

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

ADEMIR ANTÔNIO MOREIRA ROCHA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL:
UMA CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA À NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA**

JUIZ DE FORA - MG

2017

ADEMIR ANTÔNIO MOREIRA ROCHA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL:
UMA CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA À NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Área de concentração: Economia Regional

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli

JUIZ DE FORA - MG

2017

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

Rocha, Ademir Antônio Moreira.

Distribuição espacial dos serviços logísticos no Brasil: uma contribuição empírica à Nova Geografia Econômica / Ademir Antônio Moreira Rocha. – 2017.

155 f. : il.

Orientador: Fernando Salgueiro Perobelli

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Economia. Programa de Pós-Graduação em Economia, 2017.

1. Decisão locacional. 2. Clusters logísticos. 3. Nova Geografia Econômica. I. Perobelli, Fernando Salgueiro, orient. II. Título.

ADEMIR ANTÔNIO MOREIRA ROCHA

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL:
UMA CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA À NOVA GEOGRAFIA ECONÔMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Economia Aplicada.

Aprovada em: 19/12/2017

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli (Orientador)

Universidade Federal de Juiz de Fora



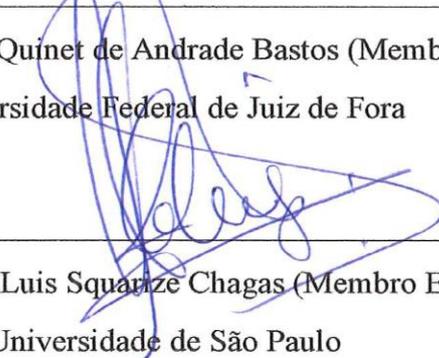
Prof. Dr. Admir Antonio Betarelli Junior (Membro Interno)

Universidade Federal de Juiz de Fora



Profa. Dra. Suzana Quinet de Andrade Bastos (Membro Interno)

Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. André Luis Squarize Chagas (Membro Externo)

Universidade de São Paulo

JUIZ DE FORA - MG

2017

AGRADECIMENTOS

A elaboração desta dissertação contou com o apoio e suporte de diversas pessoas e instituições, sem as quais teria sido impossível desenvolver um trabalho de qualidade.

Desse modo, deixo aqui meu agradecimento ao Prof. Fernando Perobelli pela orientação, dedicação e amizade durante este Mestrado.

Ao Prof. Admir Betarelli e Profa. Suzana Quinet, por todos os comentários e sugestões, e aos quais também agradeço por aceitarem o convite de participar da defesa desta dissertação.

Ao Prof. André Chagas por aceitar o convite de participar da defesa desta dissertação.

Aos demais professores do PPGE, Eduardo Almeida, Eduardo Gonçalves, Rogério Mattos e Weslem Faria, por compartilharem seus conhecimentos.

À todos os amigos que estiveram perto de mim durante este Mestrado, em especial os colegas Douglas Sad e João Gabriel.

Aos colegas do Laboratório de Análises Setoriais e Territoriais (LATES-UFJF), pelo excelente ambiente acadêmico.

Agradeço também a CAPES pelo suporte financeiro.

Logicamente, os erros que porventura ainda permanecerem são de minha inteira responsabilidade.

Por último, e acima de tudo, vai um agradecimento à minha família, em especial minha mãe Ana e minha irmã Andréa, pelo apoio constante.

Meu sincero obrigado.

Ademir Antônio Moreira Rocha
Juiz de Fora, dezembro de 2017

*"Uma sociedade cresce bem quando homens velhos
plantam árvores das quais nunca aproveitarão as sombras."*

(Provérbio Grego)

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é investigar a distribuição espacial presente e de longo prazo do setor logístico no Brasil. Para tanto, busca-se com este estudo dar respostas aos seguintes questionamentos: i) como está organizado espacialmente o setor logístico no Brasil? Ou melhor, há evidências de *clusters* logísticos? ii) qual a perspectiva de longo prazo dessa organização? Para responder a essas perguntas, este trabalho adota como núcleo teórico-metodológico as abordagens desenvolvidas em Fujita *et al.* (1999), Krugman (1991, 1998) e Krugman e Venables (1993, 1995), que tecem considerações sobre a localização e a formação de aglomerações das atividades econômicas, a ponto de inaugurarem uma linha de pesquisa denominada Nova Geografia Econômica (NGE). O Modelo de Potencial Logístico (MPLog27), inspirado no Modelo Centro-Periferia de Krugman (1991), servirá como ferramenta analítica para verificar a espacialização de longo prazo do setor logístico. Os resultados apontam uma alteração do padrão locacional do setor logístico-industrial no Brasil ao longo do período analisado (2015-2065). Os estados Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (na região Sul), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (na região Centro-Oeste), Pará e Tocantins (na região Norte), Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (na região Nordeste) ganham destaque em relação aos demais. Tal fato pode estar indicando um processo de convergência espacial da prestação de serviços logísticos voltados à indústria. Em contraste, parece não haver uma convergência espacial de acesso aos serviços logísticos voltados à agricultura. Nesse caso, as forças atuam no sentido de conservação dos *clusters* já existentes nos estados de Minas Gerais e São Paulo.

Palavras-chave: decisão locacional; *clusters* logísticos; Nova Geografia Econômica.

ABSTRACT

The main objective of this work is to investigate the present and long-term spatial distribution of the logistic sector in Brazil. In order to do so, this study seeks to answer the following questions: i) how is the logistics sector organized in Brazil? Or is there evidence of logistic clusters? ii) what is the long-term perspective of this organization? To answer these questions, this work adopts the approaches developed in Fujita et al. (1999), Krugman (1991, 1998) and Krugman and Venables (1993, 1995), who make considerations about the location and formation of agglomerations of economic activities, to the point of inaugurating a line of research called New Economic Geography (NKG). The Logistic Potential Model (MPLog27), inspired by Krugman's Center-Periphery Model (1991), will serve as an analytical tool to verify the long-term spatialization of the logistics sector. The results point to a change in the locational pattern of the logistic-industrial sector in Brazil over the period analyzed (2015-2065). The states of Paraná, Santa Catarina and Rio Grande do Sul (in the South), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul and Goiás (in the Midwest), Pará and Tocantins (in the North), Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas and Sergipe (in the Northeast) are highlighted in relation to the others. This may be indicating a process of spatial convergence of the provision of logistics services to the industry. In contrast, there appears to be no spatial convergence of access to logistical services for agriculture. In this case, the forces act in the sense of conservation of existing clusters in the states of Minas Gerais and São Paulo.

Keywords: locational decision; logistic clusters; New Economic Geography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Estágios da cadeia de suprimentos.....	20
Figura 2.2 - Gradiente de renda da terra	30
Figura 2.3 - <i>Trade-off</i> entre renda da terra e custos de transporte	31
Figura 2.4 - Anéis de Von Thünen para três tipos de produção	31
Figura 2.5 - Triângulo locacional de Weber	33
Figura 2.6 - Traçado da isodapana crítica	35
Figura 2.7 - Determinação da área de aglomeração	35
Figura 2.8 - Gradiente de preço, curva de demanda espacial e cone de demanda	37
Figura 3.1 - Mapa de <i>clusters</i> ($HCLQ > 0$ e $LEP > 0,1$)	51
Figura 3.2 - Mapa de <i>clusters</i> LISA para participação de emprego em logística	51
Figura 3.3 - Mapa de <i>clusters</i> bivariado para participação de emprego em logística e agropecuária	52
Figura 3.4 - Mapa de <i>clusters</i> bivariado para participação de emprego em logística e indústria de transformação.....	53
Figura 4.1 - Exemplos de mensuração de arestas	61
Figura 4.2 - Malhas ferroviária e rodoviária pavimentada	61
Figura 4.3 - Ligação rodoviária entre unidades federativas (1973).....	63
Figura 4.4 - Ligação rodoviária entre unidades federativas (2015).....	64
Figura 4.5 - Ligação ferroviária entre unidades federativas (1964)	64
Figura 4.6 - Ligação ferroviária entre unidades federativas (2015)	65
Figura 5.1 - Fluxograma de apresentação dos modelos teóricos e empírico	68
Figura 5.2 - Estrutura do modelo MPLog27.....	87
Figura 5.3 - Potencial logístico voltado ao setor de Indústria da Transformação, cenário atual (2015) e projeções (2065), para unidades federativas do Brasil, segundo modelo MPLog27 .	95
Figura 5.4 - Potencial logístico voltado ao setor da Agropecuária, cenário atual (2015) e projeções (2065), para unidades federativas do Brasil, segundo modelo MPLog27	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 - Definição do setor de logística	50
Quadro 4.1 - Descrição das métricas de redes	60
Quadro 5.1 - Descrição dos parâmetros-chave	94
Quadro E.1 - Descrição das variáveis endógenas	130

LISTA DE TABELA

Tabela 3.1 - Estatísticas do teste Mann-Whitney	53
Tabela 4.1 - Estatísticas básicas: conectividade geral das redes	65
Tabela A.1 - Legenda utilizada para construção dos grafos (Nó)	109
Tabela A.2 - Arestas para modal ferroviário (1964)	109
Tabela A.3 - Arestas para modal ferroviário (2015)	110
Tabela A.4 - Arestas para modal rodoviário (1973)	110
Tabela A.5 - Arestas para modal rodoviário (2015)	111
Tabela A.6 - Matriz de conectividade rodoviária (1973)	112
Tabela A.7 - Matriz de conectividade rodoviária (2015)	112
Tabela A.8 - Matriz de conectividade ferroviária (1964)	113
Tabela A.9 - Matriz de conectividade ferroviária (2015)	113
Tabela E.1 - Valores dos parâmetros e variáveis exógenas (cenário base)	130
Tabela E.2 - Valores dos parâmetros de distância inter-regional - em km (cenário base)	136
Tabela E.3 - Valores dos parâmetros T_{rs}^A (cenário base)	144
Tabela E.4 - Valores dos parâmetros T_{rs}^M (cenário base).....	145
Tabela E.5 - Valores dos parâmetros α_{rs}^A (cenário base).....	146
Tabela E.6 - Valores dos parâmetros α_{rs}^M (cenário base).....	147
Tabela E.7 - Valores dos parâmetros ψ_{rs}^A (cenário base)	148
Tabela E.8 - Valores dos parâmetros ψ_{rs}^M (cenário base)	149
Tabela F.1 - Valores de parâmetros-chave na análise de sensibilidade	150
Tabela G.1 - Participação regional do emprego na Indústria de Transformação (2006-2015)	152
Tabela G.2 - Participação regional do emprego na Agropecuária (2006-2015).....	153
Tabela G.3 - Salário nominal médio por região para Indústria de Transformação - valores correntes em R\$ (2006-2015)	154
Tabela G.4 - Salário nominal médio por região para Agropecuária - valores correntes em R\$ (2006-2015)	155

LISTA DE SIGLAS

3PL - *Third Party Logistics*

4PL - *Fourth Party Logistics*

CIF - *Cost, insurance and freight*

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNT - Confederação Nacional de Transportes

DCN - Distrito Central de Negócios

DNIT - Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

HCLQ - Quociente Locacional de *Cluster* Horizontal

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

LEP - Indicador de Participação dos Estabelecimentos Logísticos

LISA - *Local Indicator of Spatial Association*

LQ - Quociente Locacional

MPLog27 - Modelo de Potencial Logístico aplicado ao Brasil

MTE - Ministério do Trabalho e Emprego

NGE - Nova Geografia Econômica

PIB - Produto Interno Bruto

RAIS - Relação Anual de Indicadores Sociais

UFs - Unidades Federativas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	DESCREVENDO O SETOR LOGÍSTICO E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL	17
2.1	DESCREVENDO O SETOR LOGÍSTICO	18
2.2	SETOR LOGÍSTICO EM MEIO À “ECONOMIA DE SERVIÇOS”	23
2.3	DECISÃO LOCACIONAL E AGLOMERAÇÃO ESPACIAL	26
2.3.1	Aspectos teóricos	26
2.3.2	Decisão locacional das firmas logísticas	41
3	ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS	45
3.1	IDENTIFICANDO OS CLUSTERS LOGÍSTICOS	45
3.1.1	Quociente Locacional de Cluster Horizontal (HCLQ) e Participação dos Estabelecimentos Logísticos (LEP)	45
3.1.2	I de Moran Local (I_i)	46
3.2	CLUSTERS LOGÍSTICOS E SISTEMA PRODUTIVO	47
3.2.1	I de Moran Local Bivariado ($I_1^{z_1z_2}$)	47
3.3	CLUSTERS LOGÍSTICOS E PRESENÇA DE EXTERNALIDADES	48
3.4	BASE DE DADOS	49
3.5	AGLOMERAÇÕES, HETEROGENEIDADE SETORIAL E EXTERNALIDADES ..	50
4	EVOLUÇÃO DAS REDES DE TRANSPORTE NO BRASIL	55
4.1	CONTEXTO HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO	55
4.2	MENSURANDO A EVOLUÇÃO DAS REDES DE TRANSPORTE	58
4.3	REDES DE TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE	62
5	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE LONGO PRAZO DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL: CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA À NOVA GEOGRAFIA	67
5.1	ABORDAGEM TEÓRICA: MODELO DIXIT-STIGLITZ ESPACIAL E CENTRO-PERIFERIA	68
5.1.1	Modelo Dixit-Stiglitz Espacial	68
5.1.1.1	Descrevendo o comportamento do consumidor	68
5.1.1.2	Localização e custo de transporte	75
5.1.1.3	Comportamento do produtor	77
5.1.1.4	Remuneração dos agentes	81
5.1.1.5	Normalizações	82
5.1.2	Modelo Centro-Periferia	83
5.2	DESCRIÇÃO DO MODELO DE POTENCIAL LOGÍSTICO (MPLog ₂₇)	86
5.2.1	Bloco 1: Produto regional	88
5.2.2	Bloco 2: Índice de preço	88

5.2.3	Bloco 3: Salário nominal	90
5.2.4	Bloco 4: Salário real	90
5.2.5	Bloco 5: Migração	91
5.2.6	Bloco 6: Potencial logístico	91
5.2.7	Bloco 7: Choque exógeno	92
5.3	SIMULAÇÃO	92
5.3.1	Simulação: informações básicas	92
5.4	RESULTADOS: PROJEÇÃO ESPACIAL DO SETOR LOGÍSTICO	93
5.4.1	Distribuição espacial do setor logístico voltado à indústria	93
5.4.2	Distribuição espacial do setor logístico voltado à agricultura	97
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	101
	REFERÊNCIAS	104
	APÊNDICE	109
A)	Redes de transporte	109
B)	Dinâmica <i>ad hoc</i>	114
B.1	<i>Produto regional</i>	114
B.2	<i>Índices de Preços</i>	114
B.3	<i>Salário Nominal</i>	114
B.4	<i>Salário Real</i>	115
B.5	<i>Migração</i>	115
B.6	<i>Potencial Logístico</i>	115
C)	Notas de Linearização Logarítmica	117
C.1	<i>Exemplo: Log-linearização</i>	117
C.2	<i>Log-linearizando as equações do modelo</i>	118
C.2.1	<i>Produto regional</i>	118
C.2.2	<i>Índices de Preços</i>	118
C.2.3	<i>Salário Nominal</i>	119
C.2.4	<i>Salário Real</i>	119
C.2.5	<i>Migração</i>	120
C.2.6	<i>Potencial logístico</i>	120
D)	Rotina do Modelo	122
E)	Variáveis endógenas, exógenas e parâmetros	130
E.1	<i>Variáveis endógenas</i>	130
E.2	<i>Variáveis exógenas e parâmetros</i>	136
F)	Parâmetros-chave e testes de sensibilidade	151
G)	Dados	152

1 INTRODUÇÃO

Os fluxos de mercadorias entre as regiões traduzem as necessidades de produzir e consumir por parte dos indivíduos e firmas, influenciando diretamente a dinâmica econômica de uma região (BUTTON, 2010). Segundo Thomson (1974), o movimento por transporte é desejado e necessário porque há uma heterogeneidade espacial de forma que nenhuma parte é capaz de fornecer isoladamente todos os produtos que as pessoas desejam. Ou seja, um conjunto variado de bens só pode ser obtido por qualquer movimento entre o fornecedor e o consumidor. A logística, por sua vez, é a função responsável por esse movimento (WATERS, 2003).

O *Council of Supply Chain Management Professionals*¹ define o conceito de logística da seguinte forma: “Logística é a parte da cadeia de suprimentos que se encarrega dos processos de planejamento, implementação e controle de maneira eficiente do fluxo e da armazenagem de produtos, bem como dos serviços e informações associadas, cobrindo desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender aos requisitos do consumidor”. De maneira similar, Kasilingam (1998) caracteriza o setor logístico como o conjunto de atividades que incluem transporte, armazenagem e planejamento acerca das instalações e da localização, e garantem a disponibilidade dos produtos demandados aos clientes, servindo, portanto, como elo entre a produção e o mercado consumidor, separados pelo tempo e pelo espaço.

Os principais componentes da logística (i.e., transporte, estocagem e gerenciamento) têm sido ao longo dos anos elementos da dinâmica econômica, mas é apenas no passado relativamente recente que a logística foi reconhecida como uma função relevante por si mesma (RUSHTON *et al.*, 2010). Mudanças tecnológicas nos mercados, nas estruturas institucionais e na teoria da gestão levaram a novas formas de pensar a logística e associá-la ao processo produtivo (BREWER *et al.*, 2008; HUGOS, 2011). Cria-se, assim, o conceito de *Supply Chain Management*². Christopher (1985) define o conceito de gerenciamento da cadeia de suprimentos como a gestão das relações a montante e a jusante com fornecedores e clientes, a fim de adicionar valor ao cliente, com menor custo para a cadeia de suprimentos como um todo. Assim, o foco do gerenciamento da cadeia de suprimentos é a gestão de relacionamentos, a fim de alcançar um resultado mais lucrativo para todas as partes da cadeia.

¹ Tradução: Conselho de Profissionais de Gestão de Cadeia de Suprimentos.

² Tradução: Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos.

O desempenho da cadeia de suprimentos é mensurado em termos de capacidade de resposta (i.e., tempo) e eficiência (i.e., minimização de custo), e dependerá das características dos *competitiveness drivers* logísticos (CHOPRA; MEINDL, 2003). Entende-se por *drivers* logísticos elementos que possam ser usados para melhorar a performance da cadeia de suprimentos (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011). Os teóricos citados definem cinco *drivers*, a saber: produção, estoque, localização, transporte e informação. Neste estudo, o componente locacional ganhará destaque.

A localização refere-se ao local geográfico das instalações da cadeia de suprimentos, em especial, das firmas logísticas. Também inclui as decisões relacionadas às atividades que devem ser realizadas em cada instalação. O *trade-off* apresentado aqui está relacionado à decisão de centralizar atividades em menos locais para obter economias de escala e eficiência, ou descentralizar atividades em muitos locais próximos de clientes e fornecedores para que as operações sejam mais rápidas. Ao tomar decisões de localização, os gerenciadores precisam considerar uma série de fatores que se relacionam com um determinado local (fatores locais), incluindo o custo das instalações, o custo do trabalho local, as habilidades disponíveis no mercado de trabalho, as condições de infraestrutura, impostos e tarifas e a proximidade de fornecedores e clientes. As decisões de localização tendem a ser estratégicas porque comprometem grandes quantias de dinheiro com horizontes de longo prazo para maturação do investimento. Ademais, a escolha locacional das unidades logísticas determina, em parte, o desempenho de diversas cadeias produtivas e a produtividade regional e nacional (BHATNAGAR; SOHAL, 2005; CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011). Assim, os determinantes desta decisão locacional devem ser melhor compreendidos.

É neste mote de pesquisa que se encontra a principal motivação deste estudo que propõe investigar a distribuição espacial presente e de longo prazo do setor logístico no Brasil. Para tanto, busca-se dar respostas aos seguintes questionamentos:

- a) Como está organizado espacialmente o setor logístico no Brasil? Ou melhor, há evidências de *clusters* logísticos?
- b) Qual é a perspectiva de longo prazo dessa organização?

Para responder a essas perguntas, este trabalho tem como núcleo teórico-metodológico as abordagens desenvolvidas em Fujita *et al.* (1999), Krugman (1991, 1998) e Krugman e Venables (1993, 1995), que tecem considerações sobre a localização e a formação de

aglomerações das atividades econômicas, a ponto de inaugurarem uma linha de pesquisa denominada Nova Geografia Econômica (NGE).

A NGE surgiu na década de 1990 como novo gênero de pesquisa, tendo como propósito a revalorização e a inserção da análise geográfica no *mainstream* econômico (KRUGMAN, 1998)³. Sua maior preocupação é explicar porque muitas atividades econômicas são concentradas geograficamente. De modo geral, o aspecto central para o entendimento da configuração espacial das atividades econômicas e suas repercussões reside no tratamento do *trade-off* de dois tipos principais de forças: economias de escala (força aglomerativa) e custos de transporte (força de repulsão) (FUJITA; THISSE, 2013). Krugman (1991) inova ao inserir esses elementos em uma modelagem matemática, desenvolvendo para tanto o Modelo Centro-Periferia.

Tendo em vista cumprir o objetivo principal deste estudo que é observar a espacialização de longo prazo do setor logístico no Brasil, o Modelo Centro-Periferia será base para a construção do Modelo de Potencial Logístico (MPLog27). Assume-se a hipótese de que a decisão locacional do setor logístico será determinada pela localização dos setores demandantes de seus serviços.

Após esse capítulo introdutório, o Capítulo 2 apresentará o referencial teórico subjacente ao estudo. Este contemplará, primeiro, a características do setor logístico e as mudanças ocorridas no mesmo nas últimas três décadas; segundo, como se dá a inserção do setor logístico na chamada “Economia de Serviços” e, terceiro, aspectos teóricos acerca da localização das atividades econômicas e da formação de aglomerações espaciais. Destaca-se nessa última seção as teorias tradicionais da localização e a literatura da Nova Geografia Econômica. Em seguida, o Capítulo 3 fará uma análise exploratória espacial do setor logístico brasileiro visando compreender de maneira detalhada seu padrão locacional e sua relação com os demais setores da economia. Ainda nesse capítulo, será verificada a existência de externalidades no interior dos *clusters* logísticos. O Capítulo 4 traçará um panorama das condições de infraestrutura de transportes no Brasil, principalmente no que concerne à sua mobilidade. A análise feita neste capítulo é necessária, pois as redes de transporte dão base à

³ Embora Krugman tenha dado nova vida à área de geografia econômica, boa parte de suas ideias e conceitos existe há muito tempo. Em grande medida, a história da geografia econômica pode ser vista como um processo que gradualmente unificou diferentes segmentos do conhecimento, como demonstram os diferentes nomes dados ao campo científico (economia regional e urbana, teoria locacional e economia espacial), todos dentro de um mesmo arcabouço teórico no qual o foco se desloca da competição perfeita para competição imperfeita e falhas de mercado (FUJITA; THISSE, 2013).

maioria dos fluxos de mercadorias entre as regiões, possibilitando então a prestação dos serviços logísticos. O Capítulo 5 apresentará o Modelo de Potencial Logístico (MPLog27), capaz de descrever a distribuição de longo prazo da atividade logística no Brasil. Ainda nesse capítulo, serão apresentados os detalhes das simulações computacionais e as análises dos resultados. Finalmente, o último capítulo tecerá considerações conclusivas sobre análises e resultados deste trabalho.

2 DESCREVENDO O SETOR LOGÍSTICO E SUA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

As operações logísticas sempre foram necessárias para a fabricação, o armazenamento e a movimentação de bens e produtos, e mais recentemente sua atuação tem sido determinante no desempenho das cadeias produtivas (RUSHTON *et al.*, 2010).

Segundo Hugos (2011), a escolha locacional da firma logística configura-se como um *competitiveness drivers*⁴ das cadeias produtivas. Assim, é possível afirmar que a decisão locacional da firma logística terá impacto direto sobre a eficiência operacional de diversas cadeias produtivas, o ‘que, por sua vez, determinará o nível de produtividade, competitividade e desenvolvimento de uma região (BREWER *et al.*, 2008; CHOPRA; MEINDL, 2003). Configura-se como pertinente compreender quais são os fatores que balizam as escolhas locais e como se formam as possíveis aglomerações espaciais do setor logístico.

Este capítulo apresenta elementos teóricos subjacentes às discussões feitas nesta dissertação e está segmentado em três seções. A primeira busca fornecer uma compreensão conceitual do setor logístico, as mudanças ocorridas no mesmo, seu papel atual no *Supply Chain Management*⁵ e as diversas questões que devem ser consideradas ao projetar, planejar ou operar uma cadeia de suprimentos, dando especial atenção à decisão locacional das firmas logísticas. A relevância dada ao setor logístico nas últimas quatro décadas acompanha um movimento de transformação produtiva observada nas principais economias do mundo, caracterizada pelo aumento da participação do setor terciário no produto nacional. Este fenômeno, denominado “Economia de Serviços”, é descrito na segunda seção, que pretende discutir o papel do setor de serviços como gerador de valor adicionado e como essa mudança de paradigma afetou a oferta e demanda de serviços logísticos. Encerrando este capítulo, a terceira seção traz uma revisão seletiva das principais teorias relacionadas à localização e à formação de aglomerações espaciais, com especial atenção ao arcabouço teórico da Nova Geografia Econômica. Espera-se ao final desta seção identificar fatores que expliquem a localização das firmas logísticas, sua espacialização atual e de longo prazo.

⁴ Elemento pertencente à cadeia produtiva em que é possível auferir ganhos de competitividade.

⁵ Tradução: Gestão da Cadeia de Suprimentos.

2.1 DESCRREVENDO O SETOR LOGÍSTICO

A logística pode ser entendida como a parte operacional da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de maneira eficiente, efetivando o fluxo e a armazenagem de bens, serviços e informações, desde o ponto de origem até o ponto de consumo, com o objetivo de atender às necessidades dos clientes (LAMBERT; COOPER, 2000). A logística insere-se nesse contexto e visa disponibilizar o produto certo, no lugar certo, no tempo certo, na quantidade certa, nas condições certas, a um preço certo e com as informações certas (MENTZER *et al.*, 2001).

Os principais componentes da logística – isto é, transporte, estocagem e gerenciamento – têm sido ao longo dos tempos importantes elementos da vida industrial e econômica, mas é apenas no passado relativamente recente que a logística foi reconhecida como uma função relevante por si mesma (RUSHTON *et al.*, 2010). Mudanças tecnológicas nos mercados, nas estruturas institucionais e na teoria da gestão levaram a novas formas de pensar a logística e associá-la ao processo produtivo (BREWER *et al.*, 2008; HUGOS, 2011). A nível nacional, a capacidade de transportar mercadorias de forma rápida, segura, econômica e confiável agora é vista como vital para a prosperidade e capacidade de uma nação que visa competir em uma economia em rápida globalização (BREWER *et al.*, 2008). Para entender o papel da logística na modernidade, é importante notar as mudanças de fundo que ocorreram na economia global⁶.

Harvey (1994) destaca que as décadas de 70 e 80 inauguraram um período de reestruturação econômica que levou à substituição do sistema fordista por outro sistema de acumulação denominado flexível, caracterizado pelo surgimento de novos setores, produtos e processos, impulsionado pelo processo de terceirização e divisão do trabalho adotada pelas organizações. A transição para a acumulação flexível foi feita por meio da implantação de novas formas organizacionais, tais como o sistema de entrega *just-in-time*⁷, caracterizado por redução dos estoques, uso de novas tecnologias de controle eletrônico e produção em pequenos lotes. Ademais, o aperfeiçoamento de técnicas de distribuição (i.e., empacotamento, controle de

⁶ Christopher (1985) afirma que a logística sempre foi uma característica central e essencial de toda a atividade econômica e, no entanto, paradoxalmente, é apenas nos últimos anos que passou a receber uma atenção séria do mundo empresarial e acadêmico. Um motivo óbvio para essa negligência é que, embora as funções que compõem a tarefa de logística sejam reconhecidas individualmente, o conceito de logística como atividade integradora nos negócios realmente só se desenvolveu nos últimos anos.

⁷ *Just-in-time*, que significa literalmente “na hora certa”, é um sistema de administração da produção o qual determina que tudo deve ser produzido, transportado ou comprado na hora exata (CHENG; PODOLSKY, 1996).

estoques, transporte) possibilitou a circulação de mercadorias a uma velocidade maior (HARVEY, 1994). Essa mudança de paradigma operacional em direção a uma economia de serviços será tema de discussão na seção 2.2.

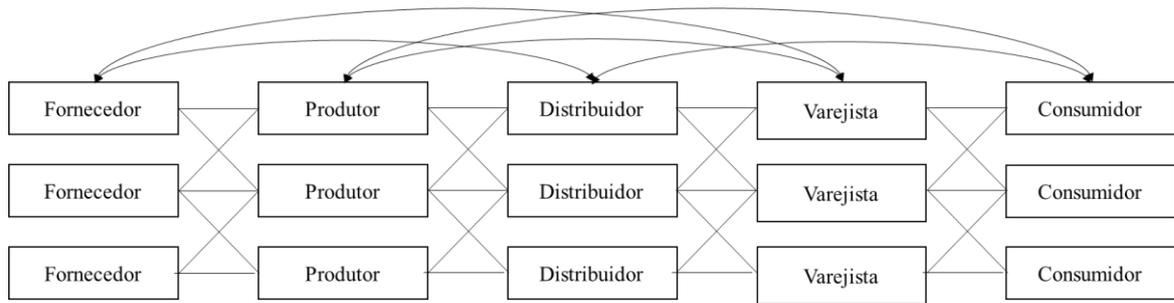
Nessa nova economia, o movimento eficiente e efetivo de matérias-primas, bens intermediários e produtos finais depende da informação e do conhecimento. É essencial saber se o transporte é necessário e, em caso afirmativo, o que é exigido pelos demandantes, o que pode ser oferecido e a que custo. Existe a questão adicional de se o transporte será feito pela firma produtora ou *outsourced* (terceirizada) (BREWER *et al.*, 2008).

Alcançar um alto nível de desempenho em logística é importante para a rentabilidade das empresas e para a competitividade regional e nacional (HEAVER, 2008). Muitas atividades operacionais das firmas, como *design*, desenvolvimento de produtos, gerenciamento de serviços e instalações, logística e fabricação, foram assumidas por terceiros. Conseqüentemente, tem havido uma especialização cada vez maior na gestão das relações externas de produção e no controle dos fluxos, desde os insumos ao produto final adquirido pelo consumidor. O termo *Supply Chain Management* foi criado na década de 70 para representar essas atividades⁸ (HALL; BRAITHWAITE, 2008).

A cadeia de suprimentos é uma sequência de processos e fluxos que acontecem dentro e entre os diferentes estágios da cadeia produtiva, e que se combinam para atender à necessidade de um cliente por um produto (CHOPRA; MEINDL, 2003). O objetivo principal de qualquer cadeia de suprimentos é satisfazer as necessidades dos clientes e, no processo, gerar lucro para as firmas participantes. O termo “cadeia de fornecimento” traz a ideia de produtos que se deslocam de fornecedores para fabricantes, seguindo para distribuidores e revendedores, e chegando ao final para os clientes. Estes fluxos, por sua vez, não são únicos ou unidirecionais. Aliás, um fabricante pode receber material de vários fornecedores e depois fornecer seu produto a vários distribuidores. Assim, a maioria das cadeias de suprimentos são na verdade redes (CHOPRA; MEINDL, 2003), como mostrado na Figura 2.1.

⁸ Na literatura, logística e *Supply Chain Management* são muitas vezes usados como sinônimos, embora haja uma sutil diferença entre os dois. *Supply Chain Management* é mais estratégica na sua natureza, enquanto a logística é mais orientada para as operações. A *Supply Chain Management* lida com as ligações na cadeia, contratos e relacionamentos, seleção de fornecedores, informações e fluxos financeiros, além de fluxos de materiais, criando novas instalações, tais como fábricas, armazéns e centros de distribuição. O escopo da logística é confinado ao trabalho de rotina de transporte e armazenagem de mercadorias (BALLOU, 1985). Cabe ressaltar que ao longo deste trabalho esses termos serão tratados como sinônimos.

Figura 2.1 - Estágios da cadeia de suprimentos



Fonte: Baseado em Chopra e Meindl (2003).

Ainda segundo Chopra e Meindl (2003), existem quatro itens que diferem o *Supply Chain Management* da visão clássica da logística, a saber:

- a) a cadeia de suprimentos é vista como algo único, em vez de uma série de elementos fragmentados, como aquisição de insumos, fabricação, distribuição etc. Ademais, tanto os fornecedores quanto os consumidores finais estão incluídos no processo de planejamento dos operadores logísticos, na tentativa de planejar a cadeia de suprimentos como um todo;
- b) a gestão da cadeia de suprimentos é em grande parte um processo de planejamento estratégico, com ênfase particular na tomada de decisão estratégica e não nos sistemas operacionais;
- c) a gestão da cadeia de suprimentos fornece uma abordagem diferente para lidar com estoques. Tradicionalmente, o estoque era usado como uma margem de segurança entre os elos levando, portanto, a volumosos estoques de produtos. O gerenciamento da cadeia de suprimentos visa alterar essa perspectiva para que o estoque seja usado como último recurso para equilibrar o fluxo de produtos ao longo da cadeia;
- d) os recentes avanços na tecnologia possibilitaram o desenvolvimento de sistemas de informação integrados que permitiram a visualização de toda a cadeia em termos de demanda por produtos e dos níveis de estoque.

O desempenho da cadeia de suprimentos é mensurado em termos de capacidade de resposta (i.e., tempo) e eficiência (i.e., minimização de custo), e dependerá das características dos *drivers* logísticos (CHOPRA; MEINDL, 2003). Entende-se por *drivers* logísticos elementos que possam ser usados para melhorar a performance da cadeia de suprimentos

(CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011). Chopra e Meindl (2003) e Hugos (2011) definem cinco *drivers*, a saber: produção, estoque, localização, transporte e informação.

A produção refere-se à capacidade de uma cadeia de suprimentos de criar e armazenar produtos. As instalações de produção são as fábricas e os armazéns. A decisão de produção mais fundamental que os gerentes precisam tomar é como resolver o *trade-off* entre capacidade de resposta e eficiência. Se as fábricas e os armazéns forem construídos com excesso de capacidade, eles podem ser flexíveis e responder rapidamente a amplas mudanças na demanda do produto. Os estabelecimentos onde a utilização da capacidade instalada está próxima de seu limite não são capazes de responder facilmente às flutuações da demanda. Em contraste, a capacidade custa dinheiro (i.e., custo de manutenção, depreciação etc.), e este excesso ou capacidade ociosa não utilizada, não gera receita. Portanto, quanto maior o excesso de capacidade, menos eficiente a operação se torna. Dessa forma, as decisões sobre o papel, a localização, a capacidade e a flexibilidade das instalações têm um impacto significativo no desempenho da cadeia de suprimentos (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

O estoque é distribuído por toda a cadeia de suprimentos e inclui tudo, desde matérias-primas a produtos em fabricação ou finalizados que são detidos pelos fabricantes, distribuidores e varejistas em uma cadeia de suprimentos. Novamente, os gerentes devem decidir como eles querem se posicionar no *trade-off* entre a capacidade de resposta e a eficiência. A formação de grandes quantidades de estoque permite que uma empresa ou toda uma cadeia de suprimentos seja muito sensível às flutuações na demanda de curto prazo. No entanto, a criação e o armazenamento de estoques são um custo e geram perdas de eficiência. Dessa forma, o nível de estoque deve ser mantido tão baixo quanto possível. Alterar as políticas de estoque pode afetar drasticamente a eficiência e a capacidade de resposta da cadeia de suprimentos (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

A localização refere-se ao local geográfico das instalações da cadeia de suprimentos, em especial das firmas logísticas. Também inclui as decisões relacionadas às atividades que devem ser realizadas em cada instalação. O *trade-off* apresentado aqui está relacionado à decisão de centralizar atividades em menos locais para obter economias de escala e eficiência, ou descentralizar atividades em muitos locais próximos de clientes e fornecedores para que as operações sejam mais rápidas. Ao tomar decisões de localização, os gerenciadores precisam considerar uma série de fatores que se relacionam com um determinado local (fatores locais), incluindo o custo das instalações, o custo do trabalho local, as habilidades disponíveis no mercado de trabalho, as condições de infraestrutura, impostos e tarifas e

proximidade de fornecedores e clientes. As decisões de localização tendem a ser estratégicas porque comprometem grandes quantias de dinheiro com horizontes de longo prazo para maturação do investimento. Assim, têm fortes impactos nas características de custo e desempenho de uma cadeia de suprimentos. Uma vez determinados o tamanho, o número e a localização das instalações, define-se também o número de rotas possíveis através das quais os produtos podem fluir no caminho para o cliente final (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

O transporte se refere ao movimento desde matérias-primas até produtos acabados entre diferentes instalações em uma cadeia de suprimentos. No transporte, o *trade-off* entre capacidade de resposta e eficiência ocorre na escolha do modo de transporte. Os modais de transporte rápidos, como os aviões, são dinâmicos, mas também mais dispendiosos. Os modais mais lentos, como o marítimo ou ferroviário, são muito eficientes em termos de custos, mas demorados. O modal rodoviário apresenta desvantagem em trajetos de longa distância, visto que o custo unitário de transporte e o tempo de deslocamento são elevados. De modo geral, quanto maior o valor unitário de um produto (como componentes eletrônicos, produtos farmacêuticos, entre outros), maior o foco na capacidade de resposta (i.e., tempo) e, quanto menor o valor unitário de um bem (grãos, entre outros), maior a ênfase na eficiência (i.e., custos) (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

A informação é a base para tomar decisões sobre os outros quatro *drivers* da cadeia de suprimentos. É a conexão entre todas as atividades e operações em uma cadeia de suprimentos. Na medida em que essa conexão é forte (i.e., os dados são precisos e completos), as empresas de uma cadeia de suprimentos poderão tomar boas decisões para suas operações. Isso também tenderá a maximizar a rentabilidade da cadeia de suprimentos como um todo. A informação é usada para duas finalidades na cadeia de suprimentos. Primeiro, coordenar as atividades diárias dos outros quatro *drivers* da cadeia de suprimentos: produção, estoque, localização e transporte. Ou seja, as empresas de uma cadeia de suprimentos usam dados disponíveis sobre oferta e demanda de produtos para decidir os horários de produção, os níveis de estoque, as rotas de transporte e os locais de estocagem. Segundo, permitir a previsão e o planejamento de modo a antecipar e atender às demandas futuras (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

A existência de uma ligação entre a decisão locacional das firmas logísticas e o desempenho de cadeias produtivas motiva a realização deste estudo, que objetiva observar a espacialização recente e de longo prazo do setor logístico. Visando adentrar nesta questão, a seção 2.3 apresentará as abordagens teóricas que indicam os fatores determinantes na

localização das atividades econômicas e que explicam o surgimento das aglomerações espaciais.

2.2 SETOR LOGÍSTICO EM MEIO À “ECONOMIA DE SERVIÇOS”

A relevância dada ao setor logístico nas últimas quatro décadas acompanha um movimento de transformação produtiva observada nas principais economias do mundo, caracterizada pelo aumento da participação do setor terciário no produto nacional. Este fenômeno, denominado Economia de Serviços, é descrito nesta seção, que pretende discutir o papel do setor de serviços como gerador de riqueza e como essa mudança de paradigma afetou a oferta e demanda de serviços logísticos.

Grande parte das economias ao redor do globo, sejam elas avançadas ou não, vem sofrendo ao longo das últimas quatro décadas mudanças no que diz respeito às suas estruturas produtivas, tornando-se “Economias de Serviços”, como abordado por Cuadrado-Roura (2013). Tal mudança pode ser notada pela transformação da estrutura ocupacional, no sentido de que o setor de serviços absorveu a mão de obra excedente da agricultura e da indústria, e aumentou sua participação no produto social de diversas economias (CASTELLS, 1999; GERSHUNY; MILES, 1983). Ainda segundo Gershuny (1987), o crescimento do setor de serviços pode ser considerado reflexo de alterações na divisão do trabalho provocadas pelo progresso tecnológico.

Surge neste período o debate entre os discursos industrialista e pós-industrialista questionando a importância do setor de serviços no ambiente econômico. O primeiro argumenta que os serviços desempenham um papel de subordinação em relação ao industrial e sozinhos não poderiam induzir o desenvolvimento econômico (KON, 2016). Os trabalhos de Baumol (1967, 1985), Fuchs (1968), Walker (1985), Gershuny (1978), Gershuny e Miles (1983), Cohen e Zysman (1987), McKee (1988) e Ecalle (1989) podem ser destacados como percussores deste segmento.

Baumol (1967) assume a existência de duas categorias de serviços com base na diferença de produtividade, sendo eles: estagnantes e progressivos. Os estagnantes são intensivos em trabalho e com baixo conteúdo tecnológico, enquanto os progressivos utilizam intensamente capital e tecnologia. A primeira classe é majoritária dentro do setor de serviços, o que explica sua baixa produtividade. Dessa forma, segundo esta visão, o desenvolvimento do

setor de serviços e o conseqüente requerimento de fator trabalho traria malefícios ao sistema econômico devido ao aumento de custos de mão de obra. Esta hipótese é conhecida como “doença de custos”. Fuchs (1968) ressalta que a baixa produtividade do setor leva a pressões no mercado de trabalho, mas traz pequenas mudanças na produção.

Walker (1985) defende a ideia de que o setor industrial está na base da dinâmica capitalista, sendo responsável pela produção tangível de bens e por grande parcela das inversões em capital. O setor de serviços, por sua vez, é dependente desta dinâmica, funcionando a reboque e reduzindo, desta forma, seu papel como indutor do desenvolvimento econômico (KON, 2016).

Gershuny (1978) assume que os serviços estão à mercê da dinâmica industrial. Ademais, é possível segmentar o setor em serviços intermediários assumindo papel de consumo intermediário em processos produtivos e em serviços finais relacionados a atividades interpessoais. Apesar de assumir um posto de dependente dentro da cadeia produtiva, o primeiro grupo é ainda mais dinâmico que o segundo, sendo este incapaz por si mesmo de impulsionar a economia a longo prazo.

Cohen e Zysman (1987) afirmam que o objetivo central de uma nação é a busca de maiores níveis de competitividade associada ao aumento da qualidade de vida, das oportunidades de emprego e da capacidade de honrar suas obrigações internacionais. Para tanto, deve-se incentivar setores com desempenho de produtividade superior. Segundo os autores, as sociedades capitalistas enfrentam o “mito da economia pós-industrial” e acreditam que os *policy makers* não devem sacrificar a indústria em prol do setor de serviços, caracterizado pela baixa produtividade e dependência em relação aos setores produtivos. O papel do setor de serviços no desenvolvimento econômico é considerado subordinado às demais atividades e se torna visível a partir de descenso e/ou recuo da base de exportação manufatureira (BAUMOL, 1985; ECALLE, 1989; MCKEE, 1988 apud KON, 2016).

Em contrapartida, a visão pós-industrialista inaugura o termo “Economia de Serviços” e abre o caminho para a percepção sobre o papel dessas atividades na geração de renda e riqueza das economias na modernidade (KON, 2016). Sua presença torna-se elemento necessário ao desenvolvimento econômico. Destacam-se nesta vertente Fisher (1939), Clark (1967), Touraine (1971), Bell (1973), Nusbaumer (1984) e Marshall e Wood (1995).

Fisher (1939) e Clark (1967) aprimoram a ideia de estágios de desenvolvimento que perpassam respectivamente pelos setores agrícola e industrial, chegando ao fim a uma

“Economia de Serviços”⁹. Esta realidade é baseada na expansão da demanda por serviços provenientes do aumento da renda. Ou seja, há maior elasticidade-renda para bens intangíveis se comparado com os tangíveis¹⁰. O resultado consolidado deste processo está exposto pela trajetória crescente da participação do setor terciário em relação ao produto total para um grande número de economias (BELL, 1973; TOURAINE, 1971).

Além disso, há mudanças consideráveis no mercado de trabalho, caracterizado pela valorização da população qualificada (que detém algum tipo de *expertise*), ligada à produção de bens intangíveis, em especial, pesquisa e desenvolvimento intensivos em capital humano e intelectual (BELL, 1973; MARSHALL; WOOD, 1995; TOURAINE, 1971).

A combinação da crescente complexidade operacional, da sofisticação tecnológica e das transferências de atividades via processo de terceirização tem contribuído de forma decisiva para aumentar a demanda por operadores logísticos (BOWERSOX *et al.*, 1996; FLEURY, 1999). Tal fato não é meramente quantitativo, mas ilustra uma mudança estrutural e operacional no interior das cadeias produtivas (HESSE; RODRIGUE, 2004). Assim, é possível diferenciar a atuação do prestador de serviços logísticos em tradicional ou integrado, a depender do período analisado.

O primeiro, enquadrado no período de pré-acumulação flexível, também conhecido como fordista, era caracterizado por oferecer serviços genéricos e concentrados em uma determinada atividade logística. Ademais, a relação entre as firmas logísticas e seus demandantes era homogênea, caracterizada por contratos padronizados e serviços prestados de maneira genérica. Em contraste, os serviços logísticos integrados, verificados recentemente, são capazes de atender a todas ou quase todas necessidades logísticas de seus clientes, de forma personalizada¹¹ (FLEURY, 1999).

Um operador logístico, ao prestar serviços para um substancial número de terceiros, gera economias de escala, que viabilizam investimentos contínuos em ativos, tecnologias e capacitação gerencial e operacional. Além disso, ao prestarem serviços para um variado conjunto de empresas, pertencentes a diferentes setores, têm a oportunidade de aprender com a

⁹ Esta fase também é caracterizada pela economia da informação (NUSBAUMER, 1984).

¹⁰ Em contraponto, Fuchs (1968) e Gershuny e Miles (1983) negam um crescimento mais rápido do volume de demanda final de serviços (lazer, educação, habitação e saúde) se comparado com a despesa em bens tangíveis.

