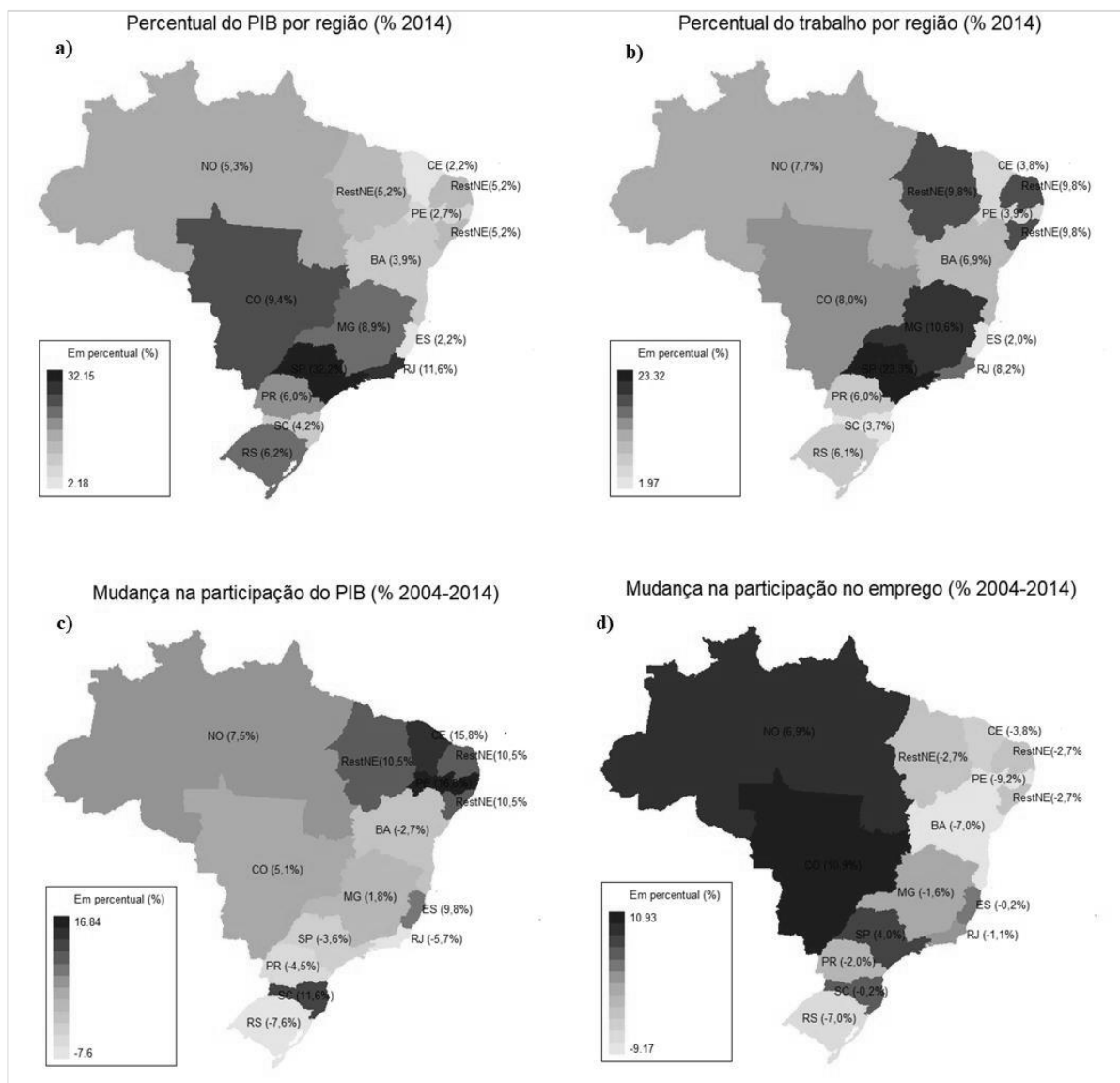
### **5.1 COMPOSIÇÃO DA ATIVIDADE PRODUTIVA**

Embora ao longo dessa tese já tenha sido apresentado as diferenças produtivas regionais, no capítulo 4, para uma melhor compreensão dos efeitos produzidos a partir da simulação com o modelo SBM-TEC faz-se necessário uma exposição sobre os aspectos relacionados à produtividade, composição do emprego e nível de atividade da economia brasileira em suas regiões heterogêneas.

Como mostra a Figura 13a, o percentual do PIB varia consistentemente entre as regiões brasileiras. Por um lado, São Paulo obteve 32,2% da participação total do PIB em 2014. Por outra lado, Ceará e Espírito Santo possuem apenas 2,2% e 2,7%, respectivamente. Além disso, conforme observa-se na Figura 13b, a distribuição do emprego entre as regiões, embora não seja idêntica ao PIB, coincide bastante com ele. Isto é, a participação da mão de obra acompanha, em certa medida, a distribuição da produção regional.



Figura 13 – Distribuição da atividade econômica no Brasil por regiões\*



Fonte: elaboração própria a partir de dados obtidos no IBGE.

\*(a) Participação no PIB por região (% , 2010); b) participação do emprego por região (% , 2010); (c) mudança na participação do PIB (% , 2004 - 2010); (d) mudança de participação no emprego (% , 2004 - 2010).

Diante do exposto, a seguinte pergunta emerge: por que algumas regiões produzem muito mais que outras e atraem relativamente mais trabalhadores? Basicamente, a resposta, ou parte dela, encontra-se nos pressupostos já discutidos e que englobam o arcabouço teórico caracterizado pela Nova Geografia Econômica. Em outras palavras, a produtividade, a tecnologia, os retornos de escala, os efeitos da aglomeração, entre outros, são os possíveis fatores que explicam as diferenças regionais em termos de produção e concentração de mão de obra.

Uma indicação inicial de que regiões experimentam circunstâncias diferentes é apresentada na Figura 13c, que mostra as mudanças nas participações do PIB no período de 2004 a 2014. Constata-se com isso que as participações do PIB variaram em grandes magnitudes: de um aumento de 7,5% para a região Norte, até uma diminuição de 7,6% para o Rio Grande do Sul.

Obviamente, algumas dessas mudanças refletem alterações na composição dos níveis de emprego, conforme mostra a Figura 13d. Nesse sentido, o emprego na região Norte, em relação ao agregado no Brasil, cresceu 6,9% durante o período de 2004 a 2014, enquanto que no Rio Grande do Sul diminuiu 7,0%. A Figura 13d ainda indica que as participações de emprego variam substancialmente entre as regiões no período considerado. Por fim, o fato de São Paulo ampliar sua participação na mão de obra, indica que esse fator é impulsionado por questões inerentes às especificidades regionais, como a produtividade e os efeitos da aglomeração, conforme descrito pela NGE.

Embora o exposto até aqui tenha enfatizado a atividade econômica agregada, pode-se considerar também a produção setorial. De acordo com o que foi destacado no capítulo 4, a produção setorial é altamente concentrada no espaço. Por exemplo, São Paulo detém 37,6% da produção total da indústria de transformação, o Rio de Janeiro 44% da indústria extrativa e o Centro-Oeste 24% da produção agropecuária<sup>27</sup>. Portanto, a concentração geográfica da produção dos setores pode, conforme os pressupostos da NGE, ser explicada em termos de diferenças na produtividade local, acesso aos insumos intermediários e disponibilidade de mão de obra.

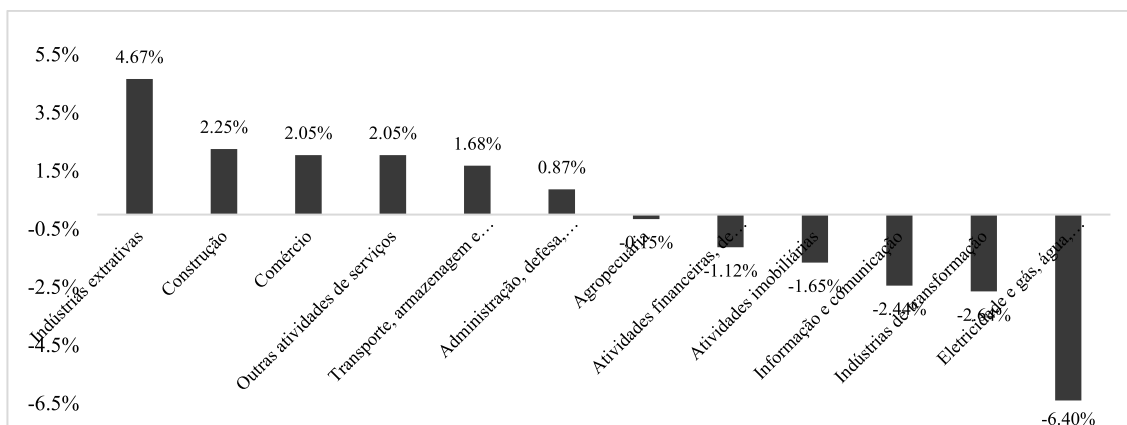
Outra indicação que revela que as regiões experimentam circunstâncias distintas é a mudança na produtividade total dos fatores<sup>28</sup>. Conforme mostra a Figura 14, as mudanças nas taxas de crescimento da PTF setorial variam desde de um aumento em 4,67% ao ano para a indústria extrativa, a um declínio de mais de -6,4% no setor “Eletricidade e gás, água, esgoto e gestão de resíduos” no período de 2004 a 2014.

---

<sup>27</sup> Para mais detalhes ver capítulo 4 página 92.

<sup>28</sup> Os detalhes da mensuração da PTF regional e setorial são apresentados no apêndice C.

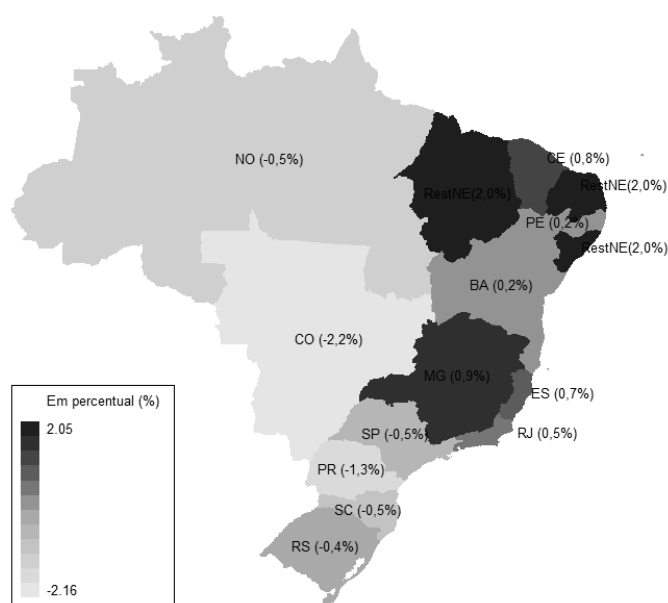
Figura 14 – Produtividade total dos fatores setorial de 2004 a 2014 (variação em %)



Fonte: elaboração própria.

Pelo aspecto agregado, de acordo com a Figura 15, as mudanças na PTF também variam amplamente entre as regiões no período analisado. A região do Restante do Nordeste (RestNE) obteve um aumento de 2,0%, enquanto o Paraná um declínio de 1,32%. Outro aspecto importante a se destacar é que Ceará e Pernambuco, que ampliaram seus ganhos na participação no PIB no período, aumentaram sua PTF em 0,77% e 0,24%, nessa ordem. Além disso, o Rio de Janeiro, que perdeu participação tanto no PIB quanto no emprego, obteve ganhos de produtividade da ordem de 0,5%, provavelmente, em função dos ganhos de PTF do setor extrativo, conforme destacado na Figura 14.

Figura 15 – Produtividade total dos fatores para a economia brasileira de 2004 a 2014 (var.%)



Fonte: elaboração própria.

De modo geral, a abordagem básica adotada nessa tese, apoiada nos pressupostos da NGE, argumenta que a produtividade total dos fatores (PTF) e as características locais da região são essenciais para compreender as diferenças regionais. Especificamente, postula-se que mudanças na PTF de natureza setorial e regional são fundamentais para entender as mudanças na produção local. Além disso, essas mudanças possuem efeitos agregados e amplificadores, no sentido de produzir *spillovers*, de acordo com a origem regional da modificação na PTF.

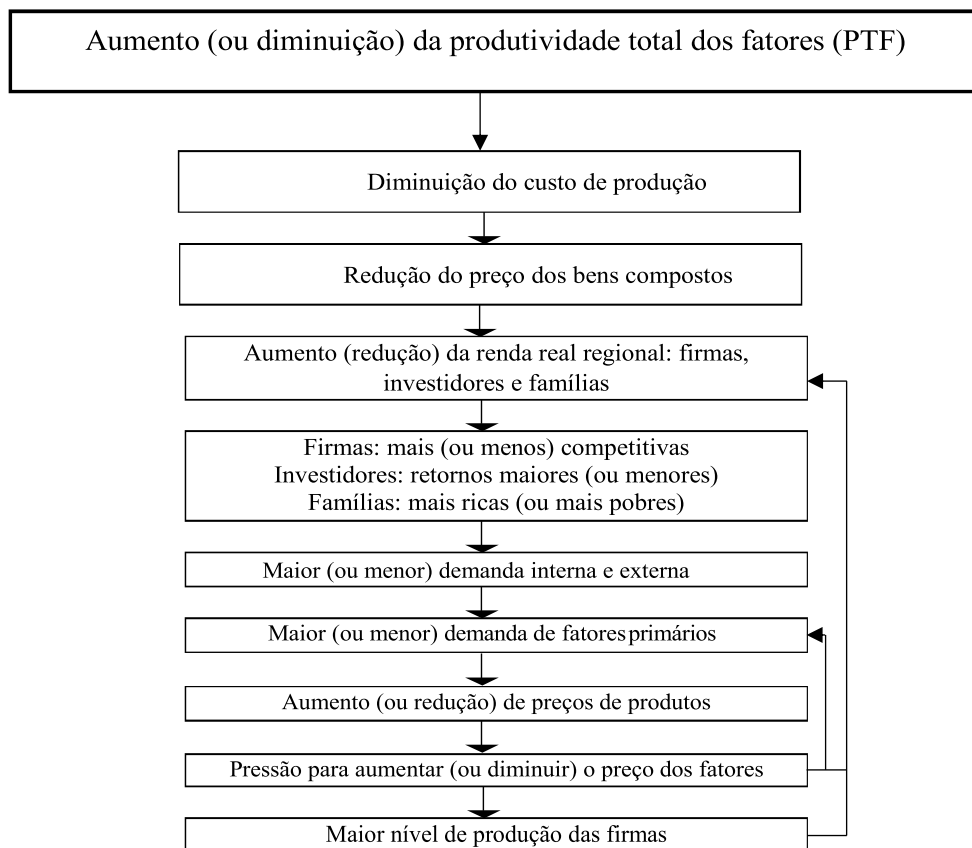
## 5.2 MECANISMO DE PROPAGAÇÃO DO CHOQUE EXÓGENO E CENÁRIOS ADOTADOS

### 5.2.1 Mecanismos de funcionamento

Nesta subseção, são apresentadas as principais relações causais subjacentes aos resultados agregados do modelo. O experimento considera uma melhoria da produtividade total dos fatores (PTF) das regiões e setores da economia brasileira. A Figura 16 ilustra os aspectos gerais relacionados à causalidade da mudança na produtividade.

O efeito direto do incremento na produtividade é a redução do preço dos bens compostos, que se manifesta por meio da redução dos custos dos fatores produtivos para produzir determinada quantidade de um produto. Como consequência, isso afeta positivamente a renda regional e nacional. Nesse cenário as firmas tornam-se mais competitivas, os retornos dos investimentos tornam-se potencialmente maiores e as famílias aumentam sua renda real. Esses efeitos combinados impactam a produção das firmas, que, por sua vez, elevam sua demanda por fatores primários. Esse aumento coloca pressões adicionais nos preços dos fatores, gerando pressões sobre os preços dos bens domésticos. Ademais, o efeito líquido é determinado pela intensidade relativa dessas forças contrapostas.

Figura 16 - Principais relações causais na mudança da produtividade total dos fatores



Fonte: elaboração própria.

Em relação aos efeitos espaciais diferenciados, a estrutura setorial e regional é essencial para a determinação dos impactos específicos e agregados de uma potencial mudança na produtividade. Ou seja, o nível de comércio inter-regional e a disponibilidade de fatores produtivos no local influenciam os impactos de mudanças nessa variável.

Como destacado no capítulo anterior, a distribuição da produção setorial entre regiões no Brasil está longe de ser uniforme, pelo contrário, é heterogênea e concentrada. Isso tem duas implicações importantes. Primeiro, que à medida em que a atividade econômica envolve uma complexa rede de interações entre setores, essas interações ocorrem em distâncias potencialmente grandes por meio do comércio regional, mas o comércio em distâncias é dispendioso. Isto é, o custo de transporte é um elemento importante na determinação das intensidades de comerciais inter-regionais.

Segundo, que como a produção setorial precisa acontecer fisicamente em algum local, ela é influenciada por uma ampla gama de especificidade nessa localidade. Essas que englobam a disponibilidade de variedades de bens intermediários e finais, infraestrutura, as economias

externas de escala e a disponibilidade de trabalhadores. Todos esses aspectos conferem às regiões características específicas que resultam em impactos heterogêneos devido às alterações na produtividade.

Diante dessas especificidades, a mudança na produtividade pode gerar desequilíbrios regionais. Isso porque o espaço confere aos agentes econômicos a capacidade de se beneficiar das maiores concentrações, que, nesse caso, pode levar os trabalhadores e a produção a se alocarem nas regiões que possuem vantagens relativas. Ademais, os retornos crescentes de escala e a concorrência monopolística resultante dos benefícios da localidade atraem movimentos migratórios de trabalhadores e firmas dando início a um novo processo de acumulação, o que intensifica as diferenças regionais (KRUGMAN, 1998; FUGITA; KRUGMAN; VENABLES, 1999; FELDMAN, 1999).

No entanto, a concentração da produção pode gerar efeitos positivos para todas as regiões. Devido ao processo de aglomeração e às economias de escala intensificarem os efeitos da produtividade, os setores nessas regiões se tornam mais competitivos, produzindo bens e insumos mais baratos. Nesse contexto, as regiões importadoras líquidas de insumos intermediários tendem a se beneficiar devido aos ganhos de competitividade oriundos da diminuição do custo para obter tais insumos. Os consumidores de bens finais, por sua vez, apresentam ganhos potenciais de bem-estar, uma vez que passam a ter acesso a bens mais baratos. E, finalmente, as regiões que apresentam saldos positivos no comércio inter-regional observam a abertura de novos mercados, o que resulta na expansão de suas vendas.

Por conseguinte, alterações na produtividade tendem a produzir três efeitos na dinâmica regional e na produção setorial. O primeiro refere-se à heterogeneidade do espaço, no qual firmas e mão de obra tendem a localizar-se em regiões que possuem vantagens associadas à aglomeração; o segundo refere-se à realocação produtiva dos setores, devido a alterações produtivas na própria região e/ou em outras; e, por fim, os efeitos *spillovers*, no qual a ampliação da produtividade nessas regiões produz benefícios para todas as demais.

### **5.2.2 Estratégia de simulação e fechamento do modelo**

Depois de incluir as especificações descritas pela Nova Geografia Econômica e calibrar o modelo SBM-TEC, resta realizar simulações para avaliar os efeitos de alterações na produtividade setorial e regional. De modo geral, todas as simulações são baseadas em uma mudança de 1% na produtividade. Como demonstrado, o crescimento médio anual da PTF nas

regiões brasileiras foi de menos de 1% no período de 2004 a 2014. Isso, de certa forma, motiva a escolha de variação de 1%. Além de que para as simulações implementadas a magnitude do choque não é particularmente importante, uma vez que o objetivo é capturar os efeitos da não linearidade do ajustamento do modelo e os desdobramentos setoriais e regionais, ou seja, os efeitos *spillovers*.

Diante disso, dois tipos de simulações são implementados, sendo que o primeiro refere-se à mudança na produtividade regional. Nesse caso é conduzido um choque de 0,0625% na produtividade em todos os setores em cada uma das regiões. A magnitude do choque refere-se a um dezesseis avos (1/16), conduzidos com o objetivo diluir o aumento de 1% na produtividade regional em todos os setores. Entretanto, como já foi destacado, a magnitude do choque não é o foco da simulação, mas sim os resultados sobre a dinâmica regional. Além disso, em uma situação ideal, a mudança na produtividade regional não atinge homogeneamente todos os setores. Novamente, o propósito da simulação é na dinâmica regionais e não nos efeitos setoriais, sendo assim, optou-se por não realizar uma discussão sobre a escolha de quais setores de cada região estariam propensos ou aptos a adquirem ganhos de produtividade.

Para superar a limitação da primeira simulação, a segunda refere-se aos efeitos da mudança na produtividade setorial. Para esse caso, é considerado um aumento de 1% na produtividade em setores específicos em regiões estratégicas. O objetivo é conduzir um exercício que se aproxime de uma mudança na produtividade possível de ser atingida, de acordo com a política conduzida. A escolha dos setores e regiões é detalhada nas próximas subseções.

Outrossim, é considerado o fechamento de longo prazo<sup>29</sup> nos exercícios de simulação. Como o objetivo da simulação é capturar os efeitos da mudança na produtividade sobre a realocação dos fatores e da produção nas regiões brasileira, é viável que se utilize o fechamento de longo prazo em detrimento ao de curto prazo.

### 5.3 O IMPACTO DA MUDANÇA DE PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA BRASILEIRA

A seguir serão apresentados os resultados dos exercícios de simulação que consideram uma mudança na produtividade regional e setorial na economia brasileira. A apresentação dos

---

<sup>29</sup> O fechamento também considera economias externas, com retornos crescentes de escala no setor, e custos marginais (EML). Para maiores detalhes sobre a definição do fechamento, ver capítulo 3, p. 67.

resultados será dividida em duas partes: uma referente aos efeitos da mudança na produtividade para cada uma das regiões e outra referente às mudanças setoriais.

### 5.3.1 Mudanças regionais de produtividade

Como ponto de partida para as seguintes descobertas deve ser considerada a Tabela 12. Essa tabela resume os principais resultados agregados das simulações para um aumento da produtividade em cada uma das 13 regiões do Brasil. De modo geral, quando as regiões ampliam sua produtividade em 1%, ocorrem reduções nos custos de produção, diminuições dos preços dos bens finais e compostos e aumentos na demanda. Todos esses efeitos resultam em ganhos de eficiência (PIB real) e de bem-estar (variação equivalente)<sup>30</sup>. Nesse cenário, os resultados agregados mostram que Pernambuco, Ceará, Norte e São Paulo são as principais regiões capazes de impulsionar tanto a eficiência produtiva quanto o bem-estar diante das modificações em suas produtividades. Além disso, o volume de exportação é o elemento da demanda agregada que mais se eleva em termos de magnitude.

Embora os resultados das exportações indiquem uma melhoria na competitividade como um dos principais efeitos agregados da ampliação na produtividade, esses devem ser analisados com cautela. Isso porque um dos efeitos diretos da mudança na produtividade é a redução nos preços, conforme observa-se na Tabela 12. A resposta da demanda externa frente à alteração nos preços relativos depende das elasticidades de *armington* calibrada no modelo. Além disso, a estrutura do modelo SBM-TEC não considera os *feedbacks* externos frente a essas alterações produtivas. Consequentemente, os resultados indicam uma melhora na competitividade, porém, na análise sobre a magnitude, principalmente a relativa, deve-se considerar as limitações supracitadas.

---

<sup>30</sup> A variação equivalente pode ser definida como o valor monetário que seria necessário transferir para uma família representativa, caso uma mudança de política não ocorresse, para manter o mesmo nível de utilidade observada caso a mudança tivesse ocorrido (LAYARD; WALTERS, 1978).



Tabela 12 - Resultados agregados (em variação percentual)

Nível de atividade	Choque: aumento de 1% na PTF												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
<i>Preços</i>													
Índice de preços de investimento	-0,53	-0,31	-0,32	-0,25	-0,42	-0,72	-0,56	-0,47	-1,03	0,06	-0,52	-0,49	-0,33
Índice de preços ao consumidor	-0,62	-0,53	-0,34	-0,25	-0,68	-0,78	-0,61	-0,32	-0,73	-0,37	-0,51	-0,40	-0,53
Índice de preços de exportação	-0,18	-0,18	-0,10	-0,06	-0,23	-0,26	-0,17	-0,06	-0,15	-0,23	-0,14	-0,10	-0,18
Índice de preços do governo regional	-0,10	-0,08	-0,01	-0,01	-0,12	-0,18	-0,06	-0,02	0,20	-0,22	-0,05	-0,03	-0,05
Índice de preços do governo federal	-0,44	-0,39	-0,24	-0,17	-0,49	-0,57	-0,43	-0,22	-0,52	-0,30	-0,37	-0,28	-0,38
Deflator implícito do PIB	-0,46	-0,39	-0,19	-0,18	-0,49	-0,45	-0,49	-0,21	-0,29	-0,21	-0,36	-0,28	-0,40
<i>Fatores primários</i>													
Pagamentos agregados ao capital	-0,67	-0,56	-0,37	-0,27	-0,71	-0,85	-0,67	-0,37	-0,84	-0,31	-0,57	-0,46	-0,56
Pagamentos agregados ao trabalho	-0,58	-0,50	-0,32	-0,23	-0,63	-0,74	-0,57	-0,31	-0,72	-0,33	-0,49	-0,39	-0,49
Estoque de capital agregado	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
<i>Demanda agregada</i>													
Consumo real das famílias	0,02	0,02	0,01	0,00	0,02	0,02	0,02	0,01	-0,02	0,03	0,01	0,00	0,01
Investimento real agregado	0,07	0,10	0,04	0,02	0,11	0,06	0,07	0,01	0,05	0,10	0,05	0,02	0,09
Demanda do governo regional real	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,08	-0,03	0,02	0,02	0,01
Demanda do governo federal real	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,02	0,05	0,00	0,03	0,03	0,03
Volume de exportação	0,16	0,17	0,08	0,05	0,21	0,23	0,14	0,03	0,11	0,26	0,12	0,08	0,17
<i>Indicadores agregados</i>													
Variação Equivalente (R\$ 1000)	865,51	647,59	473,94	735,52	859,82	824,64	509,01	510,45	735,01	968,42	637,33	535,04	532,36
PIB real	0,09	0,08	0,04	0,03	0,10	0,11	0,08	0,03	0,05	0,10	0,06	0,04	0,08

Fonte: Elaboração própria

Embora os resultados agregados evidenciem os impactos do aumento da produtividade ao nível nacional, assim atestando as relações descritas em tópicos anteriores, a forma como os distúrbios na produtividade de determinadas regiões se propaga para outras é o principal interesse da condução dessas simulações. Diante disso, embora o choque tenha sido aplicado nas respectivas regiões, os efeitos se manifestam com maior intensidade, em termos de magnitude, no produto da região Centro-Oeste, conforme é apresentado na Tabela 13. Além disso, o Ceará aparece como a segunda região que mais se beneficia de mudanças na produtividade de outras localidades. A exceção, para ambas as regiões, se dá quando a mudança na produtividade se origina em São Paulo.

Tabela 13 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB regional (em %)

Região	Choque: aumento de 1% na PTF												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
NO	0,14	0,10	0,06	0,04	0,12	0,15	0,10	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,09
RestNE	0,09	0,12	0,05	0,03	0,10	0,11	0,09	0,04	0,10	0,05	0,07	0,06	0,07
CO	0,34	0,28	0,21	0,15	0,35	0,43	0,35	0,20	0,59	0,04	0,30	0,25	0,28
BA	0,10	0,09	0,05	0,07	0,12	0,11	0,08	0,03	0,04	0,12	0,06	0,04	0,09
CE	0,15	0,12	0,08	0,06	0,20	0,19	0,15	0,08	0,16	0,07	0,12	0,10	0,12
PE	0,11	0,09	0,05	0,04	0,11	0,20	0,11	0,06	0,09	0,05	0,08	0,07	0,08
ES	-0,14	-0,09	-0,08	-0,06	-0,14	-0,25	-0,11	-0,10	0,04	0,08	-0,13	-0,11	-0,09
MG	0,08	0,08	0,04	0,03	0,10	0,11	0,08	0,07	0,05	0,09	0,06	0,04	0,07
RJ	0,03	0,06	0,01	0,01	0,06	-0,01	0,02	-0,01	0,11	0,10	0,02	0,00	0,06
SP	0,06	0,07	0,02	0,00	0,09	0,08	0,04	-0,01	-0,11	0,17	0,02	0,00	0,06
PR	0,13	0,10	0,06	0,04	0,14	0,19	0,12	0,06	0,04	0,08	0,14	0,07	0,10
RS	0,12	0,11	0,06	0,04	0,14	0,18	0,12	0,05	0,04	0,09	0,09	0,11	0,10
SC	0,05	0,03	0,02	0,01	0,05	0,10	0,04	0,03	-0,03	0,06	0,03	0,03	0,07

Fonte: Elaboração própria.

Outro resultado interessante, também observado na Tabela 13, é que regiões em extremos opostos, em termos de localização geográfica, acabam se beneficiando de mudanças na produtividade regional. Por exemplo, alterações na produtividade da região Norte impactam positivamente o PIB nos estados da região Sul. Outro aspecto importante, é que as regiões mais desenvolvidas, ou que possuem maior participação na produção total, são impactadas em menores magnitudes relativamente, tais como São Paulo e Rio de Janeiro.

Para compreender esses resultados é importante retomar alguns elementos que definem os vínculos econômicos regionais dentro do espaço geográfico. Sonis e Hewings (2000) apontam três características que definem a dinâmica regional: i) uma economia regional é influenciada por outras economias regionais devido às transações econômicas de compra e venda de insumos intermediários e bens finais. Considerando também que esse processo produz

uma interdependência regional; ii) essa interdependência pode ser caracterizada como competição ou complementaridade, no sentido de que distúrbios exógenos podem produzir efeitos positivos ou negativos entre as regiões; e iii) enquanto a dependência intrarregional também pode ser uma característica proeminente, criando uma dinâmica interna que pode ser separada daquelas geradas por relacionamentos inter-regionais.

Essas três características apontadas por Sonis e Hewings (2000) ajudam a compreender os resultados obtidos. No exemplo citado anteriormente, é possível que os estados da região Sul do país possuam especializações produtivas que as conectem diretamente à produção da região Norte, por meio de uma relação de complementariedade. Entretanto, não necessariamente todos os estados da região Sul precisam possuir essa relação para obter efeitos positivos, afinal, as conexões intrarregionais existentes também são fontes da dinâmica produtiva.

Ademais, através da Tabela 6, no capítulo 4, é possível constatar que dentre os estados da região Sul, o Rio Grande do Sul é o que possui maior conexão com a região Norte, superando Ceará e Pernambuco, que são regiões com maior proximidade geográfica. Assim, por um lado, a maior relação complementar entre o Norte e o Rio Grande Sul se traduz em maior dependência inter-regional. Por outro lado, a existência de vínculos complementares intrarregionais no Sul faz com que distúrbios na produtividade do Norte afetem o produto da região como um todo. Portanto, esses vínculos de interdependência possivelmente são um dos mecanismos que explicam a propagação dos distúrbios na produtividade.

Ao menos duas regiões atuam na forma de competição, conforme descrito por Sonis e Hewings (2000). A primeira delas é Minas Gerais, que quando tem sua produtividade estimulada, faz com que o produto dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro seja impactado negativamente. Da mesma forma, e em maior magnitude, distúrbios na produtividade com origem no Rio de Janeiro afetam negativamente o produto de São Paulo.

De modo geral, os estados da região mais desenvolvida economicamente do país atuam de forma competitiva com o estado mais rico. Sem embargo, o mesmo não ocorre quando a alteração na produtividade tem origem em São Paulo. Isto é, o estado mais dinamicamente produtivo gera efeitos positivos em todas as regiões do país quando sua produtividade é ampliada. De certa forma, esse resultado tem respaldo nos pressupostos levantados pela NGE, que destaca os efeitos positivos e amplificadores da aglomeração advindos dos retornos crescentes de escala. Todavia, conforme também ressaltado pela NGE, esse processo intensifica a concentração da produção, levando a maior divergência regional. Esse aspecto é constatado

pelo aumento relativamente superior na produção de São Paulo quando sua produtividade é ampliada.

Outro aspecto interessante, com base nos resultados da Tabela 13, é que embora São Paulo e Rio de Janeiro sejam os estados brasileiros com maior dinamismo produtivo e os que possuem maiores conexões econômicas com as demais regiões no Brasil, os efeitos de modificações na produtividade sobre essas duas regiões é menor. Em outras palavras, o comportamento de outras regiões tem um impacto menor no crescimento econômico nas duas regiões mais ricas do país. Uma possível explicação, com base nos elementos citados, é que São Paulo e Rio de Janeiro são as regiões mais autossuficientes, no sentido de que o maior impacto econômico em seu crescimento advém de alterações na própria produtividade. De certa forma, esse efeito é constatado na Tabela 13.