¹¹ Na literatura internacional os provedores de serviços logísticos são denominados 3PL (*Third Party Logistics*). Eles gerem os recursos de seus clientes, preparam os pedidos, embalam e resolvem formalidades aduaneiras. Recentemente, surgiu o conceito 4PL (*Fourth Party Logistics*) ao se adicionar a atividade de controle informativo de fluxo.

experiência de terceiros, via processo contínuo de *benchmarking*¹². Como resultado, os operadores logísticos têm o potencial de operar com menores custos e oferecer melhores serviços do que operações executadas internamente (BOWERSOX *et al.*, 1996; BUTTON, 2010; FLEURY, 1999). Os operadores logísticos têm ainda o potencial de gerar outras vantagens competitivas para seus contratantes, como a redução de investimentos destinados a armazenagem, frota, tecnologia de informação e estoque, o foco na atividade central do negócio e a maior flexibilidade operacional (BOWERSOX *et al.*, 1996; FLEURY, 1999). O ganho em eficiência e competitividade da cadeia produtiva aparece como resultante desse processo (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

2.3 DECISÃO LOCACIONAL E AGLOMERAÇÃO ESPACIAL

A decisão locacional acertada das firmas logísticas tem a capacidade de gerar maior eficiência a si mesma e aos demais participantes da cadeia produtiva que consomem seus serviços, resultando em maior competitividade regional (BREWER *et al.*, 2008; CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011). É imprescindível compreender quais fatores locacionais são observados durante este processo decisório. Buscou-se então o auxílio das principais contribuições do grupo da Teoria da Localização acerca dos fatores locacionais e dos modos de tratar a relação espaço-economia. Em seguida, discute-se os modelos da Nova Geografia Econômica (NGE), focando nos seus principais fatores locacionais e na sua explicação acerca das aglomerações econômicas.

2.3.1 Aspectos teóricos

O espaço geográfico é uma dimensão inerente ao estudo dos fenômenos econômicos e seu tratamento envolve um significativo grau de heterogeneidade. Agentes econômicos e firmas escolhem suas localizações baseados em atributos espaciais, gerando uma distribuição desigual dos recursos econômicos. Essa diferenciação espacial pode ser percebida pelas disparidades regionais na remuneração dos fatores de produção, nos níveis de preços e nos custos de transportes (CAPELLO, 2009; CAPELLO; NIJKAMP, 2009; COMBES *et al.*, 2008). As várias

¹² *Benchmarking* consiste na busca das melhores práticas em um processo produtivo (BOGAN; ENGLISH, 1997).

aglomerações econômicas, que reproduzem a natureza desigual no espaço, influenciam o modo como o sistema econômico trabalha e o próprio desempenho regional (CAPELLO, 2009; MCCANN; VAN OORT, 2009).

Lemos (2008) afirma que as vantagens advindas das aglomerações econômicas, constituídas em determinadas regiões, nada mais são do que economias de aglomeração as quais representam retornos crescentes de escala localizados. A existência de retornos crescentes de escala e mobilidade perfeita dos recursos implicam na concentração espacial das atividades econômicas, mesmo que em um estado inicial estejam homogeneamente distribuídos (DUBEY, 1977; LÖSCH, 1954). Assim, há uma incompatibilidade entre a estrutura de mercados competitivos em um espaço homogêneo e a formação de aglomerações espaciais (FUJITA; THISSE, 2013). As hipóteses retornos constantes de escalas e concorrência perfeita parecem ser incapazes de tratar a existência empírica de aglomeração de pessoas e firmas no espaço (COMBES *et al.*, 2008). Dessa forma, a associação de retornos crescentes e competição imperfeita é uma maneira de integrar os aspectos espaciais na teoria econômica, explicando o porquê de o espaço ter ficado ausente em modelos de equilíbrio geral (COMBES *et al.*, 2008).

A essência do modelo competitivo reside na natureza impessoal das trocas: quando os agentes tomam decisões sobre produção ou consumo, a única informação útil para eles é o sistema de preços fornecido pelo mercado, sobre o qual não têm influência. A inexistência do espaço nas teorias neoclássicas é justificada, em grande medida, pelos avanços técnicos vistos no setor de transporte que em tese levariam a custos de transporte reduzidos. Contudo, conforme descrito pelo teorema da impossibilidade espacial, ao considerar uma economia com um finito número de locais, se o espaço for homogêneo, o transporte é caro e as preferências não são localmente satisfeitas, então não existe equilíbrio envolvendo o transporte de mercadorias entre locais. Sendo assim, as firmas serão atraídas para lugares onde os custos de transportes são mais baixos (COMBES *et al.*, 2008). Apesar dos avanços nas áreas de comunicação e infraestrutura, que levaram à redução das distâncias, ainda não possível afirmar que há a “morte da geografia” (CAIRNCROOS, 1997).

A configuração espacial na qual as atividades produtivas podem estar divididas em até n -regiões, em um ponto onde os custos de transportes são nulos, representa um mundo em que cada indivíduo seria autossuficiente (COMBES *et al.*, 2008). Empiricamente, diferentemente do que prediz a teoria neoclássica, observa-se a existência custos de deslocamento de bens e pessoas. Ademais, os fatores de produção não são homogêneos – ou seja, há diferenças regionais de tecnologia, de habilidade e de conhecimento dos trabalhadores. Dessa forma, se

uma região oferece um amplo mercado constituído por trabalhadores especializados e qualificados, o capital irá se mover para lá a fim de aproveitar suas vantagens. Em suma, ao invés da convergência entre regiões, a desigualdade, inicialmente existente, pode acirrar ainda mais as divergências entre elas, criando a ideia de causação circular e acumulativa de Myrdal (1957).

Marshall (1890) expôs a importância das externalidades na formação das aglomerações econômicas, distinguindo três vantagens externas (ou externalidades) de as empresas se localizarem umas próximas às outras, sendo duas pecuniárias (relacionadas à redução de custos, a saber: proximidade dos fornecedores de insumos e do mercado de trabalho) e uma tecnológica. Surge nas imediações desse local atividades auxiliares, que fornecem à indústria principal instrumentos e matérias-primas, organizam seu comércio e proporcionam economia de material (MARSHALL, 1890). A formação de distritos industriais atrai maior quantidade de trabalhadores especializados e com um custo salarial menor. Nestas regiões, os patrões encontram uma seleção de bons operários especializados, ao mesmo tempo em que os indivíduos se dirigem a localidades onde há patrões que buscam por sua mão de obra especializada (MARSHALL, 1890). Segundo Marshall, (1890) devido ao contato social proporcionado pela proximidade geográfica, “os segredos da profissão deixam de ser segredos e ficam no ar”. Ou seja, na região de aglomeração das atividades econômicas há a difusão do conhecimento (difusão do estado da arte), o que promove o desenvolvimento coletivo. Fujita *et al.* (1999) assume a dificuldade de modelar a trindade das economias externas descritas por Marshall.

Com o processo acumulativo, os custos de transporte crescem mais do que proporcionalmente. Henderson (1957) mostra que isso ocorre principalmente porque aumenta o número de trabalhadores empregados localmente para atender à expansão da produção das firmas. Deve-se pagar aos novos trabalhadores contratados um salário alto suficiente para compensar os custos extras que eles agora enfrentam por residir no local, como, por exemplo, os gastos com a elevação do aluguel ou com o custo de deslocamento de sua casa para o trabalho. Assim, as expansões das plantas das firmas (e de modo indutivo, a expansão dos centros urbanos) ocorrerão até quando o custo marginal de produção se mantiver abaixo do referido custo total médio. Isso significa que o tamanho ideal da empresa deve ser na fase de retornos crescentes (FUJITA; THISSE, 2013). Por outro lado, a existência de congestionamentos implica em custos adicionais às firmas e aos indivíduos, de modo a aumentar o custo de vida, levando assim, à redução dos salários reais. Diante disso, em tais

regiões aglomerativas, a atração da mobilidade de trabalhadores perde força, sendo direcionada para outras localidades que, comparativamente, começam a exibir ganhos crescentes (GLASER, 1998). Dessa forma, a dinâmica espacial é determinada pelo processo migratório (FUJITA *et al.*, 1999).

Ao introduzir a dimensão espacial na análise, o arcabouço neoclássico baseado em bens homogêneos, divisíveis e a-espaciais não poderia manter a condição de equilíbrio geral. A existência de aglomerações espaciais decorrentes de economias de escala e de uma estrutura de mercado imperfeita vão contra as hipóteses neoclássicas de retornos constantes e mercado perfeito. Isso explica a causa da negligência por vários anos por parte dos teóricos do *mainstream* econômico acerca dos fenômenos espaciais, de modo a concentrar seus esforços em análises temporais (ISARD, 1956).

Walter Isard resgatou o arcabouço teórico desenvolvido pelos economistas alemães e fundou a *Regional Science*. A teoria da localização vinda dessa tradição alemã contém pelo menos três vertentes. Uma delas provém da análise do aluguel e do uso da terra desenvolvida por von Thünen. Uma segunda vertente, associada a Alfred Weber, focalizava no assunto da localização ótima de uma firma no espaço. Por fim, a terceira oferece uma resposta à questão de como as economias de escala e os custos de transporte interagem para produzir uma economia espacial. Esse grupo, representado por Christaller e Lösch, ficou conhecido pela teoria da área central. O desenvolvimento teórico de Thünen (1829), Weber (1909) e Lösch (1954) serão expostos a seguir.

Von Thünen (1826) trabalhou com a localização da produção agrícola e destacou que as atividades são influenciadas a se dispersarem no espaço geográfico devido ao próprio uso do fator terra no processo de produção, ao preço da terra e ao custo de transporte. Para minimizar os custos de transporte, as atividades produtivas vão preferir terras mais próximas ao mercado, acirrando a competição pelo uso da terra. Porém, dado que o fator terra é limitado, o preço desse fator de produção tende a aumentar quanto menor for a distância da atividade produtiva em relação ao mercado. Desse modo, o padrão do uso do solo das atividades produtivas é resultado de duas forças: o custo de transporte, que exerce influência para a concentração das atividades produtivas, e a renda fundiária, que age como fator desaglomerativo.

Em seu modelo de renda fundiária, Thünen supõe:

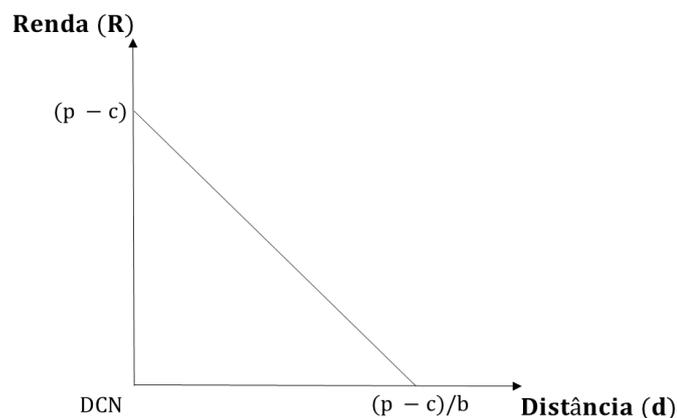
- a) homogeneidade das condições naturais, fertilidade e topografia do solo na área agrícola, que, como decorrência, cria condições de transporte equivalentes em toda a área considerada;
- b) existência de um único núcleo urbano denominado Distrito Central de Negócios (DCN), caracterizado como um mercado central ou cidade onde os habitantes consomem toda a produção gerada. Sua localização é considerada exógena;
- c) a autossuficiência das unidades produtivas, de modo que seu excedente de produção é comercializado no mercado;
- d) que as atividades apresentam uma tecnologia Leontief de produção, atuam em mercados perfeitos e são maximizadoras de lucros, definidos como a renda residual após o pagamento dos custos de produção e de transporte.

A principal expressão desenvolvida por Thünen está descrita em (2.1):

$$R = (p - c)q - bdq \quad (2.1)$$

Sendo que R é a renda residual (ou lucro), p é o preço de fabricação, c é o custo unitário, b é a tarifa de transporte, q é a quantidade produzida, d é a distância e R/q é a renda por unidade de produto.

Figura 2.2- Gradiente de renda da terra



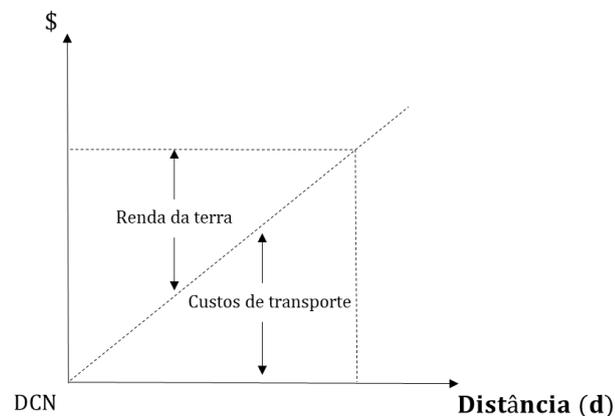
Fonte: Elaboração própria com base em Haddad *et al.* (1989).

A renda fundiária paga ao proprietário de terra é descrita pela equação 2.1. Se existir um sobrelucro espacial, esse excedente é convertido em renda fundiária ao proprietário latifundiário. O excedente ocorre justamente porque o custo de transporte é reduzido com a queda da distância ao mercado, o que implica no aumento da renda fundiária. Desse modo, de

qualquer maneira as atividades produtivas obtêm lucros normais. Deve-se notar que a condição de maximização de lucros da unidade produtiva é satisfeita até a distância onde $p = c + bd$. Na Figura 2.2, observa-se que a renda fundiária paga ao proprietário de terra é uma função inversa da distância: quanto maior a distância ao mercado, menor a renda fundiária paga e maior o custo de transporte. Essa relação retrata o gradiente de renda de Thünen, no qual a queda da renda fundiária compensa exatamente o acréscimo do custo de transporte (ver Figura 2.3).

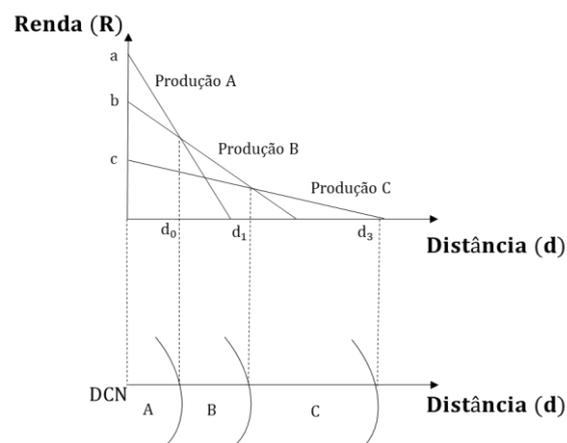
Existe, portanto, um *trade-off* entre distância e renda fundiária. As atividades mais lucrativas e com maior custo unitário de transporte se localizam mais próximas do mercado central, ao passo que aquelas menos lucrativas se deslocam para áreas mais distantes do centro (ver Figura 2.4).

Figura 2.3 - *Trade-off* entre renda da terra e custos de transporte



Fonte: Elaboração própria com base em Button (2010).

Figura 2.4- Anéis de Von Thünen para três tipos de produção



Fonte: Elaboração própria com base em Haddad *et al.* (1989).

É possível afirmar que culturas que apresentam maior preço de mercado podem oferecer uma maior renda fundiária e, portanto, potencializam suas localizações mais próximas ao local central. Ademais, Thünen menciona que a distribuição hierárquica do produto no espaço homogêneo segue um conceito de transportabilidade dos produtos e, portanto, produtos mais sensíveis/perecíveis ao transporte geralmente se desenvolvem nas proximidades das cidades, ao passo que produtos mais resistentes surgem em áreas mais distantes ao centro consumidor (DCN).

Weber (1909), usando uma formulação de caráter neoclássico, entende que a decisão quanto à localização de atividades industriais decorreria da ponderação de três fatores: o custo de transporte, o custo da mão de obra e um “fator local” decorrente das forças de aglomeração e desaglomeração. Para tanto, seu modelo apresenta as seguintes principais suposições:

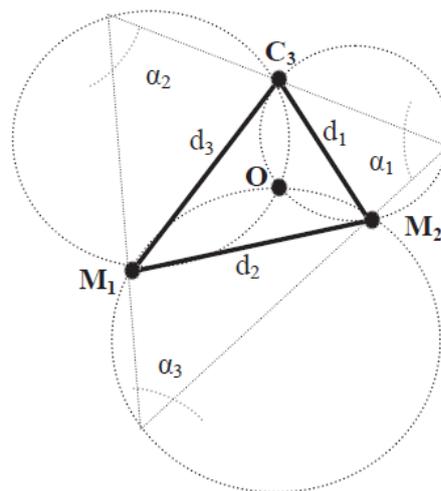
- a) conhecimento prévio da localização e do tamanho do centro de consumo e das fontes de matérias-primas, sendo estas distribuídas desigualmente e de maneira puntiforme no espaço;
- b) oferta ilimitada e mobilidade da força de trabalho a uma taxa salarial dada;
- c) as firmas produtoras de um único bem buscam minimizar custos e estão inseridas em mercado de concorrência perfeita, portanto são tomadoras de preço;
- d) o espaço é homogêneo quando os fatores de produção são ubíquos e iguais;
- e) inexistência de vantagens monopolísticas decorrentes da localização;
- f) os custos totais, exceto o de transporte, são constantes no espaço. Dessa forma, o ponto escolhido viria do mínimo custo de transporte.

Weber determina o ponto de custo mínimo de transporte por meio do triângulo locacional cujos vértices representam duas fontes de matéria-prima (M_1 e M_2) e um ponto de consumo (C_3). A localização ótima da firma levará em conta três elementos básicos: a distância relativa dos locais (d_1 , d_2 e d_3); as tarifas de transporte incorridas nos três trajetos (t_1 , t_2 e t_3); e os pesos transportados das duas matérias-primas (m_1 e m_2 , respectivamente, utilizadas como insumos no processo produtivo) e do produto final até o ponto de consumo (representado por m_3). A partir da combinação desses elementos, surge o principal problema da firma: encontrar a localização em que a totalidade dos custos de transporte é minimizada (ver ponto O da Figura 2.5). A expressão segue (2.2):

$$T = \min(m_1 t_1 d_1 + m_2 t_2 d_2 + m_3 t_3 d_3) \quad (2.2)$$

A solução de determinação geométrica do ponto O é ilustrada na Figura 2.5. Cada vértice do triângulo apresenta uma força de atração (α_1 , α_2 e α_3), sendo que a firma será orientada a se instalar mais próxima àquele vértice onde o custo de transporte é relativamente maior (i.e., a força de atração é maior). Mais precisamente, a determinação da localização ótima se dará pelo efeito líquido das três forças opostas de atração. As intensidades das forças das fontes dos insumos (α_1 e α_2) estão sujeitas às tarifas de transporte e à forma funcional que aloca a quantidade de insumos no processo produtivo da firma. Por se localizarem de modo puntiforme no espaço, essas fontes vantajosas de matérias-primas influenciarão na escolha locacional da atividade produtiva. Por seu turno, a intensidade da força do mercado (α_3) sobre a firma é definida pela quantidade consumida e pela distância do local de produção ao ponto de consumo. A localização ótima encontra-se em O , um ponto no interior do triângulo, em que essas três forças se equilibram. Ou melhor, haveria um centro de gravidade no triângulo locacional representando a localização ótima que minimiza o total dos custos de transporte e, por consequência, gera o lucro máximo.

Figura 2.5- Triângulo locacional de Weber



Fonte: Adaptado de Button (2010).

Weber analisa em seguida os efeitos do custo da mão de obra, seu segundo fator de localização regional. Considera-se que haja um local onde a mão de obra seja mais barata e avalia a influência desse fator sobre a localização no ponto de custo total de transporte mínimo. Para tanto, determina o ponto de custo total de transporte mínimo pela técnica de isolinhas.

Constrói, então, isovetores em torno das fontes de matéria-prima e dos mercados consumidores, que são curvas concêntricas de igual custo de transporte de reunião (i.e., insumos) ou de distribuição (i.e., produtos finais), as quais aumentam à medida que se afastam do ponto de origem. Em seguida, determina os pontos nos quais a soma dos custos de transporte de reunião e distribuição são iguais. As linhas que ligam esses pontos de custo total de transporte são denominadas isodapanas. O ponto O de custo mínimo de transporte fica no interior da isodapana de menor valor. As isodapanas são também o lugar geométrico dos pontos de iguais acréscimos de custo de transporte a partir do custo total de transporte mínimo.

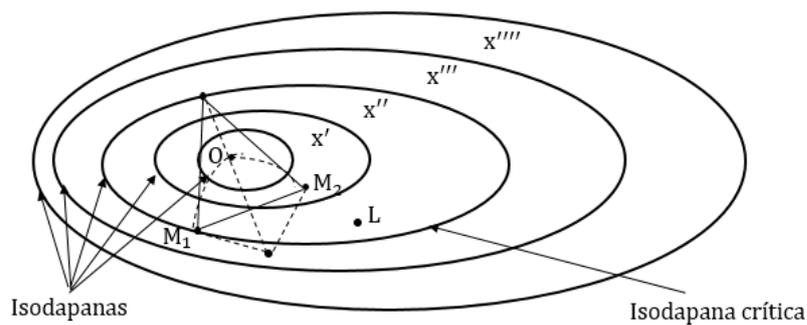
A ideia é que os centros cujos custos de mão de obra sejam mais favoráveis para o produtor atraem as indústrias dos pontos de custo totais de transporte mínimos para esses pontos onde a mão de obra é mais barata. Esta reorientação das indústrias somente ocorre caso o montante economizado com a mão de obra exceda o custo adicional de transporte que onera a empresa; ou seja, quando ela sai do mínimo custo de transporte. Nesses casos, de fato está se considerando que a mão de obra não tem mobilidade espacial, senão os salários se igualariam em todos os locais, uma vez que se admite concorrência perfeita.

Entre as isodapanas existe uma na qual o custo de transporte adicional contrabalança a economia de gastos com mão de obra, denominada isodapana crítica. Na orientação pela mão de obra, a atividade produtiva será atraída na direção da localidade em que o custo de mão de obra é mais favorável, caso essa localidade se situe “dentro” da isodapana crítica; caso contrário, a atividade permanecerá localizada no ponto de custo mínimo de transporte (ver Figura 2.6). O movimento da atividade manufatureira de O para L resultará em uma economia de custos totais de x''' , pois no ponto L , admite-se que o fator mão de obra seja mais barato (embora a hipótese de concorrência perfeita e de oferta ilimitada de mão de obra devesse significar igualização dos preços dos fatores), de tal modo que seja vantajoso para a firma deslocar-se do ponto de custo total de transporte mínimo (O) para o ponto L . Como as isodapanas da Figura 2.6 nos indicam, uma reorientação da firma para L fará aumentar seus custos de transporte em um montante menor que x''' , já que o ponto L se localiza dentro da isodapana crítica.

O transporte e a mão de obra distribuem as indústrias sobre o espaço geográfico, fixando-as em locais de custo mínimo regional. Os fatores de aglomeração tendem a reunir as indústrias, em particular, concentrando-as em um ou alguns pontos do espaço geográfico e os fatores desaglomerativos tendem a dispersá-las. Os fatores que aglomeram as indústrias causam

a elas economias de custos, devido à proximidade a indústrias auxiliares, à melhor comunicação com o mercado, entre outros. O principal fator desaglomerativo é o aluguel da terra, que aumenta em decorrência da concentração de indústrias em um dado local. Weber constrói isodapanas em torno dos pontos de menor custo de transporte das regiões e, na mesma linha do raciocínio anterior, traça isodapanas críticas que contrabalançam os aumentos de custos, a partir dos pontos de custo mínimo, com a diminuição de custos resultando das vantagens induzidas pela aglomeração.

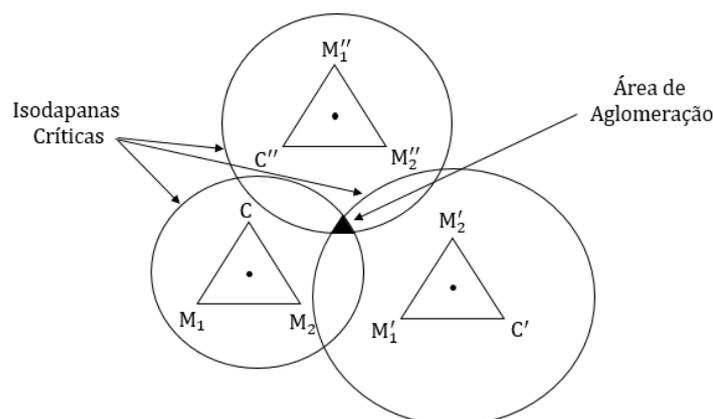
Figura 2.6 - Traçado da isodapana crítica



Fonte: Elaboração própria com base em Haddad *et al.* (1989).

As forças de aglomeração somente se efetivarão se as isodapanas críticas de um dado número de atividades manufatureiras se interceptarem como na Figura 2.7, o que gera uma economia de custos capaz de contrabalançar os custos adicionais devido ao afastamento dos pontos de custos mínimos.

Figura 2.7- Determinação da área de aglomeração



Fonte: Elaboração própria com base em Haddad *et al.* (1989).

Lösch (1954) desenvolveu uma teoria geral da localização das atividades produtivas para depois tratar do problema da formação das redes urbanas. Ou melhor, o teórico demonstrou como as aglomerações econômicas surgem a partir da constituição de redes de mercado e dos efeitos contrapostos entre os custos de transporte e retornos crescentes de escalas. Lösch (1954) conduziu o seu trabalho articulando três conceitos: curva de demanda espacial, economia de escala e área de mercado. A abordagem segue algumas hipóteses:

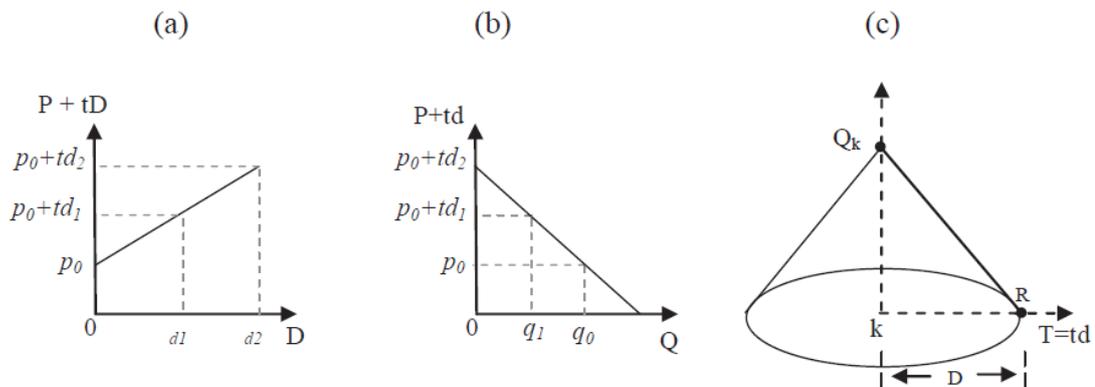
- a) espaço homogêneo, com condições de transporte equivalentes em todo o espaço;
- b) a demanda do produto de uma empresa é função da acessibilidade do consumidor e da densidade populacional. Logo, a demanda de transporte é derivada a partir da demanda do produto da empresa;
- c) não existem diferenças de quantidade e qualidade da infraestrutura de transporte;
- d) a área de mercado ótima do produto é determinada pelo nível mínimo de produção e pelo custo de transporte. Se o excedente de produção é comercializado no espaço, haveria um ponto crítico a partir do qual a quantidade produzida cria escala. Nesse sentido, a atividade produtiva consegue incorrer em economias de escala com a elevação de sua demanda global no espaço. O surgimento de escala mínima de produção se deve pela especialização da unidade produtiva ao comercializar o seu excedente de produção;
- e) as firmas são tomadoras de preço e maximizadoras de lucros;
- f) o mercado é espacialmente uniforme onde as preferências dos consumidores são idênticas e maximizadas próximas da oferta de produção;
- g) a tecnologia de produção e a estrutura de custos são iguais para todas as firmas, o que por si só garante a livre entrada no mercado até quando existir sobrelucros;
- h) a atividade produtiva pode monopolizar o espaço pela sua capacidade de diferenciar o produto.

Distribuídas uniformemente no espaço, as curvas de demandas individuais pelo produto de uma atividade produtiva apresentam uma relação inversa entre as quantidades demandadas e os preços de entrega ($p + tD$), definidos como a soma do preço de fabricação (p) e da distância (d) ponderada pela tarifa de transporte (t) em tonelada-quilômetro.

Na medida em que os consumidores se afastam do local da atividade produtiva (k), o preço de entrega do produto se eleva com o aumento da distância e a quantidade demandada do

produto é reduzida. No limite, haverá um preço de entrega máximo, decorrente de uma distância máxima, na qual a quantidade demandada do produto será nula.

Figura 2.8- Gradiente de preço, curva de demanda espacial e cone de demanda



Fonte: Elaboração própria com base em Parr (2002).

Se a firma está localizada em um ponto de produção “ k ”, a distância “ D ” representará o raio do limite da área de mercado da firma. Sendo as condições de transporte equivalentes em todas as direções a partir de “ k ”, o círculo define o limite da área de mercado dentro do qual a demanda da firma é positiva. Esse limite retrata a fronteira do poder de mercado circundado de uma firma, o que significa dizer que a área de mercado se constitui em todas as direções do espaço onde sua fronteira é determinada pelo comportamento agregado das demandas individuais (BETARELLI JUNIOR, 2017).

Dessa maneira, tem-se um “cone de demanda”, que representa o total de demanda da unidade produtiva. Assim, a área de mercado é estabelecida. Matematicamente esta área total é definida como:

$$D = b\pi \int_k^R (P + T)TdT \quad (2.3)$$

em que $d = f(P + T)$ é a demanda individual como uma função do preço de entrega; R é o custo de transporte crítico, em que a quantidade demandada do produto é zero ($q = 0$); b é duas vezes a densidade populacional; e $\pi = 3,14 \dots$. Assim, para cada preço de fabricação (p) do produto tem-se uma demanda máxima (D), que depende de três fatores: i) demanda individual, ii) número de consumidores, variante entre k e R , e iii) o custo de transporte ($T = td$) (BETARELLI JUNIOR, 2017).

Percebe-se, portanto, que o custo de transporte, crescente linearmente com a distância, restringe a expansão do poder de mercado de uma determinada firma para além de R , uma vez que a acessibilidade dos consumidores pelo produto diminui, limitando então o volume de vendas (D). Por outro lado, como cada atividade produtiva compete pelo espaço com outras atividades similares, a fim de maximizar suas receitas, uma queda no seu preço de produção poderia expandir a sua área de mercado sobre a área do seu concorrente. Essa expansão, portanto, varia inversamente ao preço de produção, que, por sua vez, será cada vez mais baixo quanto maior for o grau de economias de escala (interna e externa) auferidas no espaço localizado. Ou melhor, com retornos crescentes de escala, o produtor expande a sua área de mercado até onde o seu preço de entrega for igual ao preço de produção do seu concorrente. Logo, quanto maior o ganho de escala, menor será o preço de produção e maior será o poder de expansão (LÖSCH, 1954; BETARELLI JUNIOR, 2017).

Apesar da iniciativa de Isard (1956) de resgatar as teorias da localização e fundar a *Regional Science* visando elaborar uma teoria geral da organização econômica no espaço, conciliando elementos de localização industrial, área de mercado, uso da terra, comércio inter-regional e estrutura urbana, ele não teve sucesso no tratamento de economias de aglomeração como resultado dos retornos crescentes de escala localizados nos moldes do equilíbrio geral (LE MOS, 2008; SMOLKA, 1982; BETARELLI JUNIOR, 2017).

Conforme Fujita e Thisse (2013), retornos crescentes em atividades produtivas são necessários para explicar as economias de aglomerações. Como discutido, se a economia se comporta estritamente de acordo com as suposições do modelo de equilíbrio competitivo neoclássico, caracterizado por retornos constantes de escalas, não haveria razão para a existência das aglomerações de atividades produtivas e dos indivíduos. A configuração seria uma distribuição espacial uniforme de todas as atividades, minimizando ou até anulando os custos de transporte (FUJITA *et al.*, 1999; QUINET; VICKERMAN, 2004; BETARELLI JUNIOR, 2017).

Contudo, explicar as concentrações populacionais e da atividade econômica, a distinção entre regiões industriais e agrícolas, a existência de cidades e o papel das aglomerações das indústrias implicava necessariamente a incorporação teórica de retornos crescentes de escala e uma estrutura de mercado imperfeita. De maneira geral, todas essas concentrações se formam e sobrevivem devido a algum tipo de economia de aglomeração, na qual a concentração espacial

em si cria o ambiente economicamente favorável que sustenta uma concentração ainda maior e continuada (FUJITA, *et al.* 1999; MYRDAL, 1957).

Nesse contexto, a Nova Geografia Econômica (NGE), comumente representada pelos trabalhos de Krugman (1991) e Fujita *et al.* (1999), incorpora as economias crescentes de escala às funções de produção, que em conjunto com os custos de transporte não-lineares em um modelo quantitativo de crescimento inter-regional são capazes de explicar a heterogeneidade espacial e promover maior compreensão em relação à aglomeração das atividades econômicas. O valor adicional desta abordagem reside na modelagem da interação entre os custos de transporte e as economias de escala na produção, endogenizando uma dinâmica centro-periferia, a partir do modelo de Myrdal-Kaldor (i.e., retornos crescentes e processo circular e acumulativo) (LEMOS, 2008).

A Nova Geografia Econômica (NGE) surgiu na década de 1990 como novo ramo de pesquisa, tendo como missão a revalorização e a inserção da análise geográfica no *mainstream* econômico (KRUGMAN, 1998)¹³. Muitas atividades econômicas são marcadamente concentradas geograficamente. No entanto, a economia mundial não concentra sua produção em um único local. Assim, há um conflito entre as forças que tendem a promover a concentração geográfica e aquelas que tendem a se opor a ela, denominadas respectivamente forças “centrípetas” e “centrífugas” (FUJITA *et al.*, 1999; KRUGMAN, 1991, 1998). De modo geral, o aspecto central para o entendimento da configuração espacial das atividades econômicas e de suas repercussões reside no tratamento do *trade-off* de dois tipos principais de forças: economias de escala (força aglomerativa) e custos de transporte (força de repulsão) (FUJITA; THISSE, 2013).

As forças centrípetas têm como referencial as três fontes de externalidade marshalliana (KRUGMAN, 1998b). Primeiro, uma indústria geograficamente concentrada poderia suportar fornecedores de insumos especializados e locais. Segundo, uma concentração de empresas que empregam funcionários do mesmo tipo formaria um *pool* local no mercado de trabalho. Finalmente, a proximidade geográfica facilitaria a dispersão de informações (FUJITA *et al.*, 1999). Com efeito, a abordagem formal dos principais modelos da NGE leva em consideração

¹³ Embora Krugman tenha dado nova vida à área de geografia econômica, boa parte de suas ideias e conceitos existe há muito tempo. Em grande medida, a história da geografia econômica pode ser vista como um processo que gradualmente unificou diferentes segmentos do conhecimento, como o demonstram os diferentes nomes dados ao campo científico (economia regional e urbana, teoria locacional e economia espacial), todos dentro de um mesmo arcabouço teórico no qual o foco se desloca da competição perfeita para competição imperfeita e falhas de mercado (FUJITA; THISSE, 2013).

somente as duas primeiras vantagens (i.e., proximidade de fornecedores de insumo e trabalho), consideradas pecuniárias. Em contraste, fatores imóveis como terra e recursos naturais vão contra a concentração da produção, visto que as concentrações de atividade econômica geram aumento da demanda de terras locais, elevando a renda da terra e servindo como desincentivo para maior concentração. Ademais, as concentrações e consequentes congestionamentos podem gerar deseconomias de escala, por meio do aumento do custo de transporte (KRUGMAN, 1998). Já nos centros urbanos as aglomerações deslocam as regiões de moradia dos trabalhadores, gerando aumento do seu custo de deslocamento para chegar ao trabalho (FUJITA *et al.*, 1999; HENDERSON, 1974).

Foi por meio da ligação do modelo de Dixit e Stiglitz (1977) de competição monopolista com os custos de transporte do tipo *icebergs* de Samuelson (1952) que Krugman (1991) materializou o processo de causação circular e cumulativa de Myrdal (1957) em um modelo denominado Centro-Periferia¹⁴. No modelo de Dixit e Stiglitz (1977), a competição monopolista surge como uma estrutura de mercado determinada pelas preferências dos consumidores por variedade e pelos requisitos fixos das empresas por recursos produtivos limitados. A variedade de produtos é considerada uma *proxy* para as inúmeras amenidades urbanas que atraem as pessoas. Há uma série contínua de empresas que interagem apenas indiretamente em termos de sua reação aos níveis de demanda agregada. O custo de transporte do tipo *iceberg* quer dizer que apenas uma fração do bem transportado entre dois pontos chegará ao destino, pois o restante “se perdeu” no caminho. Este truque de modelagem, creditado a Samuelson (1954), permite que se integrem os custos positivos do frete sem se ter de lidar explicitamente com o setor de transportes. No modelo Centro-Periferia, Krugman (1991) considera um cenário padrão que envolve duas regiões, dois setores e dois tipos de mão de obra. O setor tradicional produz um produto homogêneo, com retornos constantes e competição perfeita, utilizando um tipo de mão de obra que é espacialmente imóvel. O setor moderno oferece um produto horizontalmente diferenciado sob competição monopolística e com retornos crescentes, utilizando um tipo de mão de obra que é móvel no espaço. O frete do produto homogêneo não tem custo. Esta hipótese, que assegura a equalização dos ganhos nas regiões. Em contraposição, o frete do produto diferenciado exige recursos escassos e, assim, a demanda por este produto varia de acordo com as escolhas locacionais feitas por aqueles trabalhadores (THISSE, 2011).

¹⁴ O modelo Centro-Periferia será foco da análise feita no Capítulo 5.

Quando os trabalhadores se mudam para uma nova região, eles trazem consigo suas habilidades de produção e de consumo. Como resultado, os seus movimentos afetam o tamanho dos mercados de produto e a mão de obra nas regiões de origem e destino. Esses efeitos têm a natureza de externalidades, porque os trabalhadores migrantes não as levam em consideração em suas decisões. Além disso, tais externalidades têm particular importância nos mercados imperfeitamente competitivos, em que os preços não refletem o verdadeiro valor social das decisões individuais. Para serem mais bem estudados, os efeitos da migração precisam de um arcabouço de equilíbrio geral, pelo qual se poderá capturar não apenas as interações entre mercados espacialmente separados (produto e mão de obra), mas também o papel duplo do indivíduo-trabalhador e do indivíduo-consumidor. Krugman (1991) foi capaz de integrar todos esses efeitos em um único arcabouço, provando a definição de Myrdal (THISSE, 2011).

Krugman demonstrou com isso a importância dos custos de transporte no processo de concentração ou desconcentração espacial. Se os custos de transporte forem suficientemente baixos, então as empresas se concentrarão numa única região central, ao passo que a região periférica ofertará apenas o produto padronizado. Dessa forma, essas empresas conseguirão obter retornos crescentes vendendo mais produtos no mercado maior sem perder muitos negócios no mercado menor. É importante destacar aqui que a estrutura Centro-Periferia é a consequência involuntária das decisões tomadas por um grande número de agentes econômicos em favor dos seus próprios interesses. Entretanto, se os custos de transporte forem suficientemente altos, então o frete inter-regional de produtos será desestimulado. Assim, a economia exhibe um padrão de produção regional simétrico focado nos mercados locais. O modelo Centro-Periferia possibilita assim a convergência ou divergência entre regiões, ao passo que o modelo neoclássico, baseado em retornos constantes e competição perfeita nos dois setores, prevê apenas a convergência (THISSE, 2011).

2.3.2 Decisão locacional das firmas logísticas

Como visto na seção 2.1, o sucesso de uma cadeia de suprimentos é determinado em parte pela decisão locacional das firmas logísticas. Assim, esta seção visa, a partir do referencial teórico exposto na seção 2.3.1, listar alguns determinantes do processo locacional do setor logístico.

A despeito do fato de existirem na literatura várias taxonomias de fatores locacionais, para o objetivo deste estudo adota-se aquela proposta por Leme (1982). De acordo com o teórico, existiriam três fatores locacionais, a saber: (i) o fator transporte, (ii) os fatores aglomerativos e (iii) os fatores desaglomerativos.

O fator transporte aparece como elemento relevante na maioria das teorias da geografia econômica. Weber (1909) afirma que o objetivo das firmas manufatureiras é minimizar seus custos de transporte. A firma decidiria onde localizar sua planta industrial tendo em vista os custos envolvidos no transporte de insumos e do produto final. No cálculo deste custo estariam envolvidos os pesos, tanto do insumo quanto do produto final, e as respectivas distâncias. Por sua vez, Von Thünen (1826)¹⁵ observa a existência de um *trade-off* entre custo de transporte e aluguel da terra. As atividades com maior custo unitário de transporte se localizam mais próximas do mercado consumidor, ao passo que aquelas com menor custo de transporte se deslocam para áreas mais distantes do centro. Ademais, Thünen insere o conceito de transportabilidade dos produtos, de maneira que geralmente a produção de bens mais sensíveis/perecíveis ao transporte ocorre próxima ao centro consumidor. Lösch (1954) percebe que o custo de transporte é crescente linearmente com a distância, restringindo, portanto, a expansão espacial do poder de mercado das firmas, uma vez que a acessibilidade dos consumidores ao produto diminui, limitando então o volume de vendas. É possível concluir que as firmas tenderão a ficar próximas aos seus mercados consumidores. A importância do fator transporte reaparece na literatura da NGE, influenciada logicamente pelos antecessores da ciência regional. Acrescenta-se ao pensamento tradicional a noção de custos de transporte não-lineares e o conceito de custo tipo *iceberg*, o qual descreve que uma fração de qualquer bem enviado simplesmente "se perde" em trânsito. Dito isso, é possível afirmar que:

- a) as firmas logísticas, por serem prestadoras de serviços para os setores produtivos (i.e., indústria e agricultura), tenderão em sua maioria a se localizar próximas a seus pontos de demanda; ou seja, elas seguirão a dinâmica espacial produtiva. Dessa forma, minimizam os custos de seus clientes, sendo eficientes e competitivas no mercado (BALLOU, 1985; BREWER *et al.*, 2008; HUGOS, 2011);
- b) a proximidade junto ao cliente fica ainda mais evidente na relação setor logístico e agricultura, dada a perecibilidade dos produtos carregados (THUNEN, 1829);

¹⁵ Ressalta-se que Thünen elabora sua teoria voltada para o setor agrícola.

c) ademais, dada a existência de perdas durante o trajeto de transporte, as firmas logísticas poderão se localizar em regiões de maior acessibilidade, por conta de sua infraestrutura logística (i.e., ferrovias, rodovias, portos, aeroportos e hidrovias do país), otimizando o escoamento da produção (BREWER *et al.*, 2008; HUGOS, 2011).

Segundo fator locacional, os aglomerativos merecem especial atenção, pois representam forças de atração econômica para uma determinada região. Como pode ser visto na literatura da NGE, estas forças podem ser sintetizadas como as três fontes de externalidade marshalliana, a saber: (i) a proximidade geográfica dos fornecedores de insumos; (ii) a disponibilidade de um mercado de trabalho concentrado; e (iii) a difusão tecnológica/informacional provocada pela proximidade geográfica. Espera-se também que as firmas sejam guiadas pelo potencial de mercado (LÖSCH, 1954). Lösch (1954) pressupõe que a demanda do produto de uma empresa é função da acessibilidade do consumidor e da densidade populacional. Diante da argumentação exposta anteriormente, pode-se considerar como importantes elementos aglomerativos na decisão locacional das firmas logísticas:

- a) a proximidade de firmas auxiliares, que prestarão serviços relacionados à manutenção de equipamentos, gerenciamento computacional de estoques, escritórios de contabilidade e advocacia (BALLOU, 1985; SHEFFI, 2012);
- b) a disponibilidade de trabalhadores qualificados próximos geograficamente e em número considerável, como motoristas, gerenciadores de estoque, engenheiros, técnicos em informática, contadores, entre outros (SHEFFI, 2012);
- c) a proximidade aos grandes destinos finais, como os centros urbanos consumidores (metrópoles), e às regiões de descarga, como zonas portuárias ou portos secos. Essas regiões irão proporcionar maior eficiência da função de transporte, o que reduz o tempo de trânsito sem carga (BREWER *et al.*, 2008; LÖSCH, 1954; SHEFFI, 2012).

Por fim, resta analisar os fatores desaglomerativos. Esses servirão como forças contrárias à concentração espacial. Enquadram-se neste grupo:

- a) o alto custo de aluguel – sabe-se que as funções de estoque e armazenagem se apresentam como uma das mais relevantes dentro da atividade logística e, em especial, na formação do custo logístico. À medida em que o custo do espaço das instalações se torna maior, é incentivada a dispersão das firmas (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011);

b) os congestionamentos estão diretamente relacionados à dispersão da atividade logística. Eles reduzem a produtividade do setor, em termos de horas necessárias para a realização do frete, aumentando por conseguinte o custo da operação (CHOPRA; MEINDL, 2003; HUGOS, 2011).

Esta seção teve como propósito descrever os fatores determinantes na decisão locacional das firmas do setor logístico. Contudo, inserir em uma modelagem matemática a totalidade desses fatores torna-se uma tarefa árdua e complexa. Sendo assim, será feito um recorte analítico, focalizando a abordagem no primeiro grupo de fatores ligados ao custo de transporte. Assim, é central afirmar que: primeiro, as firmas logísticas seguirão, na maioria, a dinâmica espacial de seus clientes ou setores demandantes, denominados de maneira geral indústria e agricultura; segundo, as firmas logísticas tenderão a se localizar em regiões de maior acessibilidade, o que significa na prática uma maior densidade viária.

O próximo capítulo dará o primeiro passo em direção à maior compreensão locacional do setor logístico brasileiro. Ele contemplará uma análise exploratória espacial do setor buscando a existência de *clusters*, verificará a interação espacial com os demais setores considerados “produtivos” e, ao fim, investigará os efeitos provenientes de externalidades no interior dos *clusters* logísticos.

3 ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS ESPACIAIS

Este capítulo tem por objetivo realizar uma análise exploratória espacial do setor logístico brasileiro visando compreender de maneira detalhada seu padrão locacional e sua relação com os demais setores da economia. Ainda neste, se verificará a existência de externalidades no interior dos *clusters* logísticos. Para tanto, o mesmo está segmentado em três seções. A primeira visa identificar aglomerações espaciais de atividades logísticas, utilizando para isto, algumas métricas tais como o Quociente Locacional de *Cluster* Horizontal (HCLQ), conjuntamente ao Indicador de Participação dos Estabelecimentos Logísticos (LEP) e o I de Moran Local Univariado (LISA). A segunda, busca associar o setor logístico aos potenciais demandantes de seus serviços em especial as atividades de Agropecuária e Indústria de Transformação. O I de Moran Local Bivariado permitirá fazer tal correlação espacial. Por fim, a terceira seção buscará evidências empíricas acerca de externalidades resultantes da formação dos *clusters* logísticos.

3.1 IDENTIFICANDO OS CLUSTERS LOGÍSTICOS

Esta seção tem como propósito caracterizar os indicadores utilizados na identificação de possíveis *clusters* logísticos no Brasil. A definição das aglomerações espaciais perpassa pela escolha de métricas desejáveis, que permitam verificar a localização, a dimensão das concentrações e que sejam passíveis de mensuração através de dados disponíveis. Sendo assim, foram escolhidos para essa análise o Quociente Locacional de *Cluster* Horizontal (HCLQ) conjuntamente com a Participação dos Estabelecimentos Logísticos (LEP) além do I de Moran Local Univariado (I_i).

3.1.1 Quociente Locacional de Cluster Horizontal (HCLQ) e Participação dos Estabelecimentos Logísticos (LEP)

O Quociente Locacional de *Cluster* Horizontal (HCLQ) leva em consideração a importância relativa e absoluta do setor em questão por meio da diferença entre o número de empregados no setor s (e.g. Logística) localizado em r (e.g. estado, país ou outra unidade espacial), definido como E_{sr} , e o número esperado de empregados no mesmo setor e na mesma

região quando o QL_r assume um valor igual a unidade, sendo este, o limiar para se considerar que a região é especializada em determinada atividade, este último é representado por \widehat{E}_{sr} , (FINGLETON *et al.*, 2004). Ele será expressado por:

$$HCLQ_r = E_{sr} - \widehat{E}_{sr} \quad (3.1)$$

É sabido que o Quociente Locacional (LQ)¹⁶ dado por $LQ_r = \frac{E_{sr} \cdot E_{Tn}}{E_{sn} \cdot E_{Tr}}$, então $\widehat{E}_{sr} = \frac{E_{sn} \cdot E_{Tr}}{E_{Tn}}$, quando $LQ_r = 1$. Em que E_{sr} e E_{sn} representam respectivamente o número de empregos no setor de logística (s) na região r e país n , enquanto E_{Tr} e E_{Tn} representam respectivamente o total de empregos nas regiões r e n . Considera-se como índice de *cluster* $HCLQ_r > 0$.

Por sua vez, o indicador de Participação dos Estabelecimentos Logísticos (*LEP*), utilizado por Henderson (2003) e Rivera *et al.* (2014) é uma razão simples entre o número de firmas do setor logístico na região r (f_r) e o número total de firmas logísticas no país n (F_n), dado por:

$$LEP_r = \frac{f_r}{F_n} \quad (3.2)$$

onde $0 \leq LEP_r \leq 1$. É evidente que, quanto maior esse índice maior a concentração de firmas logísticas em uma região. Seguindo Rivera *et al.* (2014), o limiar adotado será 0,1. Dessa forma, $LEP_r > 0,1$ será considerado *cluster*. A presença de aglomeração logística é verificada ao atender simultaneamente a seguinte condição: $HCLQ_r > 0$ e $LEP_r > 0,1$.

3.1.2 I de Moran Local (I_i)

O indicador I de Moran Local ou LISA (*Local Indicator of Spatial Association*) proposto por Anselin (1995), tem a capacidade de capturar padrões locais de autocorrelação espacial. O coeficiente I de Moran local (I_i) faz uma decomposição do indicador global (I de Moran) na

¹⁶ O Quociente Locacional (*LQ*) determina se uma região (r) detém a especialização de alguma atividade econômica, e faz isso por meio da comparação das estruturas setoriais - espaciais. Se o valor do quociente for superior a unidade tem-se evidências de que a região é especializada em determinado setor, em termos relativos ao contexto nacional. Crocco *et al.* (2006) considera mais adequado um limiar acima de 1, pois regiões pequenas, com emprego industrial diminuto e estrutura produtiva pouco diversificada, o quociente tende a sobrevalorizar o peso de um determinado setor para a região.

contribuição local de cada observação em quatro categorias AA - alto/alto, BB - baixo/baixo, AB - alto/baixo e BA - baixo/alto, sendo expresso por:

$$I_i = \frac{z_i \sum_j W_{ij} z_j}{\sum_i z_i^2} \quad (3.3)$$

em que z denota os valores da variável de interesse padronizada, Wz representa os valores médios da variável de interesse padronizada nos vizinhos, definidos segundo uma matriz de ponderação W indicando como as regiões i e j estão conectadas¹⁷ (ALMEIDA, 2012). Seja z o número de empregos no setor logístico, obtém-se desta forma, uma *proxy* razoável para a existência de *cluster*, caso o padrão AA seja confirmado.

3.2 CLUSTERS LOGÍSTICOS E SISTEMA PRODUTIVO

Os indicadores vistos até então ilustram possíveis áreas de aglomeração, não relacionando o fenômeno a nenhum tipo de fator ou variável. Pensando nisso, esta seção apresentará o modo pelo qual irá vincular o setor de logística aos potenciais demandantes de seus serviços. Assim sendo, faz-se o uso do I de Moran Bivariado ($I_i^{z_1 z_2}$) descrito abaixo.

3.2.1 I de Moran Local Bivariado ($I_i^{z_1 z_2}$)

Seja x_{1i} e x_{2i} duas variáveis de interesse, sendo estas padronizadas, obtêm-se, respectivamente, z_{1i} e z_{2i} . Redefinindo a fórmula do I de Moran Local, chega-se ao indicador bivariado:

$$I_i^{z_1 z_2} = z_{1i} W z_{2i} \quad (3.4)$$

em que $W z_{2i}$ é a defasagem espacial da variável padronizada z_{2i} . Essa estatística dá uma indicação do grau de associação linear (positiva ou negativa) entre o valor para uma variável em uma dada locação i e a média de outra variável nas locações vizinhas (ANSELIN, 2003).

Duas relações serão verificadas. A primeira leva em conta os setores Logística e Agropecuária e a segunda os setores Logística e Indústria de Transformação, em que z_i representará o número de empregos destes setores por região. Pretende-se com este exercício

¹⁷ Assume-se ao longo deste capítulo o uso da matriz de contiguidade (W) tipo rainha de grau 1.

verificar uma possível heterogeneidade intra-setor logístico, ou seja, um conjunto logístico a serviço do setor agrícola e outro voltado à atividade industrial.

Tal recorte analítico parece adequado por dois motivos. Primeiro, ambos os setores demandantes de serviços logísticos, i.e., Agropecuária e Indústria da Transformação necessitam conjuntamente dos serviços de transporte e armazenamento de mercadorias. O mesmo não ocorre, por exemplo, com o setor de Extração Mineral que utiliza de serviços de transporte, mas pouco armazena. Segundo, espera-se captar dinâmicas locais distintas do setor logístico a depender de seu demandante.

3.3 CLUSTERS LOGÍSTICOS E PRESENÇA DE EXTERNALIDADES

Sabe-se que o desenvolvimento e permanência de um complexo industrial em uma determinada localização, implica na existência de externalidades positivas. Assim, esta seção busca evidências estatísticas acerca da possível presença de externalidades tipo marshalliana¹⁸ no setor logístico, tais como os apresentados por Rivera *et al.* (2014) e Sheffi (2012) funcionando como mecanismo de reforço da aglomeração e a permanência a longo prazo do padrão espacial observado para o setor. Espera-se que as firmas pertencentes ao setor recebam algum tipo de benefício por estarem dentro do grupo (*inside cluster*). A existência das externalidades positivas poderá ser verificada por meio do desempenho das mesmas, em termos de produto ou emprego gerado. Assim, Rivera *et al.* (2014) propõem o seguinte teste de hipótese:

$$H0_{Emprego}: \frac{(TCEL \text{ dentro do clusters})}{(TCET \text{ dentro do clusters de logística})} = \frac{(TCEL \text{ fora do clusters})}{(TCET \text{ fora do clusters de logística})}$$

$$H1_{Emprego}: \frac{(TCEL \text{ dentro do clusters})}{(TCET \text{ dentro do clusters de logística})} \neq \frac{(TCEL \text{ fora do clusters})}{(TCET \text{ fora do clusters de logística})}$$

e

$$H0_{Firma}: \frac{(TCFL \text{ dentro do clusters})}{(TCFT \text{ dentro do clusters de logística})} = \frac{(TCFL \text{ fora do clusters})}{(TCFT \text{ fora do clusters de logística})}$$

¹⁸ Considera-se como externalidade algum tipo de vantagem pecuniária obtida pelas firmas logísticas estabelecidas no interior dos *clusters* logísticos (*inside*), não tidas por aquelas estabelecidas fora dos *clusters* (*outside*). Esta seção faz menção direta a segunda vantagem marshalliana, relacionada a atração de trabalhadores qualificados e especializados no setor logístico. Para mais detalhes acerca das externalidades marshallianas ver seção 2.3.1.

$$H1_{Firma}: \frac{(TCFL \text{ dentro do clusters})}{(TCFT \text{ dentro do clusters de logística})} \neq \frac{(TCFL \text{ fora do clusters})}{(TCFT \text{ fora do clusters de logística})}$$

onde $TCFL$, $TCET$, $TCFL$ e $TCFT$ representam respectivamente as taxas de crescimento do emprego em logística, emprego total, número de firmas do setor logístico e total de firmas. As razões apresentadas em $H0/H1_{Emprego}$ e $H0/H1_{Firma}$ serão chamadas respectivamente de RCE (razão de crescimento do emprego) e RCF (razão de crescimento de firmas) classificadas em 1 (*inside clusters*) ou 0 (*outside clusters*). A verificação das hipóteses serão feitas por meio do Teste de Mann-Whitney (U)¹⁹. Caso as hipóteses nulas sejam rejeitadas tem-se indícios de presença de externalidades geradas no interior dos *clusters* logísticos.

3.4 BASE DE DADOS

Este capítulo utiliza como fonte de dados a Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)²⁰, advinda dos registros administrativos do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). As desagregações setoriais e geográficas dos dados permitem após análises, tirar conclusões mais precisas. Foram coletados os dados referentes a vínculos e estabelecimentos ligados ao setor de logística com foco no transporte de mercadorias entre os anos de 2006 a 2015. Somente neste período é que estão disponíveis a CNAE 2.0 (Subseção), compreendendo informações em nível mais desagregado. Proceder com essa escolha é importante pois deve-se retirar da seleção o transporte de passageiros. Os subsetores apresentados no Quadro 3.1 formam em conjunto o que denominamos como setor de logística. A escolha destes subsetores tem como base Rivera *et al.* (2014). Ademais, a unidade espacial de análise em questão, leva em consideração as 558 microrregiões brasileiras. Tal nível de observação, permitirá verificar mudanças pormenorizadas da estrutura organizacional da atividade.

¹⁹ Ver Corder e Foreman (2009), para mais esclarecimentos sobre o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

²⁰ Cabe ressaltar que os dados da RAIS são subestimados pois, desconsideram empregados e firmas do ambiente informal. Tal ponto é um limitante dos resultados, visto a existência de informalidade, em especial na atividade de transporte rodoviário.

Quadro 3.1 - Definição do setor de logística

CNAE 2.0 (Subclasse)	Descrição
4911-6/00	Transporte ferroviário de carga
4930-2/01	Transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, municipal
4930-2/02	Transporte rodoviário de carga, exceto produtos perigosos e mudanças, intermunicipal, interestadual e internacional
4930-2/03	Transporte rodoviário de produtos perigosos
4930-2/04	Transporte rodoviário de mudanças
5011-4/01	Transporte marítimo de cabotagem – Carga
5012-2/01	Transporte marítimo de longo curso – Carga
5021-1/01	Transporte por navegação interior de carga, municipal, exceto travessia
5021-1/02	Transporte por navegação interior de carga, intermunicipal, interestadual e internacional, exceto travessia
5030-1/01	Navegação de apoio marítimo
5030-1/02	Navegação de apoio portuário
5120-0/00	Transporte aéreo de carga
5211-7/01	Armazéns gerais - emissão de <i>warrant</i>
5211-7/02	Guarda-móveis
5211-7/99	Depósitos de mercadorias para terceiros, exceto armazéns e guarda móveis
5212-5/00	Carga e descarga
5221-4/00	Concessionárias de rodovias, pontes, túneis e serviços relacionados
5231-1/01	Administração da infraestrutura portuária
5231-1/02	Operações de terminais
5332-0/00	Atividades de agenciamento marítimo
5240-1/01	Operação dos aeroportos e campos de aterrissagem
5240-1/99	Atividades auxiliares dos transportes aéreos, exceto operações dos aeroportos e campos de aterrissagem
5250-8/01	Comissária de despachos
5250-8/02	Atividades de despachantes aduaneiros
5250-8/03	Agenciamento de cargas, exceto para o transporte marítimo
5250-8/04	Organização logística do transporte de carga
5250-8/05	Operador de transporte multimodal – OTM
5310-5/01	Atividades do Correio Nacional
5310-5/02	Atividades de franqueadas e permissionárias do Correio Nacional
5320-2/01	Serviços de malote não realizados pelo Correio Nacional
5320-2/02	Serviços de entrega rápida

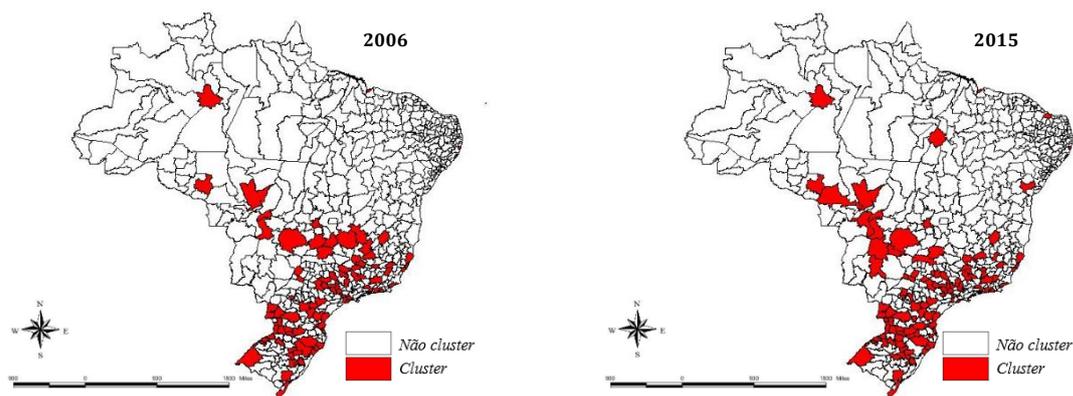
Fonte: Elaboração própria, com base em resoluções do Concla (IBGE).

3.5 AGLOMERAÇÕES, HETEROGENEIDADE SETORIAL E EXTERNALIDADES

Verifica-se, por meio da Figura 3.1 a distribuição espacial dos *clusters* de logística, ou seja, são as microrregiões que atenderam a condição ($HCLQ > 0$ e $LEP > 0,1$). Optou-se por demonstrar somente o período inicial e final analisado (2006 e 2015). Percebe-se que em 2006 os 89 *clusters* estavam em quase sua totalidade localizada no eixo sul-sudeste (88% do total). Por sua vez, em 2015 é possível verificar uma considerável modificação do padrão espacial, em que há a rotação do eixo em direção ao centro-oeste, com aumento na participação em 17% entre o período analisado.

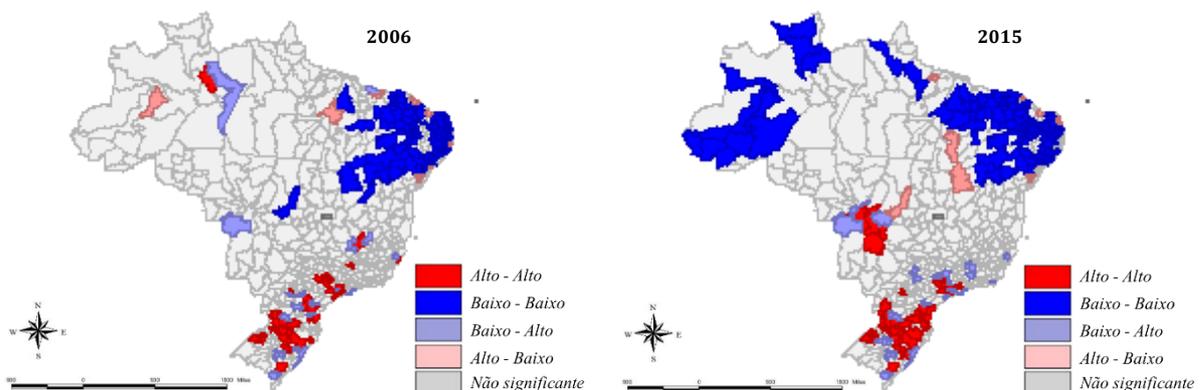
Os resultados anteriores são reiterados pela Figura 3.2 referentes ao I de Moran Local univariado, com a vantagem de trazer mais detalhes quanto a classificação dos *clusters*. Novamente, percebe-se a existência de duas regiões classificadas como ALTO-ALTO (regiões com alto potencial logístico rodeadas de pares do mesmo nível). O primeiro pertencente as regiões sul-sudeste e um segundo grupo emergente da região centro-oeste. De modo oposto, as regiões BAIXO-BAIXO (regiões de baixo potencial logístico rodeadas de pares do mesmo nível), estão presentes na faixa norte-nordeste do Brasil.

Figura 3.1 - Mapa de *clusters* ($HCLQ > 0$ e $LEP > 0,1$)



Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* ArcView3.2.

Figura 3.2 - Mapa de *clusters* LISA para participação de emprego em logística*

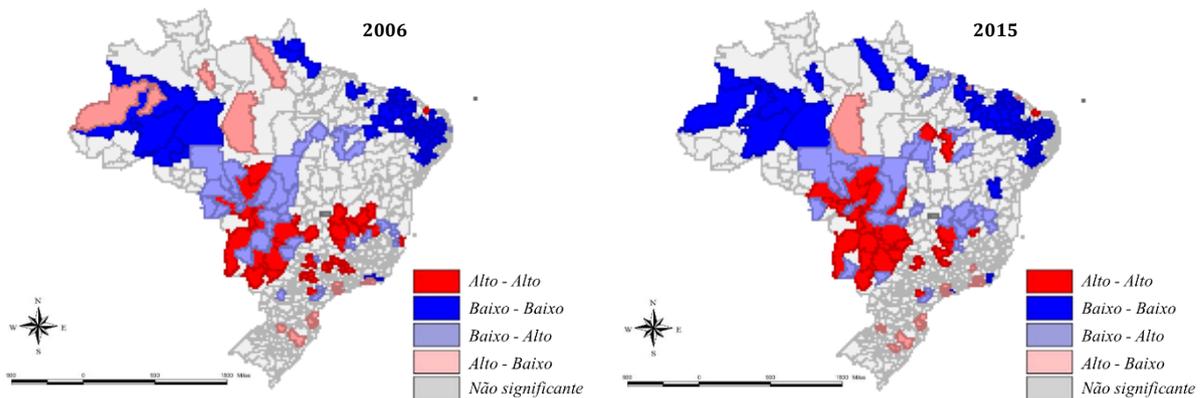


Nota: * Utilizou-se como convenção a matriz de ponderação (W) rainha de grau 1.

Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* GeoDa.

As próximas análises verificam a relação entre os *clusters* logísticos e o sistema produtivo, para os quais fornecem seus serviços. Para tanto, foram selecionados Agropecuária²¹ e Indústria de Transformação. Percebe-se pela Figura 3.3, que a relação ALTO-ALTO que compreende microrregiões com alta participação de emprego em logística próximas de regiões com alta participação no emprego em agropecuária, estão centradas na região centro-oeste. Fica claro, que o *cluster* de logística ali presente, serve em grande parte as atividades deste setor.

Figura 3.3 - Mapa de *clusters* bivariado para participação de emprego em logística e agropecuária



Nota: * Utilizou-se como convenção a matriz de ponderação (W) rainha de grau 1.

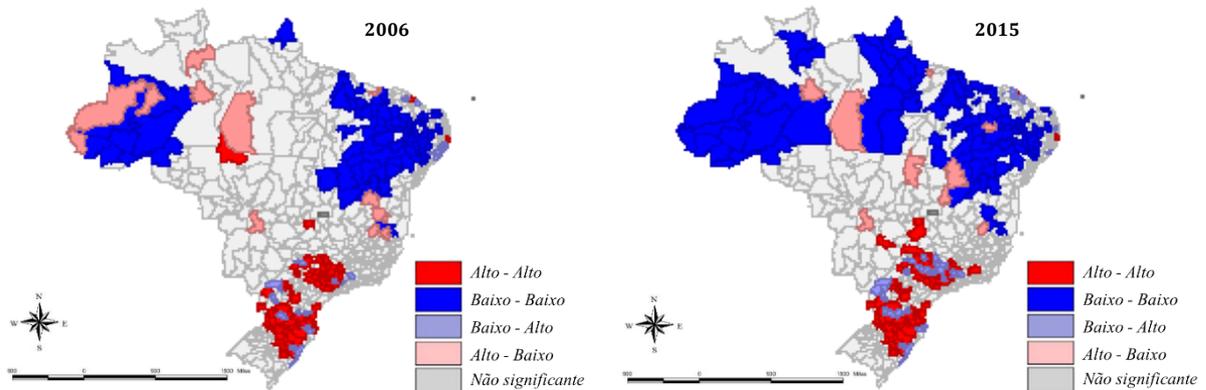
Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* GeoDa.

Ademais, dando continuidade a análise, e observando a causalidade entre as atividades de logística e indústria de transformação, reportado na Figura 3.4 é possível verificar o agrupamento ALTO-ALTO (ou seja aglomerações de atividades logísticas rodeadas por atividades industriais), centradas na região sul-sudeste, indicando uma possível ligação de prestação de serviço especializado a indústria. As evidências empíricas reforçam a ideia de heterogeneidade interna ao setor logístico, ou seja, espacialmente há delimitado um setor logístico voltado à agropecuária e outro voltado à indústria de transformação. Espera-se que as firmas pertencentes a cada uma destas classes desempenhem funções e realizem processos

²¹ Agropecuária corresponde a Seção A da CNAE 2.0, denominada Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura.

diferentes a depender do setor atendido²². Os resultados encontrados neste ponto, indicam a necessidade de fazer modelagens adaptativas à realidade apresentada²³.

Figura 3.4 - Mapa de *clusters* bivariado para participação de emprego em logística e indústria de transformação



Nota: * Utilizou-se como convenção a matriz de ponderação (W) rainha de grau 1.

Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* GeoDa.

Por fim, os resultados reportados na Tabela 3.1, rejeitam a hipótese nula ($p\text{-valor} < 0,05$) que afirma não ter uma diferenciação entre regiões *inside/outside* referentes aos *clusters* de logística, expresso por uma estatística U, significativa a 1%, sinalizando, portanto, uma assimetria entre as categorizações em termos de empregos gerados e firmas criadas no setor, reforçando a ideia do fenômeno de externalidade gerado pelo agrupamento. Parece haver uma força centrípeta no sentido de auto reforçar a presença destas aglomerações logísticas em pontos específicos do espaço.

Tabela 3.1 - Estatísticas do teste Mann-Whitney

Hipótese	Operação	Classificação	N	Mann-Whitney (U)	Z	p-valor
H_0/H_1 _{Emprego}	RCE	0 (<i>outside clusters</i>)	449	19923,0	-3,012	0,001
		1 (<i>inside clusters</i>)	109			
H_0/H_1 _{Firma}	RCF	0 (<i>outside clusters</i>)	449	18624,0	-3,872	0,001
		1 (<i>inside clusters</i>)	109			

Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* SPSS 22.

²² Essa diferenciação está presente no capital humano e físico empregado nas atividades logísticas, assim como as características presentes nos contratos firmados (BUTTON, 2010).

²³ Isso ficará evidente no Capítulo 5, ao considerar o processo decisório locacional da firma logística dependente da localização de seus demandantes.

Por fim, os resultados reportados na Tabela 3.1, rejeitam a hipótese nula ($p\text{-valor} < 0,05$) que afirma não ter uma diferenciação entre regiões *inside/outside* referentes aos *clusters* de logística, expresso por uma estatística U, significativa a 1%, sinalizando, portanto, uma assimetria entre as categorizações em termos de empregos gerados e firmas criadas no setor, reforçando a ideia do fenômeno de externalidade gerado pelo agrupamento. Parece haver uma força centrípeta no sentido de auto reforçar a presença destas aglomerações logísticas em pontos específicos do espaço.

Este capítulo teve como intuito retratar a configuração espacial do setor logístico no Brasil. Ao longo desta abordagem exploratória, várias informações surgiram e algumas merecem a atenção dos leitores. Primeiro, o setor logístico apresenta uma heterogeneidade espacial intra setor verificada pela existência de *clusters* especializados ao atendimento do setor agrícola ou industrial. Tal informação revela que a decisão locacional da atividade logística apresenta fatores motivadores diferentes, ou seja, firmas logísticas voltadas ao atendimento do setor agropecuário tenderão a se localizar em áreas de maior concentração desta atividade. Tal raciocínio também é válido para o caso industrial. Segundo, parece existir um mecanismo de auto reforço destas aglomerações, visto a presença de externalidades. Estas evidências empíricas darão suporte a modelagens e simulações mais fidedignas acerca da futura distribuição espacial do setor logístico para o caso brasileiro.

4 EVOLUÇÃO DAS REDES DE TRANSPORTE NO BRASIL

Este capítulo tem como objetivo traçar um panorama das condições de infraestrutura de transportes no Brasil, principalmente no que concerne à sua acessibilidade. A análise feita aqui é relevante, pois estas redes dão base à maioria dos fluxos de mercadorias entre as regiões, possibilitando então a prestação dos serviços logísticos. Os agrupamentos de logística bem-sucedidos exigem certos atributos geográficos, como uma localização central e investimentos governamentais significativos em infraestrutura física (SHEFFI, 2012). Assim, visando mais adiante estabelecer uma abordagem que explique a localização das firmas logísticas, faz-se necessário antes determinar um modal que seja significativo em termos de conectividade.

Para tanto, este capítulo está dividido em duas seções. A primeira faz um apanhado histórico do desenvolvimento da infraestrutura de transportes no Brasil. Ficará claro que houve uma preferência nacional aos modais rodoviário e ferroviário. Desta forma, a segunda seção traz uma análise comparativa entre estas redes evidenciando aspectos de conectividade, utilizando para isso algumas métricas presentes na Teoria dos Grafos.

4.1 CONTEXTO HISTÓRICO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

A infraestrutura de transportes refere-se ao capital social fixo que possibilita os fluxos de mercadorias e pessoas. A infraestrutura de transporte adiciona eficiência às atividades econômicas e traz bem-estar social. Ademais, o desenvolvimento de um país está intimamente ligado à sua disponibilidade, de tal forma a ser decisivo para a sustentabilidade deste processo (BRASIL, 2007, 2011). A construção de uma rede unificada de transportes foi apresentada sempre como a única forma de assegurar a integridade do território, além de se constituir como crucial para o alargamento da base econômica do país (GALVÃO, 2009).

Os impactos desenvolvimentistas das ferrovias nos Estados Unidos fizeram com que essa modalidade passasse a receber prioridade do Estado brasileiro e da iniciativa privada nacional e internacional, de modo que, entre 1870 e 1930, os investimentos na infraestrutura de transporte foram majoritariamente ferroviários (GALVÃO, 2009). Sua expansão estava relacionada ao aumento das exportações agrícolas, em especial o café.

No final da década de 20, iniciam-se as primeiras preocupações com as rodovias, visto que o modal ferroviário não cumprira seu papel de integrador da economia. Mas, somente em 1950 com o Plano de Metas, no governo Juscelino Kubitscheck, as rodovias foram priorizadas buscando, entre outros objetivos, estimular a indústria de transformação por meio da indústria automobilística (IPEA, 2011). Fica claro, a partir disso, que as rodovias passariam a assumir a função pioneira, outrora exclusiva das estradas de ferro, e que o desenvolvimento da rede ferroviária seria, em grande parte, substituído por estradas de rodagem (GALVÃO, 2009; BRASIL, 2011). A expansão rodoviária trouxe a crença na sua capacidade de unificação territorial, social, econômica e política no Brasil não proporcionada pelos demais modais. O modal rodoviário no Brasil, que respondia em 1950 a apenas 38% do transporte de cargas nacionais, passa a responder a 60% da matriz nacional de transporte (BNDES, 2008).

O desenvolvimento das rodovias brasileiras foi possível basicamente por meio de recursos públicos oriundos de fundos criados essencialmente para este fim. A criação do Fundo Rodoviário Nacional (FRN) em 1945 permitiu o rápido crescimento dos investimentos na infraestrutura rodoviária. Inicialmente, o FRN era formado pelo Imposto Único sobre Combustíveis e Lubrificantes Líquidos e Gasosos (IUCL) e, posteriormente, por parte da arrecadação de um imposto sobre os serviços rodoviários de transporte de cargas e de passageiros e de uma taxa incidente para a implantação da infraestrutura rodoviária. Um percentual destes recursos era também destinado aos estados na execução dos seus investimentos rodoviários (CAMPOS NETO *et al.*, 2011). Esse arranjo financeiro começou a perder força a partir de 1974, com a Lei nº 6.093, que criou o Fundo Nacional de Desenvolvimento (FND). Os recursos da arrecadação do imposto sobre combustíveis foram progressivamente transferidos para o FND e, em 1982, a sua vinculação ao setor rodoviário foi extinta (CAMPOS NETO *et al.*, 2011).

Posteriormente, o imposto sobre combustíveis e lubrificantes e o imposto sobre serviços de transporte, de competência federal, foram substituídos pelo Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), cuja arrecadação pertence integralmente aos estados. Isso também ocorreu com o imposto sobre propriedade de veículos, que era repartido entre União, estados e municípios, o qual foi substituído, em 1985, pelo Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), de competência estadual, compartilhado com os municípios, eliminando-se a participação da União (LACERDA, 2005).

Assim, os recursos vinculados ao FRN foram severamente reduzidos. Por outro lado, apesar da transferência de receitas de impostos, não ocorreu a proporcional transferência para

estados e municípios do ônus da conservação da malha rodoviária. Por isso, o governo federal passou a administrar as necessidades da infraestrutura rodoviária apenas com recursos oriundos das dotações previstas nos orçamentos anuais, e a ter dificuldades em captar recursos por meio de financiamento junto a bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais, em virtude do atraso na liberação de contrapartidas e do gradativo comprometimento da capacidade de endividamento dos órgãos rodoviários. Por fim, a Constituição Federal proibiu vinculação de receita de impostos a órgãos, fundos ou despesas predeterminadas. Com o fim da vinculação de tributos, a infraestrutura rodoviária passou a depender quase exclusivamente de recursos ordinários da União. Com a crise fiscal do governo federal, esses recursos passaram a ser disputados por muitas áreas, fazendo com que a infraestrutura rodoviária do país atravessasse um gradativo e sistemático processo de deterioração por falta da adequada e necessária manutenção (CAMPOS NETO *et al.*, 2011).

A efetiva captação de recursos da iniciativa privada para manter rodovias federais passa a ganhar importância e factibilidade quando o Art. 175 da Constituição Federal de 1988 foi disciplinado pela Lei nº 8.987/1995 (Lei das Concessões), que estabeleceu em síntese as obrigações e os direitos das empresas concessionárias – por exemplo, que o concessionário tem que executar um programa de investimentos a ser realizado ao longo do período de concessão – que no caso das rodovias é detalhado no Programa de Exploração da Rodovia (PER) – e a política tarifária dos concessionários de serviços públicos. Cabe destacar que à iniciativa privada somente interessam as rodovias que se apresentem como um negócio rentável, quando as receitas superam “significativamente” as despesas; isto é, que apresentem viabilidade financeira. Esta restrição intrínseca ao setor privado limitava a possibilidade de o governo conceder a ele um número expressivo de rodovias (CAMPOS NETO *et al.*, 2011).

Com a entrada da iniciativa privada, as rodovias concedidas foram recuperadas e houve um aumento no nível de investimentos no setor. No entanto, os trechos concedidos atualmente totalizam 4.763 km dos 62 mil quilômetros de rodovias federais. Portanto, para sua manutenção e expansão, o setor depende majoritariamente dos recursos federais, que estavam restritos ao previsto pelo orçamento federal. Apenas em 2001 houve uma alteração nesta limitação com a instituição da Cide-Combustíveis pela Emenda Constitucional nº 33 e a Lei nº 10.336/2001. Em seu Art. 177, a Constituição Federal determina que a arrecadação desta contribuição – cobrada sobre a importação e a comercialização de petróleo, seus derivados e outros combustíveis – deve ser dividida entre: i) subsídios a combustíveis; ii) financiamento de

projetos ambientais relacionados à indústria petrolífera; e iii) financiamento de obras de infraestrutura de transportes (CAMPOS NETO *et al.*, 2011).

Porém, a Cide-Combustíveis tem sido destinada apenas parcialmente para os objetivos previstos pela Constituição. Os valores arrecadados estão sendo utilizados para saldar dívidas, pagar funcionários e custear a administração federal (LACERDA, 2005). Ainda segundo Lacerda (2005), apenas aproximadamente 14% da contribuição é direcionada para o setor.

Mesmo assim, de 2003 a 2009, os investimentos totais em transporte elevaram-se consistentemente, o que também ocorreu em relação ao setor rodoviário. Esse aumento ocorreu tanto em valores absolutos, em que o total de investimentos em transporte se elevou de R\$ 6,2 bilhões para R\$ 19,2 bilhões, quanto em valores relativos, em que a participação no PIB dos investimentos rodoviários se elevou de 0,11% para 0,35%.

Apesar dos esforços feitos na última década, o cenário da estrutura do setor de transportes não se alterou, e a infraestrutura continua defasada e concentrada em termos de modal utilizado e de regiões beneficiadas, resultante da falta de um planejamento adequado e da incapacidade histórica do governo em financiar seus investimentos (LACERDA, 2005).

Segundo relatório da CNT (2016), a situação é relativamente mais crítica nas regiões menos desenvolvidas, cuja qualidade da infraestrutura de transportes é inferior, o que explica, em parte, o baixo dinamismo econômico e a baixa atratividade dessas regiões. Ciente disso, o governo federal lançou em 2006 o Programa Nacional de Logística e Transportes (BRASIL, 2007, 2011), que visa orientar os investimentos em infraestrutura de transportes até 2023, a fim de integrar a matriz de transporte brasileira, atualmente concentrada no modal rodoviário.

Após este breve contexto histórico, o restante do capítulo tem como objetivo fazer uma análise quantitativa de acessibilidade das redes rodoviária e ferroviária brasileiras, observando sua evolução ao longo do tempo.

4.2 MENSURANDO A EVOLUÇÃO DAS REDES DE TRANSPORTE

A acessibilidade é uma expressão direta da mobilidade²⁴, seja em termos de pessoas, fluxos de mercadorias ou informação (RODRIGUE *et al.*, 2006). O conceito de acessibilidade

²⁴ Embora uma maior mobilidade possa proporcionar mais acessibilidade aos agentes, reduzindo o tempo de deslocamento, a acessibilidade não depende exclusivamente da mobilidade. Acessibilidade, especialmente a pé,

refere-se à facilidade de atingir destinos de qualidade, refletindo tanto a atratividade de potenciais destinos quanto a facilidade de alcançá-los. Aqueles que residem em locais altamente acessíveis podem atingir mais facilmente locais atraentes ou desejáveis de atividade, principalmente se comparados com aqueles que vivem em lugares menos acessíveis. Assim, sistemas de logística bem desenvolvidos e eficientes tendem a se localizar em regiões de maior acessibilidade (BUTTON, 2010). A acessibilidade, está, portanto, ligada a um conjunto de oportunidades. Por conseguinte, a infraestrutura logística é elemento-chave na determinação da acessibilidade.

A localização das plataformas logísticas estão diretamente relacionadas à qualidade das malhas viárias (MERENNE-SHOUMAKER, 2007)²⁵. O Estado aparece como elemento central na melhoria da infraestrutura de transportes, por meio de construção de novas vias ou concessões das já existentes, agindo de modo direto na coordenação territorial do tecido econômico e no surgimento de sítios logísticos (SAVY, 1993). Assim, compreende-se ser importante a investigação acerca das redes de transporte para o entendimento da formação dos *clusters* logísticos. A seção anterior deixa clara a relevância dos modais rodoviário e ferroviário no contexto nacional. Sendo assim, a análise de conectividade terá como escopo estes dois casos.

A conectividade das redes de transporte é uma medida básica de acessibilidade. Os sistemas de transporte são comumente representados usando redes como uma analogia para sua estrutura e os fluxos nela existentes. O termo rede refere-se ao quadro de rotas, em que os pontos de origem e destino são denominados vértices (*nodes*) e a ligação entre estes pontos são arestas (*links*). Kansky (1963) apud RODRIGUE *et al.* (2006) desenvolve algumas métricas para aplicação em redes de transporte.

Nesta investigação, adotou-se nove métricas²⁶ para caracterizar as redes de transporte rodoviário e ferroviário no Brasil, em termos de grau de conectividade, que em última instância significa acessibilidade. Esses indicadores estão dispostos no Quadro 4.1.

de bicicleta e de trânsito, tende a aumentar com as densidades mais altas. Em contraste, ganhos de mobilidade podem contribuir para o aumento da separação dos usos da terra, uma vez que as pessoas são capazes de viajar mais longe dado o mesmo tempo de viagem ou orçamento (BUTTON, 2010).

²⁵ No entanto, pode haver um efeito adverso. A saturação das estradas pode ser um elemento negativo na acessibilidade e na implementação de atividades de logística (MERENNE-SHOUMAKER, 2007). Os congestionamentos atuam, portanto, como forças centrífugas (FUJITA *et al.*, 1999).

²⁶ Para mais detalhes, ver Jackson (2008) e Rodrigue *et al.* (2006).

Quadro 4.1 - Descrição das métricas de redes

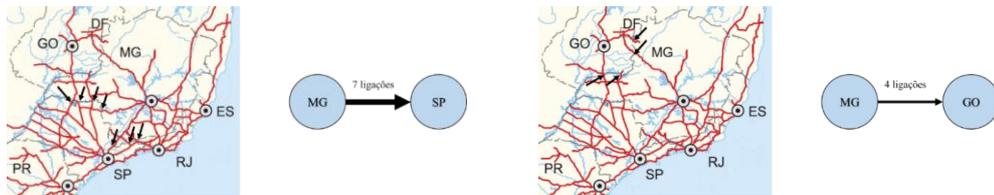
Métrica	Descrição	Fórmula
Índice beta (β)	Seu valor traz a informação da existência de redes desconectadas caso se obtenha valor menor que 1.	$\beta = e/v$; sendo e o número de arestas e v o número de nós.
Número ciclomático (μ)	A medida que a rede se aproxima de um estado completamente conectado, μ aumenta.	$\mu = e - v + p$; sendo e o número de arestas, v o número de nós e p a quantidade de componentes conectados.
Índice alfa (α)	Relação entre o número real e o máximo de circuitos para uma rede totalmente ligada. Quanto mais próximo de 1, maior o grau de conectividade da rede.	$\alpha = \frac{\mu}{2v-5p}$; sendo μ o número ciclomático, v o número de nós e p a quantidade de componentes conectados; de modo que $0 \leq \alpha \leq 1$.
Índice gama (γ)	Demonstra o grau de conectividade da rede. Quanto mais próximo de 1, maior o grau de conectividade da rede.	$\gamma = \frac{e}{[3(v-2)]}$, sendo e o número de arestas e v o número de nós; de modo que $0 \leq \gamma \leq 1$.
Grau médio (G_M)	Prediz a conectividade média entre os nós. Quanto maior seu valor maior a acessibilidade da rede.	$G_M = \sum_j^n c_{ij}/v$; sendo c_{ij} a conectividade entre os nós i e j (0 ou 1) e v é o número de nós.
Diâmetro da rede (D)	Representa a maior rede composta dos trechos entre nós mais curtos. Este indicador está positivamente relacionado ao grau de conectividade de uma malha.	
Índice eta (η)	Representa o comprimento médio de caminho. Quanto menor seu valor maior a conectividade.	$\eta = L/e$; sendo L é o comprimento total do grafo e e o número de arestas.
Densidade da rede (ρ)	Mede o domínio territorial de uma rede em termos de número de ligações. Quanto maior o valor de ρ mais conectado.	$\rho = L/S$; ou seja, é a razão entre o comprimento total da rede (L) em relação a área da superfície analisada (S).
Índice pi (π)	Estabelece a relação entre o comprimento total do grafo e o diâmetro da rede. Este indicador tem uma relação positiva com a conectividade de uma rede.	$\pi = L/D$; sendo L o comprimento total do grafo e D o diâmetro da rede.

Fonte: Elaboração própria.

Espera-se que estes indicadores tragam informações acerca da evolução das redes rodoviária e ferroviária no Brasil. Para tanto, serão adotados como unidades temporais 1964 e 2015 para o modal ferroviário e 1973 e 2015 para o modal rodoviário. A disponibilidade dos dados (que neste caso são *shapefiles* das malhas) justifica o recorte temporal proposto.

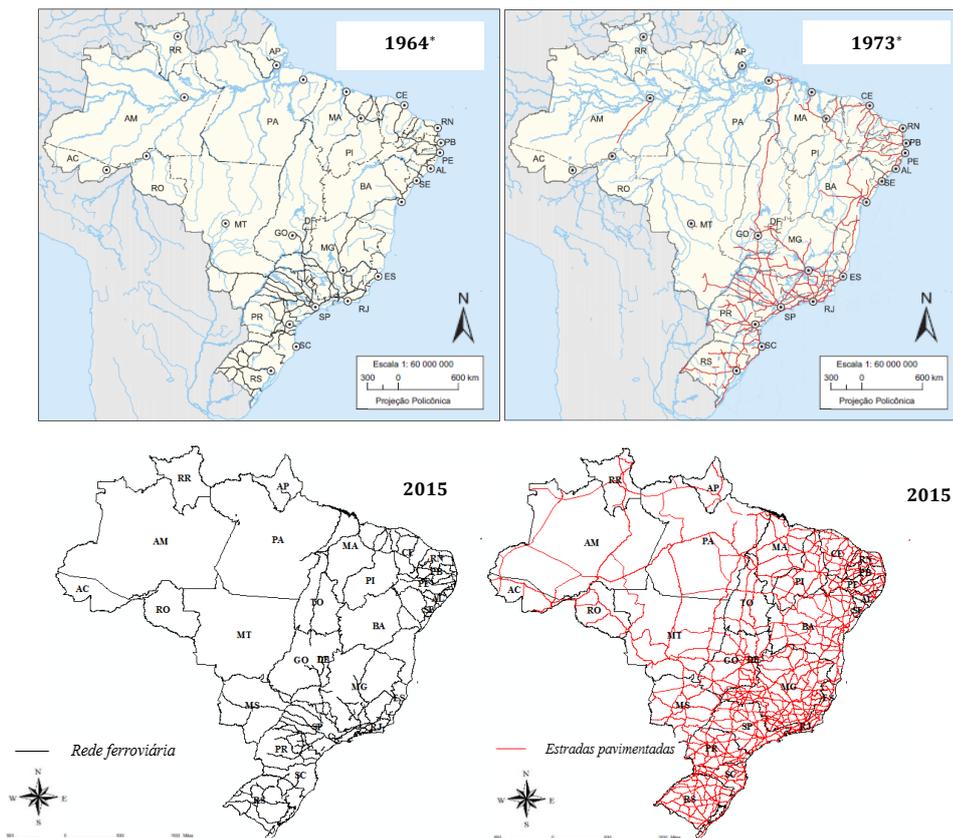
Dois elementos são importantes em análises de redes: nós e arestas. Nesta análise, os nós serão representados pelas Unidades Federativas (UF), já as arestas serão computadas como as rodovias/ferrovias que ligam duas ou mais UF. Os exemplos expostos na Figura 4.1 deixam clara essa mensuração.

Figura 4.1 - Exemplos de mensuração de arestas



Fonte: Elaboração própria.

Figura 4.2 - Malhas ferroviária e rodoviária pavimentada



Fonte: Elaboração própria, utilizando arquivos históricos do IBGE (*) e arquivos formato *shape* do DNIT.

A Figura 4.2 apresenta os dados utilizados neste capítulo. A malhas viárias advêm de arquivos históricos do IBGE e *shapefiles* do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). As matrizes de conectividade e as tabelas de nós e arestas estão disponíveis no Apêndice A.

4.3 REDES DE TRANSPORTE E ACESSIBILIDADE

As informações presentes na Figura 4.2, foram transformadas em grafos, evidenciando assim a arquitetura das redes de transporte rodoviário e ferroviário, seus principais nós e ligações.

De modo geral, Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Pernambuco, Goiás, Mato Grosso e Pará exercem um papel estratégico na infraestrutura rodoviária nacional (ver Figura 4.4). Minas Gerais destaca-se como principal nó rodoviário brasileiro, sendo ele o elo de ligação entre Nordeste/Centro-Oeste e o restante da região Sudeste, o que o caracteriza como *star node*²⁷. Nesse estado, perpassam as rodovias federais BR-116, BR-364, BR-040 e BR-381, consideradas importantes vias de circulação de produtos agropecuários, industrializados, produção siderúrgica e produtos de mineração.

Por sua vez, São Paulo é um nó fundamental na ligação entre as regiões Sudeste e Sul. De modo similar, o estado da Bahia faz o papel de nó primário na relação Nordeste-Sudeste, enquanto Pernambuco funciona como nó secundário, permitindo que os fluxos de mercadorias e pessoas cheguem ao interior nordestino. Em todos esses casos, destacam-se as rodovias federais BR-101 e BR-116, considerados corredores de transporte de soja, milho, feijão, aves, suínos, industrializados de origem animal, químicos e celulose.