Por fim, cabe ainda realizar mais três observações. Mormente, o produto do estado do Espírito Santo (ES) é afetado negativamente quando há modificações na produtividade das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sul do país. A priori esse resultado parece não fazer sentido, ou levar à conclusão de que o Espírito Santo atua competitivamente com a maior parte das regiões brasileiras. No entanto, quando analisada a interdependência regional, o Espírito Santo é a região que possui maior dependência de São Paulo e Rio de Janeiro tanto para venda quanto para compra de bens e serviços, conforme a Tabela 6, no capítulo 4. Logo, como São Paulo e Rio de Janeiro são as regiões que mais perdem participação na produção total, isso tende a afetar o produto do estado do Espírito Santo. Isso também é sustentado pelo fato do produto do ES ser impactado positivamente quando a produtividade de SP e RJ são ampliadas. Portanto, há uma relação complementar, ou de explícita dependência do ES, com os estados mais desenvolvidos economicamente do país.

Segundamente, de forma oposta ao Espírito Santo, o produto da região Centro-Oeste é o mais impactado devido às modificações na produtividade de outras regiões. Ao analisar a importância relativa da região, observa-se que o CO é a região que possui o maior percentual produtivo no setor agropecuário do país, com cerca de 24%, superando em mais de duas vezes o segundo colocado, São Paulo, que possui 11,6%. Nos demais setores, o CO ocupa a segunda e terceira posição na produção do setor de “Eletricidade e gás, água, esgoto” (10,5%), “Construção” (9,3%), “Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas” (9,4%), “Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados” (10,4%), “Artes, cultura, esporte e recreação, e outras atividades de serviços” (9,8%), superando regiões como Minas Gerais e Rio de Janeiro. Assim, é possível que as relações de interdependência regional expliquem os

resultados para o CO. Não obstante, vale lembrar que essas relações de dependência dizem respeito a estados e uma macrorregião (Centro-Oeste) composta por três estados mais o distrito federal. Logo, os resultados devem ser analisados com certa cautela.

Finalmente, o único caso em que o Centro-Oeste sofre o menor impacto no produto é quando o distúrbio na produtividade tem origem em São Paulo. Esse tópico indica que há um efeito de competição, possivelmente, associado à produção agropecuária, na qual ambas as regiões possuem vantagens comparativas no Brasil.

Outrossim, uma questão emerge dos resultados supracitados: uma vez que o desempenho produtivo das regiões depende das interdependências regionais, que podem se manifestar na forma de competição ou de complementariedade, qual o papel da proximidade regional na dinâmica produtiva? Para demonstrar isso de forma mais clara, os resultados foram agregados em Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Além disso, também foi agregado o Norte ao Nordeste (NO + NE) e Sudeste ao Sul (Sudeste + Sul). Os resultados são apresentados na Tabela 14, logo abaixo.

Tabela 14 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB (macrorregiões) (em %) \*

Região	Choque: aumento de 1% na PTF												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
<b>NO</b>	0,14	0,10	0,06	0,04	0,12	0,15	0,10	0,05	0,08	0,08	0,08	0,06	0,09
<b>NE</b>	0,11	0,10	0,06	0,05	0,13	0,15	0,11	0,05	0,10	0,07	0,08	0,07	0,09
<b>CO</b>	0,34	0,28	0,21	0,15	0,35	0,43	0,35	0,20	0,59	0,05	0,30	0,25	0,28
<b>SE</b>	0,01	0,03	0,00	-0,01	0,03	-0,02	0,01	-0,01	0,02	0,11	-0,01	-0,02	0,02
<b>SUL</b>	0,10	0,08	0,05	0,03	0,11	0,15	0,09	0,04	0,02	0,08	0,09	0,07	0,09
<b>NO + NE</b>	0,12	0,10	0,06	0,05	0,13	0,15	0,10	0,05	0,09	0,08	0,08	0,06	0,09
<b>SE + SUL</b>	0,05	0,05	0,02	0,01	0,06	0,06	0,04	0,01	0,02	0,10	0,03	0,02	0,05

Fonte: elaboração própria.

\* Utilizou-se a média para agregar as regiões.

O primeiro aspecto é que o CO continua sendo a região mais impactada positivamente. Exceto quando ocorre a mudança na produtividade se origina em São Paulo. Em segundo lugar, excluindo a região CO, quando a mudança na produtividade se origina nas regiões pertencentes ao Norte, Nordeste e Sul os maiores efeitos recaem sobre o produto das respectivas regiões. Por exemplo, o aumento da produtividade no CE produz o maior impacto na região Nordeste. Por outro lado, alterações na produtividade do Paraná afetam o produto da região Sul mais intensivamente.

Esses resultados mostram que embora a interdependência inter-regional seja um elemento importante na dinâmica da propagação dos efeitos dos distúrbios na produtividade regional, as relações intrarregionais parecem exercer uma influência maior, principalmente, nas regiões que possuem menor participação na produção total. Ao que tudo indica, esses resultados estão em conformidade com os pressupostos da NGE, que enfatiza a importância da proximidade para caracterização das economias de aglomeração.

A exceção acontece na região Sudeste. Quando o aumento na produtividade tem origem no Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, os maiores efeitos recaem sobre as regiões Nordeste e Norte do país. São Paulo, nesse cenário, é o único estado a promover o maior impacto na região Sudeste, porém, isso se deve, em maior parte, ao aumento no produto do próprio estado.

Portanto, essa primeira análise aponta para dois aspectos: mormente, os vínculos de dependência inter-regionais, tanto as complementares quanto as competitivas, são importantes, sobretudo para a propagação dos *spillover*. Em segundo lugar, as relações intrarregionais parecem ser decisivas para o crescimento econômico da região como um todo. Nesse quesito, os benefícios da proximidade espacial, associados à especialização e às economias de aglomeração, ampliam os impactos advindos de distúrbios na produtividade regional.

Diante do exposto, a análise sobre o fluxo de comércio inter-regional reforça as descobertas destacadas anteriormente, conforme apresentado na Tabela 15<sup>31</sup>. Dessa forma, o aumento na produtividade regional amplia as relações inter-regionais de compra e venda de bens intermediários e bens finais nas regiões em que ocorre o incremento produtivo e, em geral, reduz nas demais.

Na região Norte, por exemplo, o incremento na produtividade aumenta o fluxo de comércio inter-regional na própria região e, principalmente, no Centro-Oeste, São Paulo e Bahia. Além disso, há diminuição nas demais regiões. Nesse cenário, São Paulo é a única região que quando sua produtividade é estimulada, tende a gerar efeito positivo em seu próprio fluxo de comércio e na maioria das demais regiões. A exceção, para o caso de São Paulo, acontece, predominantemente, na região Centro-Oeste, que no caso é afetada negativamente.

---

<sup>31</sup> Na Tabela 15 são apresentados os resultados para os cenários de Norte (NO), Centro-Oeste (CO), São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS). Os resultados para os demais cenários são apresentados no apêndice D.

Tabela 15 - Resultados do aumento na produtividade sobre o volume de fluxo de comércio inter e intrarregional (regiões selecionadas) (em %)

Região		Aumento na produtividade: cenário Norte (NO)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,08	0,14	0,34	0,20	0,04	0,05	0,07	0,06	0,06	0,19	0,11	-0,13	-0,09
	RestNE	0,08	0,05	0,47	-0,17	0,03	0,02	-0,50	-0,02	-0,03	-0,18	-0,19	-0,24	-0,19
	CO	-0,01	0,05	0,32	-0,26	0,10	0,22	-0,50	-0,13	-0,20	-0,29	0,37	-0,42	-0,37
	BA	0,05	-0,16	0,41	-0,14	-0,02	0,06	-0,50	-0,06	0,01	-0,17	-0,06	-0,06	-0,04
	CE	0,00	-0,13	0,37	-0,17	0,09	-0,18	-0,56	-0,05	-0,15	-0,22	-0,27	-0,29	-0,29
	PE	0,00	-0,14	0,31	-0,17	-0,12	0,02	-0,52	-0,07	-0,14	-0,20	-0,21	-0,23	-0,23
	ES	0,22	0,01	0,87	-0,29	0,46	0,50	-0,34	0,12	0,14	-0,03	-0,17	-0,37	-0,16
	MG	0,03	-0,12	0,32	-0,19	-0,03	-0,03	-0,48	-0,07	-0,07	-0,21	-0,18	-0,22	-0,18
	RJ	0,14	0,07	0,62	-0,26	0,28	0,24	-0,27	0,04	0,06	-0,11	-0,31	-0,46	-0,31
	SP	0,04	-0,07	0,26	-0,15	-0,01	0,01	-0,50	-0,07	-0,06	-0,13	-0,09	-0,10	-0,11
	PR	0,01	-0,13	0,21	-0,11	-0,04	-0,01	-0,45	-0,04	-0,01	-0,19	-0,07	-0,06	-0,05
	RS	0,05	-0,15	0,27	-0,10	-0,04	0,02	-0,46	-0,04	0,01	-0,17	-0,03	-0,06	-0,01
SC	0,04	-0,14	0,27	-0,11	-0,06	-0,02	-0,47	-0,03	-0,04	-0,18	-0,09	-0,10	-0,10	

Região		Aumento na produtividade: cenário Centro-Oeste (CO)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,01	-0,08	0,20	-0,11	-0,03	-0,02	-0,25	-0,03	-0,02	-0,11	-0,10	-0,11	-0,09
	RestNE	0,00	0,03	0,28	-0,10	0,01	0,01	-0,26	0,00	-0,01	-0,11	-0,11	-0,13	-0,11
	CO	0,02	0,02	0,21	0,13	0,04	0,10	0,25	0,05	0,09	0,16	0,18	0,20	0,19
	BA	-0,01	-0,08	0,26	-0,08	-0,01	0,03	-0,26	-0,02	0,01	-0,10	-0,03	-0,03	-0,02
	CE	-0,03	-0,06	0,24	-0,09	0,05	-0,09	-0,29	-0,02	-0,07	-0,12	-0,14	-0,15	-0,15
	PE	-0,03	-0,07	0,21	-0,09	-0,06	0,01	-0,27	-0,03	-0,07	-0,12	-0,11	-0,12	-0,12
	ES	0,06	0,01	0,46	-0,16	0,23	0,26	-0,18	0,08	0,08	-0,02	-0,08	-0,20	-0,09
	MG	-0,02	-0,06	0,20	-0,10	-0,02	-0,02	-0,24	-0,04	-0,03	-0,12	-0,10	-0,12	-0,10
	RJ	0,04	0,04	0,34	-0,15	0,14	0,12	-0,14	0,03	0,03	-0,06	-0,16	-0,25	-0,17
	SP	-0,01	-0,03	0,17	-0,08	0,00	0,00	-0,26	-0,03	-0,03	-0,08	-0,05	-0,06	-0,06
	PR	-0,04	-0,07	0,14	-0,06	-0,03	-0,01	-0,23	-0,01	0,00	-0,11	-0,04	-0,03	-0,03
	RS	-0,01	-0,08	0,17	-0,05	-0,02	0,01	-0,23	-0,01	0,01	-0,10	-0,01	-0,04	0,00
SC	-0,02	-0,07	0,17	-0,06	-0,03	-0,01	-0,24	0,00	-0,01	-0,10	-0,04	-0,05	-0,06	

Região		Aumento na produtividade: cenário São Paulo (SP)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,01	-0,05	-0,33	-0,12	0,05	0,08	0,01	0,01	-0,09	0,07	-0,21	-0,16	-0,11
	RestNE	0,00	0,01	-0,31	-0,13	0,09	0,12	0,01	0,03	-0,07	0,07	-0,23	-0,19	-0,13
	CO	0,03	-0,05	-0,04	-0,03	0,06	0,14	0,01	0,02	0,02	0,10	-0,04	0,06	0,06
	BA	0,00	-0,07	-0,25	-0,04	0,04	0,11	-0,01	0,00	-0,04	0,08	-0,13	-0,07	-0,03
	CE	-0,05	-0,06	-0,26	-0,15	0,01	-0,13	-0,04	-0,01	-0,18	0,03	-0,33	-0,30	-0,26
	PE	-0,04	-0,05	-0,24	-0,14	-0,07	-0,01	-0,04	-0,03	-0,17	0,03	-0,29	-0,25	-0,22
	ES	0,01	0,01	-0,61	-0,29	0,40	0,46	0,00	0,02	-0,06	0,02	-0,39	-0,44	-0,24
	MG	0,00	-0,04	-0,30	-0,11	0,04	0,06	0,00	-0,01	-0,09	0,07	-0,21	-0,18	-0,12
	RJ	0,03	0,00	-0,36	-0,14	0,32	0,43	0,00	0,04	0,04	0,08	-0,23	-0,24	-0,09
	SP	0,01	0,02	0,24	0,07	0,01	0,02	0,01	0,01	0,08	0,07	0,18	0,13	0,10
	PR	0,00	-0,05	-0,26	-0,05	0,02	0,08	0,01	0,03	-0,01	0,09	-0,08	-0,02	0,01
	RS	0,01	-0,06	-0,28	-0,06	0,02	0,07	0,01	0,02	-0,04	0,09	-0,11	-0,05	-0,02
SC	0,00	-0,05	-0,30	-0,08	0,01	0,03	0,00	0,02	-0,08	0,08	-0,18	-0,13	-0,05	

Região		Aumento na produtividade: cenário Rio Grande do Sul (RS)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,01	-0,10	0,35	-0,13	-0,04	-0,03	-0,33	-0,05	-0,03	-0,16	-0,11	0,13	-0,11
	RestNE	-0,01	0,04	0,45	-0,11	0,00	0,00	-0,34	-0,02	-0,02	-0,16	-0,12	0,16	-0,14
	CO	0,06	-0,03	0,27	-0,20	-0,09	0,20	-0,35	-0,10	-0,17	-0,25	-0,29	-0,34	-0,32
	BA	-0,02	-0,11	0,39	-0,10	-0,02	0,03	-0,34	-0,04	0,01	-0,15	-0,02	0,03	-0,03
	CE	-0,04	-0,08	0,36	-0,10	0,07	-0,11	-0,38	-0,03	-0,09	-0,17	-0,14	0,15	-0,17
	PE	-0,04	-0,09	0,31	-0,10	-0,08	0,01	-0,35	-0,05	-0,08	-0,16	-0,12	0,11	-0,14
	ES	0,08	0,02	0,85	-0,17	0,26	0,31	-0,23	0,08	0,09	-0,04	-0,08	0,31	-0,13
	MG	-0,03	-0,08	0,33	-0,12	-0,03	-0,02	-0,32	-0,05	-0,04	-0,17	-0,10	0,13	-0,12
	RJ	0,05	0,05	0,59	-0,17	0,15	0,13	-0,18	0,03	0,02	-0,10	-0,19	-0,36	-0,24
	SP	-0,01	-0,04	0,27	-0,10	-0,01	0,01	-0,34	-0,05	-0,04	-0,12	-0,04	-0,03	-0,06
	PR	-0,05	-0,09	0,24	-0,07	-0,04	-0,02	-0,30	-0,03	-0,01	-0,16	-0,04	0,03	-0,04
	RS	0,00	0,09	-0,30	0,04	0,02	0,04	0,30	0,02	0,03	0,13	0,03	0,00	0,03
SC	-0,02	-0,09	0,29	-0,06	-0,04	-0,01	-0,32	-0,02	-0,01	-0,15	0,03	0,03	0,07	

Fonte: Elaboração própria.

Novamente, os resultados do fluxo de comércio reforçam os aspectos já destacados: a proximidade é um fator relevante, embora a posição relativa, em termos de dinâmica produtiva e a interdependência regional das regiões próximas pareçam ser decisivas para os *spillovers*.

Embora o efeito do aumento da produtividade não altere o emprego agregado, dada a hipótese de fechamento adotada, essa modificação resulta na liberação do fator, impactando a composição do emprego nas regiões. De modo geral, o aumento da produtividade leva as regiões que obtiveram tal incremento produtivo a ampliarem a composição do fator trabalho de alta qualificação e a reduzirem, em geral, os de baixa, conforme apresentados na Tabela 16<sup>32</sup>.

Tabela 16 - Resultados do aumento na produtividade sobre a composição do fator trabalho

Qualificação fator trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Norte												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho de baixa qualificação	-0,12	-0,27	-0,54	-0,09	-0,10	-0,18	0,32	-0,01	0,06	-0,02	-0,10	0,10	-0,12
Trabalho de média qualificação	-0,07	0,04	-0,03	0,01	-0,01	0,00	0,15	0,01	0,24	-0,04	-0,02	-0,05	0,02
Trabalho de alta qualificação	0,10	0,13	0,29	0,04	0,07	0,05	-0,35	0,00	-0,12	0,04	0,06	-0,03	0,04
Qualificação fator trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Ceará												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho de baixa qualificação	-0,15	-0,26	-0,49	-0,10	-0,13	-0,21	0,34	-0,02	0,04	-0,05	-0,10	0,09	-0,10
Trabalho de média qualificação	-0,06	0,03	-0,05	0,02	-0,03	0,02	0,17	0,01	0,24	-0,03	-0,02	-0,05	0,02
Trabalho de alta qualificação	0,11	0,13	0,28	0,04	0,09	0,05	-0,38	0,00	-0,11	0,04	0,06	-0,03	0,03
Qualificação fator trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Centro-Oeste												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho de baixa qualificação	-0,08	-0,15	-0,28	-0,06	-0,07	-0,10	0,18	0,00	0,04	0,00	-0,05	0,06	-0,07
Trabalho de média qualificação	-0,03	0,02	-0,02	0,02	-0,01	0,00	0,08	0,01	0,12	-0,02	-0,01	-0,03	0,02
Trabalho de alta qualificação	0,06	0,07	0,15	0,02	0,05	0,03	-0,19	-0,01	-0,06	0,01	0,03	-0,02	0,02
Qualificação fator trabalho	Aumento 1% PTF: cenário São Paulo												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho de baixa qualificação	-0,02	-0,03	0,45	-0,05	0,08	-0,16	0,10	0,01	-0,04	-0,06	0,02	0,07	-0,01
Trabalho de média qualificação	-0,02	-0,01	-0,20	0,01	0,05	0,06	0,09	0,02	0,11	0,06	0,03	-0,03	0,00
Trabalho de alta qualificação	-0,02	-0,02	-0,05	0,02	-0,09	0,00	-0,16	-0,02	-0,04	0,04	-0,03	-0,02	0,00
Qualificação fator trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Rio Grande do Sul												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho de baixa qualificação	-0,10	-0,20	-0,56	-0,06	-0,09	-0,11	0,22	-0,01	0,06	0,02	-0,07	0,10	-0,10
Trabalho de média qualificação	-0,04	0,03	0,03	0,01	-0,02	-0,01	0,10	0,01	0,16	-0,04	-0,02	-0,04	0,02
Trabalho de alta qualificação	0,07	0,10	0,24	0,02	0,07	0,04	-0,24	-0,01	-0,08	0,02	0,04	-0,04	0,03

Fonte: elaboração própria.

<sup>32</sup> A Tabela 16 apresentada os resultados para os cenários Norte (NO), Ceará (CE), Centro-Oeste (CO), São Paulo (SP) e Rio Grande do Sul (RS). Os resultados para os demais cenários são apresentados no apêndice D.



Um dos principais efeitos do aumento na produtividade é a capacidade de uma firma produzir o mesmo nível de produção utilizando menor quantidade de fatores produtivos, ou ainda, ampliar a produção com a mesma quantidade desses fatores. Por conseguinte, há uma pressão para redução dos pagamentos dos fatores, principalmente do trabalho. Tal relação é evidenciada nos resultados agregados, demonstrado na Tabela 16. Consequentemente, uma das principais fontes de ampliação no produto das regiões é o uso dos fatores primários.

Por esse aspecto, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, em geral, ampliam sua participação de mão de obra de alta qualificação quando outras regiões adquirem ganhos de produtividade. A dinâmica produtiva e a dependência regional são capazes de explicar a movimentação do fator trabalho, que pode ocorrer devido a uma maior demanda por um insumo que utiliza esse fator de forma mais intensiva. Entretanto, quando a produtividade em São Paulo é ampliada, essas regiões obtêm perdas do fator trabalho de alta qualificação, que, em geral, migram para o sudeste do país, sobretudo São Paulo. Esse resultado vai ao encontro das evidências levantadas pela NGE, de que quando a região mais produtiva e dinâmica da economia obtém ganhos de produtividade, acontece um movimento migratório de mão de obra qualificada e de firmas para essa localidade.

Como observado, os incrementos na produtividade total dos fatores tendem a produzir resultados heterogêneos, desde o aumento no PIB de uma região e diminuição em outra, desvios de comércio e modificação na utilização do fator trabalho. Todos esses efeitos resultam em impactos sobre o bem-estar de formas distintas entre as regiões. Portanto, mesmo que o aumento de produtividade tenda a beneficiar o resultado agregado, ele pode gerar perdas de bem-estar em algumas regiões devido às ocorrências citadas.

Na Figura 17 são apresentados os resultados sobre o nível de bem-estar, que, em questão, é mensurado como variação equivalente<sup>33</sup>. Nesse contexto, um ponto a se destacar é que a mudança na produtividade impacta positivamente o bem-estar na própria região. Sendo que, nesse caso, Centro-Oeste, Rio de Janeiro e Bahia são os que possuem a maior capacidade de ampliar o nível em suas próprias regiões quando estimulada a produtividade.

O resultado para o Centro-Oeste é uma consequência direta sobre o desempenho do PIB na região. Diferente de outras regiões, quando estimulada a produtividade do CO, o maior efeito recai na própria região (aumento de 0,21% no PIB), superando muito a magnitude da segunda

---

<sup>33</sup> Para melhor apresentação dos resultados, transformou-se a variação equivalente em percentual, com base na renda disponível.

região mais afetada (Ceará 0,08%). De modo geral, os efeitos de distúrbios na produtividade regional do CO são mais concentrados, levando a um impacto maior no bem-estar da própria região.

Figura 17 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) na região que recebe o incremento na produtividade (em %)



Fonte: elaboração própria.

Para o Rio de Janeiro, dois aspectos explicam esse resultado: em primeiro lugar, o RJ é o segundo estado que mais remunera o fator trabalho, cerca de 11% do total, e terceiro em termos de participação total no emprego (8,3%). Em segundo lugar, embora o efeito do aumento da produtividade não seja concentrado, como o ocorrido com o CO, é possível que a especialização na produção da indústria extrativa esteja no cerne do resultado sobre o desempenho do nível de bem-estar da região. Como observado anteriormente na seção 5.1, o RJ é uma das poucas regiões que obtiveram incrementos de produtividade no período de 2002 a 2014, sendo a indústria extrativa o principal condutor desse desempenho.

O resultado mais importante é o de São Paulo. Embora os resultados sobre o nível de bem-estar sejam um reflexo do desempenho no PIB e das relações intra e inter-regionais, SP, que é a região com maior dinamismo produtivo e que ocupa a primeira posição na remuneração

do fator trabalho, não produz os maiores efeitos sobre o nível de bem-estar quando sua produtividade é estimulada. Isso se dá devido a uma maior diversificação produtiva da região e ao nível de eficiência produtiva ser relativamente superior aos demais estados. Dito de outra maneira, São Paulo concentra a maior parte da produção e do fator trabalho do país, de modo que modificações na produtividade, na forma como foi conduzida, tem maiores impactos em regiões menos desenvolvidas produtivamente. Esse efeito aponta para o seguinte resultado: a melhoria na produtividade total dos fatores em regiões menos desenvolvidas tende a reduzir as disparidades regionais.

Os efeitos mais importantes no nível de bem-estar referem-se à propagação nas demais regiões. Logo, na Tabela 17 são apresentados os resultados sobre o bem-estar para cada uma das regiões. Observa-se que o Centro-Oeste é a região mais beneficiada em decorrência das mudanças na produtividade em outras regiões. Isso só não acontece quando a alteração na produtividade se origina em São Paulo. Além disso, o Ceará aparece como a segunda região mais beneficiada. De certa forma, esse resultado é um reflexo do ocorrido com o PIB. Porém, diferente desse, em que as regiões em geral obtiveram ganhos no PIB, algumas regiões são afetadas negativamente. De modo geral, a realocação dos fatores produtivos e da produção faz com que as regiões, mesmo que ampliando a eficiência produtiva, percam bem-estar.

Tabela 17 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) na em todas regiões (em %)

Regiões	Choque: aumento de 1% na PTF												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
NO	0,43	0,21	0,12	0,08	0,25	0,33	0,22	0,12	0,07	0,09	0,17	0,14	0,17
RestNE	-0,07	0,02	-0,02	-0,02	-0,06	-0,02	-0,05	-0,02	-0,08	-0,08	-0,04	-0,02	-0,06
CO	1,96	1,40	1,25	0,99	1,89	2,49	0,36	1,44	2,11	-0,52	1,82	1,66	1,13
BA	-0,29	-0,24	-0,18	0,47	-0,29	-0,32	-0,31	-0,19	-0,58	-0,06	-0,28	-0,24	-0,26
CE	0,26	0,22	0,15	0,10	0,35	0,39	0,27	0,12	0,23	0,16	0,23	0,17	0,24
PE	0,21	0,17	0,11	0,07	0,24	0,36	0,20	0,09	0,11	0,19	0,17	0,13	0,18
ES	-2,27	-1,60	-1,19	-0,84	-2,30	-3,44	0,31	-1,39	-1,86	0,02	-1,89	-1,57	-1,56
MG	0,00	0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,09	-0,03	0,31	0,06	0,05	-0,03	-0,03	-0,01
RJ	-0,26	-0,17	-0,13	-0,12	-0,22	-0,27	-0,32	-0,26	0,66	-0,08	-0,20	-0,20	-0,16
SP	-0,30	-0,16	-0,21	-0,18	-0,25	-0,50	0,06	-0,31	-0,42	0,44	-0,38	-0,35	-0,20
PR	-0,05	-0,17	-0,03	-0,06	-0,11	0,29	-0,06	0,05	-0,48	-0,46	0,08	0,01	0,02
RS	-0,14	-0,16	-0,09	-0,09	-0,14	0,00	-0,14	-0,09	-0,54	-0,22	0,02	0,08	0,03
SC	-0,30	-0,32	-0,18	-0,16	-0,34	-0,19	-0,33	-0,15	-0,65	-0,21	0,06	0,02	0,10

Fonte: elaboração própria.

Dessarte, observa-se, na Tabela 18, que a proximidade regional é importante na propagação dos efeitos sobre o bem-estar, principalmente, para as regiões Norte, Nordeste e Sul, que no caso se beneficiam de incrementos produtivos oriundos da própria região. A exceção ocorre no Sudeste, no qual o efeito da competição ou do deslocamento produtivo afeta negativamente a região como um todo, como para Minas Gerais e Rio de Janeiro. Assim, de

modo geral, o efeito da produtividade sobre o bem estar segue os resultados da modificação no produto.

Tabela 18 - Resultados do aumento na produtividade sobre bem-estar (variação equivalente) nas macrorregiões (em %)

Região	Choque: aumento de 1% na PTF												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
NO	0,43	0,21	0,12	0,08	0,25	0,33	0,22	0,12	0,07	0,09	0,17	0,14	0,17
NE	0,03	0,04	0,02	0,15	0,06	0,10	0,03	0,00	-0,08	0,05	0,02	0,01	0,03
CO	1,96	1,40	1,25	0,99	1,89	2,49	0,36	1,44	2,11	-0,52	1,82	1,66	1,13
SE	-0,71	-0,48	-0,38	-0,29	-0,69	-1,07	0,00	-0,41	-0,39	0,11	-0,63	-0,54	-0,48
SUL	-0,16	-0,22	-0,10	-0,10	-0,20	0,03	-0,18	-0,06	-0,56	-0,30	0,05	0,04	0,05
NO + NE	0,11	0,07	0,04	0,14	0,10	0,15	0,07	0,02	-0,05	0,06	0,05	0,04	0,05
SE + SUL	-0,47	-0,37	-0,26	-0,21	-0,48	-0,60	-0,07	-0,26	-0,46	-0,06	-0,34	-0,29	-0,25

Fonte: elaboração própria.

Sendo assim, embora os resultados apresentados para a mudança na produtividade regional possuam certa limitação, uma vez que tal alteração não acontece de forma homogênea em todos setores, conforme a implementação do choque, o direcionamento dos efeitos traz interpretações relevantes que atendem ao propósito desta pesquisa. Entre elas, conforme já destacado, as relações de dependência intra e inter-regional são essenciais para a propagação dos *spillovers*. Além disso, a proximidade regional possui um papel fundamental no desempenho da atividade produtiva, sobretudo, nas regiões relativamente menos desenvolvidas. Por fim, nas regiões mais dinâmicas, tal como o Sudeste, os distúrbios exógenos na produtividade em alguns estados produz um efeito competitivo, no sentido de realocação produtiva, que impacta negativamente a região em termos agregados.

### 5.3.2 Mudanças setoriais de produtividade

Como já mencionado, e em contraste com as mudanças regionais, o estudo dos efeitos das mudanças setoriais tem uma longa tradição na literatura. Apesar disso, pouco se sabe sobre como a geografia da atividade econômica afeta os efeitos das mudanças na produtividade setorial. No contexto da economia brasileira a compreensão desses mecanismos é de suma importância, principalmente para os formuladores de políticas públicas que conduzem programas e incentivos ao aumento da produtividade nacional.

Sendo assim, a estrutura deste trabalho destaca dois canais principais pelos quais a geografia afeta o impacto agregado das mudanças setoriais. Primeiro, o comércio regional é

oneroso, de modo que dado um conjunto de vínculos insumo-produto, as mudanças setoriais de produtividade produzirão diferentes resultados econômicos, dependendo da concentração geográfica das atividades produtivas. Em segundo, a estrutura produtiva e a infraestrutura são fatores fixos localmente. Embora elas possam ser alteradas ao longo do tempo, não é razoável assumir que uma região consiga alterá-las radicalmente em um espaço curto de tempo. Em vista disso, as mudanças que afetam setores concentrados em regiões com abundância desses fatores tenderão a ter efeitos maiores. Além disso, as economias de escala e os efeitos da aglomeração tendem a ampliar os resultados da mudança na produtividade em certas localidades.

Ademais, o modelo SBM-TEC permite calcular os efeitos setoriais e regionais com relação a uma mudança de produtividade em qualquer setor em qualquer região. Nesta subseção, portanto, são traçados os efeitos sobre a economia brasileira devido às mudanças na produtividade de setores em regiões específicas – aquelas que possuem importância nacional.

Nesse sentido, a região Centro-Oeste do Brasil é conhecida pelo seu papel na produção agropecuária. Em 2015, somente o CO respondeu por 24%, ou basicamente um quarto, de toda a produção agropecuária do país. Para efeito de comparação, as regiões subsequentes com as duas maiores parcelas de produção nesse setor são São Paulo e Minas Gerais, com 11,6% e 11,4%, respectivamente, enquanto boa parte das outras regiões possuem parcelas de produção inferiores a uma média de 5,3%.

A região de São Paulo, por sua vez, concentrou 37,6% da produção da indústria de transformação em 2015. Minas Gerais e Rio Grande do Sul, as regiões subsequentes com maiores participações, possuem apenas 9,5% e 8,7%, respectivamente, enquanto as demais possuem participação inferior a 4,4% em média. Isso mostra que São Paulo é a principal região para a dinâmica produtiva da indústria de transformação no país.

Dada a importância do setor agropecuário e da indústria de transformação, é apropriado descrever a maneira pela qual as mudanças de PTF nesses setores e regiões se propagaram para todos os outros setores e regiões da economia brasileira. Além disso, toda a dinâmica teórica e empírica dos modelos da Nova Geografia Econômica (NGE) analisam a dualidade regional na produção dos setores modernos (indústria de transformação) e setores tradicionais (agropecuário).

### **5.3.2.1 Resultados agregados da mudança da produtividade**

Assim como na análise dos efeitos regionais, esta subseção se inicia pelos efeitos agregados das mudanças setoriais apresentados na Tabela 19. A priori, como esperado, a mudança na produtividade setorial reduz o nível de preços, aumenta o consumo agregado e gera impactos positivos no bem-estar (variação equivalente) e no PIB. Observa-se que o resultado sobre o PIB real, devido à mudança na produtividade da indústria de transformação em São Paulo, é quase cinco vezes maior do que a mesma mudança no setor agrícola no Centro-Oeste. Além disso, o nível de bem-estar produzido por São Paulo é maior do que o do Centro-Oeste. De modo geral, esse resultado é esperado, dada a composição da produtividade de São Paulo e das relações de interdependência, principalmente, com a indústria de transformação.

Ainda outro aspecto sobre os resultados agregados merece destaque. A mudança na produtividade na indústria de transformação em São Paulo afeta diretamente a competitividade das firmas, uma vez que apresentam custos de produção mais baixos. Nesse cenário, investidores anteveem retornos potenciais mais elevados, o que afeta positivamente a demanda por investimentos reais. Além disso, a maior demanda por investimentos em regiões mais competitivas, como o caso de São Paulo, coloca pressões adicionais nos preços dos investimentos, no sentido de aumentá-los. Esses efeitos podem ser observados na Tabela 19.

Entretanto, um processo distinto ocorre quando a produtividade na região Centro-Oeste é ampliada. Embora a demanda por investimento real aumente, o preço dos investimentos se reduz, resultando inclusive em redução no estoque de capital agregado.