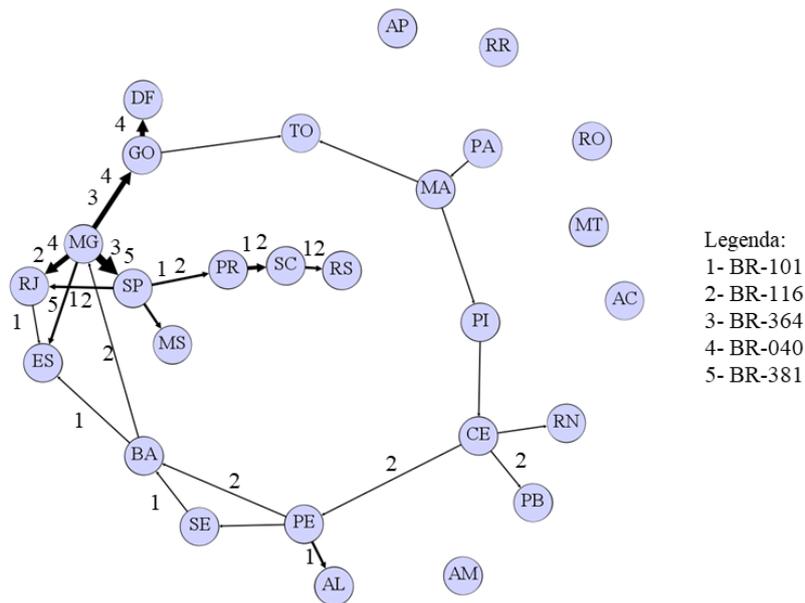
Os estados de Goiás e Mato Grosso demonstraram ser similares em termos de importância na rede. Ambos são *hubs* de ligação entre as regiões Norte e Sudeste. Neles passa a rodovia federal BR-364, que corta o país na diagonal, indo de São Paulo até o Acre. Soja, milho, produtos de mineração e da pecuária são os principais produtos transportados nesse

²⁷ Na literatura de redes, um *star node* consiste em um *hub* central que atua como canal transmissor de informações e permite a circulação de pessoas, mercadorias etc. (JACKSON, 2008).

percurso. Por fim, o Pará promove o enraizamento de fluxos provenientes do eixo centro-sul ao Norte brasileiro.

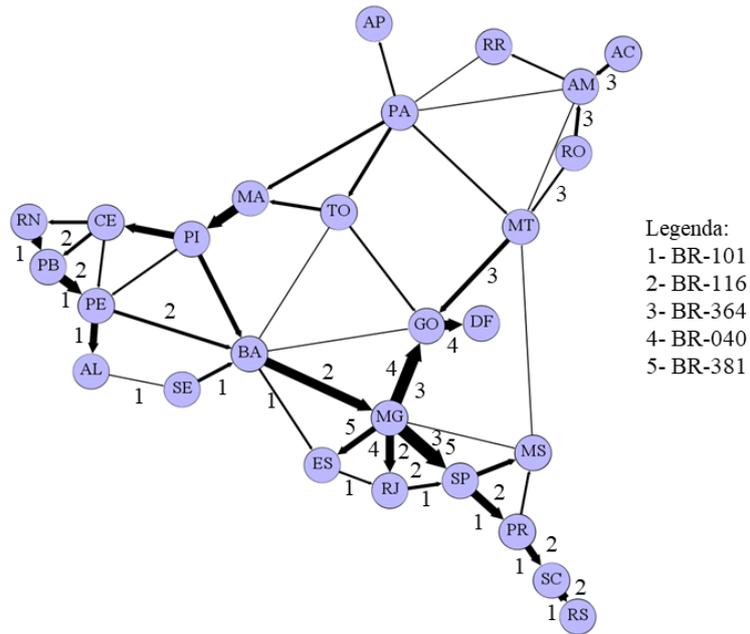
A rede ferroviária (ver Figura 4.6) apresenta um grau de complexidade bem menor comparativamente ao modal rodoviário. Tal situação pode ser explicada por: (i) o baixo incentivo ao modal ao longo das últimas décadas, aspecto reforçado pela pouca mudança entre os períodos analisados e a existência de nós ou unidades federativas que não fazem parte do componente principal; e (ii) as características inerentes ao modal, como o alto investimento inicial e as baixas articulação e ramificação. Percebe-se novamente Minas Gerais como um *star node* entre a parte superior e inferior do grafo, estabelecendo, por sua vez, fortes ligações com os estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, em que estão localizados os portos de Santos e do Rio de Janeiro, considerados os principais vetores de ligação com o comércio internacional.

Figura 4.3 - Ligação rodoviária entre unidades federativas (1973)



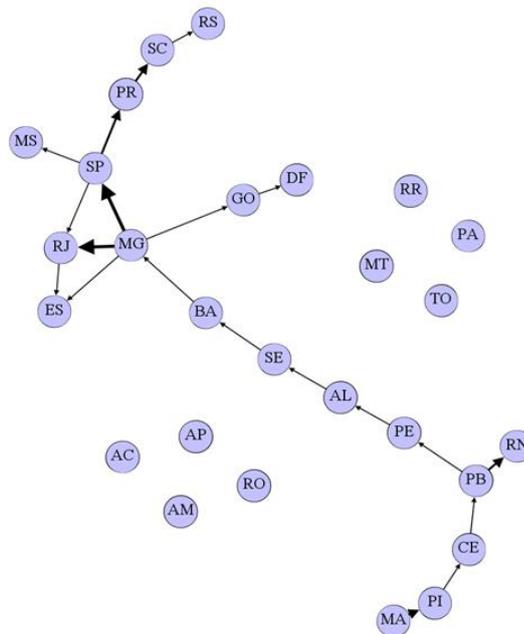
Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* Gephi 0.9.1.

Figura 4.4 - Ligação rodoviária entre unidades federativas (2015)



Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* Gephi 0.9.1.

Figura 4.5 - Ligação ferroviária entre unidades federativas (1964)



Fonte: Elaboração própria, utilizando *software* Gephi 0.9.1.

Este capítulo apresentou um panorama geral da infraestrutura que dá suporte aos fluxos de mercadorias no Brasil e às atividades logísticas. Percebeu-se uma rede rodoviária mais acessível (conectada e ramificada) se comparada ao modal ferroviário. Assim, optou-se pela escolha do modal rodoviário como referência na escolha de uma matriz de distância inter-regional, que, por sua vez, será utilizada no experimento empírico apresentado no próximo capítulo.

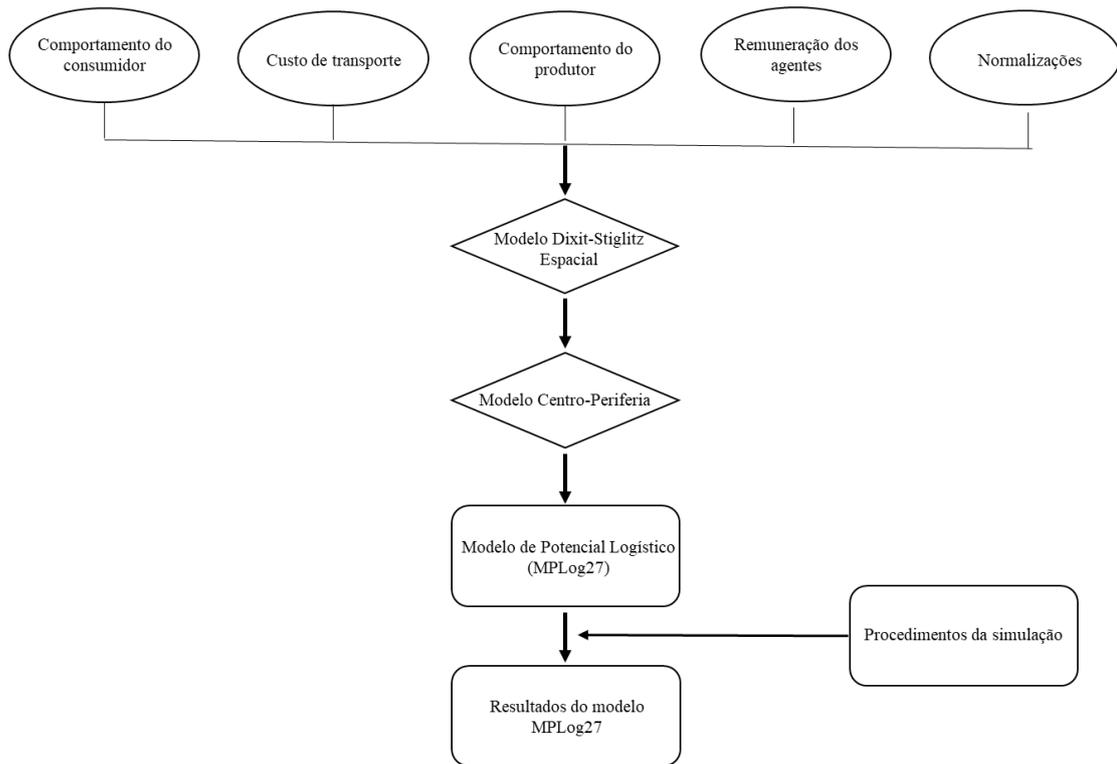
5 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE LONGO PRAZO DOS SERVIÇOS LOGÍSTICOS NO BRASIL: CONTRIBUIÇÃO EMPÍRICA À NOVA GEOGRAFIA

O Capítulo 3 identificou por meio de uma análise exploratória de dados a presença de dois agrupamentos logísticos classificados a partir de seus setores demandantes. O primeiro, localizado no eixo Sudeste-Sul guarda uma forte relação junto ao setor industrial. Em contraste, o segundo agrupamento, localizado em sua maioria na região Centro-Oeste, estabelece uma relação de proximidade com o setor agrícola. As evidências empíricas reforçam a ideia de heterogeneidade interna ao setor logístico, ou seja, espacialmente há delimitado um setor logístico voltado à agropecuária e outro voltado à indústria de transformação. Em seguida, o Capítulo 4 verificou por meio de uma análise de redes, a maior conectividade da rede rodoviária comparativamente ao modal ferroviário. Espera-se assim, que a maior parte dos fluxos de mercadoria entre as regiões ocorra utilizando rodovias. Essa, portanto, é a infraestrutura de transporte mais representativa no cenário nacional. As constatações obtidas em ambos os capítulos servirão como suporte a adaptação da modelagem teórica Centro-Periferia ligada a Nova Geografia Econômica (NGE) ao exercício empírico desenvolvido neste capítulo, cujo objetivo, é observar a distribuição espacial de longo prazo dos serviços logísticos no Brasil. Para tanto, construiu-se o Modelo de Potencial Logístico adaptado ao Brasil (MPLog27).

A NGE, comumente representada pelos trabalhos de Krugman (1991) e Fujita *et al.* (1999), pressupõe que a compreensão da lógica de retornos crescentes de escala é necessária para entender a permanência do processo de aglomeração verificado em algumas regiões, criando um padrão centro-periferia. Deve-se de alguma forma modelar uma estrutura de mercado de concorrência imperfeita. O modelo que serve a esse propósito é, sem dúvida, o modelo de Dixit-Stiglitz de concorrência monopolista (FUJITA *et al.*, 1999).

Sabendo disso, este capítulo está segmentado em quatro seções. A primeira, apresentará a versão espacializada do Modelo Dixit-Stiglitz, seguido do modelo teórico Centro-Periferia de Krugman (1991). Espera-se que esta seção esclareça os fundamentos matemáticos subjacente a lógica teórica do modelo já descrito na seção 2.3.1. A segunda seção apresenta as ideias do Modelo de Potencial Logístico (MPLog27) cuja função é descrever a espacialização de longo prazo do setor logístico no Brasil. Por se tratar de um modelo de simulação computacional, a terceira seção traz as informações referentes ao processo de implementação do mesmo. Este capítulo encerra-se na quarta seção em que são apresentados os resultados a partir do MPLog27. A estrutura deste capítulo seguirá o fluxograma apresentado pela Figura 5.1.

Figura 5.1 - Fluxograma de apresentação dos modelos teórico e empírico



Fonte: Elaboração própria.

5.1 ABORDAGEM TEÓRICA: MODELO DIXIT-STIGLITZ ESPACIAL E CENTRO-PERIFERIA²⁸

5.1.1 Modelo Dixit-Stiglitz Espacial

5.1.1.1 Descrevendo o comportamento do consumidor²⁹

Descreve-se a função de utilidade do consumidor representativo tipo Cobb-Douglas para bens industriais (M) e agrícolas (A) como:

$$U = M^\mu A^{(1-\mu)} \quad (5.1)$$

sabe-se que $L^T = L^M + L^A$ representa a soma dos empregos nos setores industrial (sobrescrito M) e agrícola (sobrescrito A) e suas respectivas participações relativas $\mu = L^M/L^T$ e

²⁸ As equações adotadas nesta seção estão apresentadas nos capítulos 4 e 5 de Fujita *et al.* (1999).

²⁹ Nota: Como o modelo contempla dois setores, indústria e agricultura e, o raciocínio matemático será similar para ambos, ao longo do texto será apresentado tópicos intitulados 'Caso 1: setor industrial' e 'Caso 2: setor agrícola'.

$(1 - \mu) = L^A/L^T$ sendo $0 \leq \mu \leq 1$, uma proporção constante, fixa para todo o espaço $s = 1, 2, \dots, R$.

Por sua vez, é possível descrever a demanda de bens industriais como (5.2)

$$M = \left[\int_0^n m(i)^\rho di \right]^{1/\rho} \quad (5.2)$$

sendo $0 < \rho < 1$ e $\sigma \equiv 1/(1 - \rho)$ em que n , seguindo Chamberlin (1933), é o número de variedades de bens industriais demandados, $m(i)$ é o consumo de cada bem industrial disponível, ρ é a preferência dos indivíduos por variedade³⁰ e σ representa a elasticidade de substituição de bens industriais.

De maneira similar, é apresentada em 5.3 a demanda por bens agrícolas

$$A = \left[\int_0^b a(i)^\psi di \right]^{1/\psi} \quad (5.3)$$

sendo $0 < \psi < 1$ e $\eta = 1/(1 - \psi)$ onde b , seguindo Chamberlin (1933), é o número de variedades de bens agrícolas demandados³¹, $a(i)$ é o consumo de cada bem agrícola disponível, ψ é a preferência dos indivíduos por variedade³² e η representa a elasticidade de substituição de bens agrícolas.

Dado que o consumidor tem a restrição orçamentária dada por 5.4

$$Y = \int_0^n p^M(i) \cdot m(i) + \int_0^b p^A(i) \cdot a(i) \quad (5.4)$$

chega-se ao problema de otimização apresentado em (5.5)

$$\begin{aligned} \max U &= M^\mu A^{(1-\mu)} \\ \text{s.a} & \\ \int_0^n p^M(i) \cdot m(i) + \int_0^b p^A(i) \cdot a(i) &= Y \end{aligned} \quad (5.5)$$

a ser resolvido em dois passos, a partir de problemas de minimização, seguindo a recomendação de Fujita *et al.* (1999).

³⁰ Sendo $\rho \approx 0$ bens complementares, ou seja, tem-se o desejo de consumir maior variedade de bens e $\rho \approx 1$ representa bens quase substitutos e portanto há baixa preferência por variedade.

³¹ Adota-se a hipótese de bens agrícolas diferenciados (ver seção 7.4 de Fujita *et al.* (1999)).

³² Sendo $\psi \approx 0$ bens complementares, ou seja, tem-se o desejo de consumir maior variedade de bens e $\psi \approx 1$ representa bens quase substitutos e portanto há baixa preferência por variedade.

Passo 1: setor industrial

Para o setor industrial, expressa-se o problema de minimização por 5.6

$$\begin{aligned} \min \int_0^n p^M(i) m(i) di \\ \text{s.a} \\ \left[\int_0^n m(i)^\rho di \right]^{1/\rho} = M \end{aligned} \quad (5.6)$$

sabe-se também que a taxa marginal de substituição de dois bens é igual a razão dos preços ($TMS_{i,j} = p_i/p_j$). Desta forma, extrai-se a condição de primeira ordem (5.7)

$$\frac{m(i)^{\rho-1}}{m(j)^{\rho-1}} = \frac{p^M(i)}{p^M(j)}$$

ou

$$m(i) = m(j) \cdot \left(\frac{p^M(j)}{p^M(i)} \right)^{1/(1-\sigma)} \quad (5.7)$$

onde p^M representa o preço dos i bens industriais. Substituindo (5.7) na restrição de (5.6) obtém-se (5.8)

$$\left[\int_0^n \left[m(j) \cdot \left(\frac{p^M(j)}{p^M(i)} \right)^{1/(1-\sigma)} \right]^\rho di \right]^{1/\rho} = M \quad (5.8)$$

colocando em evidência o termo $m(j) \cdot p^M(j)^{1/(1-\sigma)}$ chega-se a

$$m(j) = \frac{p^M(j)^{1/(1-\sigma)}}{\left[\int_0^n p^M(i)^{\rho/(\rho-1)} \right]^{1/\rho}} M \quad (5.9)$$

sendo esta, a função de demanda compensada para o j -ésimo bem industrial. Reordenando a expressão (5.9) chega-se a (5.10)

$$m(j) \cdot \left[\int_0^n p^M(i)^{\rho/(\rho-1)} \right]^{1/\rho} = p^M(j)^{1/(1-\sigma)} M$$

ou

$$\int_0^n p^M(j) \cdot m(j) dj = \left[\int_0^n p^M(i)^{\rho/(\rho-1)} \right]^{(\rho-1)/\rho} M \quad (5.10)$$

Define-se o termo $\left[\int_0^n p^M(i)^{\rho/(\rho-1)} \right]^{(\rho-1)/\rho}$ como o índice de preços para bens industrializados, denominado como G^M .

$$G^M \equiv \left[\int_0^n p^M(i)^{\frac{\rho}{\rho-1}} \right]^{\frac{\rho-1}{\rho}} = \left[\int_0^n p^M(i)^{1-\sigma} di \right]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (5.11)$$

onde $\rho \equiv (\sigma - 1)/\sigma$ ou $\sigma = 1/(1 - \rho)$.

Por conseguinte substituindo (5.10) em (5.9) obtém-se (5.12)

$$m(j) = \left(\frac{p^M(j)}{G^M} \right)^{1/(\rho-1)}$$

ou

$$M = \left(\frac{p^M(j)}{G^M} \right)^{-\sigma} M \quad (5.12)$$

Passo 1: setor agrícola

Para a agricultura expressa-se o seguinte problema de minimização

$$\begin{aligned} \min \int_0^b p^A(i) a(i) di \\ \text{s.a} \\ \left[\int_0^b a(i)^\psi di \right]^{1/\psi} = A \end{aligned} \quad (5.13)$$

onde p^A representa o preço dos i bens agrícolas. A taxa marginal de substituição de dois bens é igual a razão dos preços ($TMS_{i,j} = p_i/p_j$). Obtém-se assim a condição de primeira ordem

$$\frac{m(i)^{\psi-1}}{m(j)^{\psi-1}} = \frac{p^A(i)}{p^A(j)}$$

ou

$$a(i) = a(j) \cdot \left(\frac{p^A(j)}{p^A(i)} \right)^{\frac{1}{1-\eta}} \quad (5.14)$$

substituindo a expressão (5.14) na restrição de (5.13) chega-se a (5.15)

$$\left[\int_0^b \left[a(j) \cdot \left(\frac{p^A(j)}{p^A(i)} \right)^{1/(1-\eta)} \right]^\psi di \right]^{1/\psi} = A \quad (5.15)$$

e colocando em evidência o termo $a(j) \cdot p^A(j)^{1/(1-\eta)}$ chega-se a expressão (5.16)

$$a(j) = \frac{p^A(j)^{1/(1-\eta)}}{\left[\int_0^b p^A(i)^{\psi/(\psi-1)} \right]^{1/\psi}} A \quad (5.16)$$

sendo esta a função de demanda compensada para o j -ésimo bem agrícola. Manipulando (5.16) é possível chegar a (5.17)

$$a(j) \cdot \left[\int_0^b p^A(i)^{\psi/(\psi-1)} \right]^{1/\psi} = p^A(j)^{1/(1-\eta)} \cdot A$$

ou

$$\int_0^b p^A(j) \cdot a(j) dj = \left[\int_0^b p^A(i)^{\psi/(\psi-1)} \right]^{(\psi-1)/\psi} A \quad (5.17)$$

O termo $\left[\int_0^b p^A(i)^{\psi/(\psi-1)} \right]^{(\psi-1)/\psi}$ representa o índice de preços para bens agrícolas (G^A) dado por

$$G^A \equiv \left[\int_0^b p^A(i)^{\frac{\psi}{\psi-1}} \right]^{\frac{\psi-1}{\psi}} = \left[\int_0^b p^A(i)^{1-\eta} di \right]^{\frac{1}{(1-\eta)}} \quad (5.18)$$

onde $\psi \equiv (\eta - 1)/\eta$ ou $\eta = 1/(1 - \psi)$.

Por conseguinte substituindo (5.17) em (5.16) obtém-se (5.19)

$$a(j) = \left(\frac{p^A(j)}{G^A} \right)^{1/(\psi-1)}$$

ou

$$A = \left(\frac{p^A(j)}{G^A} \right)^{-\eta} A \quad (5.19)$$

Passo 2: setor industrial e agrícola conjuntamente

O problema do consumidor consiste em maximizar sua utilidade, ao passo que divide sua renda (Y) em consumo de produtos industrializados (M) e agrícolas (A).

$$\begin{aligned} \max U &= M^\mu A^{(1-\mu)} \\ \text{s.a} & \\ G^M M + G^A A &= Y \end{aligned} \quad (5.20)$$

resolvendo via Lagrangeano

$$\mathcal{L} = M^\mu A^{(1-\mu)} - \varphi(G^M M + G^A A - Y)$$

$$(5.20.1) \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial M} = \mu M^{(\mu-1)} A^{(1-\mu)} - G^M \varphi = 0$$

$$(5.20.2) \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial A} = (1 - \mu) M^\mu A^{-\mu} - G^A \varphi = 0$$

$$(5.20.3) \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \varphi} = -G^M M - G^A A + Y = 0$$

de (5.20.1) obtém-se $\varphi = \mu M^{(\mu-1)} A^{(1-\mu)} / G^M$ e a partir de (5.20.2) $\varphi = (1 - \mu) M^\mu A^{-\mu} / G^A$. Sabendo que $\varphi = \varphi$ então

$$\mu M^{(\mu-1)} A^{(1-\mu)} / G^M = (1 - \mu) M^\mu A^{-\mu} / G^A$$

$$\mu M^{(\mu-1)} A^{(1-\mu)} G^A = (1 - \mu) M^\mu A^{-\mu} G^M$$

$$\frac{A^{(1-\mu)}}{A^\mu} = \frac{(1-\mu) M^\mu G^M}{\mu M^{(\mu-1)} G^A}$$

$$A^{(1-\mu)+\mu} = \frac{(1-\mu) M^\mu G^M}{\mu M^{(\mu-1)} G^A}$$

$$(5.20.4) A = \frac{(1-\mu) G^M}{\mu G^A} M$$

adotando (5.20.4) na restrição (5.20.3) chega-se a (5.21)

$$Y = G^M M + G^A A$$

$$Y = G^M M + G^A \left[\frac{(1-\mu) G^M}{\mu G^A} M \right]$$

$$Y = G^M M + \left[\frac{(1-\mu)}{\mu} G^M M \right]$$

$$Y = G^M M \mu^{-1}$$

$$M = \frac{\mu Y}{G^M} \tag{5.21}$$

substituindo a expressão (5.21) em (5.20.4) obtém-se (5.22)

$$A = \frac{(1 - \mu) G^M}{\mu G^A} \frac{\mu Y}{G^M}$$

ou

$$A = \frac{(1 - \mu) Y}{G^A} \tag{5.22}$$

em que (5.21) e (5.22) representam as funções de demanda não-compensadas para o agente maximizador.

Para cada variedade de bem industrializado $m(j)$ a demanda será representado por (5.23):

$$m(j) = \left[\frac{p^M(j)}{G^M} \right]^{1/(\rho-1)} \text{ ou } M = \left[\frac{p^M(j)}{G^M} \right]^{-\sigma} M ;$$

$$M = \frac{p^M(j)^{-\sigma} \mu Y}{G^{M-\sigma} G^M}$$

$$M = \frac{p^M(j)^{-\sigma} \mu Y}{G^{M-\sigma} G^M}$$

$$M = \mu Y \frac{p^M(j)^{-\sigma}}{G^{M-(\sigma-1)}}$$

ou

$$m(j) = \mu Y \frac{p^M(j)^{-\sigma}}{G^{M-(\sigma-1)}} \quad (5.23)$$

De maneira similar, para cada variedade de bem agrícola $a(j)$ a demanda será:

$$a(j) = \left[\frac{p^A(j)}{G^A} \right]^{1/(\psi-1)} \text{ ou } A = \left[\frac{p^A(j)}{G^A} \right]^{-\eta} A ;$$

$$A = \frac{p^A(j)^{-\eta} (1 - \mu) Y}{G^{A-\eta} G^A}$$

$$A = \frac{p^A(j)^{-\eta} (1 - \mu) Y}{G^{A-\eta} G^A}$$

$$A = (1 - \mu) Y \frac{p^A(j)^{-\eta}}{G^{A-(\eta-1)}}$$

ou

$$a(j) = (1 - \mu) Y \frac{p^A(j)^{-\eta}}{G^{A-(\eta-1)}} \quad (5.24)$$

Dado (5.21) e (5.22) pode-se expressar a utilidade maximizada $U = M^\mu A^{(1-\mu)}$ como:

$$U = \left(\frac{\mu Y}{G^M} \right)^\mu \left(\frac{(1 - \mu) Y}{G^A} \right)^{(1-\mu)}$$

ou

$$U = \mu^\mu (1 - \mu)^{1-\mu} Y G^{M-\mu} G^{A-(1-\mu)} \quad (5.25)$$

sendo que o termo $(G^{M-\mu} G^{A-(1-\mu)})$ representa o custo de vida da economia.

5.1.1.2 Localização e custo de transporte

Para tratar a questão regional, o modelo Centro-Periferia supõe a forma 'iceberg' de custos de transporte desenvolvido por Samuelson (1952), em que somente uma fração $(1/T_{rs}^M)$ ou $(1/T_{rs}^A)$ realmente chega ao destino. As constantes T_{rs}^M e T_{rs}^A representam a razão entre a quantidade de produto despachado e produto recebido, sendo portanto, indicadores de desperdício durante o transporte. O preço de entrega $(p_r T_{rs})$ é incorporado no modelo, redefinindo todas a suas equações.

Caso 1: setor industrial

Desta forma, o preço CIF para bens industrializados será dado por $p_{rs}^M = p_r^M T_{rs}^M$. Denota-se o índice de preços para bens industrializados na região s como (5.26)

$$G_s^M = \left[\sum_{r=1}^R n_r (p_r^M T_{rs}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/(1-\sigma)}, \quad s = 1, 2, \dots, R \quad (5.26)$$

sabendo que a demanda do j -ésimo bem industrial na região s produzido em r é dado por (5.23)

$$m(j) = \mu Y \frac{p_r^{M(j)-\sigma}}{G^{M-(\sigma-1)}}$$

ou

$$m(j)_s = \mu Y_s (p_r^M T_{rs}^M)^{-\sigma} G_s^{M(\sigma-1)} \quad (5.23)$$

a quantidade vendida por r (q_r^M) é o somatório das vendas para as s regiões multiplicado pelo custo de transporte incorrido

$$q_r^M = \mu \sum_{s=1}^R Y_s (p_r^M T_{rs}^M)^{-\sigma} G_s^{M\sigma-1} T_{rs}^M \quad (5.27)$$

ou seja, as vendas na região r de produtos industrializados depende da renda de cada região s (Y_s), dos índices de preço (G_s^M), os custos de transporte (T_{rs}^M) e do preço de fábrica - CIF (p_r^M).

Caso 2: setor agrícola

De maneira similar, o preço CIF para bens agrícolas será dado por $p_{rs}^A = p_r^A T_{rs}^A$. Denota-se o índice de preços para bens agrícolas na região s como

$$G_s^A = \left[\sum_{r=1}^R b_r (p_r^A T_{rs}^A)^{1-\eta} \right]^{1/(1-\eta)}, \quad s = 1, 2, \dots, R \quad (5.28)$$

sabendo que a demanda do j -ésimo bem industrial na região s produzido em r é

$$a(j) = (1 - \mu)Y \frac{p^A(j)^{-\eta}}{G^A^{-(\eta-1)}}$$

ou

$$a(j)_s = (1 - \mu)Y_s (p_r^A T_{rs}^A)^{-\eta} G_s^{A(\eta-1)} \quad (5.24)$$

Assim, a quantidade vendida por r (q_r^A) será o somatório das vendas para as regiões s multiplicado pelo custo de transporte incorrido, expresso por (5.29)

$$q_r^A = (1 - \mu) \sum_{s=1}^R Y_s (p_r^A T_{rs}^A)^{-\eta} G_s^{A\eta-1} T_{rs}^A \quad (5.29)$$

ou seja, as vendas na região r de produtos agrícolas depende da renda de cada região s (Y_s), dos índices de preço (G_s^A), os custos de transporte (T_{rs}^A) e do preço de fábrica - CIF (p_r^A).

As equações 5.23, 5.27, 5.24 e 5.29 evidenciam que o custo de transporte tem impactos positivos e negativos sobre a quantidade demandada pela região s . Por um lado, protege o mercado doméstico contra concorrentes importados e, por outro, cria barreira para expandir suas vendas para outras regiões. O peso ou proteção que o custo de transporte terá sobre as transações comerciais entre os setores de regiões distintas dependerá do preço de fabricação que é formado por uma das variedades. É de se esperar que numa região mais aglomerada (i.e., com maiores retornos crescentes de escala), um menor custo de transporte ajude. Contudo, em regiões menos aglomeradas (i.e., com menores retornos crescentes de escala), se espera que um menor custo de transporte possa prejudicar.

As equações 5.26 e 5.28 podem ser decompostas em s regiões e apontam que o preço de fabricação pode favorecer o índice composto do setor de uma região em detrimento do índice da outra região. Dito em outras palavras, e tomando como exemplo $s = 2$, quanto mais aglomerado for uma região (1), menor será sua demanda por variedades de outra região (2) e com isso, o seu índice doméstico (G_1) será menor. Isto porque na composição do seu índice

predominará a variedade doméstica. Entretanto, observa-se também que o índice de preços (G_2) será maior, uma vez que a região (2) é menos aglomerada e mais dependente das variedades da região (1). Cabe ressaltar que tal dinâmica ocorre para bens manufaturados e agrícolas.

Pode-se então, gerar um processovirtuoso, isto é, a diminuição dos índices de preços em uma região aumenta as economias de escala das indústrias, intensificando, dessa maneira, a sua concentração na localização (aumenta o número de variedades). A partir disso, ocorre uma circularidade, em que o aumento do número de variedades (n ou b) reduz o índice de preço doméstico (G), aumenta a renda agregada (Y), que novamente eleva o número de variedades (n ou b), diminuindo o índice de preço doméstico (G) e expandindo a renda agregada (Y), e assim sucessivamente. Dessa maneira, duas observações podem ser feitas. Primeiro, a diversificação está na essência da abordagem da NGE, isto é, o aumento de variedades produz ganhos de escala; e segundo, a introdução do custo de transporte no modelo de Dixit-Stiglitz, mesmo não considerando a distância entre um par de regiões, aponta às assimetrias regionais.

5.1.1.3 Comportamento do produtor

Caso 1: setor industrial

A maximização de lucro feita pelas firmas do setor industrial segue a expressão (5.30)

$$\pi_r^M = p_r^M q_r^M - w_r^M l_r^M \quad (5.30)$$

sendo $l_r^M = F + c^M q_r^M$ chega-se a (5.31)

$$\pi_r^M = p_r^M q_r^M - w_r^M (F + c^M q_r^M) \quad (5.31)$$

Supõe-se que cada empresa escolha seu preço tomando os índices de preços da economia (G_s^M) como dado. Se a elasticidade de demanda percebida é σ então a maximização de lucro é satisfeita pela igualdade entre a receita marginal e custo marginal (5.32)

$$p_r^M (1 - 1/\sigma) = c^M w_r^M \quad (5.32)$$

dado que $\frac{\sigma-1}{\sigma} = \rho$, então

$$p_r^M \rho = c^M w_r^M$$

ou

$$p_r^M = (c^M w_r^M) / \rho \quad (5.33)$$

substituindo a expressão (5.33) em (5.31) tem-se (5.34)

$$\pi_r^M = \frac{(c^M w_r^M)}{\rho} q_r^M - w_r^M (F + c^M q_r^M) \quad (5.34)$$

colocando em evidência w_r^M

$$\begin{aligned} \pi_r^M &= w_r^M \left[\frac{c^M}{\rho} q_r^M - F - c^M q_r^M \right] \\ \pi_r^M &= w_r^M \left[c^M q_r^M \left(\frac{1}{\rho} - 1 \right) - F \right] \\ \pi_r^M &= w_r^M \left[\frac{q_r^M c^M}{\sigma - 1} - F \right] \end{aligned} \quad (5.35)$$

para condição de lucro econômico zero ($\pi^e = 0$) temos a quantidade ótima a ser produzida (q_r^{M*})

$$\begin{aligned} 0 &= w_r^M \left[\frac{q_r^{M*} c^M}{\sigma - 1} - F \right] \\ 0 &= w_r^M \left[\frac{q_r^{M*} c^M}{\sigma - 1} \right] - w_r^M F \\ w_r^M \left[\frac{q_r^{M*} c^M}{\sigma - 1} \right] &= w_r^M F \\ w_r^M q_r^{M*} c^M &= (w_r^M F)(\sigma - 1) \\ q_r^{M*} &= \frac{(w_r^M F)(\sigma - 1)}{w_r^M c^M} \\ q_r^{M*} &= \frac{F(\sigma - 1)}{c^M} \end{aligned} \quad (5.36)$$

A entrada de força de trabalho no equilíbrio (l_r^{M*}) portanto será:

$$\begin{aligned} l_r^{M*} &= F + c^M q_r^{M*} \\ l_r^{M*} &= F + c^M \frac{F(\sigma - 1)}{c^M} \\ l_r^{M*} &= \sigma F \end{aligned} \quad (5.37)$$

onde $q_r^{M^*}$ e $l_r^{M^*}$ são constantes comuns a toda empresa ativa na economia. Sabe-se que n é o número de empresas industriais (\equiv ao número de variedades produzidas)³³. Então:

$$n_r = \frac{L_r^M}{l_r^{M^*}} = \frac{L_r^M}{\sigma F} \quad (5.38)$$

Caso 2: setor agrícola

Seja a maximização de lucro feita pelas firmas do setor agrícola (5.39)

$$\pi_r^A = p_r^A q_r^A - w_r^A l_r^A \quad (5.39)$$

sendo $l_r^A = F + c^A q_r^A$ tem-se

$$\pi_r^A = p_r^A q_r^A - w_r^A (F + c^A q_r^A) \quad (5.40)$$

Supõe-se que cada empresa escolha seu preço tomando os índices de preço G_s^A como dados. A elasticidade de demanda percebida é portanto σ então a maximização de lucro é satisfeita pela igualdade entre a receita marginal e custo marginal (5.41)

$$p_r^A (1 - 1/\eta) = c^A w_r^A \quad (5.41)$$

dado que $\frac{\eta-1}{\eta} = \psi$, então

$$p_r^A \psi = c^A w_r^A$$

ou

$$p_r^A = (c^A w_r^A) / \psi \quad (5.42)$$

substituindo a expressão (5.42) em (5.40) tem-se (5.43)

$$\pi_r^A = p_r^A q_r^A - w_r^A (F + c^A q_r^A) \quad (5.43)$$

colocando em evidência w_r^A

$$\pi_r^A = w_r^A \left[\frac{c^A}{\psi} q_r^A - F - c^A q_r^A \right]$$

$$\pi_r^A = w_r^A \left[c^A q_r^A \left(\frac{1}{\psi} - 1 \right) - F \right]$$

$$\pi_r^A = w_r^A \left[\frac{q_r^A c^A}{\eta - 1} - F \right] \quad (5.44)$$

³³ A natureza do monopólio deste modelo recorre à Chamberlin (1933). Espera-se, diante das suposições de concorrência monopolista de Chamberlin, que o resultado racional das firmas seja na especialização de uma única variedade, o que significa dizer que n firmas é igual a n variedades.

para condição de lucro econômico zero ($\pi^e = 0$) temos

$$\begin{aligned}
 0 &= w_r^A \left[\frac{q_r^{A*} c^A}{\eta - 1} - F \right] \\
 0 &= w_r^A \left[\frac{q_r^{A*} c^A}{\eta - 1} \right] - w_r^A F \\
 w_r^A \left[\frac{q_r^{A*} c^A}{\eta - 1} \right] &= w_r^A F \\
 w_r^A q_r^{A*} c^A &= (w_r^A F)(\eta - 1) \\
 q_r^{A*} &= \frac{(w_r^A F)(\eta - 1)}{w_r^A c^A} \\
 q_r^{A*} &= \frac{F(\eta - 1)}{c^A} \tag{5.45}
 \end{aligned}$$

A entrada de força de trabalho no equilíbrio (l_r^{A*}) é:

$$\begin{aligned}
 l_r^{A*} &= F + c^A q_r^{A*} \\
 l_r^{A*} &= F + c^A \frac{F(\eta - 1)}{c^A} \\
 l_r^{A*} &= \eta F \tag{5.46}
 \end{aligned}$$

q_r^{A*} e l_r^{A*} são constantes comuns a toda empresa ativa na economia. Sabe-se que b é o número de empresas agrícolas (\equiv ao número de variedades produzidas) em r , então

$$b_r = \frac{L_r^A}{l_r^{A*}} = \frac{L_r^A}{\eta F} \tag{5.47}$$

Devido aos retornos crescentes face às economias de escala, à preferência do consumidor pela variedade e ao número ilimitado de variedades potenciais de bens industrializados, nenhuma empresa escolherá produzir a mesma variedade fornecida por outra empresa. Desta forma, o número de empresas industriais em operação seja idêntico ao número de bens diferenciados disponíveis (FUJITA *et al.*, 1999). As equações 5.33 a 5.36, para o caso industrial e 5.42 a 5.45, para o caso agrícola dizem que o tamanho do mercado não afeta o *markup* do preço sobre o custo marginal, nem a escala na qual os produtos individuais são produzidos. Todos os efeitos de escala produzem mudanças na variedade de produtos disponíveis no mercado (FUJITA *et al.*, 1999).

5.1.1.4 Remuneração dos agentes

Caso 1: setor industrial

Dado 5.27 e 5.36 obtém-se 5.48

$$q_r^{M*} = \mu \sum_{s=1}^R Y_s (p_r^M)^{-\sigma} G_s^{M\sigma-1} T_{rs}^{M(1-\sigma)} G_s^{M\sigma-1} \quad (5.48)$$

ou, reescrevendo

$$(p_r^M)^\sigma = \frac{\mu}{q_r^{M*}} \sum_{s=1}^R Y_s T_{rs}^{M(1-\sigma)} G_s^{M\sigma-1} \quad (5.49)$$

Dado 5.33, 5.49 e sabendo que $\rho = (\sigma - 1)/\sigma$ chega-se a equação 5.50

$$p_r^M \left(1 - \frac{1}{\sigma}\right) = c^M w_r^M \text{ ou } p_r^M = \frac{c^M w_r^M}{\rho} \quad (5.33)$$

$$w_r^M = \left(\frac{\sigma - 1}{\sigma c^M}\right) \left[\frac{\mu}{q_r^{M*}} \sum_{s=1}^R Y_s T_{rs}^{M(1-\sigma)} G_s^{M\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (5.50)$$

A expressão 5.50 representa o salário nominal regional, diretamente relacionado ao produto (Y_s) e índice de preço (G_s^M) e de modo inverso a razão de perdas (T_{rs}^M).

Por sua vez, o salário real (ω_r^M) será dado pelo salário nominal descontado pelo custo de vida:

$$\omega_r^M = \frac{w_r^M}{G^{M\mu} G^A(1-\mu)}$$

ou

$$\omega_r^M = w_r^M G^{M-\mu} G^A(1-\mu) \quad (5.51)$$

Caso 2: setor agrícola

Dado 5.29 e 5.45 obtém-se 5.52

$$q_r^{A*} = (1 - \mu) \sum_{s=1}^R Y_s (p_r^A)^{-\eta} G_s^{A\eta-1} T_{rs}^{A(1-\eta)} G_s^{A\eta-1} \quad (5.52)$$

ou reescrevendo

$$(p_r^A)^\eta = \frac{(1-\mu)}{q_r^{A*}} \sum_{s=1}^R Y_s T_{rs}^A (1-\eta) G_s^{A\eta-1} \quad (5.53)$$

Dado 5.42, 5.53 e sabendo que $\psi = (\eta - 1)/\eta$ chega-se a equação 5.54

$$p_r^A \left(1 - \frac{1}{\eta}\right) = c^A w_r^A \text{ ou } p_r^A = \frac{c^A w_r^A}{\psi} \quad (5.42)$$

$$w_r^A = \left(\frac{\eta-1}{\eta c^A}\right) \left[\frac{(1-\mu)}{q_r^{A*}} \sum_{s=1}^R Y_s T_{rs}^A (1-\eta) G_s^{A\eta-1} \right]^{1/\eta} \quad (5.54)$$

A expressão 5.54 representa o salário nominal regional, diretamente relacionado ao produto (Y_s) e índice de preço (G_s^A) e de modo inverso a razão de perdas (T_{rs}^A).

Por sua vez, o salário real (ω_r^A) será dado pelo salário nominal descontado pelo custo de vida:

$$\omega_r^A = \frac{w_r^A}{G^{M\mu} G^{A(1-\mu)}}$$

ou

$$\omega_r^A = w_r^A G^{M-\mu} G^{A-(1-\mu)} \quad (5.55)$$

5.1.1.5 Normalizações

Algumas normalizações podem ser feitas visando formalizações matemáticas mais simplificadas.

Caso 1: setor industrial

1ª normalização: considerando a igualdade apresentada a seguir $c^M = \frac{\sigma-1}{\sigma} = \rho$, é possível afirmar que $p_r^M = \frac{c^M w_r^M}{\rho}$ (Eq. 5.33) é igual a $p_r^M = w_r^M$. Ou seja, o preço do bem industrial será igual ao salário nominal industrial.

2ª normalização: dado a Eq. 5.36, $q_r^{M*} = \frac{F(\sigma-1)}{c^M}$ estabelece-se o seguinte raciocínio em que $q_r^{M*} = \frac{F(\sigma-1)}{c^M} = F(\sigma-1) \frac{\sigma}{(\sigma-1)} = F\sigma$ idêntico a $l^{M*} = F\sigma$ então $q_r^{M*} = l^{M*}$.

3ª normalização: F satisfaz a seguinte expressão $F = \frac{\mu}{\sigma}$ então se $n_r = \frac{L_r^M}{\sigma F}$ assume $n_r = \frac{L_r^M}{\mu}$.

4ª normalização: se $q_r^{M*} = \frac{F(\sigma-1)}{c^M}$, $c^M = \frac{\sigma-1}{\sigma}$ e $F = \frac{\mu}{\sigma}$ então $q_r^{M*} = \mu$. Desta forma é possível chegar na igualdade $q_r^{M*} = l^{M*} = \mu$. Pode-se averiguar que o tratamento dos retornos crescentes de escala ocorre a partir de elasticidades de substituição σ , ou melhor, o parâmetro gosto transformado como um índice de escala [$F = \frac{\mu}{\sigma}$ e $c^M = \frac{\sigma-1}{\sigma}$] (LEMOS, 2008).

Caso 2: setor agrícola

1ª normalização: considerando a igualdade $c^A = \frac{\eta-1}{\eta} = \psi$ é possível afirmar que $p_r^A = \frac{c^A w_r^A}{\psi}$ (Eq. 5.42) é igual a $p_r^A = w_r^A$. Ou seja, o preço do bem agrícola será igual ao salário nominal agrícola.

2ª normalização: dado a Eq. 5.45, $q_r^{A*} = \frac{F(\eta-1)}{c^A}$ estabelece-se o seguinte raciocínio em que $q_r^{A*} = \frac{F(\eta-1)}{c^A} = F(\eta-1) \frac{\eta}{(\eta-1)} = F\eta$ idêntico a $l^{A*} = F\eta$ então $q_r^{A*} = l^{A*}$.

3ª normalização: F satisfaz a seguinte expressão $F = \frac{(1-\mu)}{\eta}$ então se $b_r = \frac{L_r^A}{\eta F}$ assume $b_r = \frac{L_r^A}{(1-\mu)}$.

4ª normalização: se $q_r^{A*} = \frac{F(\eta-1)}{c^A}$, $c^A = \frac{\eta-1}{\eta}$ e $F = \frac{(1-\mu)}{\eta}$ então $q_r^{A*} = (1-\mu)$. Desta forma é possível chegar na igualdade $q_r^{A*} = l^{A*} = (1-\mu)$. Pode-se averiguar que o tratamento dos retornos crescentes de escala ocorre a partir de elasticidades de substituição η , ou melhor, o parâmetro gosto transformado como um índice de escala [$F = \frac{(1-\mu)}{\eta}$ e $c^A = \frac{\eta-1}{\eta}$] (LEMOS, 2008).

5.1.2 Modelo Centro-Periferia³⁴

O equilíbrio instantâneo se dá na solução simultânea das equações que determinam o produto regional (ou renda, segundo Fujita *et al.* (1999)), os índices de preços para bens industriais e agrícolas e os salários nominal e real para cada setor e região.

³⁴ Ver seção 5.2 de Fujita *et al.* (1999). Ressalva: estabelece-se que os produtos agrícolas são diferenciados (ou seja, não homogêneos). Fujita *et al.* (1999) flexibiliza essa hipótese no capítulo 7.

5.1.2.1 Produto regional

O produto regional pode ser determinado pela ótica da renda. Este é resultado da multiplicação do número de trabalhadores por seus respectivos salários nominais. Há uma relação direta e positiva entre o aumento das remunerações dos trabalhadores e o produto regional

$$Y_r = \mu \lambda_r w_r^M + (1 - \mu) \phi_r w_r^A \quad (5.56)$$

5.1.2.2 Índice de preço

Com base nas normalizações feitas na subseção 5.1.1 é possível em algumas considerações sobre índice de preço.

Caso 1: setor industrial

Dado (5.26) e sabendo que $n_r = \frac{L_r^M}{\mu}$ e $p_r^M = w_r^M$ cria

$$G_s^M = \left[\frac{1}{\mu} \sum_{s=1}^R L_s^M (w_s^M T_{rs}^M)^{(1-\sigma)} \right]^{1/(1-\sigma)} \quad (5.57)$$

Como o número de trabalhadores industriais no local s é $L_s^M = \mu \lambda_s$, o índice de preços para produtos industriais torna-se

$$G_r^M = \left[\sum_s \lambda_s (w_s^M T_{sr}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/1-\sigma} \quad (5.58)$$

Caso 2: setor agrícola

O índice de preços agrícolas será variável (e não unitário, como assumido nos capítulos 4 e 5 de Fujita *et al.*, 1999) e segue o mesmo raciocínio do caso industrial, exposto anteriormente (ver 5.28).

Dado (5.28) e sabendo que $b_r = \frac{L_r^A}{(1-\mu)}$ e $p_r^A = w_r^A$ cria

$$G_s^A = \left[\frac{1}{(1-\mu)} \sum_{s=1}^R L_s^A (w_s^A T_{rs}^A)^{(1-\eta)} \right]^{1/(1-\eta)} \quad (5.59)$$

Como o número de trabalhadores agrícolas no local s é $L_s^A = (1 - \mu)\phi_s$, o índice de preços para produtos agrícolas torna-se

$$G_r^A = \left[\sum_s \phi_s (w_s^A T_{sr}^A)^{1-\eta} \right]^{1/1-\eta} \quad (5.60)$$

As equações 5.58 e 5.60, informa que quanto mais aglomerada uma região, menos dependente ela será de outras regiões, e seu índice de preço será conseqüentemente menor. Isso tende a atrair mais trabalhadores, visto que há uma valorização do salário real, acentuando pois, o processo de concentração espacial.

5.1.2.3 Salários nominais

Com base no Modelo Dixit-Stiglitz espacial apresentado na seção 5.5.1 é possível deduzir o nível dos salários nominais no qual a região r alcança o ponto de equilíbrio.

Caso 1: setor industrial

Dado (5.50), sabendo também que $c^M = (\sigma - 1)/\sigma$ e $q^{M*} = l^{M*} = \mu$, transforma a equação de remuneração em

$$w_r^M = \left[\sum_{s=1}^R Y_s (T_{rs}^M)^{1-\sigma} G_s^{M\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (5.61)$$

Caso 2: setor agrícola

Dado (5.54), sabendo também que $c^A = (\eta - 1)/\eta$ e $q^{A*} = l^{A*} = (1 - \mu)$, transforma a equação de remuneração em

$$w_r^A = \left[\sum_{s=1}^R Y_s (T_{rs}^A)^{1-\eta} G_s^{A\eta-1} \right]^{1/\eta} \quad (5.62)$$

5.1.2.4 Salários reais

De modo direto é possível definir os salários reais dos trabalhadores como o salário nominal diminuído pelo índice de custo de vida, mas diferentemente de Fujita *et al.* (1999), neste estudo adota-se um índice de preços para produtos agrícolas variável entre as regiões.

Caso 1: setor industrial

Dado (5.61) e um índice de custo de vida dado por $(G_r^M)^{-\mu}(G_r^A)^{\mu-1}$ temos

$$\omega_r^M = w_r^M (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (5.63)$$

Caso 2: setor agrícola

Dado (5.62) e um índice de custo de vida dado por $(G_r^M)^{-\mu}(G_r^A)^{\mu-1}$ temos

$$\omega_r^A = w_r^A (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (5.64)$$

Cabe salientar que o Modelo Centro-Periferia é o caso especial do modelo descrito nesta seção (5.1.2), em que apenas são consideradas duas regiões. Ressalva-se que a versão apresentada aqui contou com um detalhamento do setor agrícola, inexistente no modelo original, mas descrito em Fujita *et al.* (1999, cap. 7). A próxima seção apresenta o Modelo de Potencial Logístico (MPLog27), cuja estrutura será utilizada para realização de simulações visando observar a distribuição espacial de longo prazo do setor logístico no país.

5.2 DESCRIÇÃO DO MODELO DE POTENCIAL LOGÍSTICO (MPLog27)

A economia será formada pelos setores industrial, agrícola e logístico, este último segmentado em setor logístico voltado à agricultura e setor logístico voltado à indústria³⁵. Essa divisão se faz necessária dada as evidências empíricas encontradas no Capítulo 3, que comprovou a existência de dinâmicas espaciais diferenciadas do setor de serviços logísticos a depender do setor demandante. Parte-se do pressuposto de que a decisão locacional do setor logístico será dependente da escolha locacional da indústria e agricultura. Em última instância, a distribuição espacial do setor logístico será determinada, isto é, “puxada” pelo movimento migratório dos trabalhadores da indústria e agricultura. Tal hipótese parece plausível, visto que o setor de serviços logísticos funciona a reboque dos setores produtivos. Essa ideia está alinhada à corrente industrialista que argumenta que os serviços desempenham um papel de subordinação em relação ao industrial e sozinho não poderia induzir o desenvolvimento econômico (BAUMOL, 1967; FUCHS, 1968; WALKER, 1985; GERSHUNY, 1978; GERSHUNY; MILES, 1983; COHEN; ZYSMAN, 1987; MCKEE, 1988; ECALLE, 1989).

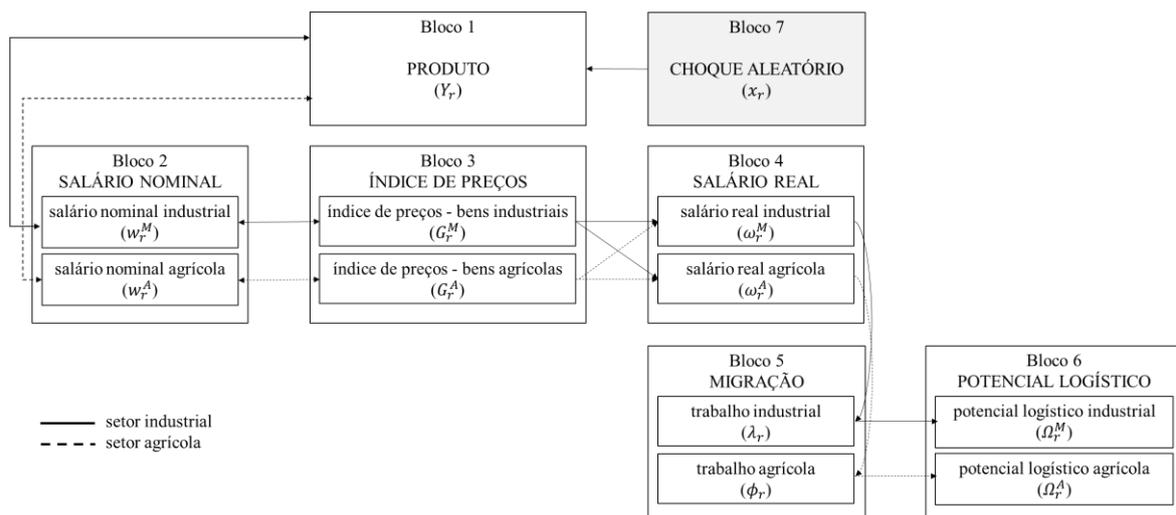
³⁵ Nessa seção, setor industrial será sinônimo de Indústria da Transformação e setor agrícola será equivalente a Agropecuária.

A análise partirá então dos setores demandantes dos serviços logísticos caracterizados como Indústria da Transformação e Agricultura, buscando mostrar a evolução organizacional de suas áreas de ocorrência, isto é, onde ocorre as aglomerações espaciais, e a partir destes verificar a espacialização de longo-prazo do setor logístico. A existência de economias de escala cria como postulado pela NGE a heterogeneidade espacial, dentre elas, o diferencial de salário real entre as regiões. Os trabalhadores (e simultaneamente consumidores) são atraídos por regiões com maiores níveis de salário relativamente a média do sistema. Por sua vez, empresas são atraídas para estas regiões, pressionando a queda do nível de preços e consequente aumento dos salários reais, e assim se sucede. Percebe-se que o processo de aglomeração está relacionado a concentração econômica e populacional. Tal processo é auto reforçado, ou seja, circular e acumulativo. Os *clusters* logísticos seguem estes vetores de forças centrípetas.

O Modelo de Potencial Logístico terá algumas extensões em relação ao modelo Centro-Periferia apresentado em Krugman (1991) e Fujita *et al.* (1999), a saber:

- ampliou-se o modelo, inserindo o setor logístico, este, por sua vez, atende em específico o setor industrial ou agrícola;
- considerou-se uma unidade espacial composta por 27 regiões correspondentes as unidades federativas do Brasil;
- considerou-se uma dinâmica temporal que segue de perto Fujita *et al.* (1999);
- inseriu-se um componente de choque exógeno, abrindo margem a realização de novos estudos aplicados utilizando esta modelagem.

Figura 5.2 - Estrutura do modelo MPLog27



Fonte: Elaboração própria.

A estrutura do Modelo de Potencial Logístico (MPLog27) será composta por sete blocos de equações, a saber: (i) produto, (ii) salário nominal, (iii) índice de preços, (iv) salário real, (v) fluxo migratório dos trabalhadores, (vi) potencial logístico regional e (vii) choque aleatório³⁶. A estrutura geral do modelo MPLog27 é apresentada na Figura 5.2 e os blocos de equações serão descritos ao longo desta seção.

5.2.1 Bloco 1: Produto regional

O produto regional (Y_r) dado pela expressão (5.65) é composto pela soma dos rendimentos nominais provenientes da indústria [$\mu\lambda_r w_r^M$] e agricultura [$(1 - \mu)\phi_r w_r^A$]. Percebe-se no bloco a presença da variável exógena $x_{r(t=1)}$ que representa alguma força que altere o sistema antes em estado estável (e.g. gasto governamental, choque tecnológico, entre outros)³⁷. Desencadeia-se a partir deste um processo de causação circular. O choque inicial $x_{r(t=1)}$ se dará de maneira exógena e a partir deste efeito propulsor (*spread effects*), o jogo de forças do mercado tende a perpetuar a heterogeneidade regional.

$$Y_r = \mu\lambda_r w_r^M + (1 - \mu)\phi_r w_r^A + x_r \quad (5.65^{38})$$

5.2.2 Bloco 2: Índice de preço

O segundo componente são os índices de preços dos bens industriais e agrícolas. Para o caso de bens industriais (G_r^M) segue a expressão (5.66) dependente da participação de trabalhadores industriais (λ_s) e o salário nominal industrial (w_s^M) nas s regiões, o custo de transporte tipo *iceberg* entre as regiões (T_{sr}^M) e elasticidade de substituição para bens industriais (σ). Os dois últimos são constantes ao longo do tempo.

³⁶ Os blocos de potencial logístico e choque aleatório devem ser vistos como extensões do modelo apresentado em Fujita *et al.* (1999). Esse avanço abre o caminho para novas aplicações do modelo em experimentos empíricos.

³⁷ Este choque exógeno é uma extensão ao trabalho original de Fujita *et al.* (1999).

³⁸ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) . . . $Y_1 = \mu\lambda_1 w_1^M + (1 - \mu)\phi_1 w_1^A + x_1$

(região 2) . . . $Y_2 = \mu\lambda_2 w_2^M + (1 - \mu)\phi_2 w_2^A + x_2$

sendo $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$, $\phi_1 + \phi_2 = 1$ variáveis havendo, portanto, redistribuição espacial de trabalhadores por meio de migração.

$$G_r^M = \left[\sum_s \lambda_s (w_s^M T_{sr}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/1-\sigma} \quad (5.66^{39})$$

Por sua vez, o nível de preços para bens agrícolas (G_r^A) dado pela expressão (5.67) segue a noção apresentada no parágrafo anterior, contudo, voltado para à agricultura onde ϕ_s representa a participação de fazendeiros e w_s^A é o rendimento nominal médio nas demais regiões s . Assume-se um custo de transporte tipo *iceberg* para bens agrícolas (T_{sr}^A) e elasticidade de substituição constante dada por η .

$$G_r^A = \left[\sum_s \phi_s (w_s^A T_{sr}^A)^{1-\eta} \right]^{1/1-\eta} \quad (5.67^{40})$$

Sabe-se que as constantes T_{sr}^M e T_{sr}^A representam a razão entre a quantidade de produto despachado e produto recebido. Então $T_{sr}^M, T_{sr}^A \geq 0$; e quanto mais próximo de 0 menor o desperdício. Estas razões são partes relevantes no cálculo do custo de transporte. Empiricamente, por indisponibilidade de dados, é difícil se estabelecer um valor adequado a estas constantes. Assim estabeleceram-se as seguintes *proxies*, descritas pelas equações 5.68 e 5.69:

$$T_{sr}^M = \tau^M d_{rs} \quad (5.68^{41})$$

$$T_{sr}^A = \tau^A d_{rs} \quad (5.69^{42})$$

sendo τ^M e τ^A constantes exógenas limitadas num intervalo entre 0 e 1 e d_{rs} as distâncias inter-regionais. Observa-se que quanto maior d_{rs} , maior será T_{sr}^M e T_{sr}^A . A *proxy* parece razoável, pois, espera-se que quanto maior a distância percorrida no transporte da carga maior será a probabilidade de perdas. Para o caso brasileiro, considera-se que $\tau^A > \tau^M$ indicando que o desperdício no transporte de produtos agrícolas é maior se comparado ao caso de bens

³⁹ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $G_1^M = [\lambda_1 (w_1^M T_{11}^M)^{1-\sigma} + \lambda_2 (w_2^M T_{21}^M)^{1-\sigma}]^{1/1-\sigma}$

(região 2) ... $G_2^M = [\lambda_1 (w_1^M T_{12}^M)^{1-\sigma} + \lambda_2 (w_2^M T_{22}^M)^{1-\sigma}]^{1/1-\sigma}$

sendo $\lambda_1 + \lambda_2 = 1$

⁴⁰ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $G_1^A = [\phi_1 (w_1^A T_{11}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{21}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

(região 2) ... $G_2^A = [\phi_1 (w_1^A T_{12}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{22}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

sendo $\phi_1 + \phi_2 = 1$

⁴¹ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $G_1^A = [\phi_1 (w_1^A T_{11}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{21}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

(região 2) ... $G_2^A = [\phi_1 (w_1^A T_{12}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{22}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

sendo $\phi_1 + \phi_2 = 1$

⁴² No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $G_1^A = [\phi_1 (w_1^A T_{11}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{21}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

(região 2) ... $G_2^A = [\phi_1 (w_1^A T_{12}^A)^{1-\eta} + \phi_2 (w_2^A T_{22}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta}$

sendo $\phi_1 + \phi_2 = 1$

industriais. Devido a sua relevância e presença no contexto nacional o modal rodoviário será o escolhido⁴³; isto inclui as informações de distância inter-regional⁴⁴.

5.2.3 Bloco 3: Salário nominal

A partir do modelo Dixit-Stiglitz é possível deduzir o salário nominal⁴⁵ para o caso industrial (w_r^M) como sendo (5.70):

$$w_r^M = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^M{}^{1-\sigma} G_s^M{}^{\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (5.70^{46})$$

e de maneira similar, o salário nominal para o setor agrícola (w_r^A) segue (5.71)

$$w_r^A = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^A{}^{1-\eta} G_s^A{}^{\eta-1} \right]^{1/\eta} \quad (5.71^{47})$$

os componentes presentes nas equações já foram listados nos blocos anteriores.

5.2.4 Bloco 4: Salário real

O salário real industrial (5.72) e agrícola (5.73) é proveniente da dedução do salário nominal pelo índice de preços (custo de vida).

$$\omega_r^M = w_r^M (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (5.72^{48})$$

$$\omega_r^A = w_r^A (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (5.73^{49})$$

⁴³ O capítulo 4 apresentou elementos como ramificação e conectividade da rede de transporte rodoviário que justifica esta escolha.

⁴⁴ Cabe ressaltar que a matriz de distância inter-regional utilizada neste estudo é proveniente de De Carvalho *et al.* (2016). Ela traz valores referentes a menor distancia intermodal entre os centroides de cada unidade federativa. Espera-se que essa matriz seja uma boa aproximação da distância rodoviária inter-regional.

⁴⁵ Ver capítulo 4 de Fujita *et al.* (1999).

⁴⁶ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $w_1^M = [Y_1(T_{11}^M)^{1-\sigma}(G_1^M)^{\sigma-1} + Y_2(T_{12}^M)^{1-\sigma}(G_2^M)^{\sigma-1}]^{1/\sigma}$

(região 2) ... $w_2^M = [Y_1(T_{21}^M)^{1-\sigma}(G_1^M)^{\sigma-1} + Y_2(T_{22}^M)^{1-\sigma}(G_2^M)^{\sigma-1}]^{1/\sigma}$

⁴⁷ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $w_1^A = [Y_1(T_{11}^A)^{1-\eta}(G_1^A)^{\eta-1} + Y_2(T_{12}^A)^{1-\eta}(G_2^A)^{\eta-1}]^{1/\eta}$

(região 2) ... $w_2^A = [Y_1(T_{21}^A)^{1-\eta}(G_1^A)^{\eta-1} + Y_2(T_{22}^A)^{1-\eta}(G_2^A)^{\eta-1}]^{1/\eta}$

⁴⁸ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $\omega_1^M = w_1^M (G_1^M)^{-\mu} (G_1^A)^{\mu-1}$

(região 2) ... $\omega_2^M = w_2^M (G_2^M)^{-\mu} (G_2^A)^{\mu-1}$

⁴⁹ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

(região 1) ... $\omega_1^A = w_1^A (G_1^M)^{-\mu} (G_1^A)^{\mu-1}$

(região 2) ... $\omega_2^A = w_2^A (G_2^M)^{-\mu} (G_2^A)^{\mu-1}$

5.2.5 Bloco 5: Migração

Por meio deste bloco, insere-se a dinâmica no modelo dada pela mudança espacial dos trabalhadores e fazendeiros (i.e., processo migratório), influenciados por diferenciais de salário real alterando, portanto, os valores das variáveis λ_r e ϕ_r ao longo do tempo. A dinâmica assumida segue de perto Fujita *et al.* (1999), e serão dadas por

$$\lambda_{r(t)} = \lambda_{r(t-1)} + \chi^M(\omega_{r(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M) \quad (5.74^{50})$$

$$\phi_{r(t)} = \phi_{r(t-1)} + \chi^A(\omega_{r(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A) \quad (5.75^{51})$$

Ao definir a dinâmica locacional dos trabalhadores dos setores industrial (5.74) e agrícola (5.75), estará em última instância indicando a localização dos setores demandantes dos serviços logísticos.

5.2.6 Bloco 6: Potencial logístico

Agora, resta saber como o setor logístico irá se comportar. Como já foi afirmado, o setor logístico seguirá o movimento espacial dos setores produtivos. Dessa forma, será utilizado o cálculo de potencial de mercado, que tem como determinantes os *shares* de trabalhadores industriais e agrícolas (λ_s e ϕ_s respectivamente) e a distância inversa $1/d_{rs}$. As expressões seguem Isard *et al.* (2017) e são dadas por (5.76) e (5.73)

$$\Omega_r^{TM} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \lambda_s \quad (5.76^{52})$$

$$\Omega_r^{TA} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \phi_s \quad (5.77^{53})$$

⁵⁰ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

$$(\text{região 1}) \dots \lambda_{1(t)} = \lambda_{1(t-1)} + \chi^M(\omega_{1(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M)$$

$$(\text{região 2}) \dots \lambda_{2(t)} = \lambda_{2(t-1)} + \chi^M(\omega_{2(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M)$$

$$\text{onde, } \bar{\omega}_{(t-1)}^M = (\omega_{1(t-1)}^M + \omega_{2(t-1)}^M)/2$$

⁵¹ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

$$(\text{região 1}) \dots \phi_{1(t)} = \phi_{1(t-1)} + \chi^A(\omega_{1(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A)$$

$$(\text{região 2}) \dots \phi_{2(t)} = \phi_{2(t-1)} + \chi^A(\omega_{2(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A)$$

$$\text{onde, } \bar{\omega}_{(t-1)}^A = (\omega_{1(t-1)}^A + \omega_{2(t-1)}^A)/2$$

⁵² No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

$$(\text{região 1}) \dots \Omega_1^{TM} = \lambda_1 + \frac{1}{d_{12}} \lambda_2$$

$$(\text{região 2}) \dots \Omega_2^{TM} = \frac{1}{d_{12}} \lambda_1 + \lambda_2$$

⁵³ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

denominam-se Ω_r^{TM} e Ω_r^{TA} como respectivamente o potencial de mercado para firmas do setor logístico voltado a indústria e agricultura.

5.2.7 Bloco 7: Choque exógeno

Adotou-se um choque exógeno tradicional composto por dois fatores. O primeiro referente ao comportamento passado da variável x_r [$ax_{r(t-1)}$]⁵⁴, e o segundo composto de um valor aleatório ε_r .

$$x_{r(t)} = ax_{r(t-1)} + \varepsilon_r \quad (5.78^{55})$$

5.3 SIMULAÇÃO

O principal objetivo desta dissertação é observar a distribuição espacial de longo prazo do setor logístico no Brasil. Este por sua vez, está segmentado em setor logístico que presta serviços a atividade industrial e setor logístico que presta serviços à agricultura. Elaborou-se para tanto o Modelo de Potencial Logístico (MPLog27), tendo como base o arcabouço teórico da NGE. A sequência desta seção descreve as etapas necessárias no processo de simulação computacional do MPLog27.

5.3.1 Simulação: informações básicas

Alguns pontos merecem destaque na etapa de simulação do modelo MPLog27, a saber:

- a) as equações que compõem os sete blocos receberam uma dinâmica temporal.

Para mais detalhes, ver Apêndice B;

$$\text{(região 1) } \dots \Omega_1^{TA} = \phi_1 + \frac{1}{a_{12}} \phi_2$$

$$\text{(região 2) } \dots \Omega_2^{TA} = \frac{1}{a_{12}} \phi_1 + \phi_2$$

⁵⁴ A variável x_r representa qualquer alteração exógena no produto regional (por exemplo: gastos do governo). A permanência do choque é dependente da constante a e será tão maior à medida que a mesma se aproxima de 1. Cabe ressaltar que o choque exógeno tem média zero ($\overline{x_{r(t)}} = 0$) entre as regiões analisadas. Tal pressuposto garante que haja a igualdade entre o produto e a soma das remunerações regionais sob a presença do choque.

⁵⁵ No caso ilustrativo de duas regiões tem-se:

$$\text{(região 1) } \dots x_{1(t)} = ax_{1(t-1)} + \varepsilon_1$$

$$\text{(região 2) } \dots x_{2(t)} = ax_{2(t-1)} + \varepsilon_2$$

- b) as projeções alcançam um horizonte temporal de 50 anos, contemplando o período entre os anos de 2015 e 2065. Espera-se que ao longo deste período seja possível perceber a tendência de convergência ou divergência espacial ao acesso pelos serviços logísticos;
- c) as equações que compõem os sete blocos do modelo foram log-linearizadas, visando reduzir o esforço computacional. Assim, os valores das variáveis endógenas em *steady-state* serão nulas e os resultados das projeções dadas em log-desvio. Para mais detalhes, ver Apêndice C;
- d) os valores das variáveis exógenas e parâmetros estão presentes no Apêndice E;
- e) as simulações seguem cenários pré-definidos. Para maiores detalhes ver Apêndice F;
- f) o modelo será implementado no MATLAB e os comandos para replicação estão presentes no Apêndice D;
- g) os resultados obtidos foram inseridos em mapas e serão analisados na próxima seção.

5.4 RESULTADOS: PROJEÇÃO ESPACIAL DO SETOR LOGÍSTICO

5.4.1 Distribuição espacial do setor logístico voltado à indústria

A Figura 5.3 apresenta a recente (referente ao ano de 2015) distribuição locacional do setor logístico voltado à indústria além dos resultados provenientes das simulações computacionais seguindo o cenário e os testes de sensibilidade apresentados no Apêndice F (referentes aos anos de 2065). A Figura 5.3a mostra que para o ano de 2015 o setor logístico/industrial está concentrado em sua maioria na região sudeste-sul, contemplando os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

A Figura 5.3b mostra as projeções para 2065 acerca da distribuição espacial do setor logístico voltado à indústria tendo como referência o cenário base. Cabe ressaltar, que nesta modelagem o setor logístico acompanha os setores produtivos, isto é, funciona a reboque e apresenta a seguinte sistemática: as forças centrípetas e centrífugas atuam sobre as regiões estimulando a movimentação dos trabalhadores dos setores produtivos tendo como resultante

algumas regiões beneficiadas e outras não. Em busca de mercado demandante, o setor logístico segue esta dinâmica. Assim, alterações do padrão locacional do setor logístico serão idênticas as dos setores produtivos. Neste cenário, percebe-se uma mudança do eixo locacional do setor, em que os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Piauí e Ceará ganham destaque em relação aos demais. Ressalta-se que estas regiões apresentaram maior log-desvio em relação as demais, ou seja, cresceram acima da média ao longo deste período, não significando que em absoluto a região sudeste-sul deixe de ser importante. Esse resultado indica uma possível trajetória de convergência do acesso ao serviço logístico voltado à indústria. Portanto, há um espraiamento das atividades logísticas voltadas ao setor industrial pelo território nacional, ou melhor, as regiões com baixo acesso aos serviços logístico-industrial estão crescendo este acesso a taxas superiores comparativamente as regiões que contam com alto acesso ao serviço. Assim, a diferença entre as regiões em termos de acesso a este tipo de serviço logístico se reduz ao longo do tempo.

Visando compreender quão sensíveis são os resultados aos valores dos parâmetros-chave, prossegue-se esta análise, realizando os devidos testes de sensibilidade. O Quadro 5.1 apresenta a descrição destes parâmetros. O Apêndice F apresenta mais detalhes acerca dos testes.

Quadro 5.1 - Descrição dos parâmetros-chave

Símbolo	Descrição	Fontes
σ	Elasticidade de substituição para bens industriais	Retirado de Haddad e Faria (2014)
η	Elasticidade de substituição para bens agrícolas	Retirado de Haddad e Faria (2014)
χ^A	Sensibilidade do trabalho agrícola a desvios no salário real	Valor adotado no cenário base
χ^M	Sensibilidade do trabalho industrial a desvios no salário real	Valor adotado no cenário base
τ^A	Valor presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^A)	Valor adotado no cenário base
τ^M	Valor presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^M)	Valor adotado no cenário base

Fonte: Elaboração própria.

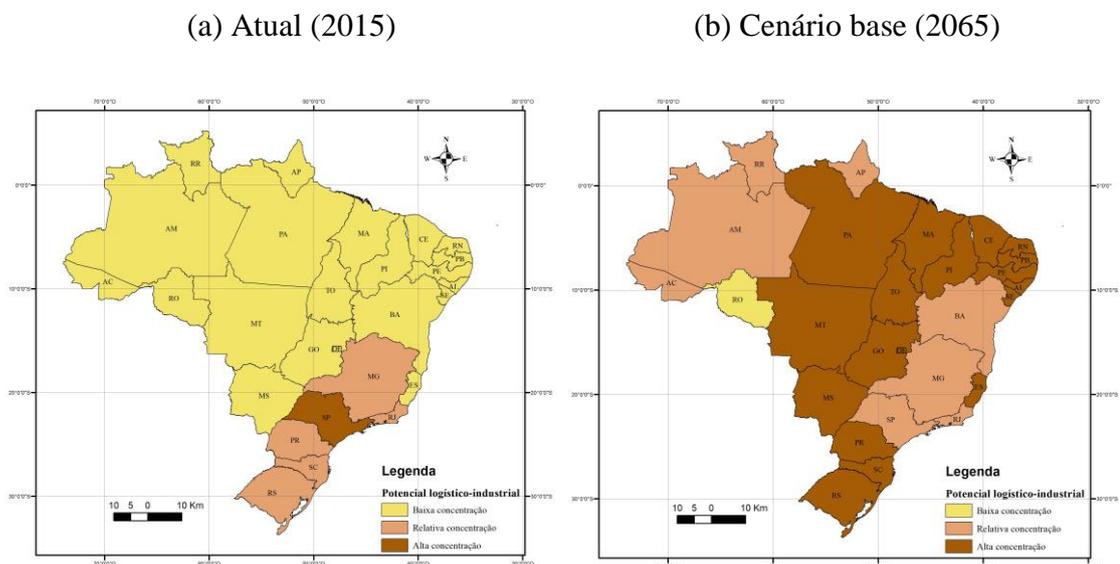
O Teste de Sensibilidade I (ver Figura 5.3c) faz a variação positiva de todos os parâmetros-chave (i.e., $\sigma, \eta, \chi^A, \chi^M, \tau^A$ e τ^M). A área de potencial logístico-industrial neste caso aumenta, contemplando as regiões Sudeste (Minas Gerais e São Paulo), Sul (Paraná e Santa Catarina), Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás), Nordeste (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba) e Norte (Tocantins). Por sua vez, o Teste de Sensibilidade II (ver Figura 5.3d) faz o movimento contrário e propõe a redução de todos valores dos

parâmetros-chave. Desta vez a maioria das regiões foram beneficiadas, com exceção de Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul.

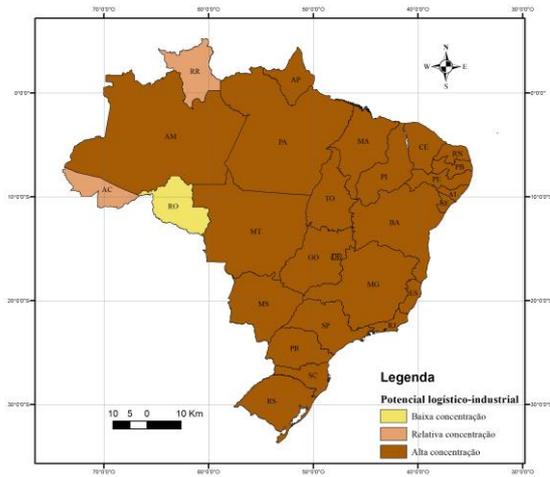
Os resultados obtidos com os Testes de Sensibilidade III e IV (que altera o valor dos parâmetros χ^A e χ^M , positivamente e negativamente) e V e VI (que altera o valor dos parâmetros τ^A e τ^M , positivamente e negativamente) estão apresentados nas Figuras 5.3e-h. Percebe-se que estes mapas são idênticos ao cenário base. Por sua vez, eles têm um ponto em comum; deixam constante o valor das elasticidades de substituição (σ e η) e variam os demais parâmetros (τ^A , τ^M , χ^A e χ^M). Assim é possível afirmar que os resultados encontrados no cenário base são consistentes à variações nos parâmetros τ^A , τ^M , χ^A e χ^M .

Por fim nos Testes de Sensibilidade VII e VIII, somente os parâmetros de elasticidade de substituição (σ e η) sofrem alteração para mais (VII) ou para menos (VIII). Os resultados estão dispostos nas Figuras 5.3i e 5.3j, respectivamente. Observa-se que os mapas são iguais aos Testes de Sensibilidade I e II respectivamente. Os resultados são conclusivos e indicam o papel determinante das elasticidades de substituição para bens industriais e agrícolas sobre o padrão locacional futuro do setor logístico voltado à indústria. Nota-se que pequenas variações em σ e η modificaram de maneira decisiva os resultados de encontrados, aproximando-se a algo similar a um experimento caótico.

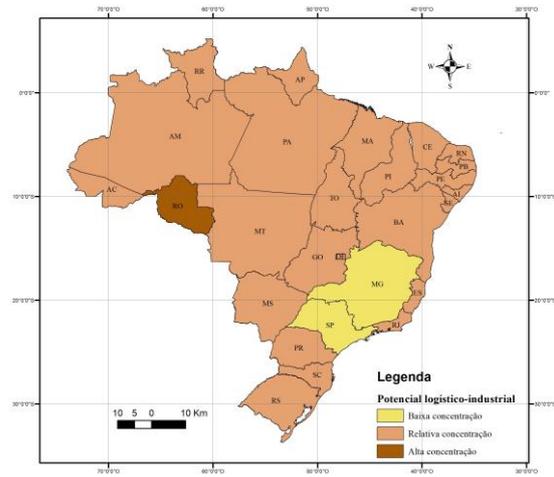
Figura 5.3 - Potencial logístico voltado ao setor de Indústria da Transformação, cenário atual (2015) e projeções (2065), para unidades federativas do Brasil, segundo modelo MPLog27*



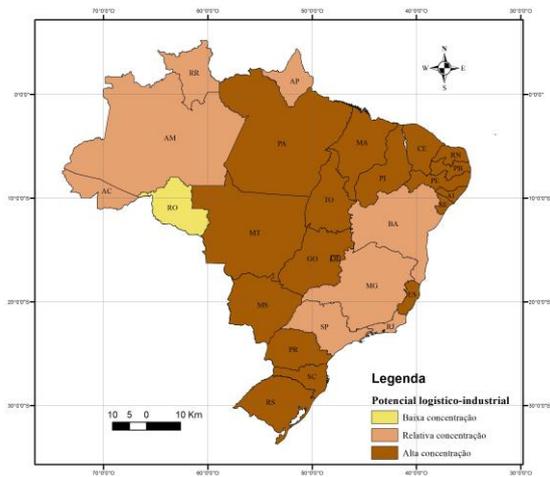
(c) Teste de sensibilidade I (2065)



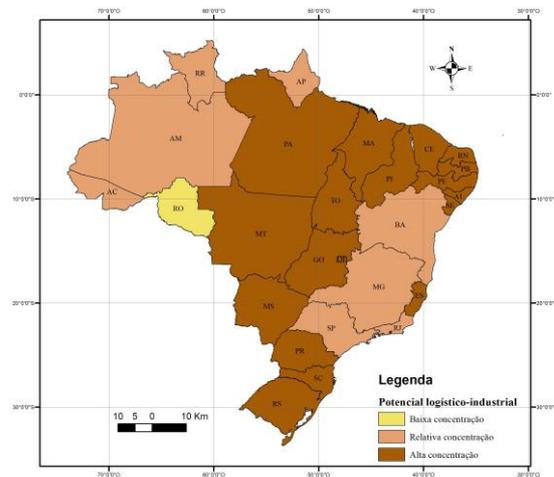
(d) Teste de sensibilidade II (2065)



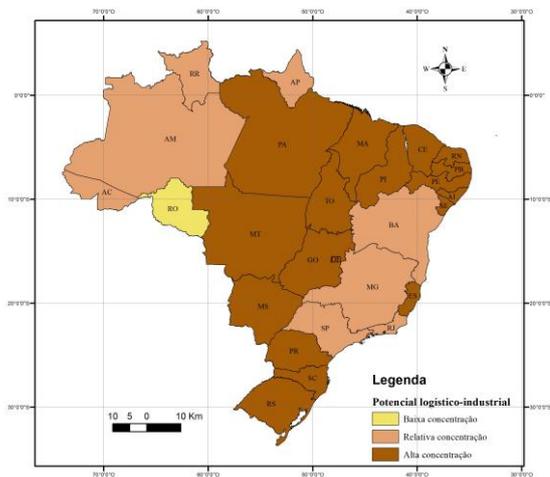
(e) Teste de sensibilidade III (2065)



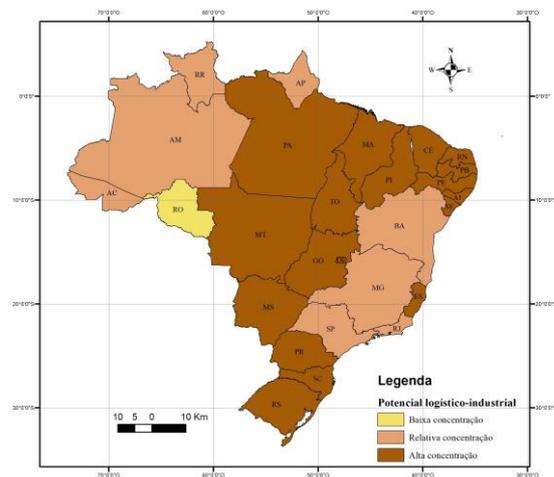
(f) Teste de sensibilidade IV (2065)



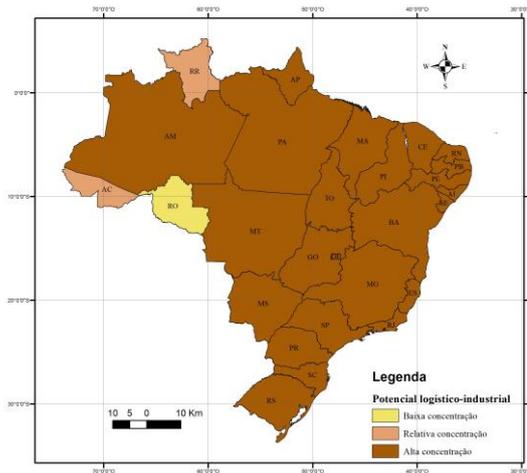
(g) Teste de sensibilidade V (2065)



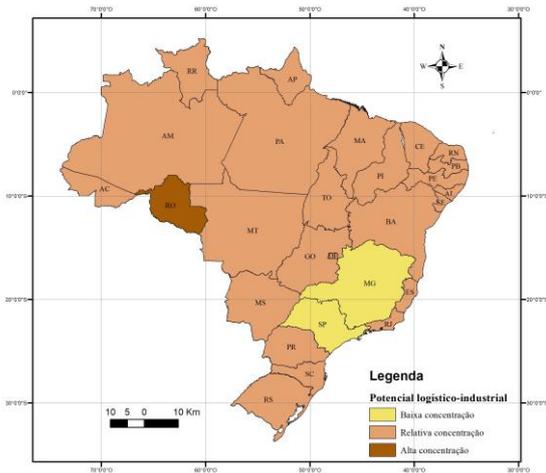
(h) Teste de sensibilidade VI (2065)



(i) Teste de sensibilidade VII (2065)



(j) Teste de sensibilidade VIII (2065)



Fonte: Elaboração própria, utilizando os *softwares* MATLAB e ArcMap10.

* Notas: (1) Figura (a) cenário atual; (b) situação de longo-prazo utilizando cenário base; (c) variação positiva de todos os parâmetros-chave; (d) variação negativa de todos os parâmetros-chave; (e) variação positiva dos parâmetros χ^A e χ^M ; (f) variação negativa dos parâmetros χ^A e χ^M ; (g) variação positiva dos parâmetros τ^A e τ^M ; (h) variação negativa dos parâmetros τ^A e τ^M ; (i) variação positiva dos parâmetros σ e η e (j) variação negativa dos parâmetros σ e η . (2) A escala deve ser multiplicada por 100.

Esta subseção apresentou um resultado conclusivo do Modelo de Potencial Logístico (MPLog27). Levando em consideração o cenário base, percebe-se uma alteração dentro de cinco décadas do padrão locacional do setor logístico voltado à indústria no Brasil, indicando um processo de convergência espacial do acesso a esse serviço. As regiões Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás), Norte (Pará e Tocantins) e Nordeste (Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe) ganham destaque em relação aos demais.

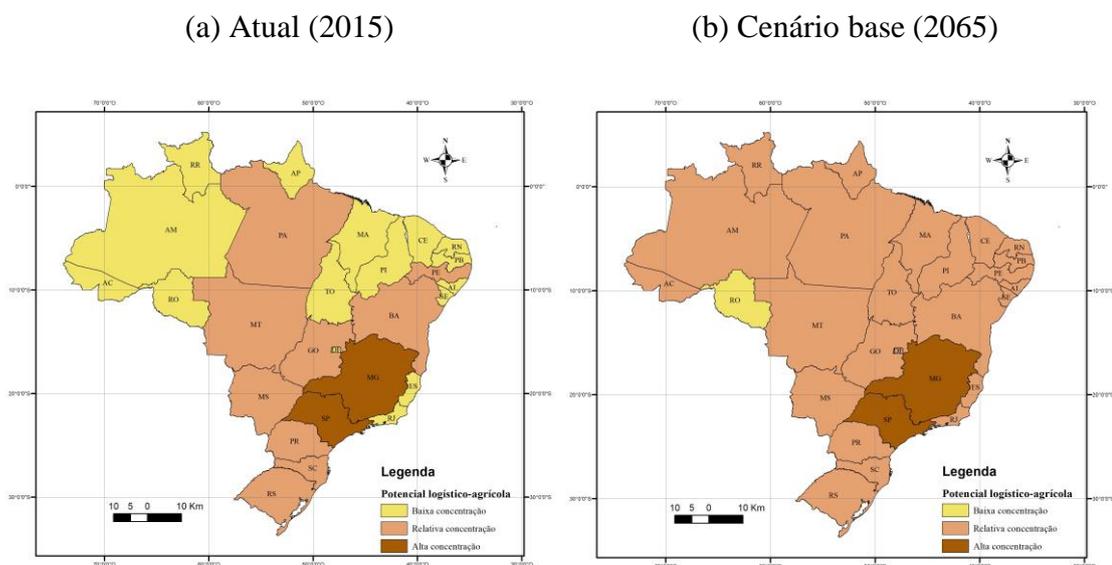
5.4.2 Distribuição espacial do setor logístico voltado à agricultura

Esta subseção está destinada a discussão dos resultados encontrados, acerca da distribuição espacial do setor logístico voltado à agricultura (ver Figura 5.4). O cenário recente, exposto na Figura 5.4a apresenta o retrato do acesso aos serviços logísticos-agrícola para o ano de 2015. Percebe-se a concentração do setor nas regiões Sudeste (Minas Gerais e São Paulo), Sul (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), Centro-Oeste (Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e Nordeste (Bahia e Pernambuco).

Por sua vez, o cenário base da simulação (ver Figura 5.4b) apresenta a perspectiva espacial de longo-prazo do setor logístico-agrícola, isto é, daqui cinco décadas. As regiões beneficiadas, ou seja, que tiveram maiores log-desvios da variável potencial logístico, são praticamente as mesmas que já apresentam atualmente uma concentração do setor, com destaque para as regiões de Minas Gerais e São Paulo. É possível afirmar que não há em curso um processo de convergência espacial do acesso aos serviços logísticos voltados à agricultura. Ou melhor, as regiões que já tem acesso ao serviço tiveram log-desvio superior as regiões desprovidas ou com pouco acesso.

Novamente, para verificar a consistência do modelo, foram construídos testes de sensibilidade que seguem a Tabela F.1 do Apêndice F. Os resultados obtidos não são similares ao ocorrido com o caso logístico-industrial, ou seja, não há uma sensibilidade dos resultados aos parâmetros-chave do modelo. De modo geral, tendo como referência o cenário base, parece não haver uma convergência espacial de acesso aos serviços logísticos voltados à agricultura. Neste caso, forças centrípetas parecem ser mais relevantes do que os componentes centrífugos, atuando no sentido da conservação do *cluster*.