Para compreender esse resultado, cabe voltar às relações apresentadas pelo modelo. Assim, a trajetória dos efeitos produzidos pelo aumento na produtividade do setor agropecuário é idêntica à trajetória de São Paulo. De maneira que o aumento da produtividade afeta o custo de produção, no sentido de reduzi-lo. Dessa forma, os investidores, novamente, anteveem retornos potenciais mais elevados, o que os leva a ampliar a demanda por investimentos reais. Todavia, uma maior demanda por investimentos em regiões menos produtivas dinamicamente não possui o potencial de afetar o nível de preços dos investimentos agregados a ponto de aumentá-los.

Com relação ao estoque de capital, como os fatores podem mover-se entre regiões, novas decisões de investimento definem a realocação marginal das atividades. Isso acontece de modo que algumas regiões perdem e outras ampliem seu estoque de capital, sendo que o resultado agregado depende das duas forças contrapostas. No caso da ampliação na

produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste, esse efeito manifesta-se negativamente ao nível agregado. Isso é possível devido à concentração da atividade produtiva na região.

Tabela 19 - Resultados agregados (em variação percentual)

Nível de atividade	Choque: aumento de 1% na PTF	
	Setor agropecuário CO	Indústria de transformação SP
<i>Preços</i>		
Índice de preços de investimento	-0,57	0,78
Índice de preços ao consumidor	-0,51	-0,50
Índice de preços de exportação	-0,12	-0,54
Índice de preços do governo regional	0,00	-0,58
Índice de preços do governo federal	-0,35	-0,50
Price index - interregional trade	-0,33	-0,54
Deflator implícito do PIB	-0,27	-0,28
<i>Fatores primários</i>		
Pagamentos agregados ao capital	-0,58	-0,26
Pagamentos agregados ao trabalho	-0,49	-0,43
Estoque de capital agregado	-0,01	0,04
<i>Demanda agregada</i>		
Consumo real das famílias	0,01	0,07
Investimento real agregado	0,05	0,21
Demanda do governo regional real	0,02	0,05
Demanda do governo federal real	0,03	0,04
Volume de exportação	0,09	0,67
<i>Indicadores agregados</i>		
Variação equivalente (R\$)	665,97	952,11
PIB real	0,05	0,23

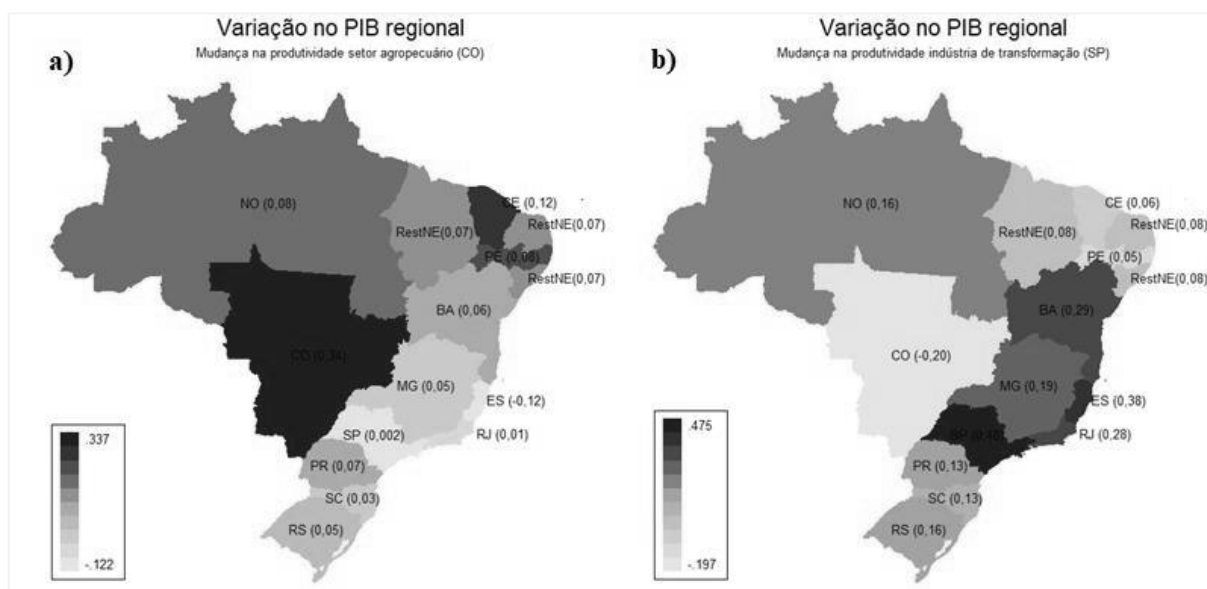
Fonte: elaboração própria.

No caso das exportações, conforme destacado na seção anterior, há limitações em sua análise. Todavia, o efeito da mudança na produtividade em São Paulo sobre as exportações agregadas é mais de 7,4 vezes maior do que o efeito causado pelo Centro-Oeste. Basicamente, isso é reflexo da estrutura produtiva, de modo que a indústria de transformação detém 55,8% do total de bens e serviços exportados do ano de 2015, enquanto o setor agropecuário 15%. Além disso, a indústria de transformação possui a maior interdependência setorial, de modo que alterações em sua produtividade atingem um número maior de outros setores, o que os leva a aumentarem também suas exportações.

Ao analisar o efeito da mudança da produtividade sobre o PIB das regiões, na Figura 18, observa-se que a maior magnitude se concentra na região que recebeu o choque. Além disso, para a mudança no Centro-Oeste, os estados do Ceará e de Pernambuco são as regiões

subsequentes mais impactadas positivamente. No caso de São Paulo, o Espírito Santo e Bahia são os mais afetados positivamente.

Figura 18 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB regional (em %)



Fonte: elaboração própria.

As regiões menos afetadas pela alteração na produtividade no Centro-Oeste, por sua vez, são Espírito Santo e São Paulo, sendo o ES afetado negativamente. Por outro lado, quando a mudança tem origem em São Paulo, um movimento oposto é observado, pois o PIB do Centro-Oeste é afetado negativamente. De certa forma, os resultados da simulação para uma mudança na produtividade regional identificaram esse movimento, demonstrando a existência de vínculos de competição entre São Paulo e Centro-Oeste.

Em termos regionais, conforme pode ser constatado na Tabela 20<sup>34</sup>, para mudanças na produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste, as regiões do Nordeste e Norte do país obtêm os maiores resultados, e para mudanças na indústria de transformação em São Paulo, os maiores impactos recaem sobre as regiões Sudeste e Sul. Esse resultado indica que a proximidade e a complementariedade da estrutura produtiva são fatores relevantes para a determinação dos efeitos da mudança na produtividade. Apesar disso, como observa-se na Figura 18, a alteração na produtividade em São Paulo produz resultados no PIB da região Norte

<sup>34</sup> Os resultados são agregados em Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Além disso, também foi agregado o Norte ao Nordeste (NO + NE) e o Sudeste ao Sul (Sudeste + Sul).



e Bahia que superam os do Paraná e Santa Catarina, ou seja, os PIBs de regiões que possuem maior proximidade relativa.

Tabela 20 - Resultados do aumento na produtividade sobre o PIB macrorregiões (em %)

Região	Choque: aumento de 1% na PTF	
	CO	SP
NO	0.08	0.16
NE	0.08	0.12
CO	0.34	-0.20
SE	-0.01	0.33
SUL	0.05	0.14
NO + NE	0.08	0.13
SE + SUL	0.01	0.25

Fonte: elaboração própria.

Os resultados da seção anterior fornecem pistas para compreender melhor esse resultado, de modo que se faz necessário um retorno à Tabela 7 do capítulo 4 desta tese<sup>35</sup>. Dessa forma, quando analisada a parcela de produção setorial de cada região, contata-se que dentre as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste, o Norte e a Bahia possuem a maior participação na produção setorial da indústria de transformação. Além disso, São Paulo possui maior interdependência regional e setorial com essas regiões do que os estados do Sul do país, conforme é possível contatar na Tabela 6, também no capítulo 4<sup>36</sup>. Assim, embora a proximidade geográfica seja um fator importante, os vínculos intersetoriais e inter-regionais, principalmente os de complementariedade, exercem influências que podem superar os efeitos positivos da proximidade.

A existência de vínculos de interdependência regional e setorial ajuda a compreender os efeitos da mudança da produtividade. No entanto, apenas ela não é capaz de explicar toda a modificação na dinâmica produtiva das regiões. Isso porque, no que tange às especificidades do setor, a mudança na produtividade influencia a dinâmica produtiva regional de forma distinta, de acordo com as características do setor.

Ademais, a alteração na produtividade dos setores tradicionais e modernos, na forma usualmente denominada pela NGE, impacta as regiões e setores de formas distintas. Assim, duas perguntas emergem desses resultados: qual o efeito da ampliação da produtividade de um setor na realocação produtiva da própria região? E quais são os canais e efeitos que a mudança

<sup>35</sup> Capítulo 4, Tabela 7 página 93.

<sup>36</sup> Capítulo 4, Tabela 6 página 87.

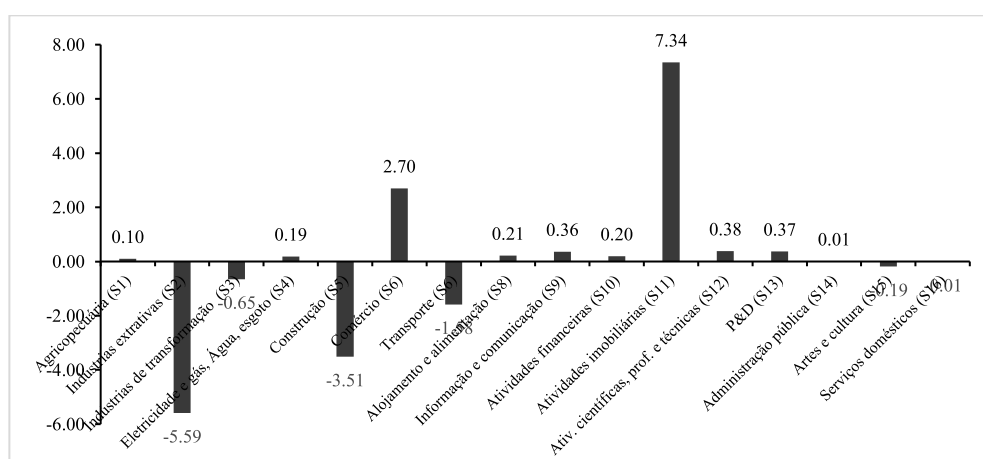
na produtividade setorial em uma região impactam o produto e o bem-estar de outras regiões? Para responder tais questionamentos, cabe compreender os efeitos na própria região. Assim, será feita uma análise da ampliação na produtividade da indústria de transformação em São Paulo.

### 5.3.2.1 Os efeitos setoriais e regionais da mudança na produtividade em São Paulo

Um dos efeitos diretos do aumento da produtividade total dos fatores é a capacidade conferida ao setor de manter o mesmo nível de produção utilizando uma quantidade menor de fatores produtivos, ou ainda, ampliar a produção com a mesma quantidade de insumos. Quando isso acontece, há a liberação do fator trabalhado, gerando pressões para a redução do preço do fator. No âmbito da própria região, outros setores se beneficiam dessa redução, o que gera realocações do fator trabalho nos diferentes setores da economia.

Esse efeito pode ser observado na Figura 19, na qual a indústria de transformação que obteve o incremento na produtividade reduziu a utilização do fator trabalho. Com a liberação do fator, o trabalho tende a se alocar, principalmente, no setor “Agropecuário” (S01) e nos setores de serviços, tais como “Comércio” (S6), “Atividades imobiliárias” (S11) e “Atividades científicas” (S12).

Figura 19 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo de São Paulo (em %)

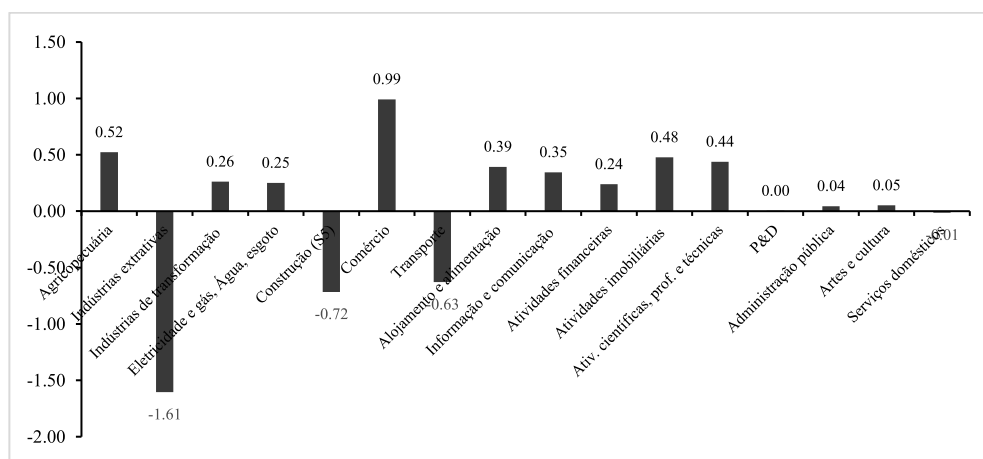


Fonte: elaboração própria.

Nesse contexto, embora a indústria de transformação tenha reduzido a utilização do fator trabalho, a produção aumenta, conforme apresentado na Figura 20. Para os demais setores,

aqueles que ampliam a utilização do trabalho, ampliam a produção. Esses resultados seguem o mecanismo de funcionamento do choque realizado. Dessa maneira, o setor que amplia a produtividade tem a capacidade de aumentar a produção utilizando menores quantidades de insumos. Os demais setores, por sua vez, são capazes de modificar sua produção por meio de ampliação do uso de insumos primários.

Figura 20 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a produção para cada setor produtivo (em %)



Fonte: elaboração própria.

Por conseguinte, ao menos dois aspectos merecem destaque: o efeito negativo mais acentuado dos setores “Indústria extrativa” (S02), “Construção” (S05) e “Transportes” (S07); e o efeito, de certa forma, irrelevante do produto do setor de “P&D” (S13).

No primeiro caso, o resultado sobre a “Indústria de extrativa” (S02) e “Construção” (S05) é uma consequência direta da demanda regional pelos insumos dessa natureza, principalmente por parte da indústria de transformação. Para o setor de “Transportes” (S07), embora os feitos também se traduzam em redução da demanda, a análise é um pouco mais complexa, uma vez que a produção do setor não está necessariamente ligada ao fornecimento de insumos. Logo, para esse setor, a redução na produção pode ser retratada como uma alteração poupadora do bem-margem ou custo de transporte, ou seja, o uso desse serviço por unidade de produto é reduzido, implicando numa redução direta da produção do setor.

O segundo caso é em relação ao setor de “P&D” (S13). Embora o setor se beneficie da ampliação na produtividade da indústria de transformação, pelo aumento da utilização do fator trabalho, o produto do setor tem um desempenho irrelevante em termos relativos. Isso demonstra a baixa interdependência que o setor possui em relação às demais atividades

produtivas da economia. Embora o setor de “P&D” seja altamente concentrado no estado de São Paulo, conforme destacado no capítulo 4, a resposta frente a uma alteração na produtividade da indústria de transformação, que teoricamente deveria possuir alta conexão, é quase nula. De certa forma, esse resultado foi identificado no capítulo 4, no qual os índices de ligação de *Rasmussen-Hirschman* atestaram para um baixo poder de encadeamento do setor de P&D na economia.

Compreendido os efeitos sobre o trabalho e a produção setorial em São Paulo, passa-se para os *links* que afetam a produção em outras regiões. Na Tabela 21 são apresentados os resultados sobre o nível de produção setorial para cada região.

Tabela 21 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a produção para cada setor produtivo das demais regiões (em %)

Setores	Regiões											
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	0.282	0.263	-0.445	0.150	0.603	0.496	0.722	0.193	-3.135	0.139	0.188	0.169
Indústrias extrativas (S02)	-0.660	-1.053	5.780	1.414	-1.524	-3.381	-1.014	-0.989	0.381	3.419	1.617	-0.191
Indústrias de transformação (S03)	0.151	0.169	-1.256	-0.109	0.417	0.307	0.715	0.178	-0.456	-0.108	-0.039	0.095
Elet. e gás, água, esgoto (S04)	0.017	-0.051	-0.388	0.096	-0.037	0.016	0.366	-0.024	0.057	-0.080	0.021	-0.009
Construção (S05)	0.153	0.135	-0.051	0.115	0.150	0.060	-0.132	0.157	0.106	0.025	0.039	0.034
Comércio (S06)	0.196	0.076	-2.541	-0.189	0.476	0.511	1.128	0.196	-0.120	-0.830	-0.551	-0.240
Transporte (S07)	0.355	0.605	1.883	-0.256	-0.293	-0.655	-2.166	0.240	0.582	1.008	-0.028	0.002
Alojamento e alimentação (S08)	-0.183	-0.251	-0.457	0.245	-0.202	-0.083	0.731	-0.173	0.165	-0.250	0.168	0.006
Informação e comunicação (S09)	-0.057	-0.132	-0.658	0.167	-0.052	0.045	0.593	-0.035	0.071	-0.266	0.017	-0.024
Atividades financeiras (S10)	-0.107	-0.173	-0.349	0.213	-0.153	-0.054	0.445	-0.088	0.108	-0.169	0.100	0.002
Atividades imobiliárias (S11)	-0.188	-0.282	-0.680	0.351	-0.214	-0.076	0.860	-0.180	0.170	-0.345	0.149	-0.009
Ativ. científ., prof. e técnicas (S12)	0.068	0.067	-0.713	-0.017	0.140	0.165	0.178	0.082	-0.133	-0.187	-0.023	0.043
P&D (S13)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
Administração pública (S14)	-0.009	-0.026	-0.067	0.004	-0.036	-0.015	0.032	0.018	-0.003	0.045	0.013	0.071
Artes e cultura (S15)	-0.008	-0.019	-0.066	0.015	-0.025	-0.009	0.018	0.012	0.017	0.005	0.005	0.024
Serviços domésticos (S16)	0.005	0.008	0.016	-0.011	0.007	0.003	-0.029	0.006	-0.005	0.012	-0.006	0.001

Fonte: elaboração própria.

Além dos efeitos relacionados à indústria de transformação, a melhoria da produtividade em São Paulo nesse setor também significa que o estado agora possui uma vantagem comparativa menor em outros setores. Outras regiões, portanto, beneficiam-se de setores não relacionados à indústria de transformação, especialmente onde esses outros setores são relativamente grandes, como a *indústria extrativa* (S02) no Rio de Janeiro, conforme observa-se na Tabela 20. De certa forma, esses outros setores também veem uma redução dos custos de insumos intermediários e fatores primários.

Sem embargo, os efeitos supracitados dependem da interdependência regional e dos vínculos de complementariedade ou de competição, que no caso é dado pela relação insumo

produto. Assim, como o aumento da produtividade em São Paulo leva à ampliação da produção do setor agropecuário no próprio estado, isso afeta negativamente o produto desse setor na região Centro-Oeste. Em contrapartida, a produção agropecuária na região Sul eleva-se, devido, entre outros fatores, a uma maior relação de compra e venda de insumos com São Paulo. À vista disso, esses resultados reforçam que para o setor agropecuário há um vínculo competitivo entre São Paulo e Centro-Oeste e uma relação complementar com os estados da região Sul.

Os vínculos setoriais de complementariedade e competição são importantes e ajudam a entender as modificações na produção setorial em cada região. Todavia, a localidade geográfica e a forma como se expande o setor que obteve o incremento na produtividade são os fatores principais para as alterações regionais.

Para tentar compreender melhor esse efeito, observa-se também na Tabela 20 que a produção da indústria de transformação nos estados da região Sul sofre queda, enquanto que no Norte e Nordeste, exceto Bahia, há aumento. Existem ao menos duas explicações para esse resultado. Um deles está relacionado à proximidade. Isso porque com a expansão da indústria de transformação em São Paulo, a existência de economias externas de escala leva a uma maior concentração da atividade de produtividade no local, fazendo com que as regiões próximas percam uma parcela de mercado nesse setor. À vista disso, há uma relação de competição devido à proximidade com a região que obteve incrementos na produtividade. Dessa maneira, tais regiões afetadas direcionam sua produção a outras atividades, no caso da região Sul, esse movimento ocorre, principalmente, nos setores “Agropecuário” (S01), “Extrativo” (S02) e de “Construção” (S05), que possivelmente são complementares à economia de São Paulo.

A outra explicação está relacionada aos custos de produção. Logo, as regiões mais distantes se beneficiam dessa redução e expandem a produção nas atividades que possuem vantagens comparativas na própria região, devido a uma maior demanda interna, inter-regional ou externa. Assim, mesmo que exista uma relação de competição da indústria de transformação com a de São Paulo, tais regiões desfrutam da redução nos custos.

Outro indicador que mostra esse efeito é apresentado na Tabela 21, que mostra os efeitos sobre o fator emprego em cada região e setor. De modo geral, as regiões Norte e Nordeste aumentam a produção da indústria de transformação e do setor agropecuário, sobretudo, por meio da ampliação do fator trabalho. Na região Sul, por sua vez, o aumento da produção agropecuária também acontece via incremento do fator trabalho. Não obstante, a indústria de

transformação, que obteve reduções na produção, amplia a utilização do fator trabalho, indicando uma substituição de trabalho por capital.

Tabela 21 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo nas regiões (em %)

Setores	Regiões											
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	0,59	0,74	5,13	0,99	1,43	1,02	1,15	0,10	-11,13	2,07	1,86	1,16
Indústrias extrativas (S02)	-2,77	-3,82	21,90	5,80	-15,84	-16,52	-3,84	-3,82	1,46	11,99	15,40	-5,82
Indústrias de transformação (S03)	0,13	0,19	-0,21	0,23	0,38	0,34	0,71	0,10	-0,52	0,37	0,50	0,36
Elet. e gás, água, esgoto (S04)	-0,11	-0,18	0,32	0,33	-0,08	0,13	0,51	-0,18	0,23	0,15	0,42	0,18
Construção (S05)	-0,34	-0,27	0,73	-0,13	-0,31	-0,48	-1,02	-0,50	-0,37	-0,20	-0,36	-0,35
Comércio (S06)	0,63	0,27	-7,29	-1,04	1,33	1,43	2,85	0,82	-0,72	-2,63	-1,90	-0,79
Transporte (S07)	0,53	1,28	4,55	-0,49	-0,73	-1,55	-4,08	0,36	1,07	2,48	0,08	0,05
Alojamento e alimentação (S08)	-0,42	-0,49	0,33	0,51	-0,55	-0,39	0,81	-0,47	0,26	-0,06	0,53	0,09
Informação e comunicação (S09)	-0,16	-0,24	-0,26	0,35	-0,21	-0,05	0,77	-0,10	0,16	-0,22	0,19	0,03
Atividades financeiras (S10)	-0,27	-0,34	0,08	0,37	-0,38	-0,20	0,62	-0,22	0,17	-0,16	0,28	0,04
Atividades imobiliárias (S11)	-10,96	-11,83	4,73	10,96	-12,84	-8,79	23,48	-9,52	4,84	-6,76	8,70	0,68
Ativ. científ., prof. e técnicas (S12)	0,01	0,06	-0,28	0,03	0,06	0,09	0,03	0,03	-0,20	-0,05	0,16	0,15
P&D (S13)	0,50	0,53	1,12	0,56	0,47	0,45	70,93	0,51	0,57	0,70	0,67	12,64
Administração pública (S14)	-0,01	-0,02	0,04	-0,01	-0,05	-0,03	-0,03	0,03	-0,01	0,10	0,03	0,10
Artes e cultura (S15)	0,11	0,10	0,60	-0,12	-0,01	0,04	-0,47	0,06	-0,07	0,19	0,03	0,09
Serviços domésticos (S16)	0,01	0,01	0,02	-0,01	0,01	0,00	-0,03	0,01	-0,01	0,01	-0,01	0,00

Fonte: elaboração própria.

Ainda cabe realizar um destaque setorial. Como é possível constatar na Tabela 21, o setor de “P&D” (S13) amplia sua utilização do fator trabalho em todas as regiões. Todavia, tal movimento não é refletido no aumento da produção do setor. Novamente, esse resultado reforça a baixa interdependência setorial e regional do setor.

Com relação às firmas, por sua vez, os setores que produzem um bem diferenciado em cada região são heterogêneos. Além disso, o fechamento adotado na simulação faz com que a entrada e saída das firmas no mercado conduza ao equilíbrio de longo prazo com a condição de lucro puro zero. Nesse caso, é assumido que o número de firmas que seguem a produção do setor de modo a manter a consistência com as curvas de custo médio em forma de U. Porém, mesmo com essa estrutura adotada, os resultados permitem retirar algumas interpretações que vão ao encontro dos pressupostos teóricos levantados nesta tese. Os resultados são apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre o número de firmas dos setores que produzem um bem diferenciado

Setores	Regiões												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Ind. de transformação (S3)	30	51	-607	-27	114	59	100	153	-176	489	-72	-29	58
Elet. e gás, água, esgoto (S4)	0	-1	-6	1	0	0	1	0	1	10	-1	0	0
Transp., armazenagem e correio (S7)	24	51	438	-21	-10	-28	-101	77	69	-588	307	-8	0
Informação e comunicação (S9)	-1	-5	-61	6	-1	1	11	-4	11	265	-27	2	-2
Ativ. científicas, prof. e técnicas (S12)	15	24	-463	-6	25	35	32	77	-129	1404	-122	-17	20
P&D (S13)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

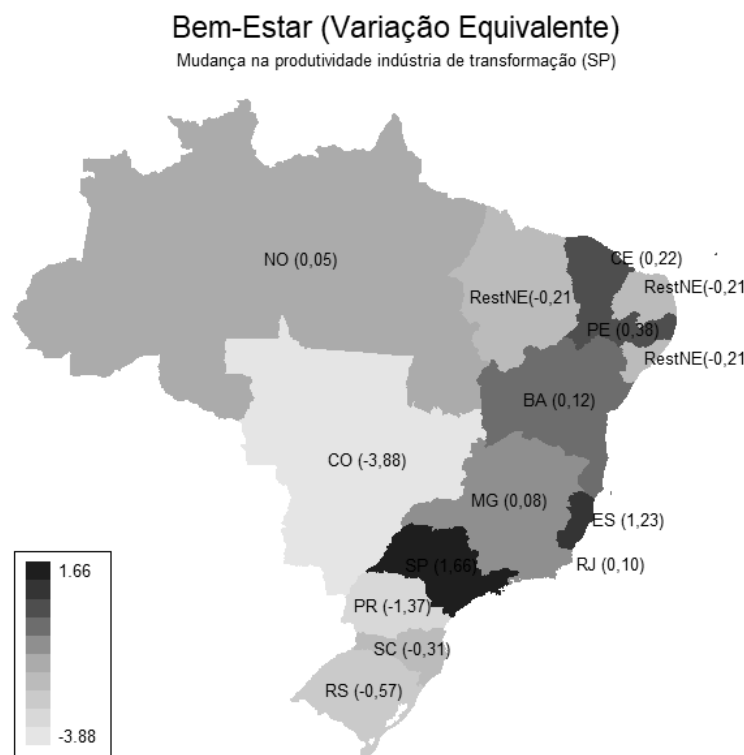
Fonte: elaboração própria.

Observa-se, na Tabela 22, que a entrada e saída de firmas acompanha os resultados do produto, conforme esperado. Entretanto, um fator merece destaque: São Paulo, que possui a maior concentração de firmas do setor de “Atividade científica e profissionais técnicos” (S12), amplia substancialmente essa diferença. Isso indica que as atividades de maior qualificação técnica tendem a se concentrar espacialmente. Novamente, o setor P&D obteve um resultado quase nulo, evidenciando o baixo efeito sobre sua produção.

Com já salientado, os incrementos na produtividade total dos fatores produzem resultados heterogêneos nas regiões, desde modificações na produção setorial até alterações na composição dos fatores produtivos. Esses efeitos resultam em impactos sobre o bem-estar de formas distintas entre as regiões. Dessarte, mesmo que o aumento de produtividade tenda a beneficiar o resultado agregado, conforme constatado, ele pode gerar perdas de bem-estar em algumas regiões devido à alteração nos fatores produtivos e na produção. Assim, na Figura 21 são apresentados os resultados sobre o bem-estar para cada uma das regiões devido à alteração na produtividade da indústria de transformação em São Paulo.

Primeiro, observa-se que São Paulo é a região que mais amplia o bem-estar, uma vez que é a região que obteve o incremento produtivo. Outro aspecto é que embora a elevação na produtividade produza resultados positivos nos PIBs regionais, o mesmo não necessariamente se traduz em ganhos de bem-estar, como é possível constatar na região Sul. Uma possível explicação é que a modificação na produção ocorrida nos estados dessa região leva a uma migração dos trabalhadores da indústria de transformação para os setores agropecuário e extrativo. Como a remuneração nos setores tradicionais é relativamente menor que nos setores modernos, isso impacta diretamente a renda regional e, conseqüentemente, o bem-estar. Por fim, como esperado, devido aos efeitos sobre o produto, o Centro-Oeste é a região mais impactada negativamente.

Figura 21 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre o nível de bem-estar (variação equivalente) (em %)



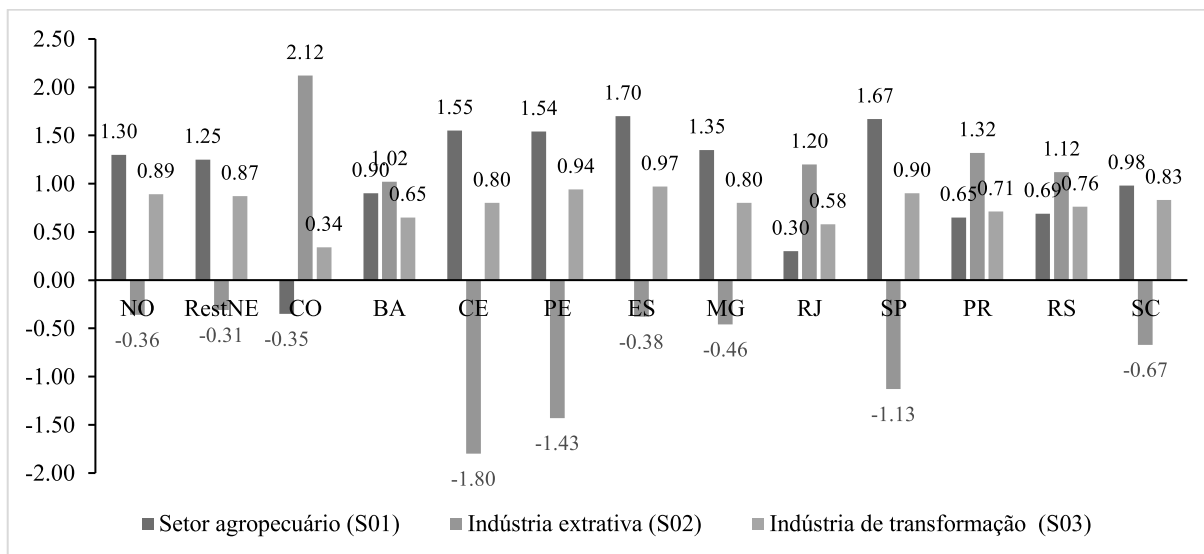
Fonte: elaboração própria.

Finalmente, cabe analisar os efeitos sobre as exportações regionais. A Figura 22 apresenta a variação percentual no volume de bens exportados por setor e para cada região<sup>37</sup>. Embora a mudança da produtividade afete o nível de produção nos setores de formas distintas, todas as regiões, em geral, ampliam suas exportações, mesmo naqueles setores em que ocorrem reduções na produção regional. Isso pode ser observado pela ampliação nas exportações da indústria de transformação, em que todas as regiões elevam o nível de exportações. No setor agropecuário apenas no Centro-Oeste foram verificadas quedas, possivelmente, associadas à redução na atividade produtiva do setor. Por fim, somente na indústria extrativa verifica-se quedas no nível de exportação em quase todas regiões. Nesse caso, o aumento do volume de exportação está relacionado ao fato da região ampliar ou não a produção do setor.

<sup>37</sup> Embora alguns setores ligados aos serviços possam exportar, as regiões exportadoras destes são concentradas em São Paulo. Assim, optou-se por apresentar os resultados apenas para os setores exportadores tradicionais: “Agropecuária” (S01), “Indústria extrativa” (S03) e “Indústria de transformação” (S03).



Figura 22 - Resultados do aumento da produtividade da indústria de transformação em São Paulo sobre as exportações setoriais (em %)



Fonte: elaboração própria.

Os resultados do aumento da produtividade total dos fatores na indústria de transformação em São Paulo, portanto, revelam dois aspectos, sendo que um deles diz respeito ao efeito sobre a dinâmica produtiva setorial da região. No caso em questão, com a ampliação da produtividade há a liberação do fator trabalho, que acaba por se alocar em outras atividades. Com isso, ocorrem alterações na composição produtiva das atividades econômicas da própria região. Isto é, há setores que obtêm ganhos e outros perdas, em termos de participação na produção total da região. No caso de São Paulo, isso se manifesta nos setores agropecuário e de serviços, que ampliam a produção, e da indústria extrativa, de construção e de transporte, com quedas na atividade produtiva. A dinâmica de setores ganhadores e perdedores depende, entre outros fatores, das vantagens comparativas e da capacidade de substituição dos fatores produtivos.