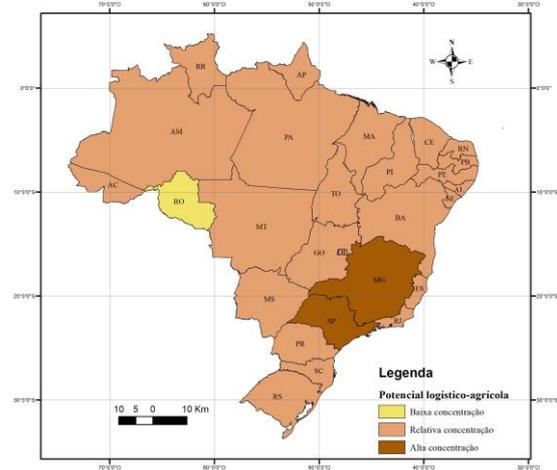
Figura 5.4 - Potencial logístico voltado ao setor da Agropecuária, cenário atual (2015) e projeções (2065), para unidades federativas do Brasil, segundo modelo MPLog27*



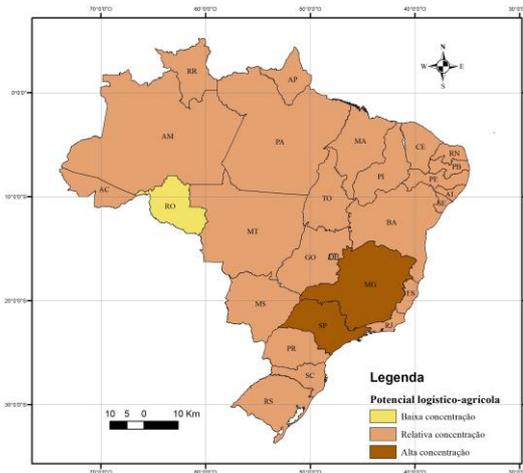
(c) Teste de sensibilidade I (2065)



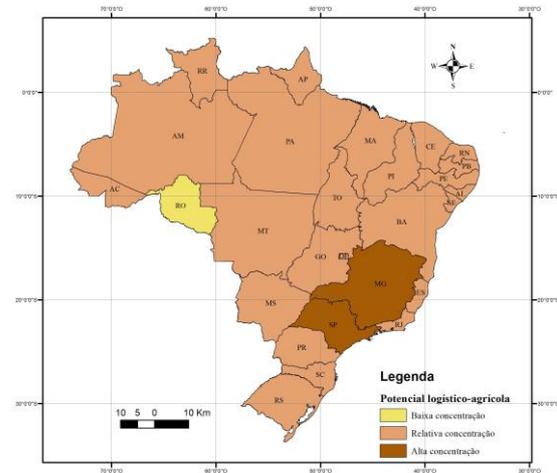
(d) Teste de sensibilidade II (2065)



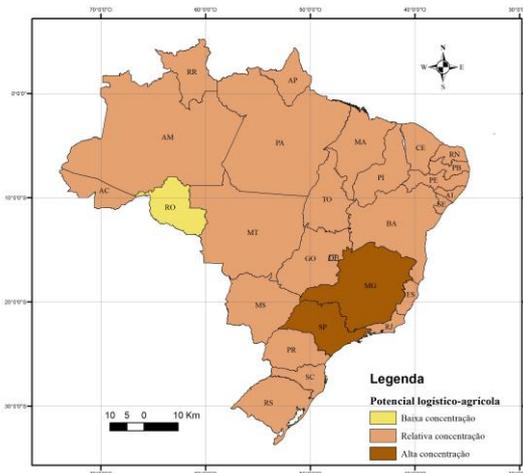
(e) Teste de sensibilidade III (2065)



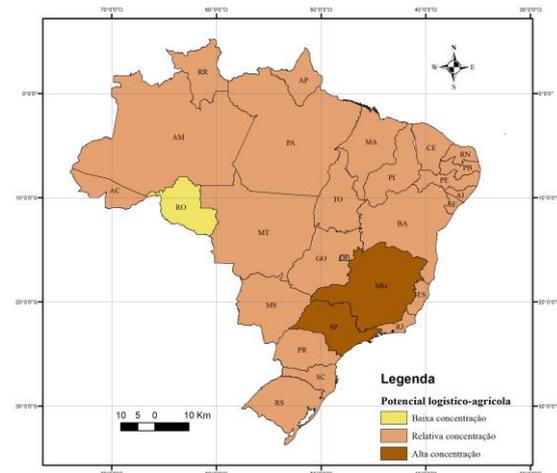
(f) Teste de sensibilidade IV (2065)



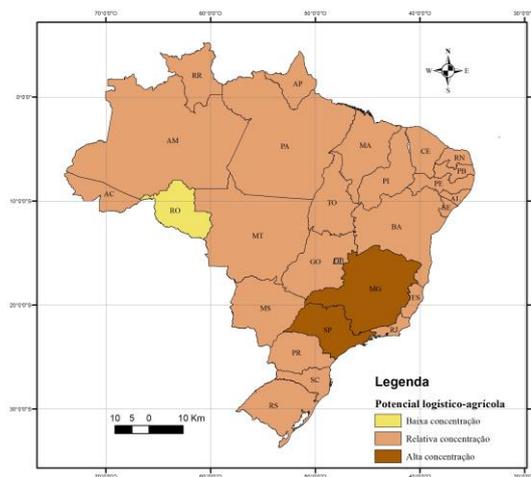
(g) Teste de sensibilidade V (2065)



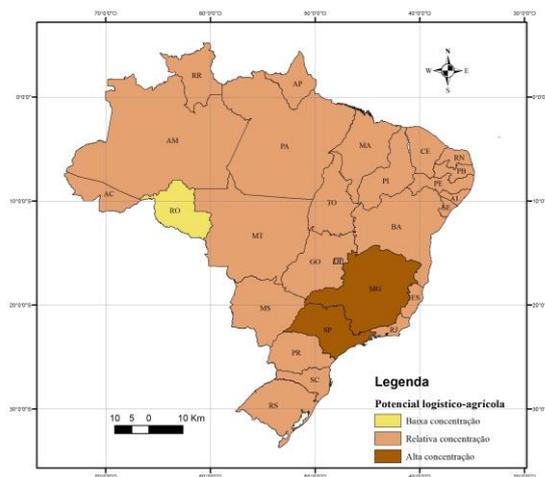
(h) Teste de sensibilidade VI (2065)



(i) Teste de sensibilidade VII (2065)



(j) Teste de sensibilidade VIII (2065)



Fonte: Elaboração própria, utilizando os *softwares* MATLAB e ArcMap10.

* Notas: (1) Figura (a) cenário atual; (b) situação de longo-prazo utilizando cenário base; (c) variação positiva de todos os parâmetros-chave; (d) variação negativa de todos os parâmetros-chave; (e) variação positiva dos parâmetros χ^A e χ^M ; (f) variação negativa dos parâmetros χ^A e χ^M ; (g) variação positiva dos parâmetros τ^A e τ^M ; (h) variação negativa dos parâmetros τ^A e τ^M ; (i) variação positiva dos parâmetros σ e η e (j) variação negativa dos parâmetros σ e η . (2) A escala deve ser multiplicada por 100.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi investigar a distribuição espacial recente e de longo prazo do setor logístico no Brasil. Em outras palavras, identificar na literatura fatores que expliquem a localização das firmas logísticas e buscar através de modelagem matemática projetar a evolução espacial do setor. Para atingir tal objetivo, foi construído o Modelo de Potencial Logístico (MPLog27), que segue a tradição teórica da Nova Geografia Econômica (NGE).

Os principais fatores observados no processo de decisão locacional das firmas do setor logístico foram analisados. Esses foram condensados em três grupos: fator custo de transporte, fatores aglomerativos e desaglomerativos. Contudo, inserir em uma modelagem matemática a totalidade desses fatores mostra-se uma tarefa complexa. Sendo assim, fez-se um recorte analítico, focalizando a abordagem no primeiro grupo de fatores ligados ao custo de transporte. Esse ponto pode ser considerado uma limitação do estudo. É central afirmar que: primeiro, as firmas logísticas seguirão a dinâmica espacial de seus clientes, denominados de maneira geral indústria e agricultura; segundo, as firmas logísticas tendem a se localizar em regiões de maior acessibilidade, o que significa uma maior densidade viária. Esses tópicos foram devidamente analisados.

O estudo prosseguiu com a análise exploratória de dados espaciais, visando compreender o recente padrão locacional do setor logístico, sua relação com os demais setores da economia e a busca de externalidades no interior dos *clusters* logísticos. Ao longo desta abordagem exploratória, algumas informações surgiram. Primeiro, o setor logístico apresenta heterogeneidade intragrupo, verificada pela existência de *clusters* especializados no atendimento aos setores agrícola ou industrial. Tal informação revela que a decisão locacional da atividade logística seguirá a demanda desses setores “produtivos”. Segundo, parece existir um mecanismo de autorreforço dos agrupamentos logísticos, dada a presença de externalidades. Essas informações foram inseridas no Modelo de Potencial Logístico.

Ademais, traçou-se um panorama das condições de infraestrutura de transportes no Brasil, principalmente no que concerne à sua acessibilidade. A análise feita é necessária, visto que as redes de transporte dão base à maioria dos fluxos de mercadorias entre as regiões, possibilitando então a prestação dos serviços logísticos. Os agrupamentos de logística bem-sucedidos exigem certos atributos geográficos, como uma localização central e investimentos

governamentais significativos em infraestrutura física. Percebeu-se uma rede rodoviária mais acessível (i.e., conectada e ramificada) se comparado ao modal ferroviário. Assim, optou-se pela escolha do modal rodoviário como referência na escolha de uma matriz de distância inter-regional, utilizada no MPLog27.

O MPLog27 é composto por sete blocos, a saber: produto regional, salário nominal, índice de preços, salário real, fluxo migratório dos trabalhadores, potencial logístico regional e choque aleatório, e traz algumas inovações em relação ao modelo Centro-Periferia tradicional, sendo a principal delas a inserção do setor logístico, que atende em específico aos setores agrícola e industrial.

Este trabalho, pioneiro na literatura nacional e internacional, é uma contribuição empírica à literatura da NGE e se mostra como uma ferramenta útil em análises de projeção locacional das atividades econômicas, em especial do setor logístico.

Os resultados apontam uma alteração dentro de cinco décadas do padrão locacional do setor logístico voltado à indústria no Brasil, indicando um processo de convergência espacial do acesso a esse serviço. Os estados Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (na região Sul), Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás (na região Centro-Oeste), Pará e Tocantins (na região Norte), Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (na região Nordeste) ganham destaque em relação aos demais. Em contraste, parece não haver uma convergência espacial de acesso aos serviços logísticos voltados à agricultura. As regiões beneficiadas – ou seja, que tiveram maiores log-desvios da variável potencial logístico – são praticamente as mesmas que já apresentam atualmente uma concentração do setor. Destacam-se os estados de Minas Gerais e São Paulo.

Os resultados são conclusivos e indicam as regiões em que o setor logístico irá intensificar suas atividades ao longo dos próximos anos, exercendo, portanto, uma pressão sobre a infraestrutura de transporte local. Dessa forma, esses resultados servem como guia de ação para *policy markers* ligados aos ramos de investimento em transporte e infraestrutura.

Ademais, os resultados fornecem informações de áreas em que se espera uma maior competitividade da cadeia produtiva, visto a concentração locacional das firmas logísticas. Os empresários ligados aos setores produtivos, por sua vez, podem levar em consideração estas informações em decisões futuras de investimento.

Embora esta aplicação metodológica tenha permitido alcançar o objetivo inicial de analisar a distribuição espacial presente e de longo prazo do setor logístico no Brasil, avanços e extensões podem ser abordados, principalmente em termos de detalhamentos e desagregações, como por exemplo:

- a) realizar análises com unidades espaciais menores, como microrregiões ou municípios. Dessa forma, os movimentos migratórios poderão ser vistos com maior nitidez. Ademais, cabe ressaltar que dinâmicas intrarregionais poderão apresentar comportamento diferente de seu nível superior; isto é, microrregiões que cresceram o potencial logístico/industrial ou logístico/agrícola em unidades federativas que apresentaram declínio de participação, ou vice-versa. Por essa razão, recomenda-se como proposta futura de pesquisa a redução da unidade de observação espacial.
- b) desagregar o setor logístico, inserindo outros setores demandantes (e.g. comércio);
- c) ao longo deste trabalho adotou-se o pressuposto de que as firmas logísticas balizavam sua escolha locacional a reboque dos setores produtivos. Trabalhos futuros podem alterar essa hipótese, indo em direção a um setor logístico mais próximo das fontes de consumo – ou seja, mais ligado ao final da cadeia de suprimentos;
- d) adotar formas alternativas de cálculo do potencial de mercado logístico;
- e) observar efeitos de choques exógenos (e.g. gasto do governo) sobre o comportamento espacial das atividades econômicas, em especial do setor logístico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. *Econometria Espacial Aplicada*. Campinas: Alínea, 2012.
- ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association - LISA. *Geographical Analysis*, v. 27, n. 2, p. 93–115, 1995.
- ANSELIN, L. Spatial Externalities, Spatial Multipliers, and Spatial Econometrics. *International Regional Science Review*, v. 26, n. 2, p. 153–166, 2003.
- BALLOU, R. H. *Business Logistics Management: planning and control*. London: Prentice Hall, 1985.
- BAUMOL, W. J. *Information technology and the service sector: a feedback process?* Philadelphia: Fishman-Davidson Center for the Study of the Service Sector, the Wharton School, University of Pennsylvania, 1985.
- BAUMOL, W. J. Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis. *The American economic review*, p. 415–426, 1967.
- BELL, D. *The Coming of Post-Industrial Society: A Venture in Social Forecasting*. New York: Basic Books, 1973.
- BETARELLI JUNIOR, A. A. *Notas de aula - Economia dos Transportes*. Juiz de Fora: Departamento de Economia - Universidade Federal de Juiz de Fora, 2017.
- BHATNAGAR, R.; SOHAL, A. S. Supply chain competitiveness: measuring the impact of location factors, uncertainty and manufacturing practices. *Technovation*, v. 25, n. 5, p. 443–456, 2005.
- BOGAN, C. E.; ENGLISH, M. J. *Benchmarking, aplicações práticas e melhoria contínua*. São Paulo: Makron Books, 1997.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; HELFERICH, O. K. *Logistical management*. New York: McGraw-Hill New York, v. 6, 1996.
- BRASIL. *Ministério dos Transportes. Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT)*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2007.
- BRASIL. *Ministério dos Transportes. Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT)*. Brasília: Ministério dos Transportes, 2011.
- BREWER, A. M.; BUTTON, K. J.; HENSHER, D. A. *Handbook of logistics and supply-chain management*. London: Emerald Group Publishing Limited, 2008.
- BUTTON, K. *Transport economics*. Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing, 2010.
- CAIRNCROSS, F. *The death of distance: How the communications revolution will change our lives*, 1997.
- CAMPOS NETO, C. A. DA S. *et al.* Gargalos e demandas da infraestrutura rodoviária e os investimentos do PAC: mapeamento IPEA de obras rodoviárias. *Texto para discussão n° 1423*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2011.
- CAPELLO, R. Space, growth and development. *Handbook of regional growth and development theories*, p. 33–52, 2009.

- CAPELLO, R.; NIJKAMP, P. Introduction: regional growth and development theories in the twenty-first century--recent theoretical advances and future challenges. *Handbook of Regional Growth and Development Theories*, Edgar Elgar Publishing, Massachusetts, p. 1–18, 2009.
- CASTELLS, M. *A sociedade em rede, vol. 1*. São Paulo: Paz e Terra, v.8, 1999.
- CHAMBERLIN, E. *The theory of monopolistic competition*. Cambridge: Harvard University Press, 1933.
- CHENG, T. C.; PODOLSKY, S. *Just-in-time manufacturing: an introduction*. London: Springer Science & Business Media, 1996.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento, e Operação*. New York: Pearson Prentice Hall, 2003.
- CHRISTOPHER, M. *The Strategy of Distribution: A Logistics Management Approach*, 1985.
- CLARK, C. The conditions of economic progress. *The conditions of economic progress*, 1967.
- COHEN, S. S.; ZYSMAN, J. Why manufacturing matters: The myth of the post-industrial economy. *California Management Review*, v. 29, n. 3, p. 9–26, 1987.
- COMBES, P.; MAYER, T.; THISSE, J. *Economic geography: The integration of regions and nations*. New Jersey: Princeton University Press, 2008.
- CORDER, G. W.; FOREMAN, D. I. *Nonparametric Statistics for Non-Statisticians: A Step-by-Step Approach*. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2009.
- CROCCO, M. A. *et al.* Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. *Nova Economia*, v. 16, p. 211–241, 2006.
- CUADRADO-ROURA, J. R. The location of service industries. *Service Industries and Regions*. Berlin: Springer, p. 253–284, 2013.
- DE CARVALHO, L. R. *et al.* *Matrizes de distâncias entre os distritos municipais no Brasil: um procedimento metodológico. Texto para discussão*. Belo Horizonte: UFMG/CEDEPLAR, 2016.
- DIXIT, A. K.; STIGLITZ, J. E. Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity. *American Economic Review*, v. 67, n. 3, p. 297–308, 1977.
- DUBEY, V. Definição de economia regional. *Economia Regional*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 1977.
- ECALLE, F. *L'Économie des services*. Paris: Presses universitaires de France, 1989.
- FINGLETON, B.; IGLIORI, D. C.; MOORE, B. Employment growth of small high-technology firms and the role of horizontal clustering: Evidence from computing services and R&D in Great Britain, 1991-2000. *Urban Studies*, v. 41, n. 4, p. 773–799, 2004.
- FISHER, A. G. B. Production, primary, secondary and tertiary. *Economic Record*, v. 15, n. 1, p. 24–38, 1939.
- FLEURY, P. F. Supply Chain Management: conceitos, oportunidades e desafios da implementação. *Revista Tecnológica*, v. 4, n. 30, p. 25–32, 1999.
- FUCHS, V. R. *The Service Economy*. New York: National Bureau of Economic Research,

1968.

FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. *The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: Mit Press, v.67, 1999.

FUJITA, M.; THISSE, J. *Economics of agglomeration: cities, industrial location, and globalization*. New York: Cambridge University Press, 2013.

GALVÃO, O. J. Desenvolvimento dos transportes e integração regional no Brasil - uma perspectiva histórica. *Planejamento e políticas públicas*, n. 13, 2009.

GERSHUNY, J. *After industrial society?: the emerging self-service economy*. London: Macmillan, 1978.

GERSHUNY, J. Emerging service economy. In: GIARINI, O. (Org.). *The emerging service economy*. London: Pergamon Press, 1987.

GERSHUNY, J.; MILES, I. *The new service economy: the transformation of employment in industrial societies*. Westport: Praeger Publishers, 1983.

GLAESER, E. L. Are cities dying? *The Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 2, p. 139–160, 1998.

HADDAD, P. R. *et al. Economia regional: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: BNB/ETENE, 1989.

HALL, D.; BRAITHWAITE, A. The development of thinking in supply chain and logistics management. *Handbook of logistics and supply-chain management*. UK: Emerald Group Publishing Limited, p. 81–98, 2008.

HARVEY, D. *Condição pós-moderna*. São Paulo: Edições Loyola, v.2, 1994.

HEAVER, T. D. Perspectives on global performance issues. *Handbook of Logistics and Supply-chain Management*. London: Emerald Group Publishing Limited, p. 11-28, 2008.

HENDERSON, J. V. The sizes and types of cities. *The American Economic Review*, p. 640–656, 1974.

HENDERSON, J. V. Marshall's scale economies. *Journal of Urban Economics*, v. 53, n. 1, p. 1–28, 2003.

HESSE, M.; RODRIGUE, J.-P. The transport geography of logistics and freight distribution. *Journal of transport geography*, v. 12, n. 3, p. 171–184, 2004.

HUGOS, M. H. *Essentials of supply chain management*. New York: John Wiley & Sons, v. 62, 2011.

ISARD, W. *Location and Space-economy: a General Theory Relating to Industrial Location, Market Areas, Land Use, Trade, and Urban Structure*. Cambridge: Technology Press of Massachusetts Institute of Technology, 1956.

ISARD, W. *et al. Methods of interregional and regional analysis*. New York: Taylor & Francis, 2017.

JACKSON, M. O. *Social and economic networks*. Princeton: Princeton University Press, v.3, 2008.

KANSKY, K. J. *Structure of transportation networks : relationships between network*

- geometry and regional characteristics*. Chicago: Department of Geography, The University of Chicago, 1963.
- KASILINGAM, R. G. *Logistics and transportation*. Great Britain: Springer, 1998.
- KON, A. *Nova Economia Política dos Serviços*. São Paulo: Editora Perspectiva, 2016.
- KRUGMAN, P. Increasing returns and economic geography. *Journal of political economy*, v. 99, n. 3, p. 483–499, 1991.
- KRUGMAN, P. Space: the final frontier. *The Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 2, p. 161–174, 1998a.
- KRUGMAN, P. What's new about the new economic geography? *Oxford review of economic policy*, v. 14, n. 2, p. 7–17, 1998b.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. Integration, specialization, and the adjustment. *European Economic Review*, v. 40, n. 3–5, p. 959–967, 1996.
- KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. Globalization and the Inequality of Nations. *The quarterly journal of economics*, v. 110, n. 4, p. 857–880, 1995.
- LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. Issues in supply chain management. *Industrial marketing management*, v. 29, n. 1, p. 65–83, 2000.
- LEME, R. A. *Contribuições à teoria da localização industrial*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Econômicas, 1982.
- LEMOUS, M. B. *A Nova Geografia Econômica: uma leitura crítica*. Belo Horizonte: Tese de Professor Titular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2008.
- LOSCH, A. *Economics of location*. New Haven: Yale University Press, 1954.
- MARSHALL, A. *Principles of economics: An introductory volume*. London: Macmillan, 1890.
- MARSHALL, J. N.; WOOD, P. A. *Services and space: key aspects of urban and regional development*. Harlow: Longman Scientific & Technical Harlow, 1995.
- MCCANN, P.; VAN OORT, F. Theories of agglomeration and regional economic growth: a historical review. *Handbook of regional growth and development theories*, p. 19–32, 2009.
- MCKEE, D. L. *Growth, Development, and the Service Economy in the Third World*. New York: Praeger Publishers, 1988.
- MENTZER, J. T. *et al.* Defining supply chain management. *Journal of Business logistics*, v. 22, n. 2, p. 1–25, 2001.
- MERENNE-SHOUMAKER, B. La localisation des grandes zones de logistique. *La Société géographique de Liège*, v. 49, p. 31–40, 2007.
- MYRDAL, G. *Economic Theory and Under-Developed Regions*. London: Gerald Duckworth & CO. LTD, 1957.
- NUSBAUMER, J. *Les services: nouvelle donne de l'économie*. Paris: Presses Universitaires d'Aix-Marseille, 1984.
- PARR, J. The location of economic activity: central place theory and the wider urban system. 2002.

- QUINET, E.; VICKERMAN, R. *Principles of transport economics*. London: Edward Elgar Publishing, 2004.
- RIVERA, L.; SHEFFI, Y.; WELSCH, R. Logistics agglomeration in the US. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, v. 59, p. 222–238, 2014.
- RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. *The Geography of Transport Systems*. London: Taylor & Francis, 2006.
- RUSHTON, A.; CROUCHER, P.; BAKER, P. *The handbook of logistics and distribution management*. 5. ed. London: KoganPage, 2010.
- SAMUELSON, P. A. The transfer problem and transport costs: the terms of trade when impediments are absent. *The Economic Journal*, v. 62, n. 246, p. 278–304, 1952.
- SAVY, M. Logistique et territoire. *Espace Geographique*, v. 22, n. 3, p. 210–218, 1993.
- SHEFFI, Y. *Logistics clusters: delivering value and driving growth*. London: MIT Press, 2012.
- SMOLKA, M. O. O espaço do espaço na teoria econômica. *Estudos e Debates*, 1982.
- THISSE, J. Geografia Econômica. *Economia Regional e Urbana*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), p. 17, 2011.
- THOMSON, J. M. *Modern transport economics*. London: Penguin Education, 1974.
- THÜNEN, J. H. VON. *The isolated state*. New York: Pergamon Press, 1829.
- TOURAINÉ, A. *The Post-Industrial Society*. New York: Random House, 1971.
- WALKER, R. A. Is There a Service Economy? The Changing Capitalist Division of Labor. *Science & Society*, v. 49, n. 1, p. 42–83, 1985.
- WATERS, D. *Logistics: an introduction to supply chain management*. London: Palgrave Macmillan, 2003.
- WEBER, A. *Theory of the Location of Industries*. Chicago: The University of Chicago Press, 1909.

APÊNDICE

A) Redes de transporte

Tabela A.1 - Legenda utilizada para construção dos grafos (Nó)

Nó	ID
RO	0
AC	1
AM	2
RR	3
PA	4
AP	5
TO	6
MA	7
PI	8
CE	9
RN	10
PB	11
PE	12
AL	13
SE	14
BA	15
MG	16
ES	17
RJ	18
SP	19
PR	20
SC	21
RS	22
MS	23
MT	24
GO	25
DF	26

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.2 - Arestas para modal ferroviário (1964)

Origem	Destino	Pesos
7	8	2
8	9	1
9	11	1
11	10	2
11	12	1
12	13	1
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	1
16	18	3
16	19	3
16	25	1
19	18	1
18	17	1
19	20	2
19	23	1
20	21	2
21	22	1
25	26	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.3 - Arestas para modal ferroviário (2015)

Origem	Destino	Pesos
4	5	1
4	7	1
5	5	1
6	7	1
6	25	1
7	8	2
8	9	1
8	12	1
9	11	1
10	11	2
11	12	1
12	13	1
12	15	1
13	14	1
14	15	1
15	16	1
16	17	1
16	18	4
16	19	1
16	25	1
17	18	1
18	19	1
19	20	3
19	23	1
21	22	2
23	24	1
25	26	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.4 - Arestas para modal rodoviário (1973)

Origem	Destino	Pesos
4	7	1
7	6	1
7	8	1
8	9	1
9	10	1
9	11	1
9	12	1
12	15	1
12	13	2
12	14	1
14	15	1
15	16	1
15	17	1
16	17	2
16	18	4
16	19	6
16	25	4
19	18	2
19	20	2
19	23	2
18	17	1
20	21	3
21	22	2
25	6	1
25	26	4

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.5 - Arestas para modal rodoviário
(2015)

Origem	Destino	Pesos
0	2	3
0	24	2
1	2	3
2	3	2
2	4	1
2	24	1
3	4	1
4	5	2
4	6	3
4	7	3
4	24	2
6	7	3
6	15	1
6	25	2
7	8	8
8	9	6
8	12	2
8	15	4
9	10	3
9	11	3
9	12	2
10	11	7
11	12	8
12	13	6
12	15	3
13	14	1
14	15	3
15	16	8
15	25	1
15	17	2
16	17	5
16	18	7
16	19	11
16	23	1
16	25	10
17	18	2
18	19	3
19	20	7
19	23	4
20	21	6
20	23	2
21	22	8
23	24	1

24	25	4
25	26	8

 Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.6 - Matriz de conectividade rodoviária (1973)

ID	UF	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
0	RO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	AC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	AM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	RR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	PA	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	AP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	TO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7	MA	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	PI	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	CE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	MG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
17	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
18	RJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
19	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0
20	PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
21	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
22	RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
23	MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
24	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	GO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
26	DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.7 - Matriz de conectividade rodoviária (2015)

ID	UF	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
0	RO	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	AC	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	AM	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
3	RR	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	PA	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
5	AP	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	TO	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	MA	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	PI	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	CE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	BA	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	MG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0
17	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	RJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
19	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
20	PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0
21	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
22	RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
23	MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
24	MT	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
25	GO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
26	DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.8 - Matriz de conectividade ferroviária (1964)

ID	UF	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
0	RO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	AC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	AM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	RR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	PA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	AP	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	TO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	MA	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	PI	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	CE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	MG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
17	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	RJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
19	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
20	PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
21	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
22	RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
23	MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
24	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
25	GO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
26	DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria.

Tabela A.9 - Matriz de conectividade ferroviária (2015)

ID	UF	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
0	RO	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	AC	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	AM	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	RR	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	PA	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	AP	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	TO	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
7	MA	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	PI	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	CE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	RN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	PB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	PE	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	AL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	BA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	MG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0
17	ES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
18	RJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
19	SP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0
20	PR	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
21	SC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
22	RS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
23	MS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0
24	MT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
25	GO	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
26	DF	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Fonte: Elaboração própria.

B) Dinâmica *ad hoc*

Este apêndice tem como objetivo realizar a conversão do sistema de equações não-lineares estático em um sistema dinâmico. Para tanto, a dimensão temporal será inserida de maneira *ad hoc*. Uma maior descrição das variáveis (endógenas e exógenas) e parâmetros podem ser encontradas na seção D deste Apêndice.

B.1 Produto regional

O produto regional presente (Eq. B.2) é determinado pelo total de rendimentos atuais provenientes da indústria [$\mu\lambda_r w_r^M$] e agricultura [$(1 - \mu)\phi_r w_r^A$]. Ademais, a equação também dispõe de um termo exógeno defasado temporalmente [$x_{r(t-1)}$].

$$Y_r = \mu\lambda_r w_r^M + (1 - \mu)\phi_r w_r^A + x_r \quad (\text{B.1})$$

$$Y_{r(t)} = \mu\lambda_{r(t)} w_{r(t)}^M + (1 - \mu)\phi_{r(t)} w_{r(t)}^A + x_{r(t-1)} \quad (\text{B.2})$$

B.2 Índices de Preços

O índice de preços para bens industriais/agrícolas no presente (Eq. B.4 e B.6, respectivamente) são determinadas pelo atual custo da força de trabalho (similarmente interpretada como distribuição espacial dos consumidores) no setor, composto pelos elementos ($\lambda_{s(t)}$, $\phi_{s(t)}$, $w_{s(t)}^M$ e $w_{s(t)}^A$). As constantes T_{sr}^M e T_{sr}^A referentes aos custos de transporte, e as elasticidades de substituição σ e η também são consideradas no cálculo.

$$G_r^M = \left[\sum_s \lambda_s (w_s^M T_{sr}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/1-\sigma} \quad (\text{B.3})$$

$$G_{r(t)}^M = \left[\sum_s \lambda_{s(t)} (w_{s(t)}^M T_{sr}^M)^{1-\sigma} \right]^{1/1-\sigma} \quad (\text{B.4})$$

$$G_r^A = \left[\sum_s \phi_s (w_s^A T_{sr}^A)^{1-\eta} \right]^{1/1-\eta} \quad (\text{B.5})$$

$$G_{r(t)}^A = \left[\sum_s \phi_{s(t)} (w_{s(t)}^A T_{sr}^A)^{1-\eta} \right]^{1/1-\eta} \quad (\text{B.6})$$

B.3 Salário Nominal

O salário nominal para os setores industrial e agrícola (Eq. B.8 e B.10), serão determinados pelo nível de produção e inflação passados ($Y_{s(t-1)}$, $G_{s(t-1)}^M$ e $G_{s(t-1)}^A$, respectivamente). Tal suposição é aderente a realidade em que os contratos de trabalho firmados são balizados pelo retrospecto da economia. As constantes T_{sr}^M , T_{sr}^A , σ e η novamente são consideradas.

$$w_r^M = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^M^{1-\sigma} G_s^{M\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (\text{B.7})$$

$$w_{r(t)}^M = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^{M^{1-\sigma}} G_s^{M^{\sigma-1}} \right]^{1/\sigma} \quad (\text{B.8})$$

$$w_r^A = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^{A^{1-\eta}} G_s^{A^{\eta-1}} \right]^{1/\eta} \quad (\text{B.9})$$

$$w_{r(t)}^A = \left[\sum_s Y_s T_{rs}^{A^{1-\eta}} G_s^{A^{\eta-1}} \right]^{1/\eta} \quad (\text{B.10})$$

B.4 Salário Real

O salário real para o setor industrial (Eq. B.12) e agrícola (Eq. B.13) é resultado da dedução do salário nominal pelo custo de vida $[(G_{r(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{r(t-1)}^A)^{\mu-1}]$ incorrido no passado.

$$\omega_r^M = w_r^M (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (\text{B.11})$$

$$\omega_{r(t)}^M = w_{r(t)}^M (G_{r(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{r(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (\text{B.12})$$

$$\omega_r^A = w_r^A (G_r^M)^{-\mu} (G_r^A)^{\mu-1} \quad (\text{B.13})$$

$$\omega_{r(t)}^A = w_{r(t)}^A (G_{r(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{r(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (\text{B.14})$$

B.5 Migração

A variação da distribuição espacial dos trabalhadores industriais e agrícolas (Eq. B.16 e B.18, respectivamente) é determinada por uma análise comparativa entre o salário real recebido na atual região de residência do trabalhador $(\omega_{r(t)}^M, \omega_{r(t)}^A)$ e a média global defasada do salário real $(\bar{\omega}_{(t-1)}^M, \bar{\omega}_{(t-1)}^A)$. Os parâmetros χ^M e χ^A representam respectivamente a sensibilidade locacional do trabalho industrial e agrícola a desvios no salário real. Cabe salientar que há migração entre regiões, mas não entre setores.

$$\lambda_r = \lambda_r + \chi^M (\omega_r^M - \bar{\omega}^M) \quad (\text{B.15})$$

$$\lambda_{r(t)} = \lambda_{r(t-1)} + \chi^M (\omega_{r(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M) \quad (\text{B.16})$$

$$\phi_r = \phi_r + \chi^A (\omega_r^A - \bar{\omega}^A) \quad (\text{B.17})$$

$$\phi_{r(t)} = \phi_{r(t-1)} + \chi^A (\omega_{r(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A) \quad (\text{B.18})$$

B.6 Potencial Logístico

As equações de potencial logístico voltado a indústria (Eq. B.20) ou agricultura (Eq. B.22) a típica função de potencial de mercado que mede o potencial de uma região em termos de oferecimento de serviços logísticos $(\Omega_{r(t)}^{TM}, \Omega_{r(t)}^{TA})$ como uma soma ponderada da presença laboral (*proxy* da localização de firmas industriais e agrícolas) de todas as demais regiões s , com os pesos sendo função decrescente da distância.

$$\Omega_r^{TM} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \lambda_s \quad (\text{B.19})$$

$$\Omega_{r(t)}^{TM} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \lambda_{s(t)} \quad (\text{B.20})$$

$$\Omega_r^{TA} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \phi_s \quad (\text{B.21})$$

$$\Omega_{r(t)}^{TA} = \sum_s \frac{1}{d_{rs}} \phi_{s(t)} \quad (\text{B.22})$$

C) Notas de Linearização Logarítmica

As equações B.2, B.4, B.6, B.8, B.10, B.12, B.14, B.16, B.18, B.20 e B.22 são dinâmicas e não-lineares. Geralmente, não existe uma solução fechada para esses problemas. Como tal, devemos resultar em técnicas numéricas e/ou de aproximação. Uma técnica de aproximação de fácil aplicação e amplamente utilizada é a de linearização logarítmica. Algumas vantagens são resultantes desta operação. A primeira vem da redução do esforço computacional, que permite a obtenção de um maior montante de resultados em menor tempo. Segundo, parece mais amigável trabalhar com equações e resultados na forma de variações percentuais. Terceiro, as variáveis endógenas no *steady-state* assumem valores nulos, diminuindo a necessidade de busca informacional em base de dados.

C.1 Exemplo: Log-linearização

Para log-linearizar o modelo, introduziremos uma notação adicional, recorrendo ao trabalho de O' Hara⁵⁶ (2015, p.101). O método de log-linearização adotado é bastante simples e segue o exemplo abaixo.

Supondo a seguinte igualdade que será log-linearizada:

$$Y_t = X_t \quad (\text{C.1})$$

que pode ser reescrito da seguinte maneira:

$$Y_t = X_t \frac{X^*}{X^*} \quad (\text{C.2})$$

ou

$$Y_t = X^* \frac{X_t}{X^*} \quad (\text{C.3})$$

Em que X^* é o valor de estado estável da variável X ; observe que foi feito somente uma transformação trivial. Agora faremos no lado esquerdo o exponencial de um logaritmo natural (não alterando o valor da expressão), desta forma temos:

$$Y_t = X^* \exp\left(\ln\left(\frac{X_t}{X^*}\right)\right) \quad (\text{C.4})$$

lembrado que $\ln\left(\frac{X_t}{X^*}\right) = \ln(X_t) - \ln(X^*)$ e aplicando, definimos

$$x_t := \ln(X_t) - \ln(X^*) \quad (\text{C.5})$$

Como o desvio de X ao redor do estado estacionário (X^*). Portanto,

$$Y_t = X^* \exp(x_t) \quad (\text{C.6})$$

Tomando uma série de Taylor de primeira ordem de $\exp(x_t)$ em torno de zero, veremos que $\exp(x_t) \approx 1 + x_t$ então C.6 toma a forma de C.7 que representa a equação C.1 log-linearizada.

$$Y_t \approx X^*(1 + x_t) \quad (\text{C.7})$$

Seguindo o tutorial acima, as equações dinâmicas (ver seção B deste Apêndice) foram log-linearizadas e demonstradas a seguir. Para fins didáticos, será utilizado uma situação hipotética

⁵⁶ Ver <http://www.kthohr.com/bmr/BMR.pdf>.

de duas regiões ($r = 2$). As constantes e variáveis utilizadas e suas respectivas descrições e valores estão presentes na seção E deste Apêndice.

C.2 Log-linearizando as equações do modelo

C.2.1 Produto regional

As equações de produto regional estão expostas em C.8 e C.9, e suas respectivas log-linearizações são C.10 e C.11.

$$Y_{1(t)} = \mu^M \lambda_{1(t)} w_{1(t)}^M + \mu^A \phi_{1(t)} w_{1(t)}^A + x_{1(t-1)} \quad (\text{C.8})$$

$$Y_{2(t)} = \mu^M \lambda_{2(t)} w_{2(t)}^M + \mu^A \phi_{2(t)} w_{2(t)}^A + x_{2(t-1)} \quad (\text{C.9})$$

$$\tilde{y}_{1(t)} = \zeta_{1M} (\tilde{\lambda}_{1(t)} + \tilde{w}_{1(t)}^M) + \zeta_{1A} (\tilde{\phi}_{1(t)} + \tilde{w}_{1(t)}^A) + x_{1(t-1)} \quad (\text{C.10})$$

$$\tilde{y}_{2(t)} = \zeta_{2M} (\tilde{\lambda}_{2(t)} + \tilde{w}_{2(t)}^M) + \zeta_{2A} (\tilde{\phi}_{2(t)} + \tilde{w}_{2(t)}^A) + x_{2(t-1)} \quad (\text{C.11})$$

onde $\zeta_{1M} = \frac{\mu^M \lambda_1^* w_1^{M*}}{Y_1^*}$, $\zeta_{2M} = \frac{\mu^M \lambda_2^* w_2^{M*}}{Y_2^*}$, $\zeta_{1A} = \frac{\mu^A \phi_1^* w_1^{A*}}{Y_1^*}$ e $\zeta_{2A} = \frac{\mu^A \phi_2^* w_2^{A*}}{Y_2^*}$ são parâmetros calculados.

C.2.2 Índices de Preços

De modo similar, as equações em nível do índice de preços industrial e agrícola (C.12-C.13 e C.16-C.17) passaram pela transformação chegando em C.14-C.15 e C.18-C.19.

$$G_{1(t)}^M = [\lambda_{1(t)} (w_{1(t)}^M T_{11}^M)^{1-\sigma} + \lambda_{2(t)} (w_{2(t)}^M T_{21}^M)^{1-\sigma}]^{1/1-\sigma} \quad (\text{C.12})$$

$$G_{2(t)}^M = [\lambda_{1(t)} (w_{1(t)}^M T_{12}^M)^{1-\sigma} + \lambda_{2(t)} (w_{2(t)}^M T_{22}^M)^{1-\sigma}]^{1/1-\sigma} \quad (\text{C.13})$$

$$\tilde{g}_{1(t)}^M = \psi_{11M} \left(\tilde{w}_{1(t)}^M + \frac{1}{1-\sigma} \tilde{\lambda}_{1(t)} \right) + \psi_{12M} \left(\tilde{w}_{2(t)}^M + \frac{1}{1-\sigma} \tilde{\lambda}_{2(t)} \right) \quad (\text{C.14})$$

$$\tilde{g}_{2(t)}^M = \psi_{21M} \left(\tilde{w}_{1(t)}^M + \frac{1}{1-\sigma} \tilde{\lambda}_{1(t)} \right) + \psi_{22M} \left(\tilde{w}_{2(t)}^M + \frac{1}{1-\sigma} \tilde{\lambda}_{2(t)} \right) \quad (\text{C.15})$$

$$G_{1(t)}^A = [\phi_{1(t)} (w_{1(t)}^A T_{11}^A)^{1-\eta} + \phi_{2(t)} (w_{2(t-1)}^A T_{21}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta} \quad (\text{C.16})$$

$$G_{2(t)}^A = [\phi_{1(t)} (w_{1(t)}^A T_{12}^A)^{1-\eta} + \phi_{2(t)} (w_{2(t-1)}^A T_{22}^A)^{1-\eta}]^{1/1-\eta} \quad (\text{C.17})$$

$$\tilde{g}_{1(t)}^A = \psi_{11A} \left(\tilde{w}_{1(t)}^A + \frac{1}{1-\eta} \tilde{\phi}_{1(t)} \right) + \psi_{12A} \left(\tilde{w}_{2(t)}^A + \frac{1}{1-\eta} \tilde{\phi}_{2(t)} \right) \quad (\text{C.18})$$

$$\tilde{g}_{2(t)}^A = \psi_{21A} \left(\tilde{w}_{1(t)}^A + \frac{1}{1-\eta} \tilde{\phi}_{1(t)} \right) + \psi_{22A} \left(\tilde{w}_{2(t)}^A + \frac{1}{1-\eta} \tilde{\phi}_{2(t)} \right) \quad (\text{C.19})$$

onde $\psi_{11M} = \frac{T_{11}^M \lambda_1^{*1/(1-\sigma)} w_1^{M*}}{G_1^{M*}}$, $\psi_{12M} = \frac{T_{21}^M \lambda_2^{*1/(1-\sigma)} w_2^{M*}}{G_1^{M*}}$, $\psi_{21M} = \frac{T_{12}^M \lambda_1^{*1/(1-\sigma)} w_1^{M*}}{G_2^{M*}}$,
 $\psi_{22M} = \frac{T_{22}^M \lambda_2^{*1/(1-\sigma)} w_2^{M*}}{G_2^{M*}}$, $\psi_{11A} = \frac{T_{11}^A \phi_1^{*1/(1-\eta)} w_1^{A*}}{G_1^{A*}}$, $\psi_{12A} = \frac{T_{21}^A \phi_2^{*1/(1-\eta)} w_2^{A*}}{G_1^{A*}}$, $\psi_{21A} = \frac{T_{12}^A \phi_1^{*1/(1-\eta)} w_1^{A*}}{G_2^{A*}}$
e $\psi_{22A} = \frac{T_{22}^A \phi_2^{*1/(1-\eta)} w_2^{A*}}{G_2^{A*}}$ são parâmetros calculados.

C.2.3 Salário Nominal

As equações de salário nominal industrial e agrícola (C.20-C.21 e C.24-C.25) foram convertidas em C.22-C.23 e C.26-C.27.

$$w_{1(t)}^M = \left[Y_{1(t-1)} (T_{11}^M)^{1-\sigma} (G_{1(t-1)}^M)^{\sigma-1} + Y_{2(t-1)} (T_{12}^M)^{1-\sigma} (G_{2(t-1)}^M)^{\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (C.20)$$

$$w_{2(t)}^M = \left[Y_{1(t-1)} (T_{21}^M)^{1-\sigma} (G_{1(t-1)}^M)^{\sigma-1} + Y_{2(t-1)} (T_{22}^M)^{1-\sigma} (G_{2(t-1)}^M)^{\sigma-1} \right]^{1/\sigma} \quad (C.21)$$

$$\tilde{w}_{1(t)}^M = \alpha_{11M} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \tilde{g}_{1(t-1)}^M + \frac{1}{\sigma} \tilde{y}_{1(t-1)} \right) + \alpha_{12M} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \tilde{g}_{2(t-1)}^M + \frac{1}{\sigma} \tilde{y}_{2(t-1)} \right) \quad (C.22)$$

$$\tilde{w}_{2(t)}^M = \alpha_{21M} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \tilde{g}_{1(t-1)}^M + \frac{1}{\sigma} \tilde{y}_{1(t-1)} \right) + \alpha_{22M} \left(\frac{\sigma-1}{\sigma} \tilde{g}_{2(t-1)}^M + \frac{1}{\sigma} \tilde{y}_{2(t-1)} \right) \quad (C.23)$$

$$w_{1(t)}^A = \left[Y_{1(t-1)} (T_{11}^A)^{1-\eta} (G_{1(t-1)}^A)^{\eta-1} + Y_{2(t-1)} (T_{12}^A)^{1-\eta} (G_{2(t-1)}^A)^{\eta-1} \right]^{1/\eta} \quad (C.24)$$

$$w_{2(t)}^A = \left[Y_{1(t-1)} (T_{21}^A)^{1-\eta} (G_{1(t-1)}^A)^{\eta-1} + Y_{2(t-1)} (T_{22}^A)^{1-\eta} (G_{2(t-1)}^A)^{\eta-1} \right]^{1/\eta} \quad (C.25)$$

$$\tilde{w}_{1(t)}^A = \alpha_{11A} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \tilde{g}_{1(t-1)}^A + \frac{1}{\eta} \tilde{y}_{1(t-1)} \right) + \alpha_{12A} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \tilde{g}_{2(t-1)}^A + \frac{1}{\eta} \tilde{y}_{2(t-1)} \right) \quad (C.26)$$

$$\tilde{w}_{2(t)}^A = \alpha_{21A} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \tilde{g}_{1(t-1)}^A + \frac{1}{\eta} \tilde{y}_{1(t-1)} \right) + \alpha_{22A} \left(\frac{\eta-1}{\eta} \tilde{g}_{2(t-1)}^A + \frac{1}{\eta} \tilde{y}_{2(t-1)} \right) \quad (C.27)$$

tendo os seguintes parâmetros $\alpha_{11M} = \frac{T_{11}^{M(1-\sigma)/\sigma} Y_1^{*1/\sigma} G_1^{M*(\sigma-1)/\sigma}}{w_1^{M*}}$, $\alpha_{12M} = \frac{T_{12}^{M(1-\sigma)/\sigma} Y_2^{*1/\sigma} G_2^{M*(\sigma-1)/\sigma}}{w_1^{M*}}$,
 $\alpha_{21M} = \frac{T_{21}^{M(1-\sigma)/\sigma} Y_1^{*1/\sigma} G_1^{M*(\sigma-1)/\sigma}}{w_2^{M*}}$, $\alpha_{22M} = \frac{T_{22}^{M(1-\sigma)/\sigma} Y_2^{*1/\sigma} G_2^{M*(\sigma-1)/\sigma}}{w_2^{M*}}$, $\alpha_{11A} = \frac{T_{11}^{A(1-\eta)/\eta} Y_1^{*1/\eta} G_1^{A*(\eta-1)/\eta}}{w_1^{A*}}$,
 $\alpha_{12A} = \frac{T_{12}^{A(1-\eta)/\eta} Y_2^{*1/\eta} G_2^{A*(\eta-1)/\eta}}{w_1^{A*}}$, $\alpha_{21A} = \frac{T_{21}^{A(1-\eta)/\eta} Y_1^{*1/\eta} G_1^{A*(\eta-1)/\eta}}{w_2^{A*}}$ e $\alpha_{22A} = \frac{T_{22}^{A(1-\eta)/\eta} Y_2^{*1/\eta} G_2^{A*(\eta-1)/\eta}}{w_2^{A*}}$.

C.2.4 Salário Real

As equações de salário real industrial e agrícola (C.28-C.29 e C.32-C.33) foram convertidas em C.30-C.31 e C.34-C.35.

$$\omega_{1(t)}^M = w_{1(t)}^M (G_{1(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{1(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (C.28)$$

$$\omega_{2(t)}^M = w_{2(t)}^M (G_{2(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{2(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (C.29)$$

$$\tilde{\omega}_{1(t)}^M = w_{1(t)}^M - \mu \tilde{g}_{1(t-1)}^M + (\mu-1) \tilde{g}_{1(t-1)}^A \quad (C.30)$$

$$\tilde{\omega}_{2(t)}^M = w_{2(t)}^M - \mu \tilde{g}_{2(t-1)}^M + (\mu-1) \tilde{g}_{2(t-1)}^A \quad (C.31)$$

$$\omega_{1(t)}^A = w_{1(t)}^A (G_{1(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{1(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (C.32)$$

$$\omega_{2(t)}^A = w_{2(t)}^A (G_{2(t-1)}^M)^{-\mu} (G_{2(t-1)}^A)^{\mu-1} \quad (C.33)$$

$$\tilde{\omega}_{1(t)}^A = w_{1(t)}^A - \mu \tilde{g}_{1(t-1)}^M + (\mu-1) \tilde{g}_{1(t-1)}^A \quad (C.34)$$

$$\tilde{\omega}_{2(t)}^A = w_{2(t)}^A - \mu \tilde{g}_{2(t-1)}^M + (\mu-1) \tilde{g}_{2(t-1)}^A \quad (C.35)$$

C.2.5 Migração

A variação da participação regional do emprego industrial em função do diferencial do salário real estão representadas pelas expressões C.36 e C.37 e suas respectivas log-linearizações são dadas por C.38 e C.39.

$$\lambda_{1(t)} = \lambda_{1(t-1)} + \chi^M (\omega_{1(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M) \quad (C.36)$$

$$\lambda_{2(t)} = \lambda_{2(t-1)} + \chi^M (\omega_{2(t)}^M - \bar{\omega}_{(t-1)}^M) \quad (C.37)$$

$$\tilde{\lambda}_{1(t)} = \left(\frac{\chi^M}{\lambda_1^*} \right) [\omega_1^{M*} + \omega_1^{M*} \tilde{\omega}_{1(t)}^M - (\Pi)] + \tilde{\lambda}_{1(t-1)} \quad (C.38)$$

$$\tilde{\lambda}_{2(t)} = \left(\frac{\chi^M}{\lambda_2^*} \right) [\omega_2^{M*} + \omega_2^{M*} \tilde{\omega}_{2(t)}^M - (\Pi)] + \tilde{\lambda}_{2(t-1)} \quad (C.39)$$

sendo $\Pi = \lambda_1^* \omega_1^{M*} (1 + \tilde{\omega}_{1(t-1)}^M + \tilde{\lambda}_{1(t-1)}) + \lambda_2^* \omega_2^{M*} (1 + \tilde{\omega}_{2(t-1)}^M + \tilde{\lambda}_{2(t-1)})$ a representação log-linearizada da média geral do salário real industrial no período passado.

De modo análogo a participação regional do emprego agrícola em função do diferencial do salário real estão apresentadas pelas expressões C.40 e C.41 e suas respectivas log-linearizações são dadas por C.42 e C.43.

$$\phi_{1(t)} = \phi_{1(t-1)} + \chi^A (\omega_{1(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A) \quad (C.40)$$

$$\phi_{2(t)} = \phi_{2(t-1)} + \chi^A (\omega_{2(t)}^A - \bar{\omega}_{(t-1)}^A) \quad (C.41)$$

$$\tilde{\phi}_{1(t)} = \left(\frac{\chi^A}{\phi_1^*} \right) [\omega_1^{A*} + \omega_1^{A*} \tilde{\omega}_{1(t)}^A - (\Gamma)] + \tilde{\phi}_{1(t-1)} \quad (C.42)$$

$$\tilde{\phi}_{2(t)} = \left(\frac{\chi^A}{\phi_2^*} \right) [\omega_2^{A*} + \omega_2^{A*} \tilde{\omega}_{2(t)}^A - (\Gamma)] + \tilde{\phi}_{2(t-1)} \quad (C.43)$$

sendo $\Gamma = \phi_1^* \omega_1^{A*} (1 + \tilde{\omega}_{1(t-1)}^A + \tilde{\phi}_{1(t-1)}) + \phi_2^* \omega_2^{A*} (1 + \tilde{\omega}_{2(t-1)}^A + \tilde{\phi}_{2(t-1)})$ a representação log-linearizada da média geral do salário real agrícola no período passado.

C.2.6 Potencial logístico

O potencial logístico voltado a indústria é diretamente determinado pela participação regional do emprego no setor (λ) e inversamente pela distância entre as regiões ($1/d$). Por sua vez, suas transformações log-linearizadas estão representadas por C.46 e C.47.

$$\Omega_{1(t)}^{TM} = \frac{1}{d_{11}} \lambda_{1(t)} + \frac{1}{d_{12}} \lambda_{2(t)} \quad (C.44)$$

$$\Omega_{2(t)}^{TM} = \frac{1}{d_{21}} \lambda_{1(t)} + \frac{1}{d_{22}} \lambda_{2(t)} \quad (C.45)$$

$$\tilde{\Omega}_{1(t)}^{TM} = \left(\frac{1}{d_{11} \Omega_1^{TM*}} \right) (\lambda_1^* + \lambda_1^* \tilde{\lambda}_{1(t)}) + \left(\frac{1}{d_{12} \Omega_1^{TM*}} \right) (\lambda_2^* + \lambda_2^* \tilde{\lambda}_{2(t)}) - 1 \quad (C.46)$$

$$\tilde{\Omega}_{2(t)}^{TM} = \left(\frac{1}{d_{21} \Omega_2^{TM*}} \right) (\lambda_1^* + \lambda_1^* \tilde{\lambda}_{1(t)}) + \left(\frac{1}{d_{22} \Omega_2^{TM*}} \right) (\lambda_2^* + \lambda_2^* \tilde{\lambda}_{2(t)}) - 1 \quad (C.47)$$

No que concerne ao potencial logístico voltado a agricultura o raciocínio permanece, utilizado para tanto a participação do emprego no setor (ϕ) e a distância inversa ($1/d$). As log-linearizações são expressas por C.50 e C.51.

$$\Omega_{1(t)}^{TA} = \frac{1}{d_{11}} \phi_{1(t)} + \frac{1}{d_{12}} \phi_{2(t)} \quad (C.48)$$

$$\Omega_{2(t)}^{T_A} = \frac{1}{d_{21}} \phi_{1(t)} + \frac{1}{d_{22}} \phi_{2(t)} \quad (\text{C.49})$$

$$\tilde{\Omega}_{1(t)}^{T_A} = \left(\frac{1}{d_{11} \Omega_1^{T_{A^*}}} \right) (\phi_1^* + \phi_1^* \tilde{\phi}_{1(t)}) + \left(\frac{1}{d_{12} \Omega_1^{T_{A^*}}} \right) (\phi_2^* + \phi_2^* \tilde{\phi}_{2(t)}) - 1 \quad (\text{C.50})$$

$$\tilde{\Omega}_{2(t)}^{T_A} = \left(\frac{1}{d_{21} \Omega_2^{T_{A^*}}} \right) (\phi_1^* + \phi_1^* \tilde{\phi}_{1(t)}) + \left(\frac{1}{d_{32} \Omega_3^{T_{A^*}}} \right) (\phi_2^* + \phi_2^* \tilde{\phi}_{2(t)}) - 1 \quad (\text{C.51})$$

D) Rotina do Modelo

A seção anterior tratou matematicamente o sistema de equações dinâmicas visando reduzir o esforço computacional durante a implementação do modelo. Abaixo, segue a rotina do mesmo para o caso hipotético de duas regiões ($r = 2$)⁵⁷. Ele é executável pelo *software* MATLAB. Sua estrutura é composta por i) uma introdução, ii) descrição dos parâmetros (pré-determinados ou calculados), iii) tamanho da simulação, iv) implementação dos choques exógenos (elemento adicional), v) caracterização do estado estacionário, vi) descrição do núcleo do modelo (equações log-linearizadas) e vii) geração e demonstração dos resultados via tabelas e figuras.

```

%***** Federal University of Juiz de Fora *****
%***** Department of Economics *****
%*****Laboratory of Territorial and Sectoral Analyzes (LATES)*****

%Ademir Moreira - Master student at PPGE/UFJF
% Email: aamr.eco@gmail.com
%Fernando Perobelli - Full Professor at PPGE/UFJF and CNPq Scholar
% Email: fernando.perobelli@ufjf.edu.br

%*****MODEL OF LOGISTIC MARKET POTENTIAL*****
%          *** INTRODUCTION ***
%This study includes the implementation of a model that verifies the
%formation of logistic clusters, based on the theoretical model of
%Dixit-Stiglitz (1977), spatialized by Fujita et al. (1999) generate Core and
%Periphery Model. This contributes empirically to the school of the
%New Economic Geography (NEG).

%The script below is a simplified version for two regions (r=1;2), two
%productive sectors (ind = industrial 'm' & agr = agriculture 'a') and one
%sector in tow" (log = logistic), which meets the first two.

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
clear all;
clc;

%          *** PARAMETERS VALUES ***

a=1; %shock permanence parameter
ro=10; %elasticity of substitution of ind. goods
eta=10; %elasticity of substitution of agr. goods
mi=0.4; %share of total ind. employment
quim=1; %sensitivity of ind. labor to real wage deviations
quia=1; %sensitivity of agr. labor to real wage deviations
l1star=0.5; %share of ind. labor in region 1 (long-run)
l2star=0.5; %share of ind. labor in region 2 (long-run)
fi1star=0.5; %share of agr. labor in region 1 (long-run)
fi2star=0.5; %share of agr. labor in region 2 (long-run)
wm1star=1500; %ind. nominal wage in region 1 (long-run)
wm2star=1500; %ind. nominal wage in region 2 (long-run)
walstar=1000; %agr. nominal wage in region 1 (long-run)
wa2star=1000; %agr. nominal wage in region 2 (long-run)
D11=1; %distance between regions 1 and 1
D12=1000; %distance between regions 1 and 2
D21=1000; %distance between regions 2 and 1
D22=1; %distance between regions 2 and 2
t11m=0.5; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t12m=1.5; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t21m=1.5; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t22m=0.5; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t11a=0.3; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t12a=0.15; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t21a=0.15; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received
t22a=0.3; %ratio between the quantity of product dispatched and the product received

%Calculated parameters

```

⁵⁷ O código do modelo desenvolvido para análise da realidade brasileira que, contempla as 27 unidades federativas está disponível mediante solicitação.

```

y1star=mi*l1star*wm1star+(1-mi)*filstar*walstar; %income of the region 1 (long-run)
y2star=mi*l2star*wm2star+(1-mi)*fi2star*wa2star; %income of the region 2 (long-run)
gm1star=(l1star*(wm1star*t11m)^(1-ro)+l2star*(wm2star*t21m)^(1-ro))^(1/(1-ro)); %ind. price index in the region 1 (long-run)
gm2star=(l1star*(wm1star*t12m)^(1-ro)+l2star*(wm2star*t22m)^(1-ro))^(1/(1-ro)); %ind. price index in the region 2 (long-run)
galstar=(filstar*(walstar*t11a)^(1-eta)+fi2star*(wa2star*t21a)^(1-eta))^(1/(1-eta)); %agr. price index in the region 1 (long-run)
ga2star=(filstar*(walstar*t12a)^(1-eta)+fi2star*(wa2star*t22a)^(1-eta))^(1/(1-eta)); %agr. price index in the region 2 (long-run)
vm1star=wm1star*(gm1star)^(-mi)*(galstar)^(mi-1); %ind. real wage in region 1 (long-run)
vm2star=wm2star*(gm2star)^(-mi)*(ga2star)^(mi-1); %ind. real wage in region 2 (long-run)
va1star=walstar*(gm1star)^(-mi)*(galstar)^(mi-1); %agr. real wage in region 1 (long-run)
va2star=wa2star*(gm2star)^(-mi)*(ga2star)^(mi-1); %agr. real wage in region 1 (long-run)
omegam1star=(1/D11)*l1star+(1/D12)*l2star; %log. potential for the ind. sector in region 1 (long-run)
omegam2star=(1/D21)*l1star+(1/D22)*l2star; %log. potential for the ind. sector in region 2 (long-run)
omegaa1star=(1/D11)*filstar+(1/D12)*fi2star; %log. potential for the agr. sector in region 1 (long-run)
omegaa2star=(1/D21)*filstar+(1/D22)*fi2star; %log. potential for the agr. sector in region 2 (long-run)

z1m=(mi*l1star*wm1star)/y1star;
z2m=(mi*l2star*wm2star)/y2star;
z1a=((1-mi)*filstar*walstar)/y1star;
z2a=((1-mi)*fi2star*wa2star)/y2star;
psil1m=(t11m*l1star^(1/1-ro)*wm1star)/gm1star;
psil2m=(t21m*l2star^(1/1-ro)*wm2star)/gm1star;
psi21m=(t12m*l1star^(1/1-ro)*wm1star)/gm2star;
psi22m=(t22m*l2star^(1/1-ro)*wm2star)/gm2star;
psilla=(t11a*filstar^(1/1-eta)*walstar)/galstar;
psil2a=(t21a*fi2star^(1/1-eta)*wa2star)/galstar;
psi21a=(t12a*filstar^(1/1-eta)*walstar)/ga2star;
psi22a=(t22a*fi2star^(1/1-eta)*wa2star)/ga2star;
alpha11m=(t11m^((1-ro)/ro)*y1star^(1/ro)*gm1star^((ro-1)/ro))/wm1star;
alpha12m=(t12m^((1-ro)/ro)*y2star^(1/ro)*gm2star^((ro-1)/ro))/wm1star;
alpha21m=(t21m^((1-ro)/ro)*y1star^(1/ro)*gm1star^((ro-1)/ro))/wm2star;
alpha22m=(t22m^((1-ro)/ro)*y2star^(1/ro)*gm2star^((ro-1)/ro))/wm2star;
alpha11a=(t11a^((1-eta)/eta)*y1star^(1/eta)*galstar^((eta-1)/eta))/walstar;
alpha12a=(t12a^((1-eta)/eta)*y2star^(1/eta)*ga2star^((eta-1)/eta))/walstar;
alpha21a=(t21a^((1-eta)/eta)*y1star^(1/eta)*galstar^((eta-1)/eta))/wa2star;
alpha22a=(t22a^((1-eta)/eta)*y2star^(1/eta)*ga2star^((eta-1)/eta))/wa2star;

% *** SIZE SIMULATION ***
%Size of the simulation
n=input('What is the size of the simulation?(Enter 10<n<50)=');

% *** SHOCK ***
%Size of the shock
e1=input('What is the size of the shock e1 (in log.dv)?=');
e2=input('What is the size of the shock e2 (in log.dv)?=');

% *** STEADY-STATE ***
y1(1,1)=0;
y2(1,1)=0;
l1(1,1)=0;
l2(1,1)=0;
fil(1,1)=0;
fi2(1,1)=0;
gm1(1,1)=0;
gm2(1,1)=0;
gal(1,1)=0;
ga2(1,1)=0;
wm1(1,1)=0;
wm2(1,1)=0;
wa1(1,1)=0;
wa2(1,1)=0;
vm1(1,1)=0;
vm2(1,1)=0;
va1(1,1)=0;
va2(1,1)=0;
omegam1(1,1)=0;
omegam2(1,1)=0;
omegaa1(1,1)=0;
omegaa2(1,1)=0;
x1(1,1)=0;

```

```

x2(1,1)=0;

for i=2:n
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%
%*** MODEL EQUATIONS ***

%(box0...) Equation - origin of the shock
x1(i,1)=a*x1(i-1,1)+e1;
x2(i,1)=a*x2(i-1,1)+e2;

%(box1...) Equation of social income with inflation
y1(i-1,1)=z1m*(l1(i-1,1)+wm1(i-1,1))+z1a*(fil(i-1,1)+wa1(i-1,1))+x1(i,1);
y2(i-1,1)=z2m*(l2(i-1,1)+wm2(i-1,1))+z2a*(fi2(i-1,1)+wa2(i-1,1))+x2(i,1);

%(box2...) Equation of price level
gm1(i-1,1)=psil1m*(wm1(i-1,1)+(1/(1-ro))*l1(i-1,1))+psil2m*(wm2(i-1,1)+...
(1/(1-ro))*l2(i-1,1));
gm2(i-1,1)=psi21m*(wm1(i-1,1)+(1/(1-ro))*l1(i-1,1))+psi22m*(wm2(i-1,1)+...
(1/(1-ro))*l2(i-1,1));
gal(i-1,1)=psil1a*(wa1(i-1,1)+(1/(1-eta))*fil(i-1,1))+psil2a*(wa2(i-1,1)+...
(1/(1-eta))*fi2(i-1,1));
ga2(i-1,1)=psi21a*(wa1(i-1,1)+(1/(1-eta))*fil(i-1,1))+psi22a*(wa2(i-1,1)+...
(1/(1-eta))*fi2(i-1,1));

%(box3...) Equation of nominal wage
wm1(i,1)=alpha11m*((ro-1)/ro)*gm1(i-1,1)+(1/ro)*y1(i-1,1)+alpha12m*...
((ro-1)/ro)*gm2(i-1,1)+(1/ro)*y2(i-1,1));
wm2(i,1)=alpha21m*((ro-1)/ro)*gm1(i-1,1)+(1/ro)*y1(i-1,1)+alpha22m*...
((ro-1)/ro)*gm2(i-1,1)+(1/ro)*y2(i-1,1));
wa1(i,1)=alpha11a*((eta-1)/eta)*gal(i-1,1)+(1/eta)*y1(i-1,1)+alpha12a*...
((eta-1)/eta)*ga2(i-1,1)+(1/eta)*y2(i-1,1));
wa2(i,1)=alpha21a*((eta-1)/eta)*gal(i-1,1)+(1/eta)*y1(i-1,1)+alpha22a*...
((eta-1)/eta)*ga2(i-1,1)+(1/eta)*y2(i-1,1));

%(box4...) Real wage equation
vm1(i,1)=wm1(i,1)-mi*gm1(i-1,1)+(mi-1)*gal(i-1,1);
vm2(i,1)=wm2(i,1)-mi*gm2(i-1,1)+(mi-1)*ga2(i-1,1);
va1(i,1)=wa1(i,1)-mi*gm1(i-1,1)+(mi-1)*gal(i-1,1);
va2(i,1)=wa2(i,1)-mi*gm2(i-1,1)+(mi-1)*ga2(i-1,1);

%(box5...) Dynamic (labor migration)
l1(i,1)=(quim/l1star)*(vm1star+vm1star*vm1(i,1)-(l1star*vm1star*...
(1+vm1(i-1,1)+l1(i-1,1))+l2star*vm2star*(1+vm2(i-1,1)+l2(i-1,1)))+l1(i-1,1);
l2(i,1)=(quim/l2star)*(vm2star+vm2star*vm2(i,1)-(l1star*vm1star*...
(1+vm1(i-1,1)+l1(i-1,1))+l2star*vm2star*(1+vm2(i-1,1)+l2(i-1,1)))+l2(i-1,1);
fil(i,1)=(quia/filstar)*(valstar+valstar*val(i,1)-(filstar*valstar*...
(1+va1(i-1,1)+fil(i-1,1))+fi2star*va2star*(1+va2(i-1,1)+fi2(i-1,1)))+fil(i-1,1);
fi2(i,1)=(quia/fi2star)*(va2star+va2star*va2(i,1)-(filstar*valstar*...
(1+va1(i-1,1)+fil(i-1,1))+fi2star*va2star*(1+va2(i-1,1)+fi2(i-1,1)))+fi2(i-1,1);

%(box6...) Limits
l1(i,1)=-l2star*(1+l2(i,1))/l1star-1;
fil(i,1)=-fi2star*(1+fi2(i,1))/filstar-1;

%(box7...) Potential market - logistic
omegam1(i,1)=(1/(D11*omegam1star))*(l1star+l1star*l1(i,1))+...
(1/(D12*omegam1star))*(l2star+l2star*l2(i,1))-1;
omegam2(i,1)=(1/(D21*omegam2star))*(l1star+l1star*l1(i,1))+...
(1/(D22*omegam2star))*(l2star+l2star*l2(i,1))-1;
omegaal(i,1)=(1/(D11*omegaalstar))*(filstar+filstar*fil(i,1))+...
(1/(D12*omegaalstar))*(fi2star+fi2star*fi2(i,1))-1;
omegaa2(i,1)=(1/(D21*omegaa2star))*(filstar+filstar*fil(i,1))+...
(1/(D22*omegaa2star))*(fi2star+fi2star*fi2(i,1))-1;
end

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Export parameters (Excel file)
zm=[z1m;z2m];
xlswrite('par_DSSD2.xlsx',zm,'Aba.zm','A1');

za=[z1a;z2a];
xlswrite('par_DSSD2.xlsx',za,'Aba.za','A1');

psim=[psil1m psil2m; psi21m psi22m];
xlswrite('par_DSSD2.xlsx',psim,'Aba.psim','A1');

psia=[psil1a psil2a; psi21a psi22a];

```

```

xlswrite('par_DSSD2.xlsx',psia,'Aba.psia','A1');

alpham=[alpha11m alpha12m; alpha21m alpha22m];
xlswrite('par_DSSD2.xlsx',alpham,'Aba.alpham','A1');

alphaa=[alpha11a alpha12a; alpha21a alpha22a];
xlswrite('par_DSSD2.xlsx',alphaa,'Aba.alphaa','A1');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Export values long-run (*) (Excel file)
ystar=[ylstar;y2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',ystar,'Aba.ystar','A1');

gmstar=[gm1star;gm2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',gmstar,'Aba.gmstar','A1');

gastar=[ga1star;ga2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',gastar,'Aba.gastar','A1');

vmstar=[vm1star;vm2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',vmstar,'Aba.vmstar','A1');

vastar=[va1star;va2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',vastar,'Aba.vastar','A1');

omegamstar=[omegam1star;omegam2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',omegamstar,'Aba.omgmstar','A1');

omegaastar=[omegaa1star;omegaa2star];
xlswrite('long_run2.xlsx',omegaastar,'Aba.omgastar','A1');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Export results (Excel file)
y=[y1 y2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',y,'Aba.y','A1');

gm=[gm1 gm2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',gm,'Aba.gm','A1');
ga=[ga1 ga2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',ga,'Aba.ga','A1');

wm=[wm1 wm2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',wm,'Aba.wm','A1');
wa=[wa1 wa2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',wa,'Aba.wa','A1');

vm=[vm1 vm2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',vm,'Aba.vm','A1');
va=[va1 va2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',va,'Aba.va','A1');

l=[l1 l2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',l,'Aba.l','A1');
fi=[fi1 fi2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',fi,'Aba.fi','A1');

om=[omegam1 omegam2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',om,'Aba.om','A1');
oa=[omegaa1 omegaa2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',oa,'Aba.oa','A1');

x=[x1 x2];
xlswrite('res_DSSD2.xlsx',x,'Aba.x','A1');

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% ***Graphics 1***
% Figure 1 -> income
time1=[1:1:n-1]; %for y and g
figure (1)
plot(time1,y1,'b-',time1,y2,'r-')
title ('Income')
xlabel ('time')
ylabel ('y')
legend('y1','y2')

% Figure 2 -> industrial price
time1=[1:1:n-1]; %for y and g

```

```

figure (2)
plot(time1,gm1,'b-',time1,gm2,'r-')
title ('Ind. Price')
xlabel ('time')
ylabel ('gm')
legend('gm1','gm2')

% Figure 3 -> agricultural price
time1=[1:1:n-1]; %for y and g
figure (3)
plot(time1,gal,'b-',time1,ga2,'r-')
title ('Agr. Price')
xlabel ('time')
ylabel ('ga')
legend('gal','ga2')

% Figure 4 -> Nominal wage - industrial
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (4)
plot(time2,wm1,'b-',time2,wm2,'r-')
title ('Nominal wage - ind.')
xlabel ('time')
ylabel ('wm')
legend('wm1','wm2')

% Figure 5 -> Nominal wage - agricultural
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (5)
plot(time2,wal,'b-',time2,wa2,'r-')
title ('Nominal wage - agr.')
xlabel ('time')
ylabel ('wa')
legend('wal','wa2')

% Figure 6 -> Real wage - industrial
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (6)
plot(time2,vm1,'b-',time2,vm2,'r-')
title ('Real wage - ind.')
xlabel ('time')
ylabel ('vm')
legend('vm1','vm2')

% Figure 7 -> Real wage - agricultural
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (7)
plot(time2,val,'b-',time2,va2,'r-')
title ('Real wage - agr.')
xlabel ('time')
ylabel ('va')
legend('val','va2')

% Figure 8 -> Industrial labor
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (8)
plot(time2,l1,'b-',time2,l2,'r-')
title ('Ind. labor')
xlabel ('time')
ylabel ('l')
legend('l1','l2')

% Figure 9 -> Agricultural labor
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (9)
plot(time2,fi1,'b-',time2,fi2,'r-')
title ('Agr. labor')
xlabel ('time')
ylabel ('fi')
legend('fi1','fi2')

% Figure 10 -> Logistic potential - industrial
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (10)
plot(time2,omegam1,'b-',time2,omegam2,'r-')
title ('Log.->ind.')
xlabel ('time')
ylabel ('omegam')

```

```

legend('omegam1','omegam2')

% Figure 11 -> Logistic potential - agricultural
time2=[1:1:n]; %for w, v, l, fi, omgm and omga
figure (11)
plot(time2,omegaa1,'b-',time2,omegaa2,'r-')
title ('Log.->agr.')
xlabel ('time')
ylabel ('omegaa')
legend('omegaa1','omegaa2')

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%                                     ***Graphics 2***
% Figure 1 -> income
figure (12)
subplot(1,2,1)
plot(y1,'b-')
title ('Income-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('y1')

subplot(1,2,2)
plot(y2,'b-')
title ('Income-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('y2')

% Figure 2 -> price
figure (13)
subplot(2,2,1)
plot(gm1,'b-')
title ('Price index ind.-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('gm1')

subplot(2,2,2)
plot(gm2,'b-')
title ('Price index ind.-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('gm2')

subplot(2,2,3)
plot(gm2,'b-')
title ('Price index agr.-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('gm2')

subplot(2,2,4)
plot(gm2,'b-')
title ('Price index agr.-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('gm2')

% Figure 3 -> nominal wage
figure (14)
subplot(2,2,1)
plot(wm1,'b-')
title ('Ind. nominal wage-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('wm1')

subplot(2,2,2)
plot(wm2,'b-')
title ('Ind. nominal wage-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('wm2')

subplot(2,2,3)
plot(wa1,'b-')
title ('Agr. nominal wage-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('wa1')

subplot(2,2,4)
plot(wa2,'b-')
title ('Agr. nominal wage-reg.2')
xlabel ('time')

```

```

ylabel ('wa2')

% Figure 4 -> real wage
figure (15)
subplot(2,2,1)
plot(vml,'b-')
title ('Ind. real wage-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('vm1')

subplot(2,2,2)
plot(vm2,'b-')
title ('Ind. real wage-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('vm2')

subplot(2,2,3)
plot(val,'b-')
title ('Agr. real wage-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('val')

subplot(2,2,4)
plot(va2,'b-')
title ('Agr. real wage-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('va2')

% Figure 5 -> Employ - region 1
figure (16)
subplot(1,2,1)
plot(l1,'b-')
title ('Ind. employ-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('l1')

subplot(1,2,2)
plot(fil,'b-')
title ('Agr. employ-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('fil')

% Figure 6 -> Employ - region 2
figure (17)
subplot(1,2,1)
plot(l2,'b-')
title ('Ind. employ-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('l2')

subplot(1,2,2)
plot(fi2,'b-')
title ('Agr. employ-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('fi2')

% Figure 7 -> Shock
figure (18)
subplot(1,2,1)
plot(x1,'b-')
title ('Shock-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('x1')

subplot(1,2,2)
plot(x2,'b-')
title ('Shock-reg.2')
xlabel ('time')
ylabel ('x2')

% Figure 8 -> potential market - logistic
figure (19)
subplot(2,2,1)
plot(omegam1,'b-')
title ('Potential log.->ind.-reg.1')
xlabel ('time')
ylabel ('omegam1')

```


E) Variáveis endógenas, exógenas e parâmetros

E.1 Variáveis endógenas

Dada a condição imposta pela log-linearização (ver Apêndice C) as variáveis endógenas presentes no modelo terão valor inicial nulo. A descrição das mesmas, estão presentes no Quadro E.1.

Quadro E.1 - Descrição das variáveis endógenas

Símbolo	Descrição
\tilde{g}_1^A	Índice de preço agrícola em RO (log-desvio)
\tilde{g}_2^A	Índice de preço agrícola em AC (log-desvio)
\tilde{g}_3^A	Índice de preço agrícola em AM (log-desvio)
\tilde{g}_4^A	Índice de preço agrícola em RR (log-desvio)
\tilde{g}_5^A	Índice de preço agrícola em PA (log-desvio)
\tilde{g}_6^A	Índice de preço agrícola em AP (log-desvio)
\tilde{g}_7^A	Índice de preço agrícola em TO (log-desvio)
\tilde{g}_8^A	Índice de preço agrícola em MA (log-desvio)
\tilde{g}_9^A	Índice de preço agrícola em PI (log-desvio)
\tilde{g}_{10}^A	Índice de preço agrícola em CE (log-desvio)
\tilde{g}_{11}^A	Índice de preço agrícola em RN (log-desvio)
\tilde{g}_{12}^A	Índice de preço agrícola em PB (log-desvio)
\tilde{g}_{13}^A	Índice de preço agrícola em PE (log-desvio)
\tilde{g}_{14}^A	Índice de preço agrícola em AL (log-desvio)
\tilde{g}_{15}^A	Índice de preço agrícola em SE (log-desvio)
\tilde{g}_{16}^A	Índice de preço agrícola em BA (log-desvio)
\tilde{g}_{17}^A	Índice de preço agrícola em MG (log-desvio)
\tilde{g}_{18}^A	Índice de preço agrícola em ES (log-desvio)
\tilde{g}_{19}^A	Índice de preço agrícola em RJ (log-desvio)
\tilde{g}_{20}^A	Índice de preço agrícola em SP (log-desvio)
\tilde{g}_{21}^A	Índice de preço agrícola em PR (log-desvio)
\tilde{g}_{22}^A	Índice de preço agrícola em SC (log-desvio)
\tilde{g}_{23}^A	Índice de preço agrícola em RS (log-desvio)
\tilde{g}_{24}^A	Índice de preço agrícola em MS (log-desvio)
\tilde{g}_{25}^A	Índice de preço agrícola em MT (log-desvio)
\tilde{g}_{26}^A	Índice de preço agrícola em GO (log-desvio)
\tilde{g}_{27}^A	Índice de preço agrícola em DF (log-desvio)
\tilde{g}_1^M	Índice de preço industrial em RO (log-desvio)
\tilde{g}_2^M	Índice de preço industrial em AC (log-desvio)
\tilde{g}_3^M	Índice de preço industrial em AM (log-desvio)
\tilde{g}_4^M	Índice de preço industrial em RR (log-desvio)
\tilde{g}_5^M	Índice de preço industrial em PA (log-desvio)
\tilde{g}_6^M	Índice de preço industrial em AP (log-desvio)
\tilde{g}_7^M	Índice de preço industrial em TO (log-desvio)
\tilde{g}_8^M	Índice de preço industrial em MA (log-desvio)
\tilde{g}_9^M	Índice de preço industrial em PI (log-desvio)
\tilde{g}_{10}^M	Índice de preço industrial em CE (log-desvio)
\tilde{g}_{11}^M	Índice de preço industrial em RN (log-desvio)
\tilde{g}_{12}^M	Índice de preço industrial em PB (log-desvio)
\tilde{g}_{13}^M	Índice de preço industrial em PE (log-desvio)
\tilde{g}_{14}^M	Índice de preço industrial em AL (log-desvio)
\tilde{g}_{15}^M	Índice de preço industrial em SE (log-desvio)
\tilde{g}_{16}^M	Índice de preço industrial em BA (log-desvio)
\tilde{g}_{17}^M	Índice de preço industrial em MG (log-desvio)
\tilde{g}_{18}^M	Índice de preço industrial em ES (log-desvio)
\tilde{g}_{19}^M	Índice de preço industrial em RJ (log-desvio)

\tilde{g}_{20}^M	Índice de preço industrial em SP (log-desvio)
\tilde{g}_{21}^M	Índice de preço industrial em PR (log-desvio)
\tilde{g}_{22}^M	Índice de preço industrial em SC (log-desvio)
\tilde{g}_{23}^M	Índice de preço industrial em RS (log-desvio)
\tilde{g}_{24}^M	Índice de preço industrial em MS (log-desvio)
\tilde{g}_{25}^M	Índice de preço industrial em MS (log-desvio)
\tilde{g}_{26}^M	Índice de preço industrial em MT (log-desvio)
\tilde{g}_{27}^M	Índice de preço industrial em DF (log-desvio)
\tilde{w}_1^A	Salário nominal no setor agrícola em RO (log-desvio)
\tilde{w}_2^A	Salário nominal no setor agrícola em AC (log-desvio)
\tilde{w}_3^A	Salário nominal no setor agrícola em AM (log-desvio)
\tilde{w}_4^A	Salário nominal no setor agrícola em RR (log-desvio)
\tilde{w}_5^A	Salário nominal no setor agrícola em PA (log-desvio)
\tilde{w}_6^A	Salário nominal no setor agrícola em AP (log-desvio)
\tilde{w}_7^A	Salário nominal no setor agrícola em TO (log-desvio)
\tilde{w}_8^A	Salário nominal no setor agrícola em MA (log-desvio)
\tilde{w}_9^A	Salário nominal no setor agrícola em PI (log-desvio)
\tilde{w}_{10}^A	Salário nominal no setor agrícola em CE (log-desvio)
\tilde{w}_{11}^A	Salário nominal no setor agrícola em RN (log-desvio)
\tilde{w}_{12}^A	Salário nominal no setor agrícola em PB (log-desvio)
\tilde{w}_{13}^A	Salário nominal no setor agrícola em PE (log-desvio)
\tilde{w}_{14}^A	Salário nominal no setor agrícola em AL (log-desvio)
\tilde{w}_{15}^A	Salário nominal no setor agrícola em SE (log-desvio)
\tilde{w}_{16}^A	Salário nominal no setor agrícola em BA (log-desvio)
\tilde{w}_{17}^A	Salário nominal no setor agrícola em MG (log-desvio)
\tilde{w}_{18}^A	Salário nominal no setor agrícola em ES (log-desvio)
\tilde{w}_{19}^A	Salário nominal no setor agrícola em RJ (log-desvio)
\tilde{w}_{20}^A	Salário nominal no setor agrícola em SP (log-desvio)
\tilde{w}_{21}^A	Salário nominal no setor agrícola em PR (log-desvio)
\tilde{w}_{22}^A	Salário nominal no setor agrícola em SC (log-desvio)
\tilde{w}_{23}^A	Salário nominal no setor agrícola em RS (log-desvio)
\tilde{w}_{24}^A	Salário nominal no setor agrícola em MS (log-desvio)
\tilde{w}_{25}^A	Salário nominal no setor agrícola em MT (log-desvio)
\tilde{w}_{26}^A	Salário nominal no setor agrícola em GO (log-desvio)
\tilde{w}_{27}^A	Salário nominal no setor agrícola em DF (log-desvio)
\tilde{w}_1^M	Salário nominal no setor industrial em RO (log-desvio)
\tilde{w}_2^M	Salário nominal no setor industrial em AC (log-desvio)
\tilde{w}_3^M	Salário nominal no setor industrial em AM (log-desvio)
\tilde{w}_4^M	Salário nominal no setor industrial em RR (log-desvio)
\tilde{w}_5^M	Salário nominal no setor industrial em PA (log-desvio)
\tilde{w}_6^M	Salário nominal no setor industrial em AP (log-desvio)
\tilde{w}_7^M	Salário nominal no setor industrial em TO (log-desvio)
\tilde{w}_8^M	Salário nominal no setor industrial em MA (log-desvio)
\tilde{w}_9^M	Salário nominal no setor industrial em PI (log-desvio)
\tilde{w}_{10}^M	Salário nominal no setor industrial em CE (log-desvio)
\tilde{w}_{11}^M	Salário nominal no setor industrial em RN (log-desvio)
\tilde{w}_{12}^M	Salário nominal no setor industrial em PB (log-desvio)
\tilde{w}_{13}^M	Salário nominal no setor industrial em PE (log-desvio)
\tilde{w}_{14}^M	Salário nominal no setor industrial em AL (log-desvio)
\tilde{w}_{15}^M	Salário nominal no setor industrial em SE (log-desvio)
\tilde{w}_{16}^M	Salário nominal no setor industrial em BA (log-desvio)
\tilde{w}_{17}^M	Salário nominal no setor industrial em MG (log-desvio)
\tilde{w}_{18}^M	Salário nominal no setor industrial em ES (log-desvio)
\tilde{w}_{19}^M	Salário nominal no setor industrial em RJ (log-desvio)
\tilde{w}_{20}^M	Salário nominal no setor industrial em SP (log-desvio)
\tilde{w}_{21}^M	Salário nominal no setor industrial em PR (log-desvio)
\tilde{w}_{22}^M	Salário nominal no setor industrial em SC (log-desvio)
\tilde{w}_{23}^M	Salário nominal no setor industrial em RS (log-desvio)

\tilde{w}_{24}^M	Salário nominal no setor industrial em MS (log-desvio)
\tilde{w}_{25}^M	Salário nominal no setor industrial em MT (log-desvio)
\tilde{w}_{26}^M	Salário nominal no setor industrial em GO (log-desvio)
\tilde{w}_{27}^M	Salário nominal no setor industrial em DF (log-desvio)
\tilde{y}_1	Renda social em RO (log-desvio)
\tilde{y}_2	Renda social em AC (log-desvio)
\tilde{y}_3	Renda social em AM (log-desvio)
\tilde{y}_4	Renda social em RR (log-desvio)
\tilde{y}_5	Renda social em PA (log-desvio)
\tilde{y}_6	Renda social em AP (log-desvio)
\tilde{y}_7	Renda social em TO (log-desvio)
\tilde{y}_8	Renda social em MA (log-desvio)
\tilde{y}_9	Renda social em PI (log-desvio)
\tilde{y}_{10}	Renda social em CE (log-desvio)
\tilde{y}_{11}	Renda social em RN (log-desvio)
\tilde{y}_{12}	Renda social em PB (log-desvio)
\tilde{y}_{13}	Renda social em PE (log-desvio)
\tilde{y}_{14}	Renda social em AL (log-desvio)
\tilde{y}_{15}	Renda social em SE (log-desvio)
\tilde{y}_{16}	Renda social em BA (log-desvio)
\tilde{y}_{17}	Renda social em MG (log-desvio)
\tilde{y}_{18}	Renda social em ES (log-desvio)
\tilde{y}_{19}	Renda social em RJ (log-desvio)
\tilde{y}_{20}	Renda social em SP (log-desvio)
\tilde{y}_{21}	Renda social em PR (log-desvio)
\tilde{y}_{22}	Renda social em SC (log-desvio)
\tilde{y}_{23}	Renda social em RS (log-desvio)
\tilde{y}_{24}	Renda social em MS (log-desvio)
\tilde{y}_{25}	Renda social em MT (log-desvio)
\tilde{y}_{26}	Renda social em GO (log-desvio)
\tilde{y}_{27}	Renda social em DF (log-desvio)
$\tilde{\phi}_1$	Participação do emprego no setor agrícola em RO (log-desvio)
$\tilde{\phi}_2$	Participação do emprego no setor agrícola em AC (log-desvio)
$\tilde{\phi}_3$	Participação do emprego no setor agrícola em AM (log-desvio)
$\tilde{\phi}_4$	Participação do emprego no setor agrícola em RR (log-desvio)
$\tilde{\phi}_5$	Participação do emprego no setor agrícola em PA (log-desvio)
$\tilde{\phi}_6$	Participação do emprego no setor agrícola em AP (log-desvio)
$\tilde{\phi}_7$	Participação do emprego no setor agrícola em TO (log-desvio)
$\tilde{\phi}_8$	Participação do emprego no setor agrícola em MA (log-desvio)
$\tilde{\phi}_9$	Participação do emprego no setor agrícola em PI (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{10}$	Participação do emprego no setor agrícola em CE (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{11}$	Participação do emprego no setor agrícola em RN (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{12}$	Participação do emprego no setor agrícola em PB (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{13}$	Participação do emprego no setor agrícola em PE (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{14}$	Participação do emprego no setor agrícola em AL (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{15}$	Participação do emprego no setor agrícola em SE (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{16}$	Participação do emprego no setor agrícola em BA (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{17}$	Participação do emprego no setor agrícola em MG (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{18}$	Participação do emprego no setor agrícola em ES (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{19}$	Participação do emprego no setor agrícola em RJ (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{20}$	Participação do emprego no setor agrícola em SP (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{21}$	Participação do emprego no setor agrícola em PR (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{22}$	Participação do emprego no setor agrícola em SC (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{23}$	Participação do emprego no setor agrícola em RS (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{24}$	Participação do emprego no setor agrícola em MS (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{25}$	Participação do emprego no setor agrícola em MT (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{26}$	Participação do emprego no setor agrícola em GO (log-desvio)
$\tilde{\phi}_{27}$	Participação do emprego no setor agrícola em DF (log-desvio)

$\tilde{\lambda}_1$	Participação do emprego no setor industrial em RO (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_2$	Participação do emprego no setor industrial em AC (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_3$	Participação do emprego no setor industrial em AM (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_4$	Participação do emprego no setor industrial em RR (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_5$	Participação do emprego no setor industrial em PA (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_6$	Participação do emprego no setor industrial em AP (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_7$	Participação do emprego no setor industrial em TO (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_8$	Participação do emprego no setor industrial em MA (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_9$	Participação do emprego no setor industrial em PI (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{10}$	Participação do emprego no setor industrial em CE (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{11}$	Participação do emprego no setor industrial em RN (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{12}$	Participação do emprego no setor industrial em PB (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{13}$	Participação do emprego no setor industrial em PE (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{14}$	Participação do emprego no setor industrial em AL (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{15}$	Participação do emprego no setor industrial em SE (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{16}$	Participação do emprego no setor industrial em BA (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{17}$	Participação do emprego no setor industrial em MG (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{18}$	Participação do emprego no setor industrial em ES (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{19}$	Participação do emprego no setor industrial em RJ (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{20}$	Participação do emprego no setor industrial em SP (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{21}$	Participação do emprego no setor industrial em PR (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{22}$	Participação do emprego no setor industrial em SC (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{23}$	Participação do emprego no setor industrial em RS (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{24}$	Participação do emprego no setor industrial em MS (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{25}$	Participação do emprego no setor industrial em MT (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{26}$	Participação do emprego no setor industrial em GO (log-desvio)
$\tilde{\lambda}_{27}$	Participação do emprego no setor industrial em DF (log-desvio)
$\tilde{\omega}_1^A$	Salário real no setor agrícola em RO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_2^A$	Salário real no setor agrícola em AC (log-desvio)
$\tilde{\omega}_3^A$	Salário real no setor agrícola em AM (log-desvio)
$\tilde{\omega}_4^A$	Salário real no setor agrícola em RR (log-desvio)
$\tilde{\omega}_5^A$	Salário real no setor agrícola em PA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_6^A$	Salário real no setor agrícola em AP (log-desvio)
$\tilde{\omega}_7^A$	Salário real no setor agrícola em TO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_8^A$	Salário real no setor agrícola em MA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_9^A$	Salário real no setor agrícola em PI (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{10}^A$	Salário real no setor agrícola em CE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{11}^A$	Salário real no setor agrícola em RN (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{12}^A$	Salário real no setor agrícola em PB (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{13}^A$	Salário real no setor agrícola em PE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{14}^A$	Salário real no setor agrícola em AL (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{15}^A$	Salário real no setor agrícola em SE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{16}^A$	Salário real no setor agrícola em BA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{17}^A$	Salário real no setor agrícola em MG (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{18}^A$	Salário real no setor agrícola em ES (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{19}^A$	Salário real no setor agrícola em RJ (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{20}^A$	Salário real no setor agrícola em SP (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{21}^A$	Salário real no setor agrícola em PR (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{22}^A$	Salário real no setor agrícola em SC (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{23}^A$	Salário real no setor agrícola em RS (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{24}^A$	Salário real no setor agrícola em MS (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{25}^A$	Salário real no setor agrícola em MT (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{26}^A$	Salário real no setor agrícola em GO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{27}^A$	Salário real no setor agrícola em DF (log-desvio)
$\tilde{\omega}_1^M$	Salário real no setor industrial em RO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_2^M$	Salário real no setor industrial em AC (log-desvio)
$\tilde{\omega}_3^M$	Salário real no setor industrial em AM (log-desvio)

$\tilde{\omega}_4^M$	Salário real no setor industrial em RR (log-desvio)
$\tilde{\omega}_5^M$	Salário real no setor industrial em PA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_6^M$	Salário real no setor industrial em AP (log-desvio)
$\tilde{\omega}_7^M$	Salário real no setor industrial em TO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_8^M$	Salário real no setor industrial em MA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_9^M$	Salário real no setor industrial em PI (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{10}^M$	Salário real no setor industrial em CE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{11}^M$	Salário real no setor industrial em RN (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{12}^M$	Salário real no setor industrial em PB (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{13}^M$	Salário real no setor industrial em PE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{14}^M$	Salário real no setor industrial em AL (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{15}^M$	Salário real no setor industrial em SE (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{16}^M$	Salário real no setor industrial em BA (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{17}^M$	Salário real no setor industrial em MG (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{18}^M$	Salário real no setor industrial em ES (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{19}^M$	Salário real no setor industrial em RJ (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{20}^M$	Salário real no setor industrial em SP (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{21}^M$	Salário real no setor industrial em PR (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{22}^M$	Salário real no setor industrial em SC (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{23}^M$	Salário real no setor industrial em RS (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{24}^M$	Salário real no setor industrial em MS (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{25}^M$	Salário real no setor industrial em MT (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{26}^M$	Salário real no setor industrial em GO (log-desvio)
$\tilde{\omega}_{27}^M$	Salário real no setor industrial em DF (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_1^{TA}$	Potencial logístico agrícola em RO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_2^{TA}$	Potencial logístico agrícola em AC (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_3^{TA}$	Potencial logístico agrícola em AM (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_4^{TA}$	Potencial logístico agrícola em RR (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_5^{TA}$	Potencial logístico agrícola em PA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_6^{TA}$	Potencial logístico agrícola em AP (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_7^{TA}$	Potencial logístico agrícola em TO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_8^{TA}$	Potencial logístico agrícola em MA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_9^{TA}$	Potencial logístico agrícola em PI (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{10}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em CE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{11}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em RN (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{12}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em PB (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{13}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em PE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{14}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em AL (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{15}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em SE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{16}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em BA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{17}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em MG (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{18}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em ES (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{19}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em RJ (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{20}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em SP (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{21}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em PR (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{22}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em SC (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{23}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em RS (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{24}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em MS (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{25}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em MT (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{26}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em GO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{27}^{TA}$	Potencial logístico agrícola em DF (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_1^{TM}$	Potencial logístico industrial em RO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_2^{TM}$	Potencial logístico industrial em AC (log-desvio)

$\tilde{\Omega}_3^{TM}$	Potencial logístico industrial em AM (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_4^{TM}$	Potencial logístico industrial em RR (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_5^{TM}$	Potencial logístico industrial em PA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_6^{TM}$	Potencial logístico industrial em AP (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_7^{TM}$	Potencial logístico industrial em TO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_8^{TM}$	Potencial logístico industrial em MA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_9^{TM}$	Potencial logístico industrial em PI (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{10}^{TM}$	Potencial logístico industrial em CE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{11}^{TM}$	Potencial logístico industrial em RN (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{12}^{TM}$	Potencial logístico industrial em PB (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{13}^{TM}$	Potencial logístico industrial em PE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{14}^{TM}$	Potencial logístico industrial em AL (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{15}^{TM}$	Potencial logístico industrial em SE (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{16}^{TM}$	Potencial logístico industrial em BA (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{17}^{TM}$	Potencial logístico industrial em MG (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{18}^{TM}$	Potencial logístico industrial em ES (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{19}^{TM}$	Potencial logístico industrial em RJ (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{20}^{TM}$	Potencial logístico industrial em SP (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{21}^{TM}$	Potencial logístico industrial em PR (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{22}^{TM}$	Potencial logístico industrial em SC (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{23}^{TM}$	Potencial logístico industrial em RS (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{24}^{TM}$	Potencial logístico industrial em MT (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{25}^{TM}$	Potencial logístico industrial em MS (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{26}^{TM}$	Potencial logístico industrial em GO (log-desvio)
$\tilde{\Omega}_{27}^{TM}$	Potencial logístico industrial em DF (log-desvio)

Fonte: Elaboração própria.