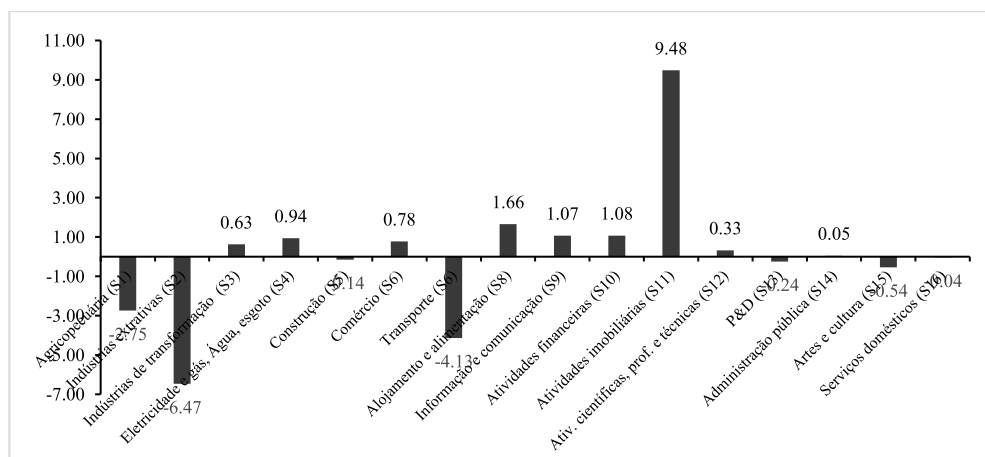
O outro aspecto refere-se aos efeitos sobre a atividade produtiva nas demais regiões. Em termos agregados, o efeito sobre o PIB regional parece estar diretamente associado à proximidade, principalmente, nas regiões em que a produção setorial atua complementarmente à atividade produtiva de São Paulo, como o setor agropecuário na região Sul. Entretanto, isso não necessariamente se traduz em ganhos de bem-estar. Além disso, isso se deve, sobretudo, à modificação na atividade produtiva regional. Nesse caso, a ampliação na produtividade da indústria de transformação em São Paulo faz com que a região Sul perca participação na produção desse setor e amplie a produção nos setores tradicionais, em geral agropecuário e extrativos, que acabam por remunerar menos o fator trabalho do que os setores modernos. Em

contrapartida, as regiões do Norte e Nordeste ampliam a produção na indústria de transformação, o que gera ganhos de bem-estar. Por consequência, o efeito nas demais regiões depende da proximidade, do tipo de vínculo de interdependência setorial, que pode ser complementar ou competitivo, e da composição da atividade produtiva regional.

### 5.3.2.2 Os efeitos setoriais e regionais da mudança na produtividade no Centro-Oeste

Passa-se agora para a análise da mudança na produtividade no setor agropecuário na região Centro-Oeste. Assim como para São Paulo, a análise será introduzida apresentando os resultados da própria região, que constam na Figura 23, com os dados sobre o fator trabalho em cada um dos seus setores. Assim como São Paulo, o setor que obteve o incremento na produtividade reduz a utilização do fator trabalho. O trabalho acaba por se deslocar, sobretudo, para os setores de serviços, como “Alojamento e alimentação” (S08) e “Atividades imobiliárias” (S11), bem como para os setores de “Indústria de transformação” (S03) e “Eletricidade e gás, água e esgoto” (S04).

Figura 23 - Resultados do aumento da produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste sobre a utilização do fator emprego para cada setor produtivo (Centro-Oeste) (em %)



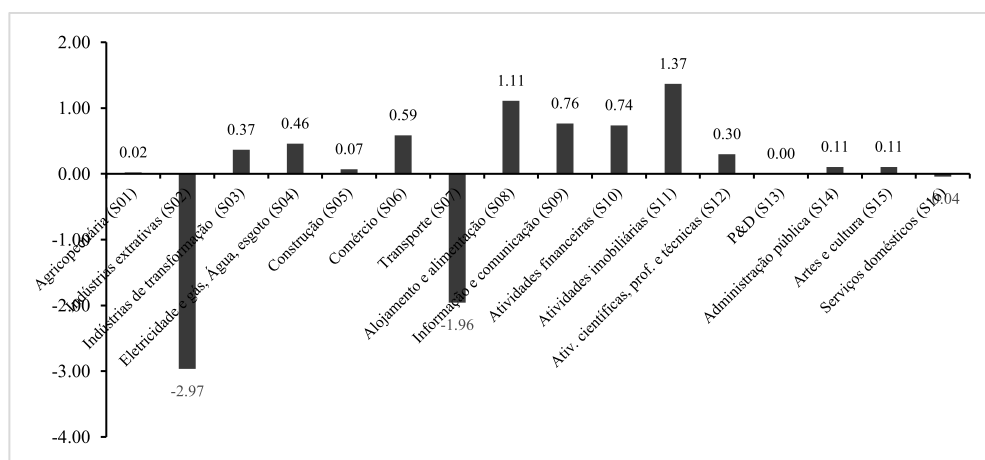
Fonte: elaboração própria.

Os setores de serviços são mais intensivos em trabalho e possuem maior capacidade de substituição dos fatores primários. Assim, com a queda no custo dos fatores, esses setores intensificam a utilização do trabalho. No caso do setor “Indústria de transformação” (S03) e “Eletricidade e gás, água e esgoto” (S11), o processo de substituição é mais oneroso, de modo que há limitações na alteração dos insumos primários.

Novamente, na mesma direção do que aconteceu no caso de São Paulo, os setores da “Indústria extrativa” (S02), “Construção” (S05) e “Transporte” (S07) são os mais afetados negativamente. De modo geral, a mudança na produtividade leva a uma redução na utilização de insumos oriundos da indústria extrativa e construção e também nos custos de transporte, manifestados por meio da queda no uso do setor.

Diferentemente de São Paulo, o aumento na produção setorial que recebe o incremento na produtividade é relativamente baixo, conforme observado na Figura 24. Possivelmente, esse resultado é um reflexo da vantagem comparativa existente na região. Entretanto, o efeito nos demais setores supera o ocorrido em São Paulo. Assim, há um aumento mais do que proporcional na produção de outras atividades, destacando-se os setores de serviços e a indústria de transformação. Esse resultado explica, em partes, o efeito no PIB regional ser mais concentrado no Centro-Oeste.

Figura 24 - Resultados do aumento da produtividade do setor agropecuário no Centro-Oeste sobre a produção para cada setor produtivo (Centro-Oeste) (em %)



Fonte: elaboração própria.

Os resultados para a produção setorial nas demais regiões, apresentados na Tabela 23, mostram uma redução generalizada na produção do setor “Agropecuária” (S01), com exceção do Rio de Janeiro. Novamente, esse resultado está associado a uma vantagem comparativa do setor. Com relação à produção da “Indústria de transformação” (S03), com exceção do Norte, Espírito Santo, Minas Gerais e Rio de Janeiro, todas as demais apresentam quedas. Além disso, mesmo nas regiões que ampliaram a produção nesse setor, os aumentos são relativamente baixo quando comparados ao Centro-Oeste. De modo geral, as regiões Norte e Nordeste obtêm

incrementos na produção nos setores de serviços enquanto que no Sudeste e Sul os aumentos acontecem na indústria extrativa e comércio.

Tabela 23 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre a produção para cada setor produtivo e as demais regiões (em %)

Setores	Regiões											
	NO	RestNE	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	-0,14	-0,21	-0,18	-0,15	-0,16	-0,18	-0,15	2,25	-0,24	-0,17	-0,17	-0,21
Indústrias extrativas (S02)	-0,14	0,23	2,29	-3,05	-10,19	0,17	-0,37	-0,35	1,41	8,93	6,94	2,99
Indústrias de transformação (S03)	0,01	-0,07	-0,13	-0,08	-0,05	0,07	0,05	0,32	-0,09	-0,08	-0,09	-0,06
Elet. e gás, água, esgoto (S04)	0,05	0,09	-0,13	0,12	0,06	-0,37	-0,08	-0,01	-0,06	-0,04	-0,05	-0,11
Construção (S05)	-0,04	-0,04	0,01	-0,01	0,00	-0,02	-0,05	-0,06	0,19	-0,02	-0,01	-0,02
Comércio (S06)	0,03	-0,26	0,04	-0,14	-0,03	-0,49	0,24	-0,09	-0,12	0,10	0,02	0,11
Transporte (S07)	-0,48	0,17	0,10	0,08	-0,05	1,96	0,08	0,68	-0,30	-0,02	-0,01	0,46
Alojamento e alimentação (S08)	0,18	0,28	-0,19	0,34	0,19	-0,94	-0,23	-0,05	-0,01	-0,10	-0,12	-0,33
Informação e comunicação (S09)	0,13	0,16	-0,19	0,21	0,11	-0,56	-0,07	0,03	-0,01	-0,03	-0,06	-0,16
Atividades financeiras (S10)	0,13	0,21	-0,23	0,26	0,13	-0,57	-0,16	-0,04	-0,05	-0,08	-0,09	-0,22
Atividades imobiliárias (S11)	0,20	0,31	-0,38	0,38	0,21	-1,05	-0,24	-0,07	-0,10	-0,10	-0,13	-0,33
Ativ. científ., prof. e técnicas (S12)	0,07	0,06	-0,19	0,05	-0,01	0,22	0,00	0,21	0,00	-0,10	-0,11	-0,09
P&D (S13)	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
Administração pública (S14)	0,02	0,04	-0,01	0,06	0,02	-0,06	-0,02	0,01	-0,06	-0,08	-0,03	-0,12
Artes e cultura (S15)	0,01	0,03	-0,02	0,04	0,01	-0,03	-0,02	0,03	-0,01	-0,04	-0,02	-0,06
Serviços domésticos (S16)	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Fonte: elaboração própria.

Para compreender melhor esses resultados, é necessário voltar à análise das características da região. Mormente, assim como para a análise anterior, parte dos resultados é explicado pelas relações de insumo-produto existentes. Conforme já destacado, o Centro-Oeste é a região que maior concentra a produção agropecuária do país. Além disso, a região possui relativo destaque como destino dos produtos das regiões. Por exemplo, o Centro-Oeste é a segunda região no Brasil de maior destino da produção de São Paulo, superando regiões mais desenvolvidas em termos produtivos, como Minas Gerais, Espírito Santo e os estados do Sul do país. Para as regiões Norte, Nordeste e Sul do país, o Centro-Oeste ocupa, em geral, a terceira posição entre os principais destinos da produção das respectivas regiões. Isso mostra a alta interdependência regional que o Centro-Oeste possui com as demais regiões.

A segunda questão é que os resultados apresentados na seção anterior dão um indicativo dos desdobramentos. Quando alterado o nível de produtividade da região Centro-Oeste, por um lado, as regiões Norte e Nordeste são as mais afetadas positivamente e, por outro, São Paulo é a região que apresenta o menor impacto. Esse efeito, possivelmente, é o que induz a queda na produção das regiões Sudeste e Sul, uma vez que os estados nessas regiões possuem maior dependência regional e setorial com São Paulo.

Por fim, em terceiro lugar, à medida que ocorre uma expansão da indústria de transformação no Centro-Oeste, a existência de economias externas de escala nesse setor leva a uma maior concentração da atividade produtiva no local, assim como aconteceu em São Paulo. Ou seja, a presença de retornos crescente à escala, associadas às economias de aglomeração, faz com que a produção da indústria de transformação se desloque para a região Centro-Oeste. Isso, em partes, explica a redução da atividade produtiva na indústria de transformação na região Nordeste e ao baixo desempenho do Norte.

De modo geral, os resultados do aumento da produtividade no Centro-Oeste diferem substancialmente dos encontrados para São Paulo. Basicamente, a alteração produtiva na indústria de transformação em São Paulo produz efeitos de descolamento produtivo que beneficiam as regiões Norte e Nordeste, principalmente pelo aumento na produção da indústria de transformação. No Sul do país acontece um movimento oposto. Devido à proximidade com São Paulo, os estados dessa região perdem participação na produção da indústria de transformação e ampliam nos setores de serviços e agropecuária.

Em contrapartida, os efeitos do aumento da produtividade no Centro-Oeste levam a um processo de concentração produtiva, que afeta negativamente a produção da indústria de transformação em quase todas as regiões. Nas regiões Norte e Nordeste esse movimento é explicado pela interdependência regional, associado, majoritariamente, ao um vínculo competitivo. No Sudeste e Sul, por sua vez, os mecanismos ocorrem devido aos efeitos negativos sobre a produção de São Paulo, que acaba por afetar essas regiões como um todo.

Por fim, ainda cabe destacar os efeitos sobre o setor tecnológico. Assim como aconteceu nas análises referentes à São Paulo, o efeito sobre a produção de P&D frente à mudança na produtividade é relativamente baixo em todas as regiões. Isso reforça os aspectos já levantados: de que a produção de tecnologia no país, representada pela atividade de P&D, possui baixa interdependência com os setores produtivos.

Ao que tudo indica, todos esses efeitos descritos impactam o nível de bem-estar. Novamente, embora o resultado agregado seja positivo, tanto a nível nacional quanto regional, o bem-estar pode apresentar efeitos negativos devido à realocação produtiva. Tal efeito é apresentado na Figura 25.

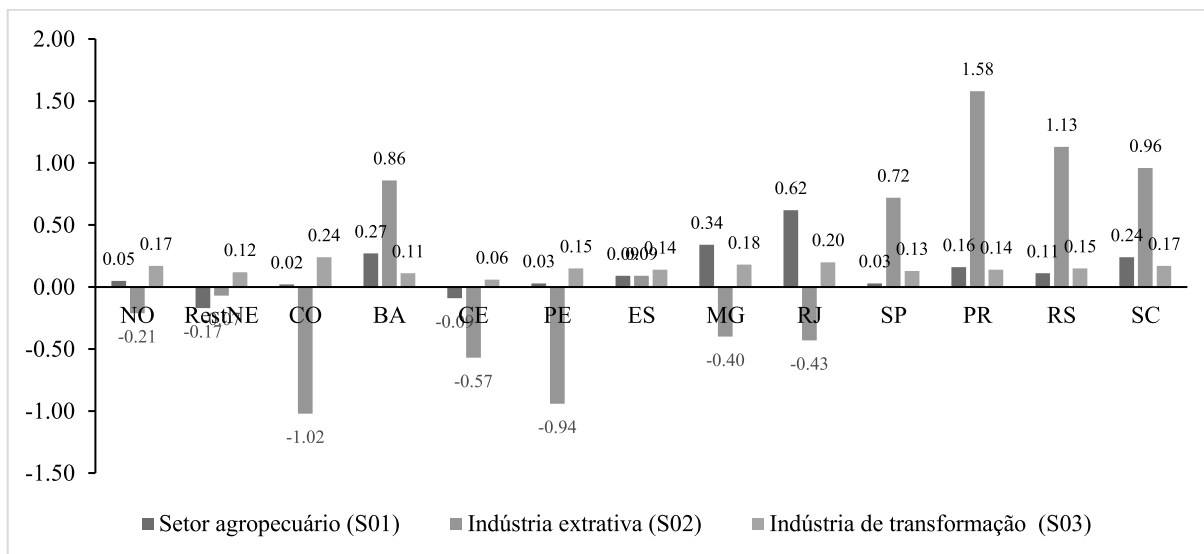
Figura 25 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre o nível de bem-estar (variação equivalente) (em %)



Fonte: Elaboração própria.

Finalmente, assim com os resultados para São Paulo, cabe ainda analisar os efeitos sobre o volume de exportação das regiões brasileiras. É visível que todas as regiões ampliam suas exportações, mesmo nos setores em que acontece a redução na produção regional, conforme observa-se na Figura 26. A exceção está nas exportações agropecuárias do Restante do Nordeste (RestNE) e Ceará. Além disso, mais uma vez, apenas a indústria extrativa parece não se beneficiar das reduções nos custos de produção, sendo suas exportações associadas ao aumento da produção regional. É possível que a dinâmica da realocação produtiva, produzida pela alteração na produtividade, afete consideravelmente a atividade nesse setor.

Figura 26 - Resultados do aumento da produtividade no setor agropecuário no Centro-Oeste sobre as exportações setoriais (em %)



Fonte: elaboração própria.

#### 5.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS COM BASE NAS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS

Os modelos teóricos desenvolvidos pela Nova Geografia Econômica (NGE) buscam compreender melhor os efeitos que explicam os processos de desenvolvimento desigual entre as regiões. Entre os pressupostos, a heterogeneidade do espaço e a proximidade geográfica são os principais fatores que explicam como a mudança na produtividade afeta a própria região e a forma com ela se dissemina para outras localidades.

Embora a construção do modelo SBM-TEC não seja uma representação exata dos modelos da NGE, esse modelo inclui alguns pressupostos similares, tais como retornos crescentes de escala, a possibilidade de produção de bens diferenciados, especificação do setor de P&D e questões relacionadas à estrutura de mercado. Todos esses aspectos foram inseridos no modelo com o objetivo de caracterizar a heterogeneidade do espaço. Assim, os resultados das simulações não se distanciam, em geral, dos descritos teoricamente.

Entretanto, a principal distinção nos resultados obtidos reside na importância do setor de P&D. Nos modelos da NGE, esse setor atua como um balizador na explicação das diferenças econômicas regionais. Nos resultados encontrados por este trabalho, o setor de P&D parece ter baixa representatividade, sendo a dinâmica produtiva de outros setores da economia, os responsáveis pelo desempenho produtivo de uma região. Uma possível explicação é a baixa

interdependência setorial existente entre o setor produtivo e as atividades de P&D no Brasil. Tal evidência também foi constatada pelos índices de ligação de *Rasmussen-Hirschman*.

Com relação a trabalhos empíricos, embora não sejam comparáveis diretamente, é possível que alguns ajudem a compreender pontos específicos obtidos nos resultados das simulações. Por exemplo, o trabalho de *Caliendo et al. (2018)* utiliza um modelo de equilíbrio geral macroeconômico para avaliar o efeito da mudança na produtividade setorial e regional nos estados dos Estados Unidos da América (EUA).

Na mudança da produtividade regional, *Caliendo et al. (2018)* mostram que a distância é um fator relevante para a propagação dos efeitos para os demais estados. Dessa maneira, as regiões próximas tendem a se beneficiar devido às ampliações na produtividade de regiões vizinhas. Entretanto, essa propagação não é uniforme, pois depende dos vínculos setoriais existentes entre as regiões, de modo que os setores dos estados que fornecem insumos para a região que obteve o incremento na produtividade se beneficiam, e os setores de estados que competem obtêm pouco ou até perda na produção.

Para a mudança na produtividade setorial, *Caliendo et al. (2018)* avaliam o efeito do aumento na produtividade no setor de computadores e eletrônicos na Califórnia. Os resultados mostram que as regiões vizinhas que competem na produção de computadores e eletrônicos com a Califórnia obtêm as maiores perdas na produção desse setor. Bem como as regiões mais distantes, que competem com a Califórnia, também experimentam grandes perdas na produção. De modo geral, os estados que se beneficiam do aumento na produtividade do estado em questão são aqueles com maior uma maior capacidade de realocação produtiva para outros setores não relacionados diretamente a computadores e eletrônicos ou fornecedores de insumos para a Califórnia.

Embora a estrutura do modelo desenvolvido por *Caliendo et al (2008)* se distancie do desenvolvido nesta tese, uma vez que não leva em consideração os aspectos descritos pela NGE, a direção dos resultados possui similaridades, principalmente, no que tange aos efeitos setoriais de realocação produtiva, a complementariedade das economias e a distância entre as regiões.

Outros trabalhos, como os de *Diukanova e Rodríguez (2014)* e de *Brandsma e Kancs (2015)*, possuem maior similaridade com o modelo desenvolvido nesta tese, uma vez que esforços são realizados na tentativa de incorporar questões levantadas pela NGE. Embora a maior parte das simulações se concentrem em avaliar os efeitos da mudança na produtividade, esses trabalhos estão mais preocupados em analisar políticas governamentais dos membros da



União Europeia. Por exemplo, o trabalho de Diukanova e Rodríguez (2014) analisa o impacto da melhoria na produtividade advinda de investimentos em melhorias em máquinas e equipamentos na dinâmica produtiva das regiões membros da UE. Brandsma e Kancs (2015), por sua vez, avaliam os efeitos de políticas de inovação tecnológica na produtividade dos países membros da UE.

De maneira generalizada, os resultados dos trabalhos supracitados não diferem substancialmente dos obtidos nesta tese, principalmente no que tange à dinâmica regional. Isto é, a distância é um fator relevante, já que regiões menos desenvolvidas obtêm ganhos acima da média quando suas produtividades são estimuladas e há presença de realocação produtiva devido às modificações na produtividade de regiões vizinhas.

Entretanto, os efeitos acerca do setor de P&D diferem consideravelmente dos encontrados nesta tese. De modo geral, os resultados mostram que a dinâmica produtiva do setor de P&D é essencial na explicação da convergência ou divergência das regiões. Isso ocorre devido a uma maior relação de interdependência do setor produtivo com a atividade inovativa do setor de P&D existente na região da União Europeia. Tal relação não é encontrada na economia brasileira, mesmo em regiões com as de São Paulo que concentra a maior parte da atividade de P&D do país.

Para aplicações no Brasil, trabalhos empíricos que buscam avaliar os efeitos da propagação da mudança na produtividade em um cenário de interdependência setorial e regional são escassos. Entre outras questões, essa foi uma das principais motivações do desenvolvimento desta tese. Apesar disso, mesmo não utilizando uma estrutura de equilíbrio geral, alguns trabalhos, como os Schettin e Azzoni (2018) e Gazonato e Oliveira (2019), ajudam avaliar e a confrontar os resultados obtidos nesta pesquisa.

Ademais, Schettin e Azzoni (2018) utilizam fronteiras estocásticas para avaliar a evolução da eficiência produtiva setorial nas regiões brasileiras. Seus resultados mostram que as taxas de crescimento da eficiência produtiva apresentam sinais de convergência, principalmente na indústria, indicando uma diminuição da disparidade regional.

Ao realizar uma comparação com os resultados obtidos nesta tese, duas questões são observadas. Primeiro, a diminuição das disparidades regionais, medidas em termos de participação na produção total do Brasil, foram constatadas no período de 2004 a 2014, conforme apresentado na seção 5.1. Além disso, também se observou que a região Nordeste do país foi a que obteve os maiores ganhos de produtividade no mesmo período. Em segundo lugar,

as simulações com o modelo SBM-TEC mostram que as regiões menos desenvolvidas, especialmente o Norte e Nordeste, ampliam sua participação produtiva quando elas mesmas e/ou outras regiões elevam sua produtividade. Isso, de certa forma, indica que a estrutura adquirida ao longo do tempo por essas regiões permitiu uma maior integração produtiva com as regiões mais desenvolvida país, levando, ao menos inicialmente, a um processo de convergência.

Gazonato e Oliveira (2019), por sua vez, trazem aspectos relacionados à capacidade dos setores de propagarem seus ganhos de produtividade. Por meio de matrizes insumo-produto nacional, no período de 2000 a 2009, as autoras mostram que o setor de serviços e, não da indústria, foram os responsáveis por transmitir incrementos de produtividade no período analisado. Porém, em termos de poder de transmissão, a indústria possui maior capacidade do que o setor de serviços, ainda que devido à ausência de incrementos na produtividade industrial do período analisado isso não tenha se manifestado efetivamente.

Embora os resultados do trabalho mencionado acima não sejam comparáveis, empiricamente falando, com os obtidos nesta tese, o efeito da indústria de transformação, de certa forma, vai ao encontro das evidências obtidas por este trabalho. Isto é, para mudanças na produtividade total dos fatores da indústria de transformação em São Paulo, os efeitos atingem diretamente esse setor e se propagam para os demais setores e regiões, dependendo das relações intersetoriais de cada região. Em contrapartida, os efeitos dos ganhos de produtividade do setor agropecuário na região Centro-Oeste, atingem, principalmente, a produção da indústria de transformação nessa mesma região, e a partir disso é transmitida para os demais setores e regiões. Portanto, em conformidade com o trabalho de Gazonato e Oliveira (2019), a indústria de transformação é o setor que possui a maior capacidade de propagação dos ganhos de produtividade.

Vale destacar que a temática da produtividade é muito relevante, e, conseqüentemente, ela é exaustivamente estudada no Brasil. Diversos trabalhos, tais como os Barbosa Filho, Pessôa e Veloso (2010), De Negri e Cavalcante (2015) e Veloso, Bonelli e Castelar (2017) direcionam esforços nesse sentido. Entretanto, o foco desses trabalhos em questão é a mensuração e a análise de sua evolução ao longo prazo. Isso porque há escassez de trabalhos que buscam compreender a forma como a modificação da produtividade afeta a atividade produtiva na própria região e a forma como ela se propaga para as demais regiões. Assim, essa é uma das contribuições do desenvolvimento desta tese.

Finalmente, em relação ao setor de P&D, os trabalhos empíricos que buscam compreender a dinâmica e a influência regional desse setor, usualmente, analisam questões relacionadas unicamente à atividade inovativa, e muitas vezes não avaliam o efeito dela sobre os setores produtivos na economia. Por exemplo, o trabalho de Gonçalves e Fajardo (2011) avalia a influência da proximidade geográfica e da proximidade tecnológica sobre depósitos de patentes e o de Gonçalves, de Oliveira, Almeida (2020) analisa o papel das redes de inventores na capacidade inventiva regional no Brasil, também medidos através de patentes.

Outros trabalhos, como os de Araújo e Cavalcante (2011) e Pacheco (2011) tentam avaliar a influência da atividade inovativa no desempenho das firmas. Entretanto, tais trabalhos, apresentem resultados positivos, são válidos apenas no universo das firmas que realizam dispêndios em P&D. De modo que essas aplicações não incorporam a relação do setor de P&D com os demais setores produtivos da economia.

Os trabalhos supracitados têm grande importância na compreensão da atividade inovativa no Brasil, principalmente, no que tange às relações inter-regional e intrarregional na produção de conhecimento. Todavia, há uma carência de trabalhos que tentem avaliar a integração do setor P&D com a atividade produtiva. Nesse sentido, os resultados obtidos nesta tese fornecem um direcionamento, no qual é demonstrada a baixa relação de interdependência setorial e regional dos setores, principalmente, frente às mudanças exógenas na produtividade.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Motivados pela constatação de que as mudanças de produtividade regional e setorial respondem e disseminam seus efeitos para os demais setores e regiões de forma distinta, foram apresentados nesta tese estudos referentes aos efeitos das mudanças na produtividade em um modelo que reconhece o papel dos fatores geográficos na determinação da realocação da atividade produtiva no Brasil. Explicitamente, o propósito geral da tese foi investigar os efeitos *feedbacks*, setoriais e regionais em decorrência a distúrbios na produtividade total dos fatores.

Para atingir o propósito desta tese algumas etapas foram fundamentais para o amadurecimento do problema em questão e para a compreensão da melhor estratégia metodológica a ser empregada. Tais etapas consistem desde uma leitura atenta sobre os principais pontos teóricos que dissertam sobre os fatores geográficos, até esforços metodológicos para traduzir essas questões em modelo de equilíbrio geral. Portanto, cada uma das etapas merece uma breve descrição apontando sua contribuição para o desenvolvimento desta tese.

A primeira etapa, que consta no capítulo 2, teve como objetivo realizar um levantamento sobre os principais aspectos teóricos discutidos pela Nova Geografia Econômica (NGE). A contribuição desse capítulo vai além da apresentação metodológica e empírica da NGE, possuindo um papel essencial para a compreensão dos fatores geográficos que influenciam a dinâmica regional. Entre os pressupostos destacados pela NGE, a compreensão da heterogeneidade do espaço, a proximidade geográfica e a estrutura de mercado foram fundamentais para o desenvolvimento da tese. Ademais, a contribuição desse capítulo também foi de identificar qual lacuna e/ou, especificamente, em qual ponto central os objetivos e hipóteses levantadas na tese se inserem tanto no contexto teórico quanto nas avaliações empíricas da literatura econômica.

O capítulo 3, um dos mais complexos da tese, envolveu um esforço metodológico com o objetivo de traduzir questões relacionadas à heterogeneidade espacial em modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC), o qual foi denominado de *Spatial Brazilian Model Technology* (SBM-TEC). Dentre os principais avanços metodológicos alcançados, cabe destacar a incorporação de retornos não-constantes à escala, *love of variety* e a especificação da produtividade total dos fatores na função de produção CES para demandas por fatores produtivos.

No primeiro caso, a incorporação de retornos não-constantes à escala foi realizada por meio da modificação da função custo, no qual adotou-se a hipótese de uma função de custo médio monotonicamente decrescente, que se manifesta, sobretudo, em decorrência aos custos fixos. Nesse caso, a função custo médio ao nível da firma (economias internas) e ao nível setorial (economias externas) decresce à medida que o produto se expande. Tal incorporação permitiu considerar a heterogeneidade do espaço no qual as economias de aglomeração se manifestam e geram diferenças regionais que vão além dos aspectos puramente produtivos. Isto é, a estrutura produtiva, que envolve números de firmas, disponibilidade de fatores produtivos e infraestrutura, conferem às regiões características específicas que resultam em impactos heterogêneos devido a distúrbios exógenos.

Um aspecto importante abordado nos modelos da NGE, e, portanto, que complementa a especificação da heterogeneidade do espaço, é a possibilidade de produção de bens diferenciados do tipo proposto por Dixit e Stiglitz (1977). Essa alternativa estabelece que as firmas dentro de um setor produzam variedades distintas do mesmo bem, sendo perceptível aos consumidores que possuem preferências pela diversificação do consumo. Além disso, os setores que operam sob competição imperfeita possuem poder de mercado, o que possibilita a fixação de preços acima do custo marginal. Essas especificações foram consideradas no modelo SBM-TEC e representam um avanço metodológico alcançado nas aplicações com modelos EGC multirregional e multisetorial para economia brasileira.

No caso da modelagem da produtividade total dos fatores, a estratégia adotada considerou a inclusão do fator tecnológico na função de demanda por fatores primários. A modelagem explícita da PTF, em modelo EGC, permitiu analisar o efeito de distúrbios na produtividade tanto a nível regional quanto setorial.

No processo de implementação do modelo, merece destaque o capítulo 4, uma vez que envolveu grandes esforços para construção da base de dados inter-regional. Dentre as principais questões incorporadas na base de dados, cabe ressaltar a especificação da mão de obra por qualificação e a desagregação da atividade P&D como um setor comprador e vendedor de insumos intermediários e de bens finais. Tais questões foram fundamentais para a compreensão das diferenças regionais existentes na economia brasileira, principalmente, pela constatação da alta concentração espacial da produção, fatores produtivos e tecnológicos.

Para auxiliar na compreensão dos resultados das simulações com o modelo SBM-TEC, na primeira parte do capítulo 5, que apresenta os resultados, foram exploradas as alterações na

produção total, na participação do trabalho e na produtividade de cada uma das regiões brasileiras no período 2004 a 2014. Basicamente, os resultados reforçaram os aspectos já encontrados, isto é, a atividade produtiva é altamente concentrada, principalmente, em São Paulo. Entretanto, quando foi analisada a variação no período de 2004 a 2014, os resultados mostraram padrões que auxiliam na compreensão da dinâmica produtiva regional. Em primeiro lugar, por um lado, as regiões com menores parcelas na produção total, especificamente o Norte e Nordeste do país, ampliaram sua participação no PIB nesse período, por outro lado, regiões mais desenvolvidas, como São Paulo e Rio de Janeiro, perderam parcela na produção total. Em segundo lugar, os ganhos de participação no PIB foram obtidos, principalmente por meio de incrementos na produtividade total dos fatores.

A partir da constatação indicada acima, a primeira aplicação com o modelo SBM-TEC teve por objetivo analisar os desdobramentos de distúrbios na produtividade a nível regional. Assim, conduziu-se uma simulação considerando uma melhoria de 1% na produtividade total dos fatores de cada região, sendo esse 1% diluído proporcionalmente entre os 16 setores da economia. Embora haja limitações na condução dessa simulação, uma vez que a ampliação na produtividade regional não atinge todos os setores de forma homogênea, a aplicação permitiu avaliar a potencialidade analítica do modelo e identificar os padrões e a maneira pela qual os distúrbios na produtividade regional afetam a composição produtiva nas demais regiões.

Entre os principais resultados obtidos por essa simulação estão as relações de dependência inter e intrarregional, que mostram-se efetivas para a propagação dos *spillovers*. Além disso, o tipo de vínculo de interdependência, que pode se manifestar na forma de competição ou de complementaridade é determinante para a potencialização dos efeitos. Outro aspecto relevante é que a proximidade regional possui um papel fundamental no desempenho da atividade produtiva da macrorregião agregada, sobretudo, em regiões relativamente menos desenvolvidas, como os estados da região Nordeste do país. Por fim, nas regiões mais dinâmicas, como o Sudeste, os distúrbios exógenos na produtividade em estados como Minas Gerais e Rio de Janeiro produzem efeitos competitivos, no sentido de realocação produtiva, que impactam negativamente a região em termos agregados.

Para superar a limitação da primeira simulação, na segunda aplicação com o modelo SBM-TEC considerou-se um aumento de 1% na produtividade em setores e regiões específicas que possuem vantagens comparativas e que são relativamente importantes para a economia brasileira. Dessa maneira, o objetivo foi conduzir uma simulação passível de ser atingida, de acordo com uma política conduzida. Ademais, por possuírem importância relativa, o choque

exógeno na produtividade foi realizado na indústria de transformação em São Paulo e no setor agropecuário no Centro-Oeste separadamente.

Embora também haja limitações nessa simulação, os resultados permitiram identificar os canais e a forma como os distúrbios exógenos afetam a dinâmica produtiva da própria região e como ela se dissemina para as demais regiões. Em ambas as simulações, a ampliação na produtividade modificou a composição do uso do fator trabalho, gerando efeitos redistributivos em todos os setores da própria região. Na propagação dos efeitos, por sua vez, observou-se que o desempenho do PIB regional está diretamente associado à proximidade, principalmente, nas regiões em que a produção setorial atua complementarmente ao sistema produtivo da região que obteve o incremento na produtividade.

De um modo geral, os resultados de São Paulo e Centro-Oeste diferem substancialmente. Basicamente, a alteração produtiva em São Paulo produz efeitos de descolamento produtivo que beneficiam quase todas as regiões brasileira. Em contrapartida, os efeitos do aumento da produtividade no Centro-Oeste levam a um processo de concentração produtiva que afeta negativamente a produção da indústria de transformação em quase todas as regiões. Portanto, os resultados das simulações mostram que os efeitos de uma melhoria da produtividade dependem dos tipos de vínculos de interdependência setorial, da dinâmica produtiva da região que obteve o incremento na produtividade e da proximidade entre as regiões.

Em termos de implicações, os resultados mostram que políticas destinadas ao aprimoramento da produtividade podem produzir resultados redistributivos que vão desde distorções regionais que ampliam a desigualdade regional até modificações na estrutura produtiva setorial com consequências sobre o nível de bem-estar. Portanto, se o objetivo do planejador econômico for desenvolver a produtividade setorial em região específicas, as questões abordadas nesta tese devem ser consideradas.

Vale ressaltar que os resultados obtidos neste trabalho apresentam limitações estruturais inerentes à modelagem EGC. De maneira geral, os modelos EGC conseguem capturar apenas os efeitos em estática comparativa, com base em uma estrutura de dados calibrada para um ano específico. Conforme salientado por Haddad (2004), cabe aqui destacar que as mudanças estruturais que afetam a trajetória temporal dinâmica, tais como acumulação de conhecimento, externalidade não pecuniárias e aprendizagem, modificam a estrutura produtiva, tanto regional quanto setorial, mas não são incorporadas no modelo. Assim, mudanças estruturais devem ser entendidas nos resultados como realocação de recursos no espaço econômico que considera um

processo de ajustamento, levando em conta também uma base teórica inicial, acumulação de capital, mercado de trabalho e entrada e saída de firmas.

Outras limitações dizem respeito à escolha dos setores que produzem um bem diferenciado e a incorporação das imperfeições de mercado. No primeiro caso, embora tenha se seguido um processo rigoroso para sua definição por meio de consultas na literatura, a escolha ainda carece de maiores certificações empíricas. No segundo, a inclusão de novos elementos para a caracterização das imperfeições de mercado impõe uma maior necessidade de parâmetros e coeficientes. Assim, apesar dos testes de sensibilidade terem sido satisfatórios, esse procedimento tende a impor maiores riscos de arbitrariedade aos resultados. Entretanto, mesmo com as limitações apontadas, acredita-se que os elementos incorporados ao modelo nesta tese representam avanços na análise de EGC, principalmente, no que tange à caracterização das heterogeneidades regionais. Além disso, acreditamos que os resultados obtidos são consistentes e permitem sinalizar a direção das realocações produtivas devido a distúrbios exógenos na produtividade.

A agenda de pesquisa que se coloca a partir do desenvolvimento metodológico apresentado nesta tese permite que futuros avanços, aplicações e extensões sejam realizadas. Com relação ao banco de dados, recomenda-se que novos procedimentos sejam adotados para definição do número de firmas, nível de poder de mercado e escolha dos setores que operam com retornos não constantes à escala. Outro fator importante abordado pela NGE, que possui elevado potencial para ser explorado, é o custo de transporte. No Brasil esse elemento assume um papel significativo na dinâmica produtiva e na determinação da produtividade regional. Sendo assim, é recomendado que tais questões sejam exploradas de forma mais consistente no modelo EGC espacial. Por fim, embora a atividade de P&D no Brasil tenha baixa interdependência setorial, conforme atestado em nossos resultados, é possível que as atividades inovativas advindas da realização de P&D afetem a dinâmica de acumulação de capital de conhecimento e a curva de aprendizado setorial e regional ao longo do tempo. Esses fatores são importantes para a compreensão dos processos de convergência ou divergência regional, e, portanto, necessitam ser exploradas em futuras extensões do modelo.

No campo analítico, dado os avanços metodológicos alcançados, trabalhos futuros podem explorar ainda mais como os fatores locais, tais como a disponibilidade de mão de obra por qualificação e estoque de capital, afetam a forma como as variáveis regionais e setoriais se realocam espacialmente. A estrutura que foi desenvolvida neste trabalho também pode ser estendida para avaliar os efeitos de diferentes políticas regionais, como impostos ou



regulamentos regionais. Além disso, outras questões que envolvam análises de impacto de intervenções específicas sobre a produtividade (e.g., incentivos à promoção de ciência e tecnologia, investimento em infraestrutura e programas federais ou regionais) colocam-se como potenciais aplicações com o modelo.

Em resumo, esta tese explorou as formas como os distúrbios na produtividade afetam o sistema produtivo regional. As aplicações conduzidas são de interesse por si só, mas também exemplificam a forma heterogênea em que modificações na produtividade impactam as regiões de forma desigual. Dessarte, a esperança é de que esses resultados sejam utilizados no futuro para auxiliar no planejamento de políticas de desenvolvimento regional e/ou em aplicações para compreender outros fenômenos a respeito da temática da produtividade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAYASIRI-SILVA, K.; HORRIDGE, M. Economies of scale and imperfect competition in an applied general equilibrium model of the Australian economy. In: **Increasing returns and economic analysis**. Palgrave Macmillan, London, p. 307-334, 1998.

ACHARYA, R. C.; KELLER, W. Technology transfer through imports. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie**, v. 42, n. 4, p. 1411-1448, 2009.

ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B.; FELDMAN, M. P. R&D spillovers and recipient firm size. **The review of Economics and Statistics**, p. 336-340, 1994.

ADAMS, P. *et al.* MMRF: Monash Multi-Regional Forecasting Model: a dynamic multi-regional model of the Australian economy. **General Paper No. G-223, Centre of Policy Studies, Monash University**, 2010.

AGHION, P.; HOWITT, P. A model of growth through creative destruction. **National Bureau of Economic Research**, 1992.

ALMEIDA, A. N. Elasticidades renda e preços: análise do consumo familiar a partir dos dados da POF 2008/2009. São Paulo. **NEREUS**, 2011. (Texto para discussão: TD Nereus 04-2011).

AMARAL, P. V. *et al.* Regional imbalances and market potential in Brazil. **Spatial Economic Analysis**, v. 5, n. 4, p. 463-482, 2010.

ANSELIN, L.; VARGA, A.; ACS, Z. Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. **Journal of urban economics**, v. 42, n. 3, p. 422-448, 1997.

ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R. Determinantes dos gastos empresariais em pesquisa e desenvolvimento no Brasil: uma proposta de sistematização. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 16, p. 9-18, 2011.

ARNDT, C.; PEARSON, Ken R. How to carry out systematic sensitivity analysis via Gaussian quadrature and GEMPACK. **GTAP technical paper**, v. 3, 1996.

ARROW, K. J. **Economic Welfare and The Allocation of Resources for Invention. The Rate and Direction of Inventive Activity**, Princeton University Press and NBER, 1962.

AUTANT-BERNARD, C. The geography of knowledge spillovers and technological proximity. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 10, n. 4, p. 237-254, 2001.

BAHIA, S. D. **Pesquisa e desenvolvimento, capital de conhecimento e estrutura produtiva: os efeitos econômicos do programa de subvenções econômicas à inovação na economia brasileira**. 2019. UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, 2019.

BALISTRERI, E., J.; RUTHERFORD, T., F. Computing general equilibrium theories of monopolistic competition and heterogeneous firms. **Handbook of Computable General Equilibrium Modeling**, v. 1, p. 1513-1570, 2013.

BALDWIN, R. E. *et al.* **Multinationals, endogenous growth and technological spillovers: theory and evidence**. London: Centre for Economic Policy Research, 1999.

BALDWIN, R. E.; FORSLID, R. Trade liberalisation and endogenous growth: A q-theory approach. **Journal of International Economics**, v. 50, n. 2, p. 497-517, 2000.

- BALDWIN, R. E.; FORSLID, R. The core–periphery model and endogenous growth: Stabilizing and destabilizing integration. **Economica**, v. 67, n. 267, p. 307-324, 2000.
- BALDWIN, R. E.; MARTIN, P. Agglomeration and regional growth. **Handbook of regional and urban economics**, v. 4, p. 2671-2711, 2004.
- BALDWIN, R.; FORSLID, R.; MARTIN, P. **Economic geography and public policy**. Princeton University Press, 2005.
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano-1992-2007. **Revista Brasileira de Economia**, v. 64, n. 2, p. 91-113, 2010.
- BAUMONT, C.; ERTUR, C.; LE GALLO, J. **A Spatial Econometric Analysis of Geographic Spillovers and Growth for European Regions, 1980-1995**. University of Burgundy, 2001.
- BERLEMANN, M.; WESSELHÖFT, JE. Estimating aggregate capital stocks using the perpetual inventory method: A survey of previous implementations and new empirical evidence for 103 countries. **Review of Economics**, v. 65, n. 1, p. 1-34, 2014.
- BETARELLI JUNIOR, A. A. **Um modelo de equilíbrio geral com retornos crescentes de escala, mercados imperfeitos e barreiras à entrada: aplicações para setores regulados de transporte no Brasil**. 2013. 366 f. 2013. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Economia)–Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Universidade Federal de Minas Gerais (CEDEPLAR/UFMG).
- BOR, Y. J. *et al.* A dynamic general equilibrium model for public R&D investment in Taiwan. **Economic Modelling**, v. 27, n. 1, p. 171-183, 2010.
- BOSETTI, V. *et al.* What should we expect from innovation? A model-based assessment of the environmental and mitigation cost implications of climate-related R&D. **Energy Economics**, v. 33, n. 6, p. 1313-1320, 2011.
- BOSWORTH, D. L. Capital stock, capital services and the use of fuel consumption proxies: an appraisal. In: **The Measurement of Capital**. Palgrave Macmillan, London, 1979. p. 246-261.
- BRAKMAN, S.; GARRETSEN, H.; SCHRAMM, M. The final frontier? Border effects and German regional wages. **HWWA Discussion Paper**, 2002. Disponível em: <https://www.econstor.eu/handle/10419/19358>. Acesso em 10 jul 2017.
- BRAKMAN, Steven *et al.* **New economic geography, empirics, and regional policy**. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis, 2005.
- BRANDSMA, A. *et al.* RHOMOLO: A dynamic spatial general equilibrium model for assessing the impact of cohesion policy. **Papers in Regional Science**, v. 94, p. S197-S221, 2015.
- BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Nota técnica MTb 098/2016, 2016**. Disponível em: <http://pdet.mte.gov.br/rais?view=default>. Acesso em: 15 ago. de 2017.
- BRASIL, Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). **Base de Dados Estatísticos de Propriedade Intelectual, 2017**. Disponível em: <http://www.inpi.gov.br> . Acesso em: 10 jul. de 2017.
- BRASIL, Senado Federal. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional: nº 9394/96**. Brasília, MEC/SEMTEC. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br> . Acesso em: 15 jul. de 2020.

BRANDSMA, A.; KANCS, D. RHOMOLO: A Dynamic General Equilibrium Modelling Approach to the Evaluation of the European Union's R&D Policies. **Regional Studies**, v. 49, n. 8, p. 1340-1359, 2015.

BURNSIDE, Craig; EICHENBAUM, Martin; REBELO, Sergio. Capital utilization and returns to scale. **NBER macroeconomics annual**, v. 10, p. 67-110, 1995.

CAPROS, Pantelis *et al.* GEM-E3 model documentation. *JRC Scientific and Policy Reports*, v. 26034, 2013.

CALIENDO, Lorenzo *et al.* The impact of regional and sectoral productivity changes on the US economy. **The Review of economic studies**, v. 85, n. 4, p. 2042-2096, 2018.

CAVES, Douglas W.; CHRISTENSEN, Laurits R.; DIEWERT, W. Erwin. The economic theory of index numbers and the measurement of input, output, and productivity. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**, p. 1393-1414, 1982.

CERINA, F.; PIGLIARU, F. Agglomeration and Growth in the NEG: a critical assessment. **New Directions in Economic Geography**, p. 130, 2007.

CERULLI, G.; POTI, B. Measuring intersectoral knowledge spillovers: an application of sensitivity analysis to Italy. **Economic Systems Research**, v. 21, n. 4, p. 409-436, 2009.

CHENERY, H. B. **Interregional and international input-output analysis**. The Structure Interdependence of the Economy, New York: Wiley, p. 341-356, 1956.

Christaller, W. **Die zentralen Orte in Süddeutschland**, Jena: Gustav Fischer, 1933. Translated by C. W. Baskin as *Central Places in Southern Germany*, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

CHRISTENSEN, M. A CGE model with ICT and R&D-driven endogenous growth: A general description. **Joint Research Centre (Seville site)**, 2015. Disponível em: <http://publications.jrc.ec.europa.eu>. Acesso em 15 abr. de 2017.

CHRIST, J. P. **New Economic Geography reloaded: Localized knowledge spillovers and the geography of innovation**. FZID discussion papers, 2009.

CLEZAR, R. V. **Poder de mercado, escala e a produtividade da indústria brasileira entre 1994 e 2007**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em economia) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS), São Leopoldo, 2010.

COE, D. T.; HELPMAN, E. International r&d spillovers. **European economic review**, v. 39, n. 5, p. 859-887, 1995.

COMIN, D.; GERTLER, M. Medium-term business cycles. **American Economic Review**, v. 96, n. 3, p. 523-551, 2006.

COMITE, F.; KANCS, D. **Modelling of Agglomeration and Dispersion in RHOMOLO**. Joint Research Centre (Seville site), 2014. Acesso em: 05 Fev 2017 Disponível em: <https://ec.europa.eu>. Acesso em: 15 de jul. de 2020.

CORREIA, E.; MOITA, R. Gasto em P&D e poder de mercado: teoria e evidência para o Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 41, n. 1, p. 101-132, abr. 2011.

CORREA, J. A.; ORNAGHI, C. Competition & innovation: Evidence from US patent and productivity data. **The Journal of Industrial Economics**, v. 62, n. 2, p. 258-285, 2014.

CORY, P.; HORRIDGE, M. A Harris-Style Miniature Version of ORANI. Working Paper Number OP-54. Melbourne: **Centre of Policy Studies and Impact Project**, Monash University, 1985. 77 p.

CROZET, M. Do migrants follow market potentials? An estimation of a new economic geography model. **Journal of Economic Geography**, v. 4, n. 4, p. 439-458, 2004.

CZARNITZKI, D.; KRAFT, K. Spillovers of innovation activities and their profitability. **ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper**, n. 07-073, 2007.

DA, Zhi; HUANG, D.; YUN, H. Industrial electricity usage and stock returns. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, v. 52, n. 1, p. 37-69, 2017.

DAVIS, D. R.; WEINSTEIN, D. E. **Does economic geography matter for international specialization?**. National bureau of economic research, 1996. Disponível em: <http://www.nber.org/papers/w5706.pdf>. Acesso em: 14 de maio de 2018.

DAVIS, D. R.; WEINSTEIN, D. E. Economic geography and regional production structure: an empirical investigation. **European economic review**, v. 43, n. 2, p. 379-407, 1999.

DAVIS, D. R.; WEINSTEIN, D. E. Market access, economic geography and comparative advantage: an empirical test. **Journal of International Economics**, v. 59, n. 1, p. 1-23, 2003.

DE OLIVEIRA, A. V. M.; DOS SANTOS FERREIRA, N.; SILVA, L. Liberalização econômica do transporte aéreo no Brasil: um estudo empírico dos dez primeiros anos. **Transportes**, v. 19, n. 3, p. 62-74, 2011.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Produtividade no Brasil: Desempenho e determinantes, Vol. I. Brasília: **Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada**, 2015.

DE SOUZA, C. C. A. **A Nova Geografia Econômica: três ensaios para o Brasil. 2007.** 130f. Tese (Doutorado) CEDEPLAR, UFMG, Belo Horizonte, 2007.

DEVUYST, Eric A.; PRECKEL, Paul V. Sensitivity analysis revisited: A quadrature-based approach. **Journal of policy modeling**, v. 19, n. 2, p. 175-185, 1997.

DI LIBERTO, A. Education and Italian regional development. **Economics of Education Review**, v. 27, n. 1, p. 94-107, 2008.

DIUKANOVA, O.; RODRÍGUEZ, J. Regional Impacts of non-R&D Innovation Expenditures across the EU Regions: Simulation Results Using the Rhomolo CGE Model. **Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research**, n. 29, p. 91-111, 2014.

DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. **Monopolistic competition and optimum product diversity.** The American economic review, v. 67, n. 3, p. 297-308, 1977.

DIXON, P.; RIMMER, M. T. **Dynamic general and equilibrium modelling for forecasting and policy: A practical guide and documentation of MONASH.** Elsevier, 2002.

DIXON, P. B; PARMENTER, B. R., POWELL, A. A; WILCOXEN, P. J. Notes and problems in applied general equilibrium economics. Amsterdam: North-Holland, 392p, 1992.

DHANORA, M.; SHARMA, R.; KHACHOO, Q. Non-linear impact of product and process innovations on market power: A theoretical and empirical investigation. **Economic Modelling**, v. 70, p. 67-77, 2018.

DOMINGUES, E. P. **Dimensão regional e setorial de integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas**. 2002. 222 f. Tese (Doutorado em Economia) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA / USP), São Paulo, 2002.

FALLY, T.; PAILLACAR, R.; TERRA, C. Economic geography and wages in Brazil: Evidence from micro-data. **Journal of Development Economics**, v. 91, n. 1, p. 155-168, 2010.

FEENSTRA, R. C.; MARKUSEN, J. R.; ROSE, A. K. Using the gravity equation to differentiate among alternative theories of trade. **Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économique**, 2001, 34.2: 430-447.

FELDMAN, M. P. The new economics of innovation, spillovers and agglomeration: A review of empirical studies. **Economics of innovation and new technology**, v. 8, n. 1-2, p. 5-25, 1999.

FELDMAN, M. P.; FLORIDA, R. The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. **Annals of the association of American Geographers**, v. 84, n. 2, p. 210-229, 1994.

FELDMAN, M. P.; KOGLER, D. F. Stylized facts in the geography of innovation. In: **Handbook of the Economics of Innovation**. North-Holland, p. 381-410, 2010.

FERNANDES, R. AS; BRAGA, M. J. Poder de mercado no segmento de distribuição de Gasolina C: uma análise a partir da Nova Organização Industrial Empírica. **Estudos Econômicos (São Paulo)**, v. 43, n. 3, p. 465-497, 2013.

FLORIDA, R. *et al.* Agglomeration and industrial location: An econometric analysis of Japanese-affiliated manufacturing establishments in automotive-related industries. **Journal of Urban Economics**, v. 36, n. 1, p. 23-41, 1994.

FRANCOIS, J. Scale Economies and Imperfect Competition in the GTAP Model, GTAP Technical Paper no. 14. **Global Trade Analysis Project**, 1998.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P. R.; e VENABLES, A. J. **The spatial economy: cities, regions and international trade**. Cambridge, MA: MIT press, 1999.

FUJITA, M.; MORI, T. Frontiers of the new economic geography. **Papers in Regional Science**, v. 84, n. 3, p. 377-405, 2005.

FUJITA, M.; THISSE, J. F. **Economics of agglomeration: cities, industrial location, and globalization**. Cambridge university press, 2002.

GARCIA, F. **A evolução da produtividade total de fatores na economia brasileira: uma análise do período pós-real**. Relatório de pesquisa n. 13/2003. São Paulo: EAESP/FGV/NPP - NÚCLEO DE PESQUISAS E PUBLICAÇÕES, 2003. 175 p.

GARRETSEN, H.; MARTIN, R. Rethinking (new) economic geography models: taking geography and history more seriously. **Spatial Economic Analysis**, v. 5, n. 2, p. 127-160, 2010.

GAZONATO, M.; OLIVEIRA, M. Productivity variation and its intersectoral spillovers: An analysis of Brazilian economy. **Economia**, v. 20, n. 2, p. 92-108, 2019.

GHOSH, M. R&D Policies and Endogenous Growth: A Dynamic General Equilibrium Analysis of the Case for Canada\*. **Review of development economics**, v. 11, n. 1, p. 187-203, 2007.

- GLAESER, E. L., et al. Growth in cities. **Journal of political economy**, 100.6: 1126-1152, 1992.
- GOMES, V; BUGARIN, NS; ELLERY-JR, R. Long-run implications of the Brazilian capital stock and income estimates. **Brazilian review of econometrics**, v. 25, n. 1, p. 67-88, 2005.
- GOMES, V.; PESSÔA, S.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: Uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, **33(3):389-434**, 2003.
- GONÇALVES, E.; FAJARDO, B. A influência da proximidade tecnológica e geográfica sobre a inovação regional no Brasil. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 15, n. 1, p. 112-142, 2011.
- GONÇALVES, E.; DE OLIVEIRA, P.; ALMEIDA, E. Spatial determinants of inventive capacity in Brazil: the role of inventor networks. **Spatial Economic Analysis**, v. 15, n. 2, p. 186-207, 2020.
- GOULDER, L. H.; SCHNEIDER, S. H. Induced technological change and the attractiveness of CO 2 abatement policies. **Resource and energy economics**, v. 21, n. 3, p. 211-253, 1999.
- GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The bell journal of economics**, p. 92-116, 1979.
- GROSSMAN, G.; HELPMAN, E. **Innovation and Growth in the World Economy**, Cambridge, MA.: MIT Press. 1991.
- GUILHOTO, J.; SESSO FILHO, U. A. Estimação da Matriz Insumo-Produto à Partir de Dados Preliminares das Contas Nacionais, 2004. **Economia Aplicada**. Vol. 9. N. 2. Abril-Junho. pp. 277-299, 2005.
- HADDAD, E. A. **Retornos crescentes, custo de transporte e crescimento regional**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. JD. **Market imperfections in a spatial economy: some experimental results**. The Quarterly Review of Economics and Finance, v. 45, n. 2, p. 476-496, 2005.
- HADDAD, E. A.; GONÇALVES JÚNIOR, C. A.; NASCIMENTO, T. O. Matriz Interestadual De Insumo-Produto Para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 11, n. 4, p. 424-446, 2017.
- HANEL, P. R&D, interindustry and international technology spillovers and the total factor productivity growth of manufacturing industries in Canada, 1974-1989. **Economic Systems Research**, v. 12, n. 3, p. 345-361, 2000.
- HANSON, G. H. Localization economies, vertical organization, and trade. **The American Economic Review**, v. 86, n. 5, p. 1266, 1996.
- HANSON, G. H. Increasing returns, trade and the regional structure of wages. **The economic journal**, p. 113-133, 1997.
- HANSON, G. H. Market potential, increasing returns and geographic concentration. **Journal of international economics**, v. 67, n. 1, p. 1-24, 2005.
- HEAD, K.; MAYER, T. The empirics of agglomeration and trade. In: **Handbook of regional and urban economics**. Elsevier, p. 2609-2669, 2004.

HEAD, Keith; RIES, John. Increasing returns versus national product differentiation as an explanation for the pattern of US-Canada trade. **American Economic Review**, 91.4: 858-876, 2001.

HEAD, K.; RIES, J.; SWENSON, D. V. Agglomeration benefits and location choice: evidence from Japanese manufacturing investments in the United StatesV. **Journal of International Economics**, v. 38, p. 223-247, 1995.

HELPMAN, E.; KRUGMAN, P. R. **Market structure and foreign trade: increasing returns, imperfect competition, and the international economy**. The MIT Pr ed. Cambridge: The MIT Press, 1995.

HEWINGS, G. JD.; OOSTERHAVEN, J. 18 interregional input–output modeling: spillover effects, feedback loops and intra-industry trade. **Handbook of Research Methods and Applications in Economic Geography**, p. 369, 2015.

HIRSCHMAN, A. O. **The Strategy of Economic Development**, Yale University Press, New Haven. CT.1958.

HONG, C. *et al.* Validation of an R&D-based computable general equilibrium model. **Economic modelling**, v. 42, p. 454-463, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios: Síntese de indicadores 2015**. Rio de Janeiro. IBGE, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98887.pdf>. Acesso em: 15 jul. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015a. **Pintec 2014 - Pesquisa de Inovação, Pesquisa de Inovação**. IBGE, Rio de Janeiro. 2015. <https://doi.org/ISSN 0101-4234>. Acesso em: 15 jul. de 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2015b. **Pesquisa e Desenvolvimento: Sistema de Contas Nacionais – Brasil (No. Nota Metodológica no16)**. IBGE, Rio de Janeiro, 2015.

JACOBS, J. **The economy of cities**. Vintage Books: A Division of Random House, 1969.

JAFFE, A. B. Technological Opportunity and Spillovers of R & D: Evidence from Firms' Patents, Profits, and Market Value. **The American Economic Review**, p. 984-1001, 1986.

JAFFE, A. B.; TRAJTENBERG, M.; HENDERSON, R. Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. **The Quarterly journal of Economics**, v. 108, n. 3, p. 577-598, 1993.

JOHANSEN, L. A multi-sectoral study of economic growth. Amsterdam: North-Holland, 1960.

JORGENSEN, W.; GRILICHES, Zvi. The explanation of productivity change. **The review of economic studies**, v. 34, n. 3, p. 249-283, 1967.

LAYARD, P.; WALTERS, A. **Microeconomic theory**. New York: McGraw-Hill,1978.

LECCA, P., et al. **RHOMOLO V3: A Spatial Modelling Framework**. (No. JRC111861). Joint Research Centre (Seville site), 2018. Acesso em: 20 abril 2019. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/rhomolo-v3-spatial-modelling-framework>.

LEONTIEF, W. W. Quantitative input and output relations in the economic systems of the United States. **The review of economic statistics**, p. 105-125, 1936.



- LEONTIEF, W. W. **The structure of American economy, 1919-1929: An empirical application of equilibrium analysis**. Cambridge, Mass.: Harvard Univer. 1941.
- LINDNER, S.; LEGAULT, J.; GUAN, D. Disaggregating Input-Output Models With Incomplete Information. **Economic Systems Research**, v. 24, n. 4, p. 329–347, 2012.
- LÖSCH, A. **The Economics of Location**. translated in 1954 by WH Woglam and WF Stolper. Yale University, New Haven, CT, 1940.
- LUCINDA, C.; MEYER, L. Quão imperfeita é a competição na indústria brasileira?: estimativas de mark up setorial entre 1996 e 2007. **Estudos Econômicos** (São Paulo), v. 43, n. 4, p. 687-710, 2013.
- KANNEBLEY JR. S.; PORTO, G. **Incentivos fiscais à pesquisa, desenvolvimento e inovação no Brasil: uma avaliação das políticas recentes**. Inter-American Development Bank, 2012.
- KARLSSON, C. *et al.* (Ed.). **Knowledge, innovation and space**. Edward Elgar Publishing, 2014.
- KARKATSOULIS, P., *et al.* **Modification of GEM-E3 technological innovation module**. Bruegel, 2014.
- KELLER, W. International technology diffusion. **Journal of economic literature**, v. 42, n. 3, p. 752-782, 2004.
- KRUGMAN, P. Scale economies, product differentiation, and the pattern of trade. **The American Economic Review**, v. 70, n. 5, p. 950-959, 1980.
- KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. **Journal of political economy**, v. 99, n. 3, p. 483-499, 1991.
- KRUGMAN, P. What's new about the new economic geography?. **Oxford review of economic policy**, v. 14, n. 2, p. 7-17, 1998.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. Globalization and the Inequality of Nations. **The quarterly journal of economics**, v. 110, n. 4, p. 857-880, 1995.
- MARSHALL, Alfred. **Principles of economics Macmillan**. London (8th ed. Published in 1920), 1890.
- MARTIN, R. L. The “New Economic Geography”: Credible Models of the Economic Landscape. **The SAGE handbook of economic geography**, p. 53-71, 2011.
- MARTINS, F. **Mercados de Transporte Rodoviário Interestadual de Passageiros: Uma Análise sob Enfoque Dinâmico de Elementos Determinantes das Condições de Concorrência**. Dissertação de Mestrado, Publicação T.DM-001A/2007, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, 143p.
- MATALONI JR, R. The structure of location choice for new US manufacturing investments in Asia-Pacific. **Journal of world business**, v. 46, n. 2, p. 154-165, 2011.
- MERCENIER, J. et al. RHOMOLO-v2 Model Description: **A spatial computable general equilibrium model for EU regions and sectors**. Joint Research Centre (Seville site), 2016.
- MILLER, R., E.; BLAIR, P., D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge University Press, 2009.

- MOSES, L. N. The stability of interregional trading patterns and input-output analysis. **The American Economic Review**, v. 45, n. 5, p. 803-826, 1955.
- NICHOLSON, W.; SNYDER, C. M. **Microeconomic theory: Basic principles and extensions**. Nelson Education, 2012.
- OKADA, Y. Competition and productivity in Japanese manufacturing industries. **Journal of the Japanese and International Economies**, v. 19, n. 4, p. 586-616, 2005.
- OTTAVIANO, G.; TABUCHI, T.; THISSE, J. F. Agglomeration and trade revisited. **International Economic Review**, p. 409-435, 2002.
- PACHECO, Carlos A. Uma comparação entre a agenda de inovação da China e do Brasil. São Paulo: **IEDI**, nov, 2011.
- PATTERSON, K. D.; SCHOTT, K. **The measurement of capital: theory and practice**. Springer, 1979.
- PALUZIE, E. *et al.* Migrants and market potential in Spain over the twentieth century: a test of the new economic geography. **Spanish Economic Review**, v. 11, n. 4, p. 243-265, 2009.
- PEARSON, Ken; ARNDT, Channing. Implementing systematic sensitivity analysis using GEMPACK. **GTAP technical paper**, v. 3, 1998
- PEROBELLI, F. S. **Análise espacial das interações econômicas entre os estados brasileiros**. 2004. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- PETER, M. W., *et al.* **The theoretical structure of MONASH-MRF**. Centre of Policy Studies. IMPACT Centre Working Papers op-85, Monash University, Centre of Policy Studies/IMPACT Centre, 1996.
- PIO, J. G. **Impactos dos gastos em pesquisa e desenvolvimento sobre a economia brasileira : uma abordagem de EGC**. 2016. UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, 2016.
- PONS, J. et al. Testing the new economic geography: migrations and industrial agglomerations in Spain. **Journal of Regional Science**, v. 47, n. 2, p. 289-313, 2007.
- PORTER, M. E. The competitive advantage of nations. **Harvard business review**, 1990, 68.2: 73-93.
- RAMOS, R.; SURIÑACH, J.; ARTÍS, M. Human capital spillovers, productivity and regional convergence in Spain. **Papers in Regional Science**, v. 89, n. 2, p. 435-447, 2010.
- RASMUSSEN, P. **Studies in inter-sectoral relations**. North-Holland, 1956.
- REDDING, S.; VENABLES, A. J. Economic geography and international inequality. **Journal of international Economics**, v. 62, n. 1, p. 53-82, 2004.
- ROBERT-NICOUD, Frédéric. The structure of simple 'New Economic Geography' models (or, On identical twins). **Journal of Economic Geography**, v. 5, n. 2, p. 201-234, 2005.
- ROMER, P. M. Increasing returns and long-run growth. **Journal of political economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, 1986.
- ROMER, P. M. Human capital and growth: theory and evidence. In: **Carnegie-Rochester conference series on public policy**. North-Holland, p. 251-286, 1990.

ROSON, R. Introducing imperfect competition in CGE models: technical aspects and implications. **Computational Economics**, 28.1: 29-49, 2006.

SCHERER, F. M. Inter-industry technology flows and productivity growth. **The review of economics and statistics**, p. 627-634, 1982.

SCHETTINI, Daniela; AZZONI, Carlos Roberto. Productive efficiency and the future of regional disparities in Brazil. **Nova Economia**, v. 28, n. 2, p. 347-379, 2018.

SCHWAB, K. The global competitiveness report 2016-2017, ed. In: **WE Forum**. 2016. Disponível em: <http://www3.weforum.org>. Acesso em: 15 abr. de 2017.

SCITOVSKY, T. Two concepts of external economies. **Journal of political Economy**, 62.2: 143-151, 1954.

SEGERSTROM, P. S.; ANANT, T. C.; DINOPOULOS, E. A Schumpeterian model of the product life cycle. **The American Economic Review**, p. 1077-1091, 1990.

SILVERBERG, Gerald; DOSI, Giovanni; ORSENIGO, Luigi. Innovation, diversity and diffusion: a self-organisation model. **The Economic Journal**, v. 98, n. 393, p. 1032-1054, 1988.

SMITH, D.F; FLORIDA, R. Agglomeration and industrial location: An econometric analysis of Japanese-affiliated manufacturing establishments in automotive-related industries. **Journal of Urban Economics**, v. 36, n. 1, p. 23-41, 1994.

SONIS, M.; HEWINGS, G. JD. Regional competition and complementarity: comparative advantages/disadvantages and increasing/diminishing returns in discrete relative spatial dynamics. In: **Regional competition**. Springer, Berlin, Heidelberg, 2000. p. 139-158.

SOLOW, R. Technical change in an aggregative model of economic growth. **International Economic Review**, v. 6, p. 18-31, 1957.

TEDESCO, GMI. **Transporte Rodoviário de Cargas: contribuição conceitual e metodológica à análise e classificação de mercados**. 2012. 202 f. 2012. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Engenharia Civil e Ambiental)–Universidade de Brasília, Brasília.

THE CONFERENCE BOARD TOTAL ECONOMY DATABASE. **Summary Tables, May 2017**. Disponível em: <https://www.conference-board.org>. Acesso em 10 ago 2017.

THISSEN, M. *et al.* Modelling Inter-Regional Trade Flows: Data and Methodological Issues in RHOMOLO. **European Commission**, 2014.

TIMMER, Marcel et al. **The world input-output database (WIOD): contents, sources and methods**. Institute for International and Development Economics, 2012.

TOURINHO, Octávio Augusto Fontes. Matrizes de contabilidade social (SAM) para o Brasil de 1990 a 2005. **Revista do BNDES**, v. 14, n. 29, p. 327-364, June 2008.

UNESCO INSTITUTE FOR STATISTICS. **International standard classification of education: ISCED 2011**. Montreal: UNESCO Institute for Statistics, 2012. Disponível em: <<http://uis.unesco.org/en/topic/international-standard-classification-education-isced>>. Acesso em: 15 julho, 2020.

VARGA, A. The spatial dimension of innovation and growth: empirical research methodology and policy analysis. **European Planning Studies**, v. 14, n. 9, p. 1171-1186, 2006.

VARGA, A. *et al.* From the Geography of Innovation to Development Policy Analysis: The GMR-approach. **Annals of Economics and Statistics**, n. 87-88, p. 83-101, 2007.

VARGA, J.; IN 'T VELD, J. A model-based analysis of the impact of Cohesion Policy expenditure 2000-06: Simulations with the QUEST III endogenous R&D model. **Economic Modelling**, v. 28, n. 1-2, p. 647-663, 2011.

VELOSO, F.; BONELLI, R.; CASTELAR, A. Anatomia da Produtividade no Brasil. **Elsevier Brasil**, 2017.

VENABLES, A. J. Multiple equilibria in the theory of international trade with monopolistically competitive commodities. **Journal of International Economics**, v. 16, n. 1984, p. 103-121, 1984.

VON THÜNEN, J. H. **The isolated state**. Oxford: Pergamon Press, 1966.

WEBER, Alfred (1909). **Theory of the location of industries**. Traduzido por C. J. FRIEDRICH. Chicago: Chicago University, 1969.

**APÊNDICE A - Derivação matemática para especificação da produtividade total dos fatores na função do tipo CES**

O problema consiste em escolher os insumos  $X_j$  ( $j = 1, \dots, J$ ), de modo a minimizar os custos ( $C$ ) para um dado nível de produção  $Y$  caracterizado por uma função do tipo elasticidade de substituição constante (CES). De modo geral, o problema pode ser definido na forma;

$$\underset{X_j}{Min} C = \sum_{j=1}^J P_j X_j \quad \mathbf{A1}$$

$$s. a \quad Y = A \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j X_j^{-\rho} \right)^{-1/\rho} \quad \mathbf{A2}$$

Em que  $A$  é o fator de mudança tecnológica,  $P_j$  é o preço dos insumos  $X_j$  e  $\alpha_j$  e  $\rho$  são parâmetros, de modo que  $\rho \leq 1$  e  $\rho \neq 0$  e  $\sum_{j=1}^J \alpha_j = 1$ . Seja Lagrangeana (em que  $\Lambda$  é o multiplicador da restrição).

$$\mathcal{L} = \sum_{j=1}^J P_j X_j - \Lambda \left( A \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j X_j^{-\rho} \right)^{-1/\rho} - Y \right) \quad \mathbf{A3}$$

Pelas condições de primeira ordem:

$$P_k = \Lambda \frac{\partial Y}{\partial X_k} = \Lambda A \alpha_k X_k^{-(1+\rho)} \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j X_j^{-\rho} \right)^{-(1+\rho)/\rho}, \quad \forall j, k \quad \mathbf{A4}$$

Então;

$$\frac{P_k}{P_j} = \frac{\alpha_k}{\alpha_j} \left( \frac{X_j}{X_k} \right)^{1+\rho} \quad \mathbf{A5}$$

$$\Rightarrow X_j^{-\rho} = \left( \frac{\alpha_j P_k}{\alpha_k P_j} \right)^{-\rho/(\rho+1)} X_k^{-\rho} \quad \forall k, j \quad \mathbf{A6}$$

Antes de definir as demandas ótimas, é preciso especificar o índice de preços por unidade de aumento de  $Y$ . Para isso, inclui-se a Equação A6 na função custo (Eq. A1) e resolvemos para  $X_k$ .

$$C = \sum_{j=1}^J P_j X_j = \frac{X_k P_k^{\frac{1}{\rho+1}}}{\alpha_k} \sum_{j=1}^J P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}} \quad \text{A7}$$

$$\Rightarrow X_k = \frac{C \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} P_k^{\frac{1}{\rho+1}}}{\sum_{j=1}^J P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}}} \quad \text{A8}$$

Inserindo esse resultado na Equação A2 (com a indexação em  $k$ );

$$Y = A \left( \sum_{k=1}^k \alpha_k X_k^{-\rho} \right)^{-1/\rho} \quad \text{A9}$$

$$= A \left( \sum_{k=1}^k \alpha_k \left( \frac{C \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} P_k^{\frac{1}{\rho+1}}}{\sum_{j=1}^J P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}}} \right)^{-\rho} \right)^{-1/\rho} \quad \text{A10}$$

$$= AC \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}} P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{-1} \left( \sum_{k=1}^k \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} P_k^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{A11}$$

$$= AC \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}} P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{-\frac{(\rho+1)}{\rho}} \quad \text{A12}$$

Por fim, define-se  $P$  como a despesa necessária para produção de uma unidade de  $Y$ , tal que  $P \equiv C|y = 1$ ;

$$P = \frac{1}{A} \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}} P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{\frac{(\rho+1)}{\rho}} \quad \text{A13}$$

Portanto,  $P$  é o índice de preços para  $Y$ .

Finalmente, a última etapa consiste em obter as demandas ótimas. Para isso, é necessário primeiro substituir a Equação A6 na função de produção (Eq. A2) para obter:

$$Y = AX_k \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j \left( \frac{\alpha_k P_j}{\alpha_j P_k} \right)^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{1/\rho} \quad \text{A14}$$

Resolvendo para  $X_k$ ;

$$X_k = A^{-1}Y \left( \sum_{j=1}^J \alpha_j \left( \frac{\alpha_k P_j}{\alpha_j P_k} \right)^{\frac{\rho}{\rho+1}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{A15}$$

$$= A^{-1}Y \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} \left( \frac{\sum_{j=1}^J \alpha_j^{\frac{1}{\rho+1}} P_j^{\frac{\rho}{\rho+1}}}{P_k^{\frac{\rho}{\rho+1}}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{A16}$$

Substituindo pela Equação A13;

$$X_k = A^{-1}Y \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} \left( \frac{(PA)^{\frac{\rho}{\rho+1}}}{P_k^{\frac{\rho}{\rho+1}}} \right)^{\frac{1}{\rho}} \quad \text{A17}$$

$$X_k = A^{-\frac{\rho}{\rho+1}} Y \alpha_k^{\frac{1}{\rho+1}} \left( \frac{P_k}{P} \right)^{-\frac{1}{\rho+1}} \quad \text{A18}$$

Definindo  $\eta = 1/(\rho + 1)$ , a demanda ótima para um insumo  $X_k$  pode ser reescrita na forma;

$$X_k = A^{(\eta-1)} Y \alpha_k^{\eta} \left( \frac{P_k}{P} \right)^{-\eta} \quad \text{A19}$$

## APÊNDICE B – Derivação elasticidade percebida para os usuários da demanda final

As derivações apresentadas a seguir têm como base os trabalhos desenvolvidos por Core e Horridge (1995), Abayasiri-Silva e Horridge (1996) e Betarelli Junior (2013). Como já destacado em capítulos anteriores, os autores realizaram modificações similares em um modelo EGC nacional. Entretanto, especificação similar foi adotada no modelo SBM-TEC desenvolvido nessa tese.

Nesse contexto, no Capítulo 4, três conjunto de equações foram apresentadas e exploradas suas implicações teóricas. Entretanto, para melhor exposição das derivações, faz necessário apresentá-las brevemente.

A primeira diz respeito à forma genérica de representação da função demanda doméstica para o usuário  $u$ .

$$x_u^{Dj} = z^j - \sigma_u^j S_u^M (p_u^{Dj} - p_u^{Mj}) \quad \mathbf{B1}$$

Em que  $x_u^{Dj}$  é a mudança percentual na demanda de algum bem  $j$  produzido domesticamente, com produção total  $z^j$ .  $S_u^M$  é a parcela de valor na demanda de bens importados e  $\sigma_u^j$  é a elasticidade da substituição entre variantes domésticas e importadas. Por fim,  $p_u^{Dj}$  e  $p_u^{Mj}$  são as mudanças nos preços do bem  $j$  domésticas e importadas, respectivamente.

A segunda equações diz respeito à demanda da  $k$ -ésima variedade doméstica do bem  $j$ ;

$$x_u^{Djk} = x_u^{Dj} - \gamma (p_u^{Djk} - p_u^{Dj}) \quad \mathbf{B2}$$

Em que  $x_u^{Djk}$  é a demanda pela variedade  $k$  do bem doméstico  $j$ ,  $\gamma$  é a elasticidade de substituição entre as variedades,  $p_u^{Djk}$  é o preço da  $k$ -ésima variedade e  $p_u^{Dj}$  é o preço médio cobrado pelas  $N_k$  firmas domésticas;

$$p_u^{Dj} = \frac{1}{N_k} \sum_k^N p_u^{Djk} \quad \mathbf{B3}$$

Em que  $\frac{1}{N_k}$  é participação da  $k$ -ésima variedade doméstica ( $S_u^D$ ) na demanda total do bem.

Por fim, a terceira equação refere-se à elasticidade enfrentada pela firma representativa;

$$E^j = \sum_{u=1}^U S_u^j E_u^j \quad \mathbf{B4}$$

Em que  $S_u^j$  é a parcela do mercado  $u$  no total de vendas da firma.

Para encontrar a elasticidade percebida da demanda de cada agente que a firma enfrenta em suas vendas para algum setor  $j$ , supõem-se um modelo de concorrência de preços entre firmas que produzem produtos diferenciados, mas altamente substituíveis, isto é, um experimento do tipo *Bertrand-Nash*. Assim, assume-se o efeito da mudança do preço cobrado para cada setor, sob a suposição de que a firma rival manterá o preço constante e inexistirão quaisquer efeitos negativos sobre o nível de produção (ABAYASIRI-SILVA; HORRIDGE, 1998).



***Elasticidade demanda percebida para o consumo intermediário***

Substituindo as equações B1 e B2 na equação B3, a demanda por consumo intermediário pode ser representada;

$$x_{1q}^{Djk} = x_{1q}^j + \sigma_1^j S^M \left( \frac{1}{N_k} \sum_k^N p_{1q}^{Djk} - p_{4q}^{Mj} \right) - \gamma \left( p_{1q}^{Djk} - \frac{1}{N_k} \sum_k^N p_{1q}^{Djk} \right) \quad \mathbf{B5}$$

Assumindo as hipóteses destacadas anteriormente sobre o experimento *Bertrand-Nash*;

$$x_{1q}^{Djk} = - \left( \frac{\sigma_1^j S^M}{N_k^j} p_{1q}^{Djk} \right) - \gamma \left( 1 - \frac{1}{N_k^j} \right) p_{1q}^{Djk} \quad \mathbf{B6}$$

Reorganizando a equação;

$$- \frac{x_{1q}^{Djk}}{p_{1q}^{Djk}} = \frac{\sigma_1^j S^M}{N_k^j} + \gamma \left( 1 - \frac{1}{N_k^j} \right) = E_{1q}^j \quad \mathbf{B7}$$

Onde  $E_{1q}^j$  é a elasticidade percebida da demanda. Em termos de variação percentual;

$$\varepsilon_{1q}^j N_k^j E_{1q}^j = \sigma_1^j S^M S^M + (\gamma - \sigma_1^j S^M) n_k^j \quad \mathbf{B8}$$

***Elasticidade demanda percebida para de demanda das famílias***

Conforme apresentado no Capítulo 4, o consumo total nominal das famílias na região  $q$  para um bem  $j$  pode ser representado na forma;

$$x_{3q} = x_{3q}^j + p_{3q}^j \quad \mathbf{B9}$$

Em que  $x_{3q}$  é o consumo nominal total da famílias na região  $q$ ,  $x_{3q}^j$  é a demanda das famílias pelo bem  $j$  e  $p_{3q}^j$  é preço dispendido pelas famílias no consumo do bem  $j$ . Além disso,

$$p_{3q}^j = S_3^D p_{3q}^{Dj} + S_3^M p_{3q}^{Mj}.$$

Substituindo a Equação B9 nas demandas ótimas genéricas representado pela Equação B1;

$$x_{3q}^{Dj} = x_{3q} - p_{3q}^{Dj}(S_3^D + \sigma_3^j S_3^M) - p_{3q}^{Mj}(S_3^M - \sigma_3^j S_3^M) \quad \mathbf{B10}$$

Combinando a Equação B10 com a B2;

$$x_{3q}^{Djk} = [x_{3q} - p_{3q}^{Dj}(S_3^D + \sigma_3^j S_3^M) - p_{3q}^{Mj}(S_3^M - \sigma_3^j S_3^M)] - \gamma(p_{3q}^{Djk} - p_{3q}^{Dj}) \quad \mathbf{B11}$$

Assumindo hipóteses similares ao do consumo intermediário. Isto é, as firmas agem conforme experimento de concorrência imperfeita do tipo *Bertrand-Nash*, em que as firmas rivais mantêm seus preços constantes e não há impactos sobre  $x_{3q}$ . Logo, tem-se;

$$E_{3q}^j = \frac{(S_3^D + \sigma_3^j S_3^M)}{N_k^j} + \gamma \left(1 - \frac{1}{N_k^j}\right) = -\frac{x_{3q}^{Djk}}{p_{3q}^{Djk}} \quad \mathbf{B12}$$

Rearranjando a Equação B12;

$$N_k^j E_{3q}^j = (S_3^D + \sigma_3^j S_3^M) + \gamma(N_k^j - 1) \quad \mathbf{B13}$$

Na forma de variação percentual;

$$\varepsilon_{3q}^j N_k^j E_{3q}^j = (\sigma_3^j - 1)^2 S_3^D S_3^M (p_{3q}^{Dj} - p_{3q}^{Mj}) + N_k^j (\gamma - E_{3q}^j) n_k^j \quad \mathbf{B14}$$

### ***Elasticidade demanda percebida para o mercado externo***

As demandas por exportação no modelo EGC tipo MONASH são divididas em dois grupos: as exportações tradicionais, que compreendem a agricultura e mineração, correspondendo a maior parte das exportações e as demais exportações não tradicionais (PETER *et al.*, 1996). Assim, as exportações tradicionais, X4q, são modeladas como enfrentando funções de demanda de exportação externa com inclinação descendente;

$$X_{4q}^j = FEQ^j \left( \frac{p_{4q}^j}{FEP^j NATFEP} \right)^{\sigma_4^j} \quad \mathbf{B15}$$

Em que  $\sigma_4^j$  é a elasticidade (constante) do preço da demanda de exportação externa. Como As variáveis  $FEQ^j$  e  $FEP^j$  permitem mudanças horizontais (quantidade) e verticais (preço) nas demandas. A variável NATFEP, por sua vez, permite uma mudança vertical na demanda em toda a economia.

Em variação percentual, a Equação B15 tem a forma;

$$x_{4q}^j = feq^j + \sigma_4^j (p_{4q}^j - fep^j - natfep) \quad \mathbf{B16}$$

Substituindo na Equação B2;

$$x_{4q}^{jk} = feq^j + \sigma_4^j (p_{4q}^j - fep^j - natfep) - \gamma (p_{4q}^{jk} - p_{4q}^j) \quad \mathbf{B17}$$

$$x_{4q}^{jk} = feq^j + \sigma_4^j \left( \frac{1}{N_k^j} \sum_k^N p_{4q}^{Djk} - fep^j - natfep \right) - \gamma \left( p_{4q}^{jk} - \frac{1}{N_k^j} \sum_k^N p_{4q}^{Djk} \right) \quad \mathbf{B18}$$

Para simplificar a expressão, é desconsiderado os fatores de deslocamento;

$$x_{4q}^{jk} = \sigma_4^j \left( \frac{1}{N_k^j} \sum_k^N p_{4q}^{Djk} \right) - \gamma \left( p_{4q}^{jk} - \frac{1}{N_k^j} \sum_k^N p_{4q}^{Djk} \right) \quad \mathbf{B19}$$

Uma vez que as firmas agem conforme concorrência imperfeita do tipo *Bertrand-Nash*;

$$x_{4q}^{jk} = \sigma_4^j \left( \frac{p_{4q}^{jk}}{N_k^j} \right) - \gamma \left( p_{4q}^{jk} - \frac{p_{4q}^{jk}}{N_k^j} \right) \quad \mathbf{B20}$$

Reorganizando a Equação B20;

$$E_{4q}^j = \left[ \gamma \left( 1 - \frac{1}{N_k^j} \right) - \frac{\sigma_4^j}{N_k^j} \right] = - \frac{x_{4q}^{jk}}{p_{4q}^{jk}} \quad \mathbf{B21}$$

Em variação percentual;

$$\varepsilon_{4q}^j E_{4q}^j = (\gamma - E_{4q}^j) n_k \quad \text{B22}$$

### APÊNDICE C - Mensuração da produtividade total dos fatores para regiões brasileiras

Para obter a produtividade total dos fatores (PTF) das regiões brasileira, inicialmente é especificado uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, no qual a tecnologia representa uma contribuição residual para a produção (SOLOW, 1957). Esta função tem a forma;

$$Y_{it} = A_{it} L_{it}^{\sigma_{it}} K_{it}^{1-\sigma_{it}} \quad \text{C1}$$

Em que  $Y_{it}$  é o produto da região  $i$  no tempo  $t$ .  $K_{it}$  e  $L_{it}$  são os fatores de produção capital e trabalho, respectivamente.  $A_{it}$  é o fator tecnológico e  $\sigma_{it}$  é a composição do trabalho na produção.

Tomando logaritmos e definindo a PTF como uma medida dos efeitos no produto total causados por melhorias tecnológicas, a Equação C1 pode ser reescrita como:

$$\ln PTF_{it} = \ln A_{it} = \ln Y_{it} - \sigma_{it} \ln L_{it} - (1 - \sigma_{it}) \ln K_{it} \quad \text{C2}$$

No entanto, conforme destacado por Caves *et al.* (1982), quando é considerado mais de uma região para o cálculo da PTF, a especificação, como descrita na Equação C2, causa perda e produz estimativas enviesadas, devido a heterogeneidade das regiões. Para superar tais dificuldades, o autor especifica a PTF considerando os desvios médios de cada variável para cada região;

$$\ln PTF_{it} = \left[ \ln Y_{it} - \frac{1}{N} \sum_i \ln Y_{it} \right] - \frac{1}{2} \left( \sigma_{it} + \frac{1}{N} \sum_i \sigma_{it} \right) \left[ \ln L_{it} - \frac{1}{N} \sum_i \ln L_{it} \right] - \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \sigma_{it} + \frac{1}{N} \sum_i \sigma_{it} \right) \right] \left[ \ln K_{it} - \frac{1}{N} \sum_i \ln K_{it} \right] \quad \text{C3}$$

Em que  $N$  é o número de regiões.

Diferente do resíduo de *Solow*, o índice proposto por Caves *et al.* (1982) considera os aspectos regionais e, portanto, é o mais indicado quando o objetivo é comparar ou considerar grupos de países e regiões. Além disso, essa estratégia possui alguns benefícios metodológicos. Entre elas, o índice PTF é normalizado, uma vez que é construído com base no valor adicionado, produto, capital e trabalho em relação às respectivas médias entre as regiões para cada ano. Essa normalização é sem perda de generalidade e elimina parcialmente as tendências nos níveis absolutos da PTF.

O conjunto de dados utilizados compreende o período de 2004 a 2014 para as 13 regiões consideradas nessa pesquisa, a saber: Norte, Centro-Oeste, Restante do Nordeste, Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. As informações necessárias para construção das variáveis foram obtidas de fontes oficiais, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) e Secretaria do Tesouro Nacional (STN).

A construção da variável PTF envolve informações sobre trabalho ( $L$ ), estoque de capital ( $K$ ), composição do trabalho na produção ( $\sigma_{it}$ ) e produto ( $Y$ ). A população ocupada foi utilizada como *proxy* para o trabalho. Para a composição do trabalho na produção ( $\sigma_{it}$ ), foi utilizada a participação da remuneração do trabalho no valor adicionado, conforme Gomes, Bugarin e Ellery Jr. (2005). Para medir o produto regional, foi utilizado o valor adicionado. Segundo Acharya e Keller (2009), o uso do valor adicionado como medida de produção permite maior comparabilidade entre as regiões.

Para o estoque de capital, por sua vez, não há informações disponíveis tanto ao nível nacional quanto regional. Diante dessa indisponibilidade de dados, utilizou-se o método do inventário perpetuo para mensurar primeiramente a nível nacional;

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t \quad \text{C4}$$

Em que o estoque de capital no período  $t+1$  ( $K_{t+1}$ ) depende do estoque de capital do período anterior ( $K_t$ ), descontado a depreciação ( $1 - \delta$ ), mais os investimentos em formação bruta de capital físico (FBCF) ( $I_t$ ) no período  $t$ <sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> Foi utilizado o valor de 3,5% para taxa de depreciação do capital, com base nos trabalhos de Gomes, Pessoa e Veloso (2003) e Barbosa Filho, Pessoa Veloso (2010).

No entanto, este método requer um valor inicial para o estoque de capital,  $K_0$ . Como está informação também não está disponível, é necessário adotar um procedimento alternativo. Em geral, supõe-se que economia possuía um crescimento balanceado no início do período, de modo que informações sobre investimento, taxa de crescimento do produto e taxa de depreciação do capital são suficientes para calcular o estoque de capital inicial (BOSWORTH, 1979; BERLEMANN; WESSELHÖFT, 2014)<sup>39</sup>. Dessa forma, o estoque de capital inicial é definido como;

$$K_0 = \frac{I_0}{(g_{prod.} + \delta)} \quad \text{C5}$$

Definido o estoque de capital a nível nacional, a próxima etapa é a construção para demais regiões. No entanto, as informações referentes aos investimentos em (FBCF) estão disponíveis apenas ao nível nacional, o que impossibilita essa aplicação para as regiões. Uma variável comumente utilizada como *proxy* para estoque de capital é o consumo de energia elétrica, uma vez que diversos trabalhos (*e.g.*, JORGENSON; GRILICHES, 1967; BURNSIDE; EICHENBAUM; REBELO, 1995; COMIN; GERTLER, 2006) atestam a correlação entre as duas variáveis<sup>40</sup>. Portanto, utilizou-se o percentual de consumo de energia elétrica industrial de cada região para distribuir o estoque de capital nacional mensurado.

---

<sup>39</sup> Para taxa de crescimento do produto, utilizou-se o valor médio da taxa de crescimento do valor adicionado no período analisado.

<sup>40</sup> Para uma maior discussão sobre a mensuração do estoque de capital ver Patterson e Schott (1979) e Da, Huang e Yun (2017).

**APÊNDICE D - Resultados da aplicação com o modelo SBM-tec para as demais regiões não apresentadas no capítulo 5**

Tabela D1 - Resultados do aumento na produtividade sobre o volume de fluxo de comércio inter-regional (Demais regiões não apresentadas no Capítulo 5) (em %)

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Restante do Nordeste (RestNE)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,03	0,10	0,21	-0,17	-0,03	-0,03	-0,32	-0,03	-0,06	-0,12	-0,19	-0,19	-0,15
	RestNE	0,06	0,07	0,37	-0,09	0,09	0,13	-0,31	0,05	0,04	0,08	0,08	0,09	0,06
	CO	-0,03	0,02	0,25	0,19	-0,06	-0,14	-0,34	-0,07	-0,15	-0,19	-0,28	-0,30	-0,27
	BA	0,00	0,11	0,29	-0,11	-0,01	0,06	-0,35	-0,02	0,00	-0,11	-0,07	-0,05	-0,04
	CE	-0,04	-0,07	0,25	-0,15	0,07	-0,15	-0,40	-0,02	-0,14	-0,15	-0,25	-0,25	-0,26
	PE	-0,04	-0,08	0,21	-0,14	-0,10	0,01	-0,37	-0,04	-0,13	-0,14	-0,21	-0,20	-0,21
	ES	0,09	0,04	0,55	-0,30	0,33	0,37	-0,24	0,11	0,09	-0,02	-0,19	-0,37	-0,15
	MG	-0,01	0,07	0,20	-0,16	-0,02	-0,02	-0,33	-0,06	-0,07	-0,13	-0,18	-0,20	-0,16
	RJ	0,07	0,05	0,42	-0,22	0,22	0,22	-0,18	0,06	0,07	-0,05	-0,23	-0,36	-0,21
	SP	0,00	0,02	0,16	-0,13	0,00	0,00	-0,36	-0,04	-0,06	-0,09	-0,11	-0,10	-0,12
	PR	-0,04	0,07	0,13	-0,09	-0,03	0,00	-0,31	-0,01	-0,02	-0,12	-0,07	-0,06	-0,05
	RS	0,01	0,09	0,17	-0,08	-0,02	0,03	-0,31	-0,01	-0,01	-0,10	-0,05	-0,06	-0,02
	SC	-0,01	0,09	0,16	-0,11	-0,05	-0,02	-0,32	-0,01	-0,06	-0,12	-0,12	-0,11	-0,11

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Bahia (BA)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,01	-0,06	0,20	-0,08	-0,03	-0,02	-0,17	-0,01	-0,03	-0,08	-0,07	-0,08	-0,07
	RestNE	0,00	0,02	0,26	0,08	0,00	0,00	-0,18	0,01	-0,01	-0,07	-0,07	-0,08	-0,07
	CO	-0,03	-0,01	0,16	0,10	-0,05	-0,11	-0,18	-0,04	-0,11	-0,12	-0,18	-0,21	-0,18
	BA	0,01	-0,06	0,24	0,01	0,00	0,05	-0,17	0,00	0,02	0,06	0,01	0,02	0,02
	CE	-0,02	-0,05	0,20	0,05	0,04	-0,06	-0,20	0,00	-0,05	-0,09	-0,09	-0,10	-0,10
	PE	-0,02	-0,05	0,17	0,04	-0,04	0,00	-0,19	-0,02	-0,06	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08
	ES	0,04	0,00	0,47	0,21	0,12	0,13	-0,13	0,06	0,06	-0,01	-0,07	-0,15	-0,07
	MG	-0,01	-0,04	0,18	-0,07	-0,02	-0,02	-0,17	-0,03	-0,04	-0,08	-0,07	-0,09	-0,07
	RJ	0,03	0,02	0,34	0,14	0,07	0,06	-0,09	0,03	0,02	-0,04	-0,11	-0,17	-0,11
	SP	-0,01	-0,03	0,15	0,04	-0,01	0,00	-0,18	-0,02	-0,03	-0,06	-0,04	-0,05	-0,05
	PR	-0,03	-0,05	0,13	0,03	-0,02	-0,01	-0,16	0,00	-0,01	-0,07	-0,03	-0,02	-0,02
	RS	-0,01	-0,06	0,16	0,02	-0,02	0,01	-0,16	0,00	0,00	-0,07	-0,01	-0,03	0,00
	SC	-0,01	-0,06	0,16	0,03	-0,02	-0,01	-0,16	0,00	-0,02	-0,07	-0,03	-0,03	-0,05

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Ceará (CE)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,03	-0,14	0,30	-0,21	-0,04	-0,03	-0,48	-0,07	-0,06	-0,18	-0,22	-0,23	-0,19
	RestNE	0,00	0,05	0,43	0,19	0,01	0,04	-0,50	-0,02	-0,04	-0,18	-0,24	-0,27	-0,22
	CO	-0,05	-0,05	0,32	-0,26	0,07	-0,19	-0,50	-0,12	-0,19	-0,28	-0,37	-0,41	-0,37
	BA	-0,01	-0,16	0,39	-0,15	0,00	0,08	-0,51	-0,06	0,01	-0,17	-0,08	-0,07	-0,05
	CE	0,04	0,12	0,37	0,14	0,14	0,13	0,56	0,03	0,11	0,19	0,24	0,24	0,26
	PE	-0,07	-0,14	0,29	-0,19	0,11	0,01	-0,54	-0,08	-0,16	-0,20	-0,26	-0,26	-0,27
	ES	0,13	0,03	0,79	-0,32	0,37	0,58	-0,35	0,13	0,13	-0,03	-0,22	-0,41	-0,16
	MG	-0,03	-0,11	0,28	-0,20	-0,02	-0,01	-0,48	-0,08	-0,08	-0,20	-0,21	-0,24	-0,19
	RJ	0,09	0,08	0,58	-0,27	0,23	0,31	-0,27	0,05	0,08	-0,10	-0,33	-0,47	-0,29
	SP	-0,01	-0,07	0,23	-0,16	0,02	0,01	-0,51	-0,07	-0,06	-0,12	-0,11	-0,11	-0,13
	PR	-0,06	-0,13	0,18	-0,11	-0,01	0,00	-0,45	-0,04	-0,01	-0,18	-0,08	-0,06	-0,05
	RS	-0,01	-0,15	0,24	-0,10	-0,02	0,03	-0,46	-0,04	0,00	-0,16	-0,05	-0,06	-0,02
	SC	-0,03	-0,14	0,23	-0,13	-0,04	-0,02	-0,48	-0,03	-0,05	-0,18	-0,13	-0,13	-0,12

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Pernambuco (PE)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,03	-0,17	0,40	-0,23	-0,03	0,09	-0,76	-0,17	0,00	-0,32	-0,19	-0,25	-0,20
	RestNE	-0,04	0,07	0,53	-0,22	0,04	0,11	-0,81	-0,14	-0,03	-0,35	-0,27	-0,37	-0,31
	CO	-0,08	-0,07	0,42	-0,32	-0,11	0,26	-0,77	-0,24	-0,16	-0,47	-0,39	-0,48	-0,43
	BA	-0,04	-0,19	0,51	-0,21	-0,01	-0,03	-0,79	-0,15	0,05	-0,30	-0,04	-0,09	-0,06
	CE	-0,10	-0,15	0,45	-0,21	0,12	0,29	-0,87	-0,16	-0,16	-0,36	-0,33	-0,41	-0,41
	PE	0,06	-0,16	0,43	0,17	0,12	0,09	0,79	-0,14	0,07	0,30	0,15	0,20	0,21
	ES	0,20	0,11	1,05	-0,22	0,82	0,54	-0,53	0,09	0,17	-0,10	-0,07	-0,34	-0,09
	MG	-0,05	-0,14	0,39	-0,22	-0,01	0,04	-0,75	-0,12	-0,02	-0,35	-0,16	-0,23	-0,18
	RJ	0,10	0,15	0,72	-0,31	0,44	0,11	-0,43	-0,03	0,04	-0,25	-0,41	-0,64	-0,44
	SP	-0,01	-0,09	0,34	-0,19	0,02	0,05	-0,77	-0,14	0,00	-0,19	-0,02	-0,05	-0,07
	PR	-0,11	-0,16	0,25	-0,15	-0,06	0,04	-0,71	-0,15	0,03	-0,34	-0,05	-0,12	-0,10
	RS	-0,03	-0,18	0,33	-0,12	-0,05	-0,01	-0,72	-0,13	0,08	-0,31	0,00	-0,06	-0,01
	SC	-0,05	-0,17	0,33	-0,14	-0,07	0,05	-0,74	-0,12	0,02	-0,32	-0,08	-0,13	-0,10

continua

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Espírito Santo (ES)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,02	-0,14	0,40	-0,19	-0,05	-0,05	0,41	-0,07	-0,07	-0,19	-0,19	-0,20	-0,18
	RestNE	-0,01	0,05	0,54	-0,17	0,02	0,00	-0,43	-0,02	-0,05	-0,18	-0,19	-0,23	-0,20
	CO	-0,07	-0,05	0,35	-0,27	-0,11	-0,25	0,44	-0,13	-0,24	-0,30	-0,40	-0,46	-0,41
	BA	-0,02	-0,16	0,47	-0,15	-0,02	0,05	-0,44	-0,06	-0,01	-0,17	-0,06	-0,06	-0,05
	CE	-0,06	-0,12	0,43	-0,16	0,09	-0,17	0,49	-0,05	-0,16	-0,21	-0,25	-0,27	-0,28
	PE	-0,06	-0,13	0,37	-0,16	-0,12	0,02	0,46	-0,07	-0,15	-0,20	-0,20	-0,21	-0,22
	ES	0,12	0,03	1,02	0,28	0,42	0,44	0,28	0,12	0,14	0,02	0,16	0,36	0,17
	MG	-0,04	-0,11	0,38	-0,18	-0,03	-0,03	0,41	-0,08	-0,09	-0,20	-0,18	-0,21	-0,18
	RJ	0,08	0,08	0,73	-0,24	0,26	0,21	0,21	0,05	0,06	-0,09	-0,27	-0,43	-0,29
	SP	-0,01	-0,06	0,30	-0,16	-0,01	0,00	0,44	-0,07	-0,08	-0,14	-0,10	-0,10	-0,12
	PR	-0,07	-0,13	0,26	-0,11	-0,05	-0,02	-0,38	-0,05	-0,03	-0,19	-0,07	-0,06	-0,05
	RS	-0,02	-0,14	0,32	-0,09	-0,04	0,02	0,39	-0,04	-0,02	-0,17	-0,03	-0,07	-0,01
SC	-0,03	-0,14	0,32	-0,11	-0,06	-0,02	-0,40	-0,03	-0,06	-0,18	-0,09	-0,09	-0,11	

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Rio de Janeiro (RJ)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,00	-0,20	0,85	-0,20	-0,11	-0,07	-0,32	0,09	-0,03	-0,22	-0,19	-0,22	-0,17
	RestNE	0,00	0,07	1,08	-0,14	-0,01	0,06	-0,32	0,18	0,07	-0,18	-0,12	-0,15	-0,11
	CO	-0,06	0,03	0,64	-0,29	-0,12	-0,33	-0,31	0,04	-0,28	-0,32	-0,53	-0,63	-0,55
	BA	-0,05	-0,19	0,90	-0,15	-0,07	0,03	-0,34	0,10	0,04	-0,22	-0,09	-0,08	-0,04
	CE	-0,05	-0,13	0,87	-0,14	0,11	-0,09	-0,39	0,12	-0,04	-0,25	-0,21	-0,21	-0,20
	PE	-0,07	-0,14	0,75	-0,15	-0,11	0,01	-0,36	0,07	-0,07	-0,25	-0,21	-0,21	-0,19
	ES	0,00	-0,12	1,65	-0,39	0,05	0,19	-0,26	0,27	0,22	-0,04	-0,22	-0,46	-0,27
	MG	-0,07	-0,12	0,79	-0,20	-0,09	-0,09	-0,31	-0,05	-0,06	-0,23	-0,23	-0,29	-0,22
	RJ	0,04	0,01	1,20	-0,28	0,06	0,12	-0,18	0,18	0,13	-0,08	-0,23	-0,41	-0,27
	SP	-0,04	-0,06	0,62	-0,19	-0,03	-0,03	-0,37	0,02	-0,05	-0,24	-0,18	-0,20	-0,19
	PR	-0,08	-0,15	0,60	-0,11	-0,08	-0,01	-0,28	0,12	0,02	-0,21	-0,14	-0,06	-0,02
	RS	-0,05	-0,17	0,69	-0,10	-0,07	0,02	-0,29	0,12	0,03	-0,20	-0,03	-0,13	0,01
SC	-0,06	-0,17	0,70	-0,11	-0,08	-0,01	-0,30	0,14	0,01	-0,20	-0,08	-0,08	-0,16	

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Santa Catarina (SC)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,02	-0,11	0,25	-0,17	-0,02	-0,01	-0,31	-0,03	-0,06	-0,13	-0,19	-0,19	0,15
	RestNE	0,00	0,04	0,37	-0,15	0,04	0,04	-0,33	0,01	-0,04	-0,13	-0,20	-0,21	-0,18
	CO	-0,05	-0,04	0,27	-0,21	-0,07	-0,16	-0,34	-0,08	-0,17	-0,20	-0,32	-0,34	0,30
	BA	-0,01	-0,13	0,32	-0,11	0,00	0,06	-0,34	-0,03	0,00	-0,12	-0,08	-0,06	-0,04
	CE	-0,05	-0,10	0,29	-0,15	0,07	-0,15	-0,39	-0,02	-0,14	-0,16	-0,26	-0,26	0,25
	PE	-0,06	-0,11	0,24	-0,15	-0,10	0,01	-0,36	-0,05	-0,13	-0,15	-0,22	-0,22	-0,20
	ES	0,08	0,01	0,65	-0,28	0,38	0,43	-0,24	0,10	0,07	-0,03	-0,25	-0,40	0,26
	MG	-0,03	-0,09	0,24	-0,16	-0,01	-0,01	-0,32	-0,06	-0,07	-0,14	-0,19	-0,20	0,16
	RJ	0,07	0,05	0,49	-0,21	0,26	0,27	-0,18	0,05	0,07	-0,06	-0,27	-0,38	0,27
	SP	-0,01	-0,05	0,19	-0,13	0,00	0,01	-0,35	-0,05	-0,06	-0,10	-0,12	-0,11	0,10
	PR	-0,05	-0,10	0,16	-0,09	-0,03	0,01	-0,29	-0,01	-0,01	-0,12	-0,08	0,04	0,02
	RS	-0,01	-0,11	0,20	-0,08	-0,02	0,03	-0,30	-0,01	-0,01	0,11	0,05	0,06	0,00
SC	-0,01	0,11	0,21	-0,08	0,02	0,02	0,30	-0,01	0,02	0,11	0,07	0,05	0,06	

Fonte: Elaboração própria.

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Minas Gerais (MG)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,01	-0,09	0,30	-0,10	-0,05	-0,05	-0,29	0,08	-0,05	-0,13	-0,07	-0,10	-0,09
	RestNE	0,00	0,03	0,39	-0,08	-0,01	-0,01	-0,30	0,12	-0,03	-0,13	-0,06	-0,11	-0,09
	CO	-0,05	-0,02	0,22	-0,16	-0,08	-0,18	-0,30	0,03	-0,17	-0,21	-0,23	-0,29	-0,26
	BA	-0,01	-0,09	0,33	-0,08	-0,03	0,01	-0,30	0,09	-0,02	-0,12	-0,01	-0,03	-0,02
	CE	-0,03	-0,07	0,30	-0,07	0,05	-0,08	-0,33	0,10	-0,09	-0,14	-0,09	-0,11	-0,11
	PE	-0,03	-0,07	0,26	-0,07	-0,06	0,01	-0,31	0,08	-0,08	-0,13	-0,07	-0,09	-0,09
	ES	0,07	0,00	0,73	-0,13	0,16	0,19	-0,20	0,21	0,10	-0,02	-0,03	-0,16	-0,08
	MG	0,02	0,05	0,28	0,10	0,03	0,05	0,28	0,03	0,07	0,14	0,09	0,13	0,11
	RJ	0,04	0,04	0,50	-0,13	0,08	0,06	-0,16	0,14	0,01	-0,07	-0,13	-0,24	-0,17
	SP	-0,01	-0,04	0,22	-0,08	-0,01	0,00	-0,30	0,06	-0,05	-0,10	-0,03	-0,05	-0,05
	PR	-0,04	-0,07	0,20	-0,06	-0,04	-0,03	-0,27	0,09	-0,04	-0,14	-0,03	-0,04	-0,03
	RS	-0,01	-0,08	0,24	-0,05	-0,03	0,00	-0,28	0,09	-0,02	-0,13	0,01	-0,04	0,01
SC	-0,02	-0,08	0,25	-0,05	-0,04	-0,01	-0,28	0,11	-0,03	-0,13	-0,01	-0,02	-0,04	

Regiões		Aumento na produtividade: cenário Paraná (PR)												
		Destino												
		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Origem	NO	0,02	-0,12	0,38	-0,16	-0,04	-0,03	-0,39	-0,06	-0,04	-0,18	0,14	-0,17	-0,14
	RestNE	-0,01	0,05	0,50	-0,14	0,02	0,01	-0,41	-0,02	-0,03	-0,18	0,16	-0,21	-0,17
	CO	-0,07	-0,03	0,32	-0,24	-0,10	-0,22	-0,42	-0,12	-0,19	-0,29	0,33	-0,41	-0,36
	BA	-0,02	-0,13	0,43	-0,13	-0,02	0,04	-0,41	-0,05	0,01	-0,17	-0,03	-0,06	-0,04
	CE	-0,05	-0,10	0,39	-0,13	0,08	-0,14	-0,46	-0,04	-0,11	-0,20	0,18	-0,23	-0,23
	PE	-0,06	-0,11	0,34	-0,13	-0,10	0,01	-0,43	-0,06	-0,11	-0,19	-0,14	-0,19	-0,19
	ES	0,10	0,02	0,93	-0,22	0,36	0,41	-0,29	0,10	0,10	-0,06	0,19	-0,31	-0,16
	MG	-0,03	-0,09	0,36	-0,15	-0,03	-0,02	-0,39	-0,07	-0,05	-0,20	0,13	-0,18	-0,14
	RJ	0,06	0,07	0,65	-0,21	0,21	0,19	-0,22	0,03	0,04	-0,12	0,28	-0,39	-0,28
	SP	-0,01	-0,06	0,29	-0,13	0,00	0,01	-0,42	-0,06	-0,04	-0,13	0,04	-0,08	-0,09
	PR	0,05	0,10	0,26	-0,07	0,03	-0,01	0,36	0,03	0,02	0,17	0,00	0,02	0,01
	RS	-0,02	-0,12	0,30	-0,08	-0,04	0,02	-0,38	-0,03	0,01	-0,17	0,00	-0,06	0,00
SC	-0,03	-0,12	0,31	-0,09	-0,05	-0,02	-0,38	-0,03	-0,02	-0,18	0,05	-0,08	-0,09	



Tabela D2 - Resultados do aumento na produtividade sobre a composição do fator trabalho (Demais regiões não apresentadas no Capítulo 5) (em %)

Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Restante do Nordeste (RestNE)													Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Bahia (BA)												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho Baixa qualificação	-0,11	-0,25	-0,32	-0,09	-0,07	-0,16	0,26	0,00	0,01	-0,03	-0,07	0,09	-0,07	Trabalho Baixa qualificação	-0,05	-0,11	-0,30	-0,11	-0,05	-0,06	0,13	0,01	0,02	0,01	-0,03	0,05	-0,04
Trabalho média qualificação	-0,05	0,05	-0,05	0,02	-0,01	0,01	0,14	0,01	0,18	-0,01	0,00	-0,04	0,02	Trabalho média qualificação	-0,02	0,02	0,01	0,05	-0,02	0,00	0,06	0,01	0,09	-0,01	0,00	-0,02	0,01
Trabalho alta qualificação	0,09	0,12	0,21	0,03	0,04	0,04	-0,30	-0,01	-0,08	0,02	0,03	-0,03	0,02	Trabalho alta qualificação	0,04	0,06	0,14	0,03	0,04	0,02	-0,14	-0,01	-0,04	0,00	0,01	-0,02	0,01
Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Pernambuco (PE)													Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Espírito Santo (ES)												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho Baixa qualificação	-0,22	-0,32	-0,73	-0,05	-0,11	-0,18	0,42	-0,07	0,17	-0,05	-0,18	0,07	-0,21	Trabalho Baixa qualificação	-0,15	-0,27	-0,65	-0,09	-0,12	-0,17	0,34	-0,01	0,05	0,00	-0,09	0,10	-0,12
Trabalho média qualificação	-0,06	0,04	-0,02	-0,03	0,01	-0,01	0,17	0,01	0,31	-0,12	-0,06	-0,05	0,04	Trabalho média qualificação	-0,05	0,04	0,01	0,02	-0,03	0,00	0,16	0,01	0,25	-0,03	-0,02	-0,05	0,03
Trabalho alta qualificação	0,15	0,16	0,39	0,05	0,05	0,06	-0,43	0,02	-0,17	0,10	0,13	-0,01	0,06	Trabalho alta qualificação	0,11	0,13	0,32	0,04	0,08	0,05	-0,37	-0,01	-0,12	0,02	0,06	-0,03	0,03
Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Minas Gerais (MG)													Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Rio de Janeiro (RJ)												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho Baixa qualificação	-0,08	-0,17	-0,46	-0,05	-0,09	-0,07	0,18	0,03	0,04	0,03	-0,05	0,07	-0,09	Trabalho Baixa qualificação	-0,12	-0,41	-0,94	-0,14	-0,23	-0,12	0,36	0,07	0,02	0,15	0,00	0,22	-0,11
Trabalho média qualificação	-0,03	0,03	0,03	0,01	-0,03	-0,02	0,08	0,01	0,14	-0,04	-0,02	-0,03	0,02	Trabalho média qualificação	-0,07	0,08	0,05	0,09	-0,11	-0,06	0,20	0,06	0,20	0,02	0,02	-0,08	0,04
Trabalho alta qualificação	0,06	0,08	0,20	0,02	0,07	0,03	-0,19	-0,02	-0,07	0,02	0,04	-0,02	0,03	Trabalho alta qualificação	0,11	0,19	0,40	0,01	0,22	0,08	-0,43	-0,08	-0,09	-0,06	-0,02	-0,09	0,02
Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Paraná (PR)													Qualificação Fator Trabalho	Aumento 1% PTF: cenário Santa Catarina (SC)												
	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC		NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Trabalho Baixa qualificação	-0,12	-0,24	-0,61	-0,07	-0,10	-0,15	0,27	-0,01	0,06	0,00	-0,09	0,09	-0,11	Trabalho Baixa qualificação	-0,11	-0,21	-0,40	-0,08	-0,07	-0,16	0,26	0,00	0,01	-0,03	-0,05	0,09	-0,08
Trabalho média qualificação	-0,04	0,04	0,02	0,02	-0,02	0,00	0,13	0,01	0,18	-0,04	-0,01	-0,04	0,02	Trabalho média qualificação	-0,05	0,03	-0,04	0,02	-0,01	0,01	0,14	0,02	0,17	-0,01	0,00	-0,04	0,01
Trabalho alta qualificação	0,09	0,12	0,28	0,03	0,07	0,04	-0,30	-0,01	-0,09	0,03	0,05	-0,03	0,03	Trabalho alta qualificação	0,08	0,10	0,23	0,03	0,05	0,04	-0,30	-0,01	-0,08	0,02	0,02	-0,03	0,03

Fonte: Elaboração própria.

## APÊNDICE E - Análise de sensibilidade sistêmica

Como destacado no Capítulo 4, nas simulações econômica com o modelo EGC, os resultados dependem dos valores calibrados para os principais parâmetros exógenos. Embora esses foram obtidos de trabalhos consistentes, os valores desses parâmetros não são conhecidos com precisão e não sabemos o quanto alterações nos valores dos parâmetros afetam os resultados do modelo. Dito isso, a análise de sensibilidade sistêmica dos resultados e dos parâmetros torna-se imprescindível na modelagem EGC.

A análise de sensibilidade sistemática utilizada neste tese segue o método de quadratura gaussiana proposta por DeVuyst e Preckel (1997) e a estratégia de implementação desenvolvida por Pearson e Arndt (1998). Nessa abordagem, o modelo EGC é tratado como um problema de integração numérica, no qual, a partir dos resultados obtidos das simulações, é possível obter estimativas da média e do desvio padrão para cada uma das variáveis endógenas do modelo.

Embora existam vários conjuntos de parâmetros no modelo, três deles são considerados chave nas simulações: as elasticidades de substituição *Armington*, referentes à substituição entre origens domésticas e importadas; as elasticidades de comércio inter-regional; e as elasticidade de fatores primários. De modo geral, foram realizadas análises de sensibilidade sistêmica para cada um destes conjuntos de parâmetros. Além disso, dada a forma de condução do choque implementado nas simulações desta tese, também se realizou uma análise de sensibilidade sistêmica para avaliar a consistência dos choques conduzidos.

Portanto, nos testes de sensibilidade foram definido um intervalo uniforme de 20% para os valores dos parâmetros dos conjuntos citados acima e para choques conduzidos, com distribuição triangular. Os intervalos de confiança foram construídos com base nos resultados da média e desvio-padrão produzidos pela análise de sensibilidade sistemática, usando a desigualdade de Chebychev (com limites de 4,47 desvios-padrão a partir da média para um intervalo de confiança de 95%). Dito isso, um determinado resultado é mais sensível, ou seja, menos robusto, a um conjunto de parâmetros se seu desvio-padrão está relativamente próximo da respectiva média, de forma que o intervalo de confiança mude de sinal (HADDAD, 2004).

Nas simulações conduzidas nesta tese foram aplicados 15 choques em diferentes regiões. Como os choques foram aplicados na mesma variável, no caso produtividade total dos fatores, o teste de sensibilidade sistema foi conduzido de duas formas: A primeira, refere-se o conjunto dos três parâmetros citados anterior. Nesse caso, partiu-se da simulação sobre o distúrbio na

produtividade setorial de São Paulo, apresentado na seção 5.3.2. A segunda, diz respeito ao teste de sensibilidade sistêmica sobre choques conduzidos, sobretudo, nas simulações de modificações na produtividade regional, apresentados na seção 5.3.1. Novamente, o ponto de partida teve como base a simulação aplicada para o estado de São Paulo. De modo geral, o objetivo da condução dos testes de sensibilidade desta forma é minimizar a quantidade de exposição de resultados.

De maneira geral, os resultados obtidos para o teste de sensibilidade sistema para os parâmetros são robustos, principalmente, sobre o PIB das regiões. Isto é, não ocorre alterações de sinal nos PIBs regionais. Entretanto, sobre os resultados da variação equivalente, o estado do Espírito Santo (ES) apresentou modificação do sinal para a elasticidade de comércio inter-regional.

Na avaliação setorial, a indústria extrativa (S02) e o setor transportes (S07) parecem ser mais sensível para os três conjuntos de parâmetros considerados. Isso sugere que em trabalhos futuros estas elasticidades para esses setores devem ser revisadas. Por fim, a análise de sensibilidade sistema sobre os choques realizados mostraram-se robustos.

#### *Apêndice E1 - Análise de Sensibilidade Sistêmica para os parâmetros*

Tabela E1 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição, PIB das regiões (var. %)

Regiões	Elasticidade de Armington			Elasticidade de comércio inter-regional			Elasticidade de fatores primários		
	Média	Intervalo de confiança (95%)		Média	Intervalo de confiança (95%)		Média	Intervalo de confiança (95%)	
NO	0,158	0,157	0,158	0,156	0,155	0,157	0,159	0,158	0,159
RestNE	0,076	0,076	0,077	0,075	0,074	0,076	0,077	0,076	0,077
CO	-0,198	-0,199	-0,197	-0,203	-0,207	-0,199	-0,197	-0,198	-0,195
BA	0,285	0,285	0,286	0,284	0,283	0,285	0,286	0,286	0,287
CE	0,060	0,060	0,061	0,058	0,056	0,060	0,061	0,061	0,062
PE	0,045	0,044	0,045	0,043	0,042	0,044	0,045	0,045	0,046
ES	0,380	0,379	0,380	0,382	0,380	0,383	0,380	0,379	0,380
MG	0,186	0,186	0,187	0,185	0,184	0,186	0,187	0,187	0,187
RJ	0,276	0,276	0,276	0,275	0,275	0,276	0,277	0,277	0,277
SP	0,474	0,474	0,474	0,473	0,473	0,474	0,475	0,475	0,475
PR	0,130	0,129	0,130	0,128	0,127	0,129	0,130	0,130	0,131
RS	0,154	0,154	0,154	0,152	0,151	0,154	0,155	0,154	0,155
SC	0,129	0,129	0,129	0,128	0,128	0,129	0,129	0,129	0,129

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E2 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição, Variação Equivalente (var. %)

Regiões	Elasticidade de Armington			Elasticidade de comércio inter-regional			Elasticidade de fatores primários		
	Média	Intervalo de confiança (95%)		Média	Intervalo de confiança (95%)		Média	Intervalo de confiança (95%)	
<b>NO</b>	0,051	0,050	0,052	0,048	0,045	0,050	0,052	0,051	0,053
<b>RestNE</b>	-0,208	-0,208	-0,208	-0,207	-0,208	-0,207	-0,209	-0,209	-0,209
<b>CO</b>	-3,887	-4,794	-2,980	-3,921	-6,498	-1,344	-3,882	-3,708	-4,055
<b>BA</b>	0,126	0,125	0,127	0,131	0,127	0,134	0,124	0,123	0,125
<b>CE</b>	0,217	0,216	0,218	0,213	0,210	0,216	0,219	0,218	0,219
<b>PE</b>	0,379	0,378	0,380	0,376	0,374	0,378	0,380	0,380	0,381
<b>ES</b>	1,238	0,517	1,960	1,270	-1,194	3,734	1,232	0,681	1,783
<b>MG</b>	0,083	0,083	0,083	0,082	0,081	0,083	0,084	0,083	0,084
<b>RJ</b>	0,103	0,102	0,104	0,108	0,104	0,111	0,102	0,101	0,103
<b>SP</b>	1,660	1,659	1,662	1,665	1,661	1,668	1,661	1,660	1,662
<b>PR</b>	-1,364	-1,365	-1,364	-1,364	-1,364	-1,363	-1,368	-1,368	-1,368
<b>RS</b>	-0,565	-0,565	-0,564	-0,563	-0,564	-0,561	-0,566	-0,567	-0,566
<b>SC</b>	-0,310	-0,311	-0,309	-0,305	-0,309	-0,301	-0,313	-0,314	-0,312

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E3 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidade de Armington, produção das regiões por setor (var. %)

setor	Momento	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	Média	0,282	0,263	-0,444	0,151	0,602	0,496	0,721	0,193	-3,136	0,522	0,139	0,189	0,169
	Intervalo de confiança (95%)	0,281	0,262	-0,444	0,150	0,602	0,495	0,721	0,193	-3,988	0,521	0,138	0,188	0,169
		0,282	0,264	-0,444	0,151	0,603	0,497	0,722	0,194	-2,283	0,523	0,140	0,189	0,170
Indústrias extrativas (S02)	Média	-0,657	-1,054	5,762	1,396	-1,461	-3,174	-1,012	-0,983	0,380	-1,584	3,259	1,494	-0,174
	Intervalo de confiança (95%)	-0,658	-1,055	-2,585	1,387	-1,472	-3,185	-1,013	-0,984	0,379	-1,588	-1,082	-4,994	-1,392
		-0,656	-1,053	14,109	1,406	-1,449	0,709	-1,012	-0,981	0,381	-1,579	7,600	7,982	1,044
Indústrias de transformação (S03)	Média	0,151	0,170	-1,255	-0,108	0,417	0,306	0,712	0,177	-0,456	0,261	-0,107	-0,039	0,095
	Intervalo de confiança (95%)	0,150	0,169	-1,257	-0,108	0,416	0,306	0,711	0,177	-0,457	0,260	-0,107	-0,039	0,095
		0,151	0,170	-1,253	-0,107	0,417	0,306	0,712	0,177	-0,455	0,261	-0,106	-0,038	0,095
Eletricidade e gás, Água, esgoto (S04)	Média	0,017	-0,052	-0,390	0,096	-0,038	0,016	0,367	-0,023	0,056	0,250	-0,079	0,021	-0,007
	Intervalo de confiança (95%)	0,017	-0,052	-0,392	0,095	-0,039	0,015	0,366	-0,024	0,056	0,250	-0,079	0,021	-0,008
		0,017	-0,051	-0,388	0,096	-0,038	0,016	0,369	-0,023	0,056	0,251	-0,079	0,021	-0,007
Construção (S05)	Média	0,152	0,135	-0,052	0,115	0,150	0,059	-0,131	0,157	0,105	-0,713	0,025	0,038	0,035
	Intervalo de confiança (95%)	0,152	0,135	-0,052	0,115	0,150	0,059	-0,131	0,156	0,105	-0,713	0,024	0,038	0,035
		0,152	0,135	-0,051	0,115	0,150	0,059	-0,131	0,157	0,105	-0,712	0,025	0,038	0,035
Comércio (S06)	Média	0,196	0,078	-2,538	-0,189	0,475	0,510	1,127	0,193	-0,119	0,989	-0,828	-0,549	-0,241
	Intervalo de confiança (95%)	0,196	0,077	-2,541	-0,189	0,475	0,509	1,125	0,192	-0,119	0,989	-0,829	-0,549	-0,241
		0,196	0,079	-2,535	-0,189	0,476	0,510	1,129	0,194	-0,118	0,990	-0,828	-0,549	-0,240
Transporte (S07)	Média	0,356	0,602	1,890	-0,256	-0,292	-0,653	-2,171	0,239	0,576	-0,627	1,004	-0,027	0,001
	Intervalo de confiança (95%)	0,354	0,601	1,066	-0,256	-0,292	-0,653	-2,932	0,238	0,572	-0,629	1,004	-0,027	-0,001
		0,358	0,602	2,714	-0,255	-0,292	-0,653	-1,410	0,239	0,579	-0,626	1,004	-0,027	0,003
Alojamento e alimentação (S08)	Média	-0,184	-0,251	-0,463	0,245	-0,204	-0,083	0,736	-0,171	0,163	0,393	-0,248	0,167	0,010
	Intervalo de confiança (95%)	-0,185	-0,253	-0,467	0,245	-0,205	-0,085	0,732	-0,172	0,163	0,393	-0,248	0,167	0,008
		-0,183	-0,250	-0,458	0,246	-0,202	-0,082	0,739	-0,170	0,163	0,393	-0,247	0,168	0,011
Informação e comunicação (S09)	Média	-0,058	-0,133	-0,662	0,167	-0,053	0,044	0,595	-0,034	0,070	0,345	-0,264	0,017	-0,022
	Intervalo de confiança (95%)	-0,058	-0,133	-0,665	0,166	-0,054	0,043	0,592	-0,035	0,070	0,345	-0,265	0,017	-0,023
		-0,057	-0,132	-0,659	0,168	-0,052	0,045	0,597	-0,034	0,070	0,345	-0,264	0,017	-0,022
Atividades financeiras (S10)	Média	-0,108	-0,173	-0,353	0,213	-0,155	-0,054	0,447	-0,087	0,106	0,238	-0,168	0,100	0,004
	Intervalo de confiança (95%)	-0,108	-0,174	-0,356	0,212	-0,156	-0,055	0,445	-0,088	0,106	0,238	-0,168	0,099	0,003
		-0,107	-0,172	-0,350	0,214	-0,153	-0,054	0,450	-0,086	0,106	0,238	-0,167	0,100	0,005
Atividades imobiliárias (S11)	Média	-0,189	-0,283	-0,687	0,352	-0,216	-0,077	0,864	-0,177	0,168	0,477	-0,343	0,149	-0,006
	Intervalo de confiança (95%)	-0,190	-0,284	-0,692	0,350	-0,218	-0,078	0,860	-0,178	0,168	0,477	-0,343	0,148	-0,007
		-0,188	-0,281	-0,682	0,353	-0,215	-0,076	0,869	-0,176	0,168	0,478	-0,342	0,149	-0,004
Ativ. científicas, prof. e técnicas (S12)	Média	0,067	0,067	-0,713	-0,016	0,139	0,165	0,177	0,082	-0,134	0,437	-0,185	-0,022	0,044
	Intervalo de confiança (95%)	0,067	0,067	-0,715	-0,017	0,139	0,165	0,176	0,082	-0,135	0,437	-0,186	-0,022	0,044
		0,067	0,067	-0,712	-0,015	0,139	0,165	0,178	0,082	-0,133	0,437	-0,185	-0,022	0,045
P&D (S13)	Média	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
	Intervalo de confiança (95%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Administração pública (S14)	Média	-0,009	-0,026	-0,067	0,004	-0,036	-0,015	0,032	0,018	-0,003	0,044	0,046	0,013	0,072
	Intervalo de confiança (95%)	-0,009	-0,026	-0,068	0,004	-0,036	-0,015	0,032	0,018	-0,003	0,044	0,045	0,013	0,071
		-0,009	-0,026	-0,067	0,004	-0,036	-0,015	0,033	0,018	-0,003	0,045	0,046	0,013	0,072
Artes e cultura (S15)	Média	-0,009	-0,020	-0,067	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,012	0,017	0,051	0,005	0,005	0,024
	Intervalo de confiança (95%)	-0,009	-0,020	-0,067	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,012	0,016	0,051	0,005	0,005	0,024
		-0,008	-0,019	-0,066	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,012	0,017	0,051	0,006	0,005	0,025
Serviços domésticos (S16)	Média	0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,030	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,001
	Intervalo de confiança (95%)	0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,030	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,001
		0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,029	0,006	-0,005	-0,014	0,012	-0,006	0,001

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E4 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de comércio inter-regional, produção das regiões por setor (var. %)

setor	Momento	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	Média	0,284	0,267	-0,444	0,154	0,605	0,499	0,724	0,196	-3,175	0,526	0,142	0,192	0,173
	Intervalo de confiança (95%)	0,282	0,264	-0,444	0,152	0,603	0,497	0,722	0,194	-3,204	0,523	0,140	0,189	0,170
		0,286	0,270	-0,444	0,156	0,607	0,500	0,727	0,198	-3,145	0,529	0,144	0,194	0,176
Indústrias extrativas (S02)	Média	-0,654	-1,059	5,046	1,355	-1,402	-3,985	-1,015	-0,976	0,386	-1,606	3,092	1,234	-0,220
	Intervalo de confiança (95%)	-0,656	-1,062	-17,322	-1,770	-6,039	-8,623	-1,018	-0,981	0,382	-1,619	1,754	-11,930	-20,079
		-0,652	-1,057	27,414	4,479	3,236	9,874	-1,013	-0,971	0,390	-1,592	4,430	14,397	19,640
Indústrias de transformação (S03)	Média	0,150	0,171	-1,261	-0,105	0,418	0,307	0,711	0,176	-0,461	0,262	-0,105	-0,037	0,096
	Intervalo de confiança (95%)	0,150	0,170	-1,266	-0,107	0,417	0,306	0,710	0,175	-0,465	0,261	-0,106	-0,038	0,095
		0,150	0,172	-1,256	-0,104	0,419	0,307	0,711	0,177	-0,457	0,263	-0,104	-0,036	0,097
Eletricidade e gás, Água, esgoto (S04)	Média	0,016	-0,053	-0,397	0,098	-0,040	0,015	0,374	-0,022	0,056	0,251	-0,079	0,021	-0,006
	Intervalo de confiança (95%)	0,016	-0,054	-0,402	0,097	-0,042	0,013	0,369	-0,023	0,056	0,250	-0,079	0,021	-0,007
		0,017	-0,052	-0,392	0,100	-0,038	0,016	0,379	-0,021	0,056	0,251	-0,078	0,022	-0,004
Construção (S05)	Média	0,153	0,135	-0,052	0,114	0,150	0,059	-0,131	0,157	0,106	-0,715	0,025	0,038	0,035
	Intervalo de confiança (95%)	0,152	0,135	-0,053	0,114	0,150	0,059	-0,131	0,157	0,105	-0,717	0,025	0,038	0,035
		0,153	0,136	-0,052	0,114	0,150	0,059	-0,130	0,158	0,107	-0,713	0,025	0,038	0,035
Comércio (S06)	Média	0,195	0,082	-2,547	-0,190	0,477	0,510	1,136	0,189	-0,116	0,991	-0,829	-0,549	-0,242
	Intervalo de confiança (95%)	0,194	0,079	-2,554	-0,190	0,476	0,509	1,129	0,186	-0,118	0,990	-0,830	-0,549	-0,243
		0,195	0,085	-2,540	-0,189	0,479	0,510	1,143	0,192	-0,115	0,992	-0,828	-0,549	-0,241
Transporte (S07)	Média	0,364	0,598	1,925	-0,258	-0,294	-0,653	-2,205	0,237	0,563	-0,622	1,005	-0,026	-0,006
	Intervalo de confiança (95%)	0,358	0,595	-0,646	-0,259	-0,295	-0,653	-4,896	0,236	0,553	-0,626	1,005	-0,027	-0,011
		0,370	0,600	4,495	-0,257	-0,293	-0,652	0,486	0,238	0,573	-0,617	1,005	-0,026	-0,001
Alojamento e alimentação (S08)	Média	-0,187	-0,256	-0,480	0,248	-0,209	-0,087	0,752	-0,167	0,164	0,392	-0,247	0,168	0,015
	Intervalo de confiança (95%)	-0,189	-0,259	-0,493	0,246	-0,213	-0,091	0,739	-0,169	0,163	0,392	-0,248	0,167	0,011
		-0,184	-0,253	-0,467	0,251	-0,205	-0,084	0,765	-0,164	0,164	0,393	-0,246	0,169	0,018
Informação e comunicação (S09)	Média	-0,060	-0,135	-0,673	0,170	-0,057	0,042	0,604	-0,033	0,069	0,344	-0,264	0,018	-0,020
	Intervalo de confiança (95%)	-0,061	-0,137	-0,682	0,168	-0,059	0,040	0,597	-0,034	0,069	0,344	-0,264	0,017	-0,022
		-0,058	-0,133	-0,664	0,173	-0,054	0,044	0,612	-0,032	0,070	0,345	-0,264	0,018	-0,018
Atividades financeiras (S10)	Média	-0,110	-0,177	-0,364	0,217	-0,159	-0,057	0,457	-0,084	0,107	0,238	-0,167	0,101	0,008
	Intervalo de confiança (95%)	-0,111	-0,179	-0,373	0,214	-0,162	-0,060	0,449	-0,086	0,106	0,238	-0,168	0,100	0,005
		-0,108	-0,174	-0,356	0,220	-0,155	-0,055	0,465	-0,082	0,107	0,239	-0,166	0,101	0,010
Atividades imobiliárias (S11)	Média	-0,192	-0,288	-0,708	0,358	-0,222	-0,081	0,883	-0,173	0,169	0,478	-0,341	0,150	-0,001
	Intervalo de confiança (95%)	-0,195	-0,291	-0,724	0,354	-0,227	-0,085	0,868	-0,176	0,168	0,477	-0,342	0,149	-0,004
		-0,190	-0,284	-0,692	0,363	-0,217	-0,078	0,897	-0,170	0,169	0,479	-0,340	0,151	0,003
Ativ. científicas, prof. e técnicas (S12)	Média	0,066	0,066	-0,718	-0,013	0,138	0,165	0,173	0,082	-0,138	0,437	-0,184	-0,020	0,046
	Intervalo de confiança (95%)	0,064	0,065	-0,721	-0,015	0,138	0,164	0,170	0,082	-0,141	0,437	-0,185	-0,022	0,045
		0,067	0,067	-0,714	-0,010	0,139	0,165	0,176	0,082	-0,135	0,437	-0,182	-0,019	0,047
P&D (S13)	Média	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
	Intervalo de confiança (95%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,001	0,000	0,000	0,000
Administração pública (S14)	Média	-0,009	-0,027	-0,069	0,004	-0,037	-0,015	0,033	0,018	-0,003	0,045	0,047	0,014	0,074
	Intervalo de confiança (95%)	-0,009	-0,028	-0,070	0,004	-0,038	-0,016	0,033	0,018	-0,003	0,045	0,046	0,013	0,072
		-0,009	-0,026	-0,067	0,004	-0,036	-0,015	0,034	0,019	-0,003	0,046	0,048	0,014	0,075
Artes e cultura (S15)	Média	-0,009	-0,020	-0,069	0,015	-0,026	-0,010	0,019	0,012	0,016	0,051	0,006	0,005	0,025
	Intervalo de confiança (95%)	-0,009	-0,020	-0,070	0,015	-0,026	-0,010	0,018	0,012	0,016	0,051	0,006	0,005	0,025
		-0,009	-0,020	-0,067	0,016	-0,025	-0,009	0,019	0,012	0,016	0,051	0,006	0,005	0,026
Serviços domésticos (S16)	Média	0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,030	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,001
	Intervalo de confiança (95%)	0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,031	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,000
		0,005	0,008	0,017	-0,011	0,007	0,003	-0,030	0,006	-0,005	-0,014	0,012	-0,006	0,001

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E5 - Análise de sensibilidade em relação às elasticidades de substituição de fatores primários, produção das regiões por setor (var. %)

setor	Momento	NO	RestNE	CO	BA	CE	PE	ES	MG	RJ	SP	PR	RS	SC
Agropecuária (S01)	Média	0,282	0,263	-0,444	0,150	0,603	0,496	0,722	0,193	-3,131	0,522	0,139	0,188	0,169
	Intervalo de confiança (95%)	0,281	0,262	-0,445	0,149	0,602	0,495	0,721	0,192	-3,141	0,521	0,138	0,187	0,168
		0,282	0,264	-0,444	0,151	0,603	0,497	0,723	0,194	-3,121	0,523	0,139	0,189	0,170
Indústrias extrativas (S02)	Média	-0,660	-1,053	5,739	1,413	-1,524	-3,329	-1,014	-0,987	0,380	-1,596	3,384	1,603	-0,178
	Intervalo de confiança (95%)	-0,660	-1,053	0,765	0,350	-3,614	-5,419	-1,014	-0,989	0,379	-1,598	-1,344	-5,016	-1,364
		-0,659	-1,053	10,714	2,475	0,566	3,181	-1,013	-0,986	0,382	-1,593	8,112	8,222	1,008
Indústrias de transformação (S03)	Média	0,151	0,169	-1,255	-0,109	0,417	0,306	0,714	0,178	-0,455	0,261	-0,107	-0,039	0,095
	Intervalo de confiança (95%)	0,151	0,169	-1,256	-0,109	0,417	0,306	0,714	0,177	-0,457	0,260	-0,108	-0,040	0,095
		0,151	0,169	-1,254	-0,108	0,417	0,306	0,714	0,178	-0,454	0,261	-0,107	-0,039	0,095
Eletricidade e gás, Água, esgoto (S04)	Média	0,017	-0,051	-0,388	0,096	-0,037	0,016	0,366	-0,024	0,056	0,250	-0,080	0,021	-0,008
	Intervalo de confiança (95%)	0,017	-0,052	-0,390	0,095	-0,038	0,016	0,364	-0,024	0,056	0,250	-0,080	0,021	-0,009
		0,018	-0,051	-0,386	0,096	-0,037	0,016	0,367	-0,024	0,056	0,250	-0,079	0,021	-0,008
Construção (S05)	Média	0,152	0,135	-0,051	0,115	0,150	0,060	-0,132	0,157	0,106	-0,715	0,025	0,039	0,035
	Intervalo de confiança (95%)	0,152	0,135	-0,051	0,115	0,150	0,060	-0,132	0,157	0,105	-0,715	0,024	0,038	0,035
		0,153	0,135	-0,051	0,115	0,150	0,060	-0,131	0,157	0,106	-0,714	0,025	0,039	0,035
Comércio (S06)	Média	0,196	0,076	-2,539	-0,189	0,475	0,511	1,127	0,195	-0,120	0,991	-0,829	-0,550	-0,240
	Intervalo de confiança (95%)	0,196	0,075	-2,540	-0,189	0,475	0,510	1,124	0,194	-0,121	0,990	-0,830	-0,550	-0,241
		0,196	0,077	-2,537	-0,189	0,476	0,511	1,129	0,196	-0,120	0,991	-0,829	-0,550	-0,240
Transporte (S07)	Média	0,355	0,604	1,882	-0,256	-0,293	-0,654	-2,164	0,240	0,581	-0,630	1,007	-0,028	0,002
	Intervalo de confiança (95%)	0,352	0,603	1,130	-0,256	-0,293	-0,654	-3,053	0,239	0,578	-0,632	1,007	-0,028	0,001
		0,357	0,605	2,634	-0,255	-0,293	-0,654	-1,275	0,240	0,584	-0,628	1,007	-0,027	0,004
Alojamento e alimentação (S08)	Média	-0,183	-0,250	-0,457	0,245	-0,202	-0,082	0,731	-0,173	0,165	0,393	-0,249	0,168	0,007
	Intervalo de confiança (95%)	-0,184	-0,251	-0,461	0,244	-0,204	-0,084	0,727	-0,173	0,164	0,393	-0,249	0,167	0,006
		-0,183	-0,249	-0,453	0,245	-0,201	-0,082	0,735	-0,172	0,165	0,393	-0,249	0,168	0,008
Informação e comunicação (S09)	Média	-0,057	-0,132	-0,658	0,167	-0,052	0,045	0,592	-0,035	0,071	0,345	-0,265	0,017	-0,024
	Intervalo de confiança (95%)	-0,057	-0,133	-0,661	0,166	-0,053	0,044	0,590	-0,035	0,071	0,345	-0,265	0,017	-0,024
		-0,056	-0,132	-0,656	0,167	-0,051	0,045	0,595	-0,035	0,071	0,345	-0,265	0,017	-0,023
Atividades financeiras (S10)	Média	-0,107	-0,173	-0,349	0,212	-0,153	-0,054	0,445	-0,088	0,107	0,238	-0,169	0,100	0,003
	Intervalo de confiança (95%)	-0,108	-0,173	-0,352	0,212	-0,154	-0,055	0,442	-0,089	0,107	0,238	-0,169	0,100	0,002
		-0,107	-0,172	-0,347	0,213	-0,152	-0,053	0,447	-0,087	0,107	0,238	-0,168	0,100	0,003
Atividades imobiliárias (S11)	Média	-0,188	-0,282	-0,681	0,351	-0,214	-0,076	0,860	-0,179	0,169	0,477	-0,344	0,149	-0,008
	Intervalo de confiança (95%)	-0,189	-0,283	-0,686	0,349	-0,216	-0,077	0,855	-0,180	0,169	0,477	-0,344	0,149	-0,009
		-0,188	-0,281	-0,675	0,352	-0,213	-0,075	0,864	-0,178	0,170	0,477	-0,344	0,149	-0,007
Ativ. científicas, prof. e técnicas (S12)	Média	0,068	0,067	-0,713	-0,017	0,140	0,165	0,178	0,082	-0,133	0,438	-0,186	-0,023	0,044
	Intervalo de confiança (95%)	0,067	0,067	-0,714	-0,018	0,140	0,165	0,177	0,082	-0,134	0,438	-0,187	-0,023	0,043
		0,068	0,068	-0,712	-0,016	0,140	0,165	0,179	0,082	-0,132	0,438	-0,186	-0,022	0,044
P&D (S13)	Média	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,000
	Intervalo de confiança (95%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000	0,000
		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	-0,001	0,000	0,000
Administração pública (S14)	Média	-0,009	-0,026	-0,067	0,004	-0,036	-0,015	0,032	0,018	-0,003	0,044	0,046	0,013	0,071
	Intervalo de confiança (95%)	-0,009	-0,026	-0,067	0,004	-0,036	-0,015	0,032	0,018	-0,003	0,044	0,045	0,013	0,071
		-0,009	-0,026	-0,066	0,004	-0,036	-0,015	0,032	0,018	-0,003	0,044	0,046	0,013	0,072
Artes e cultura (S15)	Média	-0,008	-0,019	-0,066	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,012	0,017	0,051	0,005	0,005	0,024
	Intervalo de confiança (95%)	-0,008	-0,020	-0,067	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,011	0,017	0,051	0,005	0,005	0,024
		-0,008	-0,019	-0,066	0,015	-0,025	-0,009	0,018	0,012	0,017	0,051	0,005	0,005	0,024
Serviços domésticos (S16)	Média	0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,029	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,001
	Intervalo de confiança (95%)	0,005	0,008	0,015	-0,011	0,007	0,003	-0,030	0,006	-0,005	-0,015	0,012	-0,006	0,001
		0,005	0,008	0,016	-0,011	0,007	0,003	-0,029	0,006	-0,005	-0,014	0,012	-0,006	0,001

Fonte: Elaboração própria.

*Apêndice E2 - Análise de Sensibilidade Sistêmica para os choques*

Tabela E6 - Resultados Agregados análise de sensibilidade sistema sobre os choques

	Média	Intervalo de confiança (95%)	
<i>Preços</i>			
Índice de preços de investimento	-0,889	-0,894	-0,885
Índice de preços ao consumidor	-1,189	-1,196	-1,181
Índice de preços de exportação	-0,409	-0,413	-0,405
Índice de preços do governo regional	-0,246	-0,247	-0,245
Índice de preços do governo federal	-0,872	-0,878	-0,866
Price index - interregional trade	-0,837	-0,843	-0,831
Deflator implícito do PIB	-0,707	-0,712	-0,701
<i>Fatores primários</i>			
Pagamentos agregados ao capital	-1,242	-1,249	-1,235
Pagamentos agregados ao trabalho	-1,115	-1,122	-1,108
Estoque de capital agregado	0,003	0,002	0,003
<i>Demanda agregada</i>			
Consumo real das famílias	0,040	0,040	0,041
Investimento real agregado	0,174	0,171	0,177
Demanda do governo regional real	0,020	0,105	-0,065
Demanda do governo federal real	0,078	-0,060	0,215
Volume de exportação	0,390	0,385	0,394
<i>Indicadores agregados</i>			
Variação Equivalente (R\$ 1000)	0,070	0,070	0,071
PIB real	0,182	0,180	0,184

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E7 - Análise de sensibilidade sistema sobre os choques, produto e variação equivalente (var. %)

Regiões	Produto das regiões			Variação equivalente das regiões		
	Média	Intervalo de confiança (95%)		Média	Intervalo de confiança (95%)	
<b>NO</b>	0,241	0,223	0,259	0,549	0,528	0,569
<b>RestNE</b>	0,169	0,157	0,181	-0,176	-0,195	-0,156
<b>CO</b>	0,574	0,548	0,600	3,084	3,021	3,148
<b>BA</b>	0,210	0,188	0,232	-0,572	-0,597	-0,547
<b>CE</b>	0,264	0,247	0,280	0,466	0,429	0,503
<b>PE</b>	0,186	0,175	0,196	0,400	0,369	0,431
<b>ES</b>	-0,119	-0,126	-0,111	-2,885	-2,966	-2,804
<b>MG</b>	0,176	0,160	0,191	0,081	0,070	0,093
<b>RJ</b>	0,129	0,100	0,157	-0,536	-0,548	-0,524
<b>SP</b>	0,161	0,135	0,186	0,196	0,191	0,201
<b>PR</b>	0,210	0,195	0,224	-0,590	-0,690	-0,489
<b>RS</b>	0,218	0,199	0,236	-0,513	-0,554	-0,472
<b>SC</b>	0,094	0,091	0,096	-0,715	-0,784	-0,646

Fonte: Elaboração própria.



## APÊNDICE F - Equações do Núcleo do modelo SBM-TEC

Nesse apêndice são apresentadas as principais equações que compõem o núcleo central modelo SBM-TEC.

### *F1 - Produção: demanda por insumos para o processo produtivo*

*E\_x1a1 - Demanda por bens por fonte regional, Usuário 1*

$$x1a_{i,s,j,q} = x1c_{i,j,q} - a1s_{i,s,j,q} - \sigma1C_i(p1a_{i,s,j,q} - a1s_{i,s,j,q} - p1c_{i,j,q})$$

*E\_p1c - Preço do composto doméstico, Usuário 1*

$$p1c_{i,j,q} = \sum S1A_{i,s,j,q} * (p1a_{i,s,j,q} - a1s_{i,s,j,q})$$

*E\_x1c - Demanda por composto doméstico, Usuário 1*

$$x1c_{i,j,q} = x1o_{i,j,q} - \sigma1O_i(p1c_{i,j,q} - p1o_{i,j,q})$$

*E\_x1a2 - Demanda por bens por fonte regional, Usuário 1*

$$x1a_{i,s,j,q} = x1o_{i,j,q} - \sigma1O_i(p1a_{i,s,j,q} - p1o_{i,j,q})$$

*E\_p1o - Preço do composto nacional / estrangeiro, Usuário 1*

$$PVAL1O_{i,j,q} p1o_{i,j,q} = \sum PVAL1A_{i,s,j,q} p1a_{i,s,j,q}$$

*E\_p1o - Demanda de mão de obra por setor e grupo de habilidades, Usuário 1*

$$x1laboi_{j,q,m} = efflab_{j,q} - \sigma1LAB_{j,q} [p1laboi_{j,q,m} - p1lab_{j,q}]$$

*E\_p1lab - Preço para cada indústria de trabalho em geral*

$$LABOUR_{j,q} p1lab_{j,q} = \sum LAB\_OCC\_IND_{m,j,q} p1laboi_{j,q,m}$$

*E\_labind - Emprego por indústria*

$$LABOUR_{j,q} labind_{j,q} = \sum LAB\_OCC\_IND_{m,j,q} x1laboi_{j,q,m}$$

*E\_efflab - Demandas da indústria por mão de obra*

$$\text{efflab}_{j,q} = x1\text{prim}_{j,q} + a1\text{lab}_{j,q} - \sigma1\text{FAC}_{j,q}[\text{p1lab}_{j,q} + a1\text{lab}_{j,q} - \text{xi\_fac}_{j,q}]$$

*E\_curcap - Demandas da indústria por capital*

$$\text{curcap}_{j,q} = x1\text{prim}_{j,q} + a1\text{cap}_{j,q} - \sigma1\text{FAC}_{j,q}[\text{p1cap}_{j,q} + a1\text{cap}_{j,q} - \text{xi\_fac}_{j,q}]$$

*E\_n - Demandas da indústria por terra*

$$n_{j,q} = x1\text{prim}_{j,q} + a1\text{land}_{j,q} - \sigma1\text{FAC}_{j,q}[\text{p1land}_{j,q} + a1\text{land}_{j,q} - \text{xi\_fac}_{j,q}]$$

*E\_xi\_fac - Termo de preço efetivo para equações de demanda de fator*

$$\text{TOTFACIND}_{j,q}\text{xi\_fac}_{j,q} = \text{LABOUR}_{j,q}(\text{p1lab}_{j,q} + a1\text{lab}_{j,q}) + \text{CAPITAL}_{j,q}(\text{p1cap}_{j,q} + a1\text{cap}_{j,q}) + \text{LAND}_{j,q}(\text{p1land}_{j,q} + a1\text{land}_{j,q})$$

*E\_x1o - Demandas para entradas compostas nacionais / estrangeiras, Usuário 1*

$$x1o_{i,j,q} = z_{j,q} + a1_{j,q}$$

*E\_x1prim - Demandas da indústria para o composto de fator primário*

$$x1\text{prim}_{j,q} = z_{j,q} + a1_{j,q} + a1\text{prim}_{j,q}$$

*E\_x1oct - Demandas da indústria por outros custos*

$$x1\text{oct}_{j,q} = z_{j,q} + a1_{j,q} + a1\text{oct}_{j,q}$$

## ***F2 - Demandas por bens de investimento***

*E\_x2a1 - Demanda por bens por fonte regional, Usuário 2*

$$X2a_{i,s,j,q} = x2c_{i,j,q} - a2s_{i,s,j,q} - \sigma2C_i(\text{p2a}_{i,s,j,q} - a2s_{i,s,j,q} - \text{p2c}_{i,j,q})$$

*E\_x2a2 - Demanda por importações estrangeiras, Usuário 2*

$$x2a_{i,s,j,q} = x2o_{i,j,q} - \sigma2O_i(\text{p2a}_{i,s,j,q} - \text{p2o}_{i,j,q})$$

*E\_x2c - Demanda por composto doméstico, Usuário 2*

$$x2c_{i,j,q} = x2o_{i,j,q} - \sigma2O_i(\text{p2c}_{i,j,q} - \text{p2o}_{i,j,q})$$

*E\_p2c - Preço do composto doméstico, Usuário 2*

$$PVAL2T_{i,s,j,q} p2c_{i,j,q} = \sum PVAL2A_{i,s,j,q} * (p2a_{i,s,j,q} - a2s_{i,s,j,q})$$

*E\_p2o - Preço do composto nacional / estrangeiro, Usuário 2*

$$PVAL2O_{i,j,q} p2o_{i,j,q} = \sum PVAL2A_{i,s,j,q} p2a_{i,s,j,q}$$

*E\_x2o - Demandas para entradas compostas nacionais / estrangeiras, Usuário 2*

$$x2o_{i,j,q} = y_{j,q} + a2ind_{j,q}$$

### **F3 - Demandas domésticas**

*E\_x3a1 - Demanda por bens por fonte regional, Usuário 3*

$$x3a_{i,s,q} = x3c_{i,q} - a3s_{i,s,q} - \sigma3C_i(p3a_{i,s,q} - a3s_{i,s,q} - p3c_{i,q})$$

*E\_x3a2 - Demanda por importações estrangeiras, Usuário 3*

$$x3a_{i,s,q} = x3o_{i,q} - \sigma3O_i(p3a_{i,s,q} - p3o_{i,q})$$

*E\_x3c - Demanda por composto doméstico, Usuário 3*

$$x3c_{i,q} = x3o_{i,q} - \sigma3O_i(p3c_{i,q} - p3o_{i,q})$$

*E\_p3c - Preço do composto doméstico, Usuário 3*

$$PVAL3T_{i,domestic,q} p3c_{i,q} = \sum PVAL3A_{i,s,q} * (p3a_{i,s,q} - a3s_{i,s,q})$$

*E\_p3o - Price of domestic/foreign composite*

$$PVAL3O_{i,q} p3o_{i,q} = \sum PVAL3A_{i,s,q} p3a_{i,s,q}$$

*E\_x3o - Preço do composto nacional / estrangeiro, Usuário 3*

$$x3o_{i,q} = [1 - ALPHA\_I_{i,q}][qhous_q + a3sub_{i,q}] + ALPHA\_I_{i,q}[luxexp_q + a3lux_{i,q} - p3o_{i,q}]$$

*E\_utility - Mudança na utilidade, desconsiderando os termos de mudança de gosto, Usuário 3*

$$utility_q = luxexp_q - qhous_q - \sum DELTA_{i,q} p3o_{i,q}$$

*E\_a3sub - Configuração padrão para o deslocamento da “preferência” por bens de subsistência*

$$a3sub_{i,q} = a3com_{i,q} - \sum S3COM_{k,q} a3com_{k,q}$$

*E\_a3lux - Configuração padrão para o deslocamento da “preferência” por bens de luxo*

$$a3lux_{i,q} = a3sub_{i,q} - \sum DELTA_{k,q} a3sub_{k,q}$$

#### ***F4 - Demandas de exportação estrangeira***

*E\_x4r - Funções tradicionais de exportação de demanda*

$$x4r_{i,s} - feq_i = EXP\_ELAST_i[p4r_{i,s} - fep_i - natfep]$$

*E\_aggnt\_x4r - Demanda pelo agregado de exportação não tradicional*

$$aggnt\_x4r_s - aggnt\_feq_s = EXP\_ELAST_{manufact}[aggnt\_p4r_s - aggnt\_fep_s - natfep]$$

*E\_nt\_x4r - Non-traditional-export demand*

$$x4r_{i,s} = aggnt\_x4r_s + faggnt\_i + faggnt\_s + faggnt\_is_{i,s}$$

*E\_aggnt\_p4r - Preço médio das exportações não tradicionais*

$$AGGEXPNT_s aggnt\_p4r_s = \sum PVAL4R_{i,s} p4r_{i,s} + faggnt\_p4r_s$$

#### ***F5 - Demanda do governo***

*E\_x5a - Demanda do governo regional*

$$x5a_{i,s,q} = cr_q + f5a_{i,s,q} + f5gen_q + natf5gen$$

*E\_x6a - Demanda do governo Federal*

$$x6a_{i,s,q} = natcr + f6a_{i,s,q} + f6gen_q + natf6gen$$

#### ***F6 - Amor pela variedade: “Love of Variety”***

*E\_a1s - Love of Variety, Usuário 1*

$$a1s_{i,s,j,q} = acom_{i,s}$$

*E\_a2s - Love of Variety, Usuário 2*

$$a2s_{i,s,j,q} = acom_{i,s}$$

*E\_a3s - Love of Variety, Usuário 3*

$$a3s_{i,s,q} = acom_{i,s}$$

*E\_acom – Equação global: Love of Variety*

$$acom_{i,s} = - \{ \{ IS\_DOM / [SIGMADOM_{i,s} - 1] \} * nfirm_{i,s} \}$$

### **F7 – Tabelas descrição das variáveis**

**Tabela F1 - Descrição das variáveis de demanda por insumos para o processo produtivo**

<b>Variável</b>	<b>Descrição</b>
$x1a_{i,s,j,q}$	Demandas de insumos para a produção atual
$x1c_{i,i,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos para a produção atual
$x1o_{i,i,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos / foreign para a produção atual
$x1laboi_{i,q,m}$	Emprego do tipo de ocupação m na indústria j
$efflab_{i,q}$	Demandas da indústria por mão de obra eficaz
$x1prim_{i,q}$	Demanda por composto de fator primário
$curcap_{i,q}$	Estoque de capital atual
$x1laboi_{i,q,m}$	Emprego do tipo de ocupação m na indústria j
$x1octj_{i,q}$	Demanda por outros bilhetes de custo
$n_{i,q}$	Demandas da indústria por terras
$labind_{j,q}$	Emprego por indústria
$Z_{i,q}$	Nível de atividade ou valor agregado
$p1a_{i,s,j,q}$	Preços dos insumos para a produção atual
$p1c_{i,i,q}$	Preços de insumos compostos domésticos para produção atual
$p1o_{i,i,q}$	Preço, insumos compostos nacionais / estrangeiros para criação de capital
$p1laboi_{i,q,m}$	Salário da ocupação tipo m na indústria j
$p1lab_{j,q}$	Preço do trabalho
$p1cap_{i,q}$	Preço de aluguel do capital
$p1land_{j,q}$	Preço do aluguel da terra
$xi\_fac_{i,q}$	Índice de custos dos fatores
$S1A_{i,s,j,q}$	Parte do valor do preço de compra do bem i de fonte regional s na indústria j na região q compras totais do bem i de fontes domésticas para uso na produção
$PVALIO_{i,j,q}$	Valor do comprador do composto doméstico e importação estrangeira do bem i como um insumo para a produção da indústria jqth
$PVALIA_{i,s,j,q}$	Valor do comprador do bem i da fonte de sth (s = 1, ...n) como um insumo na produção da indústria jqth.
$LABOUR_{j,q}$	Total da folha de pagamento da indústria jqth
$CAPITAL_{j,q}$	Valor dos aluguéis de capital para a indústria j na região q.
$LAB\_OCC\_IND_{m,i,q}$	Conta de trabalho total na ocupação m na região q.
$TOTFACIND_{j,q}$	Custo total dos fatores primários usados pela indústria j na região q.
$\sigma 1C_i$	Elasticidade de substituição entre fontes regionais do bem i para uso como insumo na produção.
$\sigma 1O_i$	Elasticidade de substituição entre o composto interno e a importação estrangeira do bem i para uso como insumo na produção.
$\sigma 1LAB_{j,q}$	Elasticidade de substituição para trabalho de m tipos ocupacionais usados como insumos para a produção pela indústria j na região q
$\sigma 1FAC_{j,q}$	Elasticidade de substituição para fatores primários (terras agrícolas, trabalho e capital) usados como insumos para a produção pela indústria j na região q
$a1lab_{j,q}$	Aumentando a mudança técnica de mão de obra
$a1cap_{i,q}$	Mudança técnica de aumento de capital
$a1land_{j,q}$	Mudança técnica de aumento de terra
$a1octj_{i,q}$	Outra alteração técnica do tiquete de custo
$a1_{j,q}$	Todas as alterações técnicas aumentam a entrada
$a1prim_{i,q}$	Todas as mudanças técnicas do fator primário

Fonte: Elaboração própria.

Tabela F2 - Descrição variáveis de demandas por bens de investimento

Variável	Descrição
$x2a_{i,s,j,q}$	Demandas por insumos para criação de capital
$x2c_{i,j,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos para criação de capital
$x2o_{i,j,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos / estrangeiros para criação de capital
$p2a_{i,s,j,q}$	Preços de insumos para criação de capital
$p2c_{i,j,q}$	Preços de insumos compostos domésticos para criação de capital
$p2o_{i,j,q}$	Preço, insumos compostos nacionais / estrangeiros para criação de capital
$PVAL2T_{i,s,j,q}$	Valor do comprador do bem composto doméstico i como um insumo para a criação de capital da indústria jqth.
$PVAL2A_{i,s,j,q}$	Valor do comprador do bem i de todas as fontes ( $s = 1, \dots, n$ ) como um insumo na criação de capital da indústria
$PVAL2O_{i,j,q}$	Valor do comprador da importação doméstica e estrangeira do bem i como um insumo para a criação de capital da indústria
$y_{j,q}$	Criação de capital usando a indústria
$a2ind_{j,q}$	Mudança técnica na criação de capital
$\sigma 2C_i$	Elasticidade de substituição entre fontes regionais do bem i para uso como insumo na criação de capital.
$\sigma 2O_i$	Elasticidade de substituição entre importação doméstica composta e importação estrangeira do bem i na demanda

Fonte: Elaboração própria.

Tabela F3 - Descrição variáveis de demandas domésticas

Variável	Descrição
$x3a_{i,s,q}$	Demanda doméstica de bens
$x3c_{i,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos para famílias
$x3o_{i,q}$	Demandas por insumos compostos domésticos / estrangeiros para famílias
$p3a_{i,s,q}$	Preços dos compradores por commodities e fonte para as famílias
$p3c_{i,q}$	Preços de insumos compostos domésticos para famílias
$p3o_{i,q}$	Preço, insumos compostos nacionais / estrangeiros para famílias
$PVAL3T_{i,do}$ <small>mestic,q</small>	Valor do comprador do bem composto doméstico i consumido pela família na região q
$PVAL3A_{i,s,q}$	Valor do comprador do bem i da fonte regional sth ( $s = 1, \dots, n-1$ ) consumido pela família na região q
$PVAL3O_{i,q}$	Valor do comprador da importação doméstica composta e estrangeira do bem i consumido pela família na região q
$ALPHA\_I_{i,q}$	Despesas supranumerárias com o bem i como uma parcela das despesas supranumerárias e de subsistência com o bem i pelo agregado familiar na região q
$\sigma 3C_i$	Elasticidade de substituição entre fontes regionais do bem i na demanda domiciliar regional
$\sigma 3O_i$	Elasticidade de substituição entre o composto interno e a importação estrangeira do bem i
$qhous_q$	Número de famílias
$a3sub_{i,q}$	Mudança na preferência doméstica, subsistência
$a3lux_{i,q}$	Mudança nas preferências domésticas, luxo
$a3com_{i,q}$	Mudança nas preferências domésticas
$luxexp_q$	Despesas familiares supranumerárias totais
$utility_q$	Utilidade por família
$DELTA_{i,q}$	Parcela marginal do orçamento familiar do bem i na despesa marginal total da família na região q
$S3COM_{k,q}$	Parte do bem i na despesa total do agregado familiar na região q

Fonte: Elaboração própria.

Tabela F4 - Descrição variáveis de demandas de exportação estrangeira

Variável	Descrição
$x4r_{i,s}$	Volumes de exportação
$feq_i$	Mudança de quantidade (direita) nas demandas de exportação
$aggnt\_x4r_s$	Demanda por exportações agregadas (não tradicionais)
$p4r_{i,s}$	F.O.B. preços de exportação de moeda estrangeira
$fep_i$	Mudança de preço (para cima) nas demandas de exportação
$aggnt\_p4r_s$	Preço agregado para exportações (não tradicionais)
$aggnt\_fep_s$	Mudança de preço em exportações (não tradicionais)
$faggnt\_i_i$	Shifter por commodity para exportações agregadas (não tradicionais)
$faggnt\_s_s$	Deslocador por região para exportações agregadas (não tradicionais)
$faggnt\_is_{i,s}$	Commodity e fonte shifter para exportações (não tradicionais)
$natfep$	Mudança em toda a economia das curvas de demanda de exportação
$faggnt\_p4r_s$	Mudança no preço das exportações agregadas (não tradicionais)
$AGGEXPNT_s$	Receitas de exportação regionais totais (não tradicionais)
$PVAL4R_{i,s}$	Valor para o comprador do bem de exportação (não tradicional) $i$ da fonte regional $s$ consumidos por estrangeiros
$EXP\_ELAST_i$	Elasticidade da demanda de exportação estrangeira do bem $i$

Fonte: Elaboração própria.

Tabela F5 - Descrição variáveis de demanda do governo

Variável	Descrição
$x5a_{i,s,q}$	"Outras" demandas regionais
$cr_q$	Consumo real das famílias
$f5gen_q$	Termo de mudança geral para demandas regionais "Outras"
$natf5gen$	Termo de mudança geral para demandas regionais "Outras"
$x6a_{i,s,q}$	Demandas federais "Outras" em cada região
$natr$	Consumo real das famílias
$f6a_{i,s,q}$	Turno, demanda federal de "outro"
$f6gen_q$	Deslocamento, demanda federal de "outro"
$natf6gen$	Termo de mudança geral para demandas federais de "Outras"

Fonte: Elaboração própria.

Tabela F6 - Descrição variáveis da equação "Love of Variety"

Variável	Descrição
$a1s_{i,s,j,q}$	<i>Love of Variety, Usuário 1</i>
$a2s_{i,s,j,q}$	<i>Love of Variety, Usuário 2</i>
$a3s_{i,s,q}$	<i>Love of Variety, Usuário 3</i>
$acom_{i,s}$	<i>Equação global: Love of Variety</i>
$IS\_DOM_s$	<i>Dummy para bens domésticos e importados</i>
$SIGMADOM_{i,s}$	<i>Elasticidade de substituição entre o local de produção</i>
$nfirm_{i,s}$	<i>Número de Firms</i>

Fonte: Elaboração própria.