E.2 Variáveis exógenas e parâmetros

Tabela E.1 - Valores dos parâmetros e variáveis exógenas⁵⁸ (cenário base)

Símbolo	Descrição	Valor	Fontes
G_1^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em RO	4,14E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_2^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em AC	2,67E+11	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_3^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em AM	2,66E+11	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_4^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em RR	1,16E+12	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_5^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em PA	4,27E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_6^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em AP	9,51E+11	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_7^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em TO	1,53E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_8^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em MA	1,18E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_9^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em PI	4,81E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{10}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em CE	1,04E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{11}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em RN	1,97E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{12}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em PB	2,40E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{13}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em PE	4,29E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{14}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em AL	3,60E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{15}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em SE	2,62E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{16}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em BA	1,54E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{17}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em MG	3,04E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{18}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em ES	6,28E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{19}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em RJ	1,02E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{20}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em SP	2,21E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{21}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em PR	1,31E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{22}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em SC	4,70E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{23}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em RS	2,35E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{24}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em MS	2,34E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{25}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em MT	1,50E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{26}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em GO	1,49E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{27}^{A*}	Índice de preço agrícola de <i>steady-state</i> em DF	4,60E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_1^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em RO	4,44E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_2^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em AC	2,52E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_3^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em AM	1,7E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_4^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em RR	7,19E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.

⁵⁸ Demais parâmetros que tem interação regional são apresentados separadamente em forma de matriz. Ver Tabelas E.2 a E.8.

G_5^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em PA	1,48E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_6^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em AP	4,03E+10	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_7^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em TO	6,29E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_8^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em MA	3,29E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_9^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em PI	3,9E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{10}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em CE	5,68E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{11}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em RN	1,99E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{12}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em PB	1,74E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{13}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em PE	6,4E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{14}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em AL	1,2E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{15}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em SE	2,68E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{16}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em BA	5,65E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{17}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em MG	1,39E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{18}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em ES	9,29E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{19}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em RJ	2,93E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{20}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em SP	48183038	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{21}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em PR	2E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{22}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em SC	2,29E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{23}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em RS	2,39E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{24}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em MS	1,29E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{25}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em MS	1,17E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{26}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em MT	4,64E+08	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
G_{27}^{M*}	Índice de preço industrial de <i>steady-state</i> em DF	3,04E+09	Ver seção C.2.2 do Apêndice C.
w_1^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em RO (R\$)	909,87	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_2^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em AC (R\$)	844,49	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_3^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em AM (R\$)	1075,33	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_4^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em RR (R\$)	1104,32	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_5^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em PA (R\$)	937,74	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_6^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em AP (R\$)	1090,97	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_7^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em TO (R\$)	882,08	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_8^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em MA (R\$)	925,23	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_9^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em PI (R\$)	999,20	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{10}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em CE (R\$)	791,37	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{11}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em RN (R\$)	788,04	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{12}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em PB (R\$)	810,41	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{13}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em PE (R\$)	776,96	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{14}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em AL (R\$)	714,41	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{15}^A*	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em SE (R\$)	745,59	Baseado na RAIS (MTE)*.

w_{16}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em BA (R\$)	852,93	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{17}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em MG (R\$)	884,75	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{18}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em ES (R\$)	836,55	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{19}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em RJ (R\$)	873,30	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{20}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em SP (R\$)	1122,68	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{21}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em PR (R\$)	1044,99	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{22}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em SC (R\$)	990,10	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{23}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em RS (R\$)	1047,52	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{24}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em MS (R\$)	1075,92	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{25}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em MT (R\$)	1310,23	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{26}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em GO (R\$)	1106,11	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{27}^{A*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor agrícola em DF (R\$)	1658,30	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_1^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em RO (R\$)	996,82	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_2^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em AC (R\$)	911,61	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_3^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em AM (R\$)	1673,12	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_4^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em RR (R\$)	925,01	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_5^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em PA (R\$)	1156,82	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_6^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em AP (R\$)	1022,08	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_7^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em TO (R\$)	997,69	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_8^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em MA (R\$)	1271,41	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_9^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em PI (R\$)	832,55	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{10}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em CE (R\$)	884,24	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{11}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em RN (R\$)	911,31	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{12}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em PB (R\$)	901,70	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{13}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em PE (R\$)	1149,95	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{14}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em AL (R\$)	1001,99	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{15}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em SE (R\$)	1123,35	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{16}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em BA (R\$)	1556,02	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{17}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em MG (R\$)	1411,59	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{18}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em ES (R\$)	1421,89	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{19}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em RJ (R\$)	2259,26	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{20}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em SP (R\$)	2237,96	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{21}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em PR (R\$)	1433,78	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{22}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em SC (R\$)	1381,82	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{23}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em RS (R\$)	1515,51	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{24}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em MS (R\$)	1257,50	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{25}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em MT (R\$)	1224,62	Baseado na RAIS (MTE)*.
w_{26}^M	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em GO (R\$)	1248,74	Baseado na RAIS (MTE)*.

w_{27}^{M*}	Salário nominal de <i>steady-state</i> no setor industrial em DF (R\$)	1448,31	Baseado na RAIS (MTE)*.
Y_1^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	4,80	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_2^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	0,91	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_3^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	21,93	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_4^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	0,37	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_5^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	16,27	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_6^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	0,44	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_7^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	3,24	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_8^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	7,33	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_9^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	3,26	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{10}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	25,53	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{11}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	8,12	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{12}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	8,53	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{13}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	31,01	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{14}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	11,98	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{15}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	6,02	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{16}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	44,41	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{17}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	148,49	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{18}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	20,92	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{19}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	99,14	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{20}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	690,15	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{21}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	114,00	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{22}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	100,33	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{23}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	125,88	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{24}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	19,07	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{25}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	26,32	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{26}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	39,33	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
Y_{27}^*	Renda social de <i>steady-state</i> em (R\$)	5,55	Ver seção C.2.1 do Apêndice C.
μ^A	Proporção de trabalhadores agrícolas em relação ao total	0,17	Baseado na RAIS (MTE)*.
μ^M	Proporção de trabalhadores industriais em relação ao total	0,83	Baseado na RAIS (MTE)*.
σ	Elasticidade de substituição para bens industriais	2,079	Retirado de Haddad e Faria (2014).
η	Elasticidade de substituição para bens agrícolas	1,720	Retirado de Haddad e Faria (2014).
χ^A	Sensibilidade locacional do trabalho agrícola a desvios no salário real	0,10	Valor adotado no cenário base.
χ^M	Sensibilidade locacional do trabalho industrial a desvios no salário real	0,10	Valor adotado no cenário base.
τ^A	Valor presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^A)	0,60	Valor adotado no cenário base.
τ^M	Valor presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^M)	0,30	Valor adotado no cenário base.
ϕ_1^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em RO	0,0072	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_2^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em AC	0,0021	Baseado na RAIS (MTE)*.

ϕ_3^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em AM	0,0022	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_4^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em RR	0,0008	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_5^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em PA	0,0315	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_6^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em AP	0,0007	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_7^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em TO	0,0109	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_8^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em MA	0,0148	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_9^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em PI	0,0050	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{10}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em CE	0,0167	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{11}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em RN	0,0112	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{12}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em PB	0,0094	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{13}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em PE	0,0322	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{14}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em AL	0,0067	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{15}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em SE	0,0083	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{16}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em BA	0,0621	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{17}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em MG	0,1807	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{18}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em ES	0,0222	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{19}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em RJ	0,0156	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{20}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em SP	0,2382	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{21}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em PR	0,0716	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{22}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em SC	0,0307	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{23}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em RS	0,0556	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{24}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em MS	0,0437	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{25}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em MT	0,0608	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{26}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em GO	0,0546	Baseado na RAIS (MTE)*.
ϕ_{27}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor agrícola em DF	0,0045	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_1^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em RO	0,0045	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_2^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em AC	0,0008	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_3^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em AM	0,0155	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_4^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em RR	0,0003	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_5^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em PA	0,0117	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_6^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em AP	0,0004	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_7^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em TO	0,0019	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_8^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em MA	0,0047	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_9^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em PI	0,0035	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{10}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em CE	0,0317	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{11}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em RN	0,0088	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{12}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em PB	0,0097	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{13}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em PE	0,0280	Baseado na RAIS (MTE)*.

λ_{14}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em AL	0,0134	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{15}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em SE	0,0053	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{16}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em BA	0,0274	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{17}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em MG	0,1036	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{18}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em ES	0,0150	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{19}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em RJ	0,0516	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{20}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em SP	0,3471	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{21}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em PR	0,0851	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{22}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em SC	0,0830	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{23}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em RS	0,0922	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{24}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em MS	0,0106	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{25}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em MT	0,0126	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{26}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em GO	0,0280	Baseado na RAIS (MTE)*.
λ_{27}^*	Participação de <i>steady-state</i> do emprego no setor industrial em DF	0,0036	Baseado na RAIS (MTE)*.
Ω_1^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em RO	0,0075	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_2^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em AC	0,0024	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_3^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em AM	0,0024	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_4^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em RR	0,0010	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_5^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em PA	0,0319	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_6^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em AP	0,0011	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_7^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em TO	0,0115	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_8^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em MA	0,0153	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_9^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em PI	0,0056	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{10}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em CE	0,0172	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{11}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em RN	0,0118	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{12}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em PB	0,0102	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{13}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em PE	0,0328	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{14}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em AL	0,0074	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{15}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em SE	0,0090	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{16}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em BA	0,0627	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{17}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em MG	0,1816	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{18}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em ES	0,0233	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{19}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em RJ	0,0170	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{20}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em SP	0,2395	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.

Ω_{21}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em PR	0,0728	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{22}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em SC	0,0318	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{23}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em RS	0,0562	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{24}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em MS	0,0466	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{25}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em MT	0,0614	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{26}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em GO	0,0555	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{27}^{TA*}	Potencial logístico agrícola de <i>steady-state</i> em DF	0,0057	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_1^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em RO	0,0048	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_2^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em AC	0,0011	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_3^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em AM	0,0158	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_4^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em RR	0,0005	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_5^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em PA	0,0121	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_6^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em AP	0,0007	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_7^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em TO	0,0025	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_8^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em MA	0,0051	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_9^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em PI	0,0040	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{10}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em CE	0,0322	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{11}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em RN	0,0093	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{12}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em PB	0,0104	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{13}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em PE	0,0286	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{14}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em AL	0,0140	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{15}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em SE	0,0060	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{16}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em BA	0,0280	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{17}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em MG	0,1047	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{18}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em ES	0,0161	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{19}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em RJ	0,0531	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{20}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em SP	0,3480	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{21}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em PR	0,0866	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{22}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em SC	0,0842	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{23}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em RS	0,0930	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{24}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em MT	0,0145	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{25}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em MS	0,0131	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.

Ω_{26}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em GO	0,0289	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.
Ω_{27}^{TM*}	Potencial logístico industrial de <i>steady-state</i> em DF	0,0045	Ver seção C.2.6 do Apêndice C.

Nota: * Calculado a partir da média entre o período de 2006 e 2015.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.2 - Valores dos parâmetros de distância inter-regional - em km* (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	1	504	884	1585	2541	2350	2977	3024	3007	4245	4741	4573	4462	4271	4008	3838	2936	3369	3321	2960	3057	3334	3452	2137	1430	2303	2410
Rio Branco	504	1	1385	2086	3041	2851	3478	3524	3508	4745	5242	5074	4963	4772	4509	4339	3437	3870	3822	3461	3558	3834	3953	2638	1931	2804	2911
Manaus	884	1385	1	814	3022	2832	3858	3505	3489	4046	4584	4588	5343	5152	4889	4720	3817	4250	4202	3841	3938	4215	4333	3018	2311	3184	3292
Boa Vista	1585	2086	814	1	2568	1851	2855	3051	3035	3592	4130	4134	4085	4064	5590	5421	4518	4951	4903	4542	4639	4916	5034	3719	3012	3885	3993
Belém	2541	3041	3022	2568	1	442	1230	669	1005	1543	2037	2102	2097	2077	2103	2141	2655	3038	3035	2965	3227	3507	3945	2687	2244	2018	1963
Macapá	2350	2851	2832	1851	442	1	1614	1053	1389	1927	2421	2486	2481	2460	2487	2525	3039	3422	3419	3349	3611	3891	4329	3071	2628	2402	2347
Palmas	2977	3478	3858	2855	1230	1614	1	1234	1091	1648	2058	2128	2027	1836	1573	1404	1499	1925	1879	1830	2092	2372	2810	1695	1549	883	807
São Luís	3024	3524	3505	3051	669	1053	1234	1	463	891	1386	1543	1555	1534	1561	1599	2550	2496	2807	2968	3231	3510	3949	2834	2495	2021	1929
Teresina	3007	3508	3489	3035	1005	1389	1091	463	1	603	1098	1143	1139	1118	1144	1182	2134	2079	2390	2555	2817	3097	3535	2560	2521	1748	1541
Fortaleza	4245	4745	4046	3592	1543	1927	1648	891	603	1	502	659	769	1003	1072	1204	2216	2100	2472	2823	3212	3491	3930	2856	2817	2043	1837
Natal	4741	5242	4584	4130	2037	2421	2058	1386	1098	502	1	182	292	526	757	1074	2186	2044	2443	2793	3183	3462	3900	3201	3313	2539	2333
João Pessoa	4573	5074	4588	4134	2102	2486	2128	1543	1143	659	182	1	124	358	589	906	2019	1876	2275	2626	3015	3294	3733	3033	3145	2372	2165
Recife	4462	4963	5343	4085	2097	2481	2027	1555	1139	769	292	124	1	247	478	795	1907	1765	2164	2514	2904	3183	3621	2922	3034	2260	2054
Maceió	4271	4772	5152	4064	2077	2460	1836	1534	1118	1003	526	358	247	1	287	604	1716	1574	1973	2323	2713	2992	3430	2731	2843	2069	1863
Aracaju	4008	4509	4889	5590	2103	2487	1573	1561	1144	1072	757	589	478	287	1	341	1453	1311	1710	2060	2450	2729	3167	2468	2580	1806	1600
Salvador	3838	4339	4720	5421	2141	2525	1404	1599	1182	1204	1074	906	795	604	341	1	1284	964	1540	1891	2281	2559	2998	2298	2410	1637	1430
Belo Horizonte	2936	3437	3817	4518	2655	3039	1499	2550	2134	2216	2186	2019	1907	1716	1453	1284	1	437	384	557	947	1225	1664	1279	1508	846	694
Vitória	3369	3870	4250	4951	3038	3422	1925	2496	2079	2100	2044	1876	1765	1574	1311	964	437	1	487	922	1312	1591	2029	1904	1941	1279	1121
Rio de Janeiro	3321	3822	4202	4903	3035	3419	1879	2807	2390	2472	2443	2275	2164	1973	1710	1540	384	487	1	441	831	1109	1548	1423	1893	1327	1074
São Paulo	2960	3461	3841	4542	2965	3349	1830	2968	2555	2823	2793	2626	2514	2323	2060	1891	557	922	441	1	413	692	1131	101	1532	964	1016
Curitiba	3057	3558	3938	4639	3227	3611	2092	3231	2817	3212	3183	3015	2904	2713	2450	2281	947	1312	831	413	1	298	737	961	1629	1227	1279
Florianópolis	3334	3834	4215	4916	3507	3891	2372	3510	3097	3491	3462	3294	3183	2992	2729	2559	1225	1591	1109	692	298	1	454	1238	1906	1506	1558
Porto Alegre	3452	3953	4333	5034	3945	4329	2810	3949	3535	3930	3900	3733	3621	3430	3167	2998	1664	2029	1548	1131	737	454	1	1356	2024	1945	1996
Campo Grande	2137	2638	3018	3719	2687	3071	1695	2834	2560	2856	3201	3033	2922	2731	2468	2298	1279	1904	1423	101	961	1238	1356	1	709	830	1022
Cuiabá	1430	1931	2311	3012	2244	2628	1549	2495	2521	2817	3313	3145	3034	2843	2580	2410	1508	1941	1893	1532	1629	1906	2024	709	1	875	982
Goiânia	2303	2804	3184	3885	2018	2402	883	2021	1748	2043	2539	2372	2260	2069	1806	1637	846	1279	1327	964	1227	1506	1945	830	875	1	209
Brasília	2410	2911	3292	3993	1963	2347	807	1929	1541	1837	2333	2165	2054	1863	1600	1430	694	1121	1074	1016	1279	1558	1996	1022	982	209	1

Nota:* Parâmetro simbolizado por d_{rs} .

Fonte: Elaboração própria, com base em informações disponibilizadas em De Carvalho *et al.* (2016).

Tabela E.3 - Valores dos parâmetros T_{rs}^A * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	0,6	302,4	530,4	951,0	1524,6	1410,0	1786,2	1814,4	1804,2	2547,0	2844,6	2743,8	2677,2	2562,6	2404,8	2302,8	1761,6	2021,4	1992,6	1776,0	1834,2	2000,4	2071,2	1282,2	858,0	1381,8	1446,0
Rio Branco	302,4	0,6	831,0	1251,6	1824,6	1710,6	2086,8	2114,4	2104,8	2847,0	3145,2	3044,4	2977,8	2863,2	2705,4	2603,4	2062,2	2322,0	2293,2	2076,6	2134,8	2300,4	2371,8	1582,8	1158,6	1682,4	1746,6
Manaus	530,4	831,0	0,6	488,4	1813,2	1699,2	2314,8	2103,0	2093,4	2427,6	2750,4	2752,8	3205,8	3091,2	2933,4	2832,0	2290,2	2550,0	2521,2	2304,6	2362,8	2529,0	2599,8	1810,8	1386,6	1910,4	1975,2
Boa Vista	951,0	1251,6	488,4	0,6	1540,8	1110,6	1713,0	1830,6	1821,0	2155,2	2478,0	2480,4	2451,0	2438,4	3354,0	3252,6	2710,8	2970,6	2941,8	2725,2	2783,4	2949,6	3020,4	2231,4	1807,2	2331,0	2395,8
Belém	1524,6	1824,6	1813,2	1540,8	0,6	265,2	738,0	401,4	603,0	925,8	1222,2	1261,2	1258,2	1246,2	1261,8	1284,6	1593,0	1822,8	1821,0	1779,0	1936,2	2104,2	2367,0	1612,2	1346,4	1210,8	1177,8
Macapá	1410,0	1710,6	1699,2	1110,6	265,2	0,6	968,4	631,8	833,4	1156,2	1452,6	1491,6	1488,6	1476,0	1492,2	1515,0	1823,4	2053,2	2051,4	2009,4	2166,6	2334,6	2597,4	1842,6	1576,8	1441,2	1408,2
Palmas	1786,2	2086,8	2314,8	1713,0	738,0	968,4	0,6	740,4	654,6	988,8	1234,8	1276,8	1216,2	1101,6	943,8	842,4	899,4	1155,0	1127,4	1098,0	1255,2	1423,2	1686,0	1017,0	929,4	529,8	484,2
São Luís	1814,4	2114,4	2103,0	1830,6	401,4	631,8	740,4	0,6	277,8	534,6	831,6	925,8	933,0	920,4	936,6	959,4	1530,0	1497,6	1684,2	1780,8	1938,6	2106,0	2369,4	1700,4	1497,0	1212,6	1157,4
Teresina	1804,2	2104,8	2093,4	1821,0	603,0	833,4	654,6	277,8	0,6	361,8	658,8	685,8	683,4	670,8	686,4	709,2	1280,4	1247,4	1434,0	1533,0	1690,2	1858,2	2121,0	1536,0	1512,6	1048,8	924,6
Fortaleza	2547,0	2847,0	2427,6	2155,2	925,8	1156,2	988,8	534,6	361,8	0,6	301,2	395,4	461,4	601,8	643,2	722,4	1329,6	1260,0	1483,2	1693,8	1927,2	2094,6	2358,0	1713,6	1690,2	1225,8	1102,2
Natal	2844,6	3145,2	2750,4	2478,0	1222,2	1452,6	1234,8	831,6	658,8	301,2	0,6	109,2	175,2	315,6	454,2	644,4	1311,6	1226,4	1465,8	1675,8	1909,8	2077,2	2340,0	1920,6	1987,8	1523,4	1399,8
João Pessoa	2743,8	3044,4	2752,8	2480,4	1261,2	1491,6	1276,8	925,8	685,8	395,4	109,2	0,6	74,4	214,8	353,4	543,6	1211,4	1125,6	1365,0	1575,6	1809,0	1976,4	2239,8	1819,8	1887,0	1423,2	1299,0
Recife	2677,2	2977,8	3205,8	2451,0	1258,2	1488,6	1216,2	933,0	683,4	461,4	175,2	74,4	0,6	148,2	286,8	477,0	1144,2	1059,0	1298,4	1508,4	1742,4	1909,8	2172,6	1753,2	1820,4	1356,0	1232,4
Maceió	2562,6	2863,2	3091,2	2438,4	1246,2	1476,0	1101,6	920,4	670,8	601,8	315,6	214,8	148,2	0,6	172,2	362,4	1029,6	944,4	1183,8	1393,8	1627,8	1795,2	2058,0	1638,6	1705,8	1241,4	1117,8
Aracaju	2404,8	2705,4	2933,4	3354,0	1261,8	1492,2	943,8	936,6	686,4	643,2	454,2	353,4	286,8	172,2	0,6	204,6	871,8	786,6	1026,0	1236,0	1470,0	1637,4	1900,2	1480,8	1548,0	1083,6	960,0
Salvador	2302,8	2603,4	2832,0	3252,6	1284,6	1515,0	842,4	959,4	709,2	722,4	644,4	543,6	477,0	362,4	204,6	0,6	770,4	578,4	924,0	1134,6	1368,6	1535,4	1798,8	1378,8	1446,0	982,2	858,0
Belo Horizonte	1761,6	2062,2	2290,2	2710,8	1593,0	1823,4	899,4	1530,0	1280,4	1329,6	1311,6	1211,4	1144,2	1029,6	871,8	770,4	0,6	262,2	230,4	334,2	568,2	735,0	998,4	767,4	904,8	507,6	416,4
Vitória	2021,4	2322,0	2550,0	2970,6	1822,8	2053,2	1155,0	1497,6	1247,4	1260,0	1226,4	1125,6	1059,0	944,4	786,6	578,4	262,2	0,6	292,2	553,2	787,2	954,6	1217,4	1142,4	1164,6	767,4	672,6
Rio de Janeiro	1992,6	2293,2	2521,2	2941,8	1821,0	2051,4	1127,4	1684,2	1434,0	1483,2	1465,8	1365,0	1298,4	1183,8	1026,0	924,0	230,4	292,2	0,6	264,6	498,6	665,4	928,8	853,8	1135,8	796,2	644,4
São Paulo	1776,0	2076,6	2304,6	2725,2	1779,0	2009,4	1098,0	1780,8	1533,0	1693,8	1675,8	1575,6	1508,4	1393,8	1236,0	1134,6	334,2	553,2	264,6	0,6	247,8	415,2	678,6	60,6	919,2	578,4	609,6
Curitiba	1834,2	2134,8	2362,8	2783,4	1936,2	2166,6	1255,2	1938,6	1690,2	1927,2	1909,8	1809,0	1742,4	1627,8	1470,0	1368,6	568,2	787,2	498,6	247,8	0,6	178,8	442,2	576,6	977,4	736,2	767,4
Florianópolis	2000,4	2300,4	2529,0	2949,6	2104,2	2334,6	1423,2	2106,0	1858,2	2094,6	2077,2	1976,4	1909,8	1795,2	1637,4	1535,4	735,0	954,6	665,4	415,2	178,8	0,6	272,4	742,8	1143,6	903,6	934,8
Porto Alegre	2071,2	2371,8	2599,8	3020,4	2367,0	2597,4	1686,0	2369,4	2121,0	2358,0	2340,0	2239,8	2172,6	2058,0	1900,2	1798,8	998,4	1217,4	928,8	678,6	442,2	272,4	0,6	813,6	1214,4	1167,0	1197,6
Campo Grande	1282,2	1582,8	1810,8	2231,4	1612,2	1842,6	1017,0	1700,4	1536,0	1713,6	1920,6	1819,8	1753,2	1638,6	1480,8	1378,8	767,4	1142,4	853,8	60,6	576,6	742,8	813,6	0,6	425,4	498,0	613,2
Cuiabá	858,0	1158,6	1386,6	1807,2	1346,4	1576,8	929,4	1497,0	1512,6	1690,2	1987,8	1887,0	1820,4	1705,8	1548,0	1446,0	904,8	1164,6	1135,8	919,2	977,4	1143,6	1214,4	425,4	0,6	525,0	589,2
Goiânia	1381,8	1682,4	1910,4	2331,0	1210,8	1441,2	529,8	1212,6	1048,8	1225,8	1523,4	1423,2	1356,0	1241,4	1083,6	982,2	507,6	767,4	796,2	578,4	736,2	903,6	1167,0	498,0	525,0	0,6	125,4
Brasília	1446,0	1746,6	1975,2	2395,8	1177,8	1408,2	484,2	1157,4	924,6	1102,2	1399,8	1299,0	1232,4	1117,8	960,0	858,0	416,4	672,6	644,4	609,6	767,4	934,8	1197,6	613,2	589,2	125,4	0,6

Nota: *Verifica-se que $T_{rs}^A = \tau^A 1/d_{rs}$, onde neste caso $\tau^A = 0,6$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.4 - Valores dos parâmetros T_{rs}^M * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	0,3	151,2	265,2	475,5	762,3	705	893,1	907,2	902,1	1273,5	1422,3	1371,9	1338,6	1281,3	1202,4	1151,4	880,8	1010,7	996,3	888	917,1	1000,2	1035,6	641,1	429	690,9	723
Rio Branco	151,2	0,3	415,5	625,8	912,3	855,3	1043,4	1057,2	1052,4	1423,5	1572,6	1522,2	1488,9	1431,6	1352,7	1301,7	1031,1	1161	1146,6	1038,3	1067,4	1150,2	1185,9	791,4	579,3	841,2	873,3
Manaus	265,2	415,5	0,3	244,2	906,6	849,6	1157,4	1051,5	1046,7	1213,8	1375,2	1376,4	1602,9	1545,6	1466,7	1416	1145,1	1275	1260,6	1152,3	1181,4	1264,5	1299,9	905,4	693,3	955,2	987,6
Boa Vista	475,5	625,8	244,2	0,3	770,4	555,3	856,5	915,3	910,5	1077,6	1239	1240,2	1225,5	1219,2	1677	1626,3	1355,4	1485,3	1470,9	1362,6	1391,7	1474,8	1510,2	1115,7	903,6	1165,5	1197,9
Belém	762,3	912,3	906,6	770,4	0,3	132,6	369	200,7	301,5	462,9	611,1	630,6	629,1	623,1	630,9	642,3	796,5	911,4	910,5	889,5	968,1	1052,1	1183,5	806,1	673,2	605,4	588,9
Macapá	705	855,3	849,6	555,3	132,6	0,3	484,2	315,9	416,7	578,1	726,3	745,8	744,3	738	746,1	757,5	911,7	1026,6	1025,7	1004,7	1083,3	1167,3	1298,7	921,3	788,4	720,6	704,1
Palmas	893,1	1043,4	1157,4	856,5	369	484,2	0,3	370,2	327,3	494,4	617,4	638,4	608,1	550,8	471,9	421,2	449,7	577,5	563,7	549	627,6	711,6	843	508,5	464,7	264,9	242,1
São Luís	907,2	1057,2	1051,5	915,3	200,7	315,9	370,2	0,3	138,9	267,3	415,8	462,9	466,5	460,2	468,3	479,7	765	748,8	842,1	890,4	969,3	1053	1184,7	850,2	748,5	606,3	578,7
Teresina	902,1	1052,4	1046,7	910,5	301,5	416,7	327,3	138,9	0,3	180,9	329,4	342,9	341,7	335,4	343,2	354,6	640,2	623,7	717	766,5	845,1	929,1	1060,5	768	756,3	524,4	462,3
Fortaleza	1273,5	1423,5	1213,8	1077,6	462,9	578,1	494,4	267,3	180,9	0,3	150,6	197,7	230,7	300,9	321,6	361,2	664,8	630	741,6	846,9	963,6	1047,3	1179	856,8	845,1	612,9	551,1
Natal	1422,3	1572,6	1375,2	1239	611,1	726,3	617,4	415,8	329,4	150,6	0,3	54,6	87,6	157,8	227,1	322,2	655,8	613,2	732,9	837,9	954,9	1038,6	1170	960,3	993,9	761,7	699,9
João Pessoa	1371,9	1522,2	1376,4	1240,2	630,6	745,8	638,4	462,9	342,9	197,7	54,6	0,3	37,2	107,4	176,7	271,8	605,7	562,8	682,5	787,8	904,5	988,2	1119,9	909,9	943,5	711,6	649,5
Recife	1338,6	1488,9	1602,9	1225,5	629,1	744,3	608,1	466,5	341,7	230,7	87,6	37,2	0,3	74,1	143,4	238,5	572,1	529,5	649,2	754,2	871,2	954,9	1086,3	876,6	910,2	678	616,2
Maceió	1281,3	1431,6	1545,6	1219,2	623,1	738	550,8	460,2	335,4	300,9	157,8	107,4	74,1	0,3	86,1	181,2	514,8	472,2	591,9	696,9	813,9	897,6	1029	819,3	852,9	620,7	558,9
Aracaju	1202,4	1352,7	1466,7	1677	630,9	746,1	471,9	468,3	343,2	321,6	227,1	176,7	143,4	86,1	0,3	102,3	435,9	393,3	513	618	735	818,7	950,1	740,4	774	541,8	480
Salvador	1151,4	1301,7	1416	1626,3	642,3	757,5	421,2	479,7	354,6	361,2	322,2	271,8	238,5	181,2	102,3	0,3	385,2	289,2	462	567,3	684,3	767,7	899,4	689,4	723	491,1	429
Belo Horizonte	880,8	1031,1	1145,1	1355,4	796,5	911,7	449,7	765	640,2	664,8	655,8	605,7	572,1	514,8	435,9	385,2	0,3	131,1	115,2	167,1	284,1	367,5	499,2	383,7	452,4	253,8	208,2
Vitória	1010,7	1161	1275	1485,3	911,4	1026,6	577,5	748,8	623,7	630	613,2	562,8	529,5	472,2	393,3	289,2	131,1	0,3	146,1	276,6	393,6	477,3	608,7	571,2	582,3	383,7	336,3
Rio de Janeiro	996,3	1146,6	1260,6	1470,9	910,5	1025,7	563,7	842,1	717	741,6	732,9	682,5	649,2	591,9	513	462	115,2	146,1	0,3	132,3	249,3	332,7	464,4	426,9	567,9	398,1	322,2
São Paulo	888	1038,3	1152,3	1362,6	889,5	1004,7	549	890,4	766,5	846,9	837,9	787,8	754,2	696,9	618	567,3	167,1	276,6	132,3	0,3	123,9	207,6	339,3	30,3	459,6	289,2	304,8
Curitiba	917,1	1067,4	1181,4	1391,7	968,1	1083,3	627,6	969,3	845,1	963,6	954,9	904,5	871,2	813,9	735	684,3	284,1	393,6	249,3	123,9	0,3	89,4	221,1	288,3	488,7	368,1	383,7
Florianópolis	1000,2	1150,2	1264,5	1474,8	1052,1	1167,3	711,6	1053	929,1	1047,3	1038,6	988,2	954,9	897,6	818,7	767,7	367,5	477,3	332,7	207,6	89,4	0,3	136,2	371,4	571,8	451,8	467,4
Porto Alegre	1035,6	1185,9	1299,9	1510,2	1183,5	1298,7	843	1184,7	1060,5	1179	1170	1119,9	1086,3	1029	950,1	899,4	499,2	608,7	464,4	339,3	221,1	136,2	0,3	406,8	607,2	583,5	598,8
Campo Grande	641,1	791,4	905,4	1115,7	806,1	921,3	508,5	850,2	768	856,8	960,3	909,9	876,6	819,3	740,4	689,4	383,7	571,2	426,9	30,3	288,3	371,4	406,8	0,3	212,7	249	306,6
Cuiabá	429	579,3	693,3	903,6	673,2	788,4	464,7	748,5	756,3	845,1	993,9	943,5	910,2	852,9	774	723	452,4	582,3	567,9	459,6	488,7	571,8	607,2	212,7	0,3	262,5	294,6
Goiânia	690,9	841,2	955,2	1165,5	605,4	720,6	264,9	606,3	524,4	612,9	761,7	711,6	678	620,7	541,8	491,1	253,8	383,7	398,1	289,2	368,1	451,8	583,5	249	262,5	0,3	62,7
Brasília	723	873,3	987,6	1197,9	588,9	704,1	242,1	578,7	462,3	551,1	699,9	649,5	616,2	558,9	480	429	208,2	336,3	322,2	304,8	383,7	467,4	598,8	306,6	294,6	62,7	0,3

Nota: *Verifica-se que $T_{rs}^M = \tau^M / d_{rs}$, onde neste caso $\tau^A = 0,3$.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.5 - Valores dos parâmetros α_{rs}^A * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	94,2	5,8	29,0	3,9	2,8	3,4	1,7	2,5	2,8	4,2	2,7	3,1	3,2	4,6	2,8	2,7	3,1	3,4	10,3	6,7	4,9	7,4	6,3	2,6	3,0	3,1	4,1
Rio Branco	7,5	84,5	25,9	3,8	2,8	3,4	1,8	2,5	2,8	4,3	2,8	3,2	3,3	4,7	2,8	2,8	3,2	3,4	10,4	6,7	4,9	7,6	6,4	2,5	2,9	3,1	4,1
Manaus	4,7	3,2	420,4	4,4	2,2	2,7	1,3	2,0	2,2	3,6	2,3	2,6	2,5	3,6	2,1	2,1	2,4	2,6	7,9	5,1	3,7	5,7	4,8	1,9	2,1	2,3	3,1
Boa Vista	3,6	2,6	24,8	70,7	2,3	3,1	1,5	2,0	2,3	3,7	2,4	2,6	2,7	3,8	2,0	2,0	2,2	2,4	7,2	4,6	3,4	5,2	4,4	1,7	1,8	2,1	2,7
Belém	3,4	2,7	16,8	3,1	71,8	6,6	2,4	4,5	4,3	6,3	3,7	4,1	4,3	6,0	3,5	3,4	3,2	3,4	10,3	6,5	4,6	7,1	5,7	2,2	2,4	3,2	4,3
Macapá	3,0	2,3	14,9	3,1	4,8	73,1	1,9	3,2	3,2	4,9	3,0	3,3	3,4	4,8	2,8	2,7	2,6	2,8	8,4	5,3	3,8	5,8	4,7	1,8	1,9	2,6	3,5
Palmas	3,4	2,7	16,2	3,2	3,9	4,1	51,1	3,7	4,4	6,5	4,0	4,4	4,6	6,7	4,2	4,3	4,3	4,4	13,4	8,4	5,9	8,9	7,0	2,9	3,0	4,8	6,7
São Luís	3,2	2,5	16,0	2,9	4,8	4,7	2,5	70,2	6,0	8,0	4,5	4,8	4,9	6,9	4,0	3,9	3,3	3,7	10,8	6,6	4,7	7,2	5,8	2,2	2,3	3,2	4,4
Teresina	3,0	2,3	14,9	2,7	3,7	3,9	2,4	5,0	73,0	8,7	4,6	5,0	5,2	7,3	4,2	4,1	3,3	3,7	10,7	6,5	4,6	7,0	5,6	2,2	2,2	3,2	4,5
Fortaleza	3,3	2,6	17,7	3,2	3,9	4,3	2,6	4,8	6,3	160,3	8,0	8,0	7,7	9,6	5,5	5,1	4,0	4,7	13,3	7,8	5,5	8,4	6,8	2,6	2,6	3,8	5,3
Natal	3,1	2,5	16,8	3,0	3,5	3,9	2,3	4,0	4,9	11,9	108,2	13,7	11,6	12,7	6,4	5,4	4,1	4,8	13,5	7,9	5,5	8,5	6,9	2,5	2,4	3,5	4,8
João Pessoa	3,1	2,5	16,4	3,0	3,4	3,7	2,2	3,7	4,7	10,3	11,9	117,6	16,1	14,5	6,9	5,6	4,1	4,8	13,5	7,9	5,5	8,4	6,8	2,5	2,4	3,5	4,8
Recife	3,3	2,6	16,0	3,1	3,5	3,9	2,4	3,9	4,9	10,1	10,2	16,3	126,5	17,6	7,9	6,2	4,4	5,2	14,4	8,4	5,8	8,9	7,2	2,6	2,6	3,7	5,2
Maceió	3,6	2,9	17,7	3,4	3,9	4,3	2,7	4,2	5,4	9,8	8,7	11,4	13,7	192,6	10,6	7,6	5,0	5,9	16,2	9,4	6,5	9,9	8,0	2,9	2,9	4,2	5,8
Aracaju	3,6	2,8	17,3	2,8	3,7	4,1	2,8	4,0	5,1	9,2	7,1	8,9	10,0	17,3	108,3	9,2	5,1	6,1	16,5	9,5	6,5	9,9	7,9	2,9	2,9	4,2	6,0
Salvador	3,2	2,5	15,4	2,5	3,2	3,5	2,5	3,5	4,4	7,6	5,4	6,5	7,0	11,1	8,2	92,4	4,7	6,1	15,1	8,6	5,9	8,9	7,1	2,6	2,6	3,8	5,5
Belo Horizonte	3,4	2,7	16,2	2,6	2,8	3,1	2,4	2,8	3,3	5,7	3,9	4,5	4,7	6,9	4,3	4,5	91,1	8,1	26,0	13,8	8,2	11,6	8,7	3,3	3,0	4,9	7,1
Vitória	3,4	2,7	16,4	2,7	2,8	3,2	2,3	2,9	3,6	6,2	4,2	4,9	5,1	7,5	4,8	5,3	7,6	109,6	24,9	11,8	7,5	11,0	8,5	2,9	2,9	4,3	6,2
Rio de Janeiro	3,3	2,6	15,7	2,6	2,7	3,0	2,2	2,7	3,2	5,5	3,7	4,3	4,5	6,6	4,1	4,2	7,6	7,9	318,2	15,4	8,7	12,3	9,1	3,2	2,8	4,1	6,0
São Paulo	2,7	2,1	12,7	2,0	2,1	2,4	1,7	2,0	2,4	4,1	2,7	3,1	3,3	4,8	2,9	3,0	5,1	4,7	19,3	153,6	9,1	11,6	8,1	7,4	2,4	3,6	4,8
Curitiba	2,9	2,2	13,5	2,2	2,2	2,5	1,8	2,1	2,5	4,1	2,8	3,2	3,3	4,8	2,9	3,0	4,4	4,3	15,9	13,3	121,9	17,8	10,4	3,1	2,5	3,5	4,7
Florianópolis	2,9	2,3	13,9	2,2	2,2	2,5	1,8	2,2	2,5	4,2	2,8	3,2	3,4	4,9	3,0	3,0	4,1	4,2	14,9	11,3	11,9	204,0	13,4	2,9	2,5	3,4	4,5
Porto Alegre	2,7	2,1	13,0	2,1	2,0	2,3	1,5	1,9	2,3	3,8	2,6	2,9	3,0	4,4	2,6	2,6	3,4	3,6	12,3	8,7	7,7	14,9	164,6	2,7	2,3	2,9	3,9
Campo Grande	3,2	2,5	14,7	2,3	2,3	2,6	1,9	2,2	2,5	4,2	2,7	3,1	3,2	4,7	2,9	2,9	3,7	3,6	12,4	23,2	6,7	9,5	7,8	53,4	3,4	4,0	5,0
Cuiabá	3,1	2,3	13,5	2,1	2,0	2,3	1,6	1,9	2,1	3,5	2,2	2,5	2,6	3,8	2,3	2,3	2,9	2,9	9,0	6,1	4,4	6,5	5,4	2,8	43,8	3,2	4,2
Goiânia	3,0	2,3	14,0	2,2	2,5	2,8	2,4	2,4	2,9	4,7	2,9	3,3	3,5	5,1	3,2	3,2	4,3	4,1	12,4	8,8	5,9	8,5	6,5	3,1	3,0	65,6	9,4
Brasília	2,0	1,5	9,2	1,5	1,7	1,9	1,6	1,7	2,0	3,3	2,0	2,3	2,4	3,5	2,2	2,3	3,1	2,9	9,0	5,7	3,8	5,6	4,3	1,9	1,9	4,7	58,8

Nota:* Ver cálculo na seção C.2.3 deste Apêndice.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.6 - Valores dos parâmetros α_{rs}^M * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	405,2	17,8	15,1	11,0	7,0	7,2	6,3	6,6	4,9	4,1	4,3	4,1	4,6	4,2	4,7	5,6	5,5	5,4	6,3	6,7	5,8	5,6	6,2	7,8	10,6	6,2	6,3
Rio Branco	17,5	490,7	13,1	10,4	7,0	7,1	6,4	6,7	5,0	4,2	4,4	4,3	4,8	4,3	4,8	5,7	5,6	5,5	6,4	6,7	5,8	5,7	6,4	7,6	9,9	6,1	6,2
Manaus	7,1	6,3	304,7	9,2	3,8	3,9	3,3	3,7	2,7	2,5	2,6	2,5	2,5	2,2	2,5	3,0	2,9	2,8	3,3	3,5	3,0	2,9	3,3	3,9	4,9	3,1	3,2
Boa Vista	9,5	9,2	17,0	540,9	7,5	8,8	7,0	7,1	5,3	4,8	4,9	4,7	5,2	4,6	4,2	5,0	4,8	4,8	5,6	5,8	5,0	4,9	5,5	6,3	7,7	5,1	5,2
Belém	6,0	6,0	6,9	7,4	354,6	14,8	8,6	12,5	7,5	5,9	5,7	5,3	5,9	5,2	5,6	6,5	5,0	4,9	5,7	5,7	4,8	4,7	5,0	5,9	7,2	5,7	6,0
Macapá	7,0	7,0	8,1	9,9	17,0	395,0	8,5	11,2	7,2	6,0	5,9	5,5	6,1	5,4	5,9	6,8	5,3	5,2	6,1	6,1	5,2	5,0	5,4	6,3	7,5	5,9	6,2
Palmas	6,4	6,5	7,0	8,1	10,2	8,8	401,6	10,6	8,3	6,7	6,6	6,2	7,0	6,4	7,6	9,4	7,8	7,2	8,5	8,6	7,0	6,6	6,9	8,7	10,1	10,2	11,1
São Luís	5,0	5,1	5,8	6,1	11,0	8,6	7,8	333,3	10,2	7,2	6,3	5,7	6,3	5,6	6,0	6,9	4,7	4,9	5,4	5,2	4,4	4,3	4,6	5,3	6,2	5,2	5,5
Teresina	7,6	7,8	8,9	9,4	13,6	11,3	12,8	21,1	376,7	13,4	10,9	10,2	11,3	10,0	10,8	12,3	7,8	8,3	9,0	8,6	7,2	6,9	7,4	8,5	9,4	8,6	9,5
Fortaleza	6,0	6,3	7,7	8,1	10,3	9,0	9,7	14,1	12,8	350,9	15,4	12,8	13,0	10,0	10,5	11,5	7,2	7,8	8,3	7,7	6,4	6,1	6,6	7,5	8,4	7,4	8,1
Natal	5,5	5,8	7,0	7,3	8,6	7,8	8,4	10,9	9,1	13,5	376,2	24,1	20,9	13,5	12,2	11,8	7,1	7,6	8,1	7,5	6,2	6,0	6,4	6,9	7,5	6,5	7,0
João Pessoa	5,6	5,9	7,1	7,4	8,6	7,7	8,3	10,4	9,0	11,8	25,5	363,4	32,9	16,7	14,0	13,1	7,4	8,1	8,5	7,8	6,4	6,2	6,6	7,1	7,8	6,8	7,3
Recife	4,5	4,7	5,2	5,8	6,7	6,1	6,7	8,1	7,1	8,6	15,7	23,3	315,0	15,8	12,2	11,0	6,0	6,5	6,8	6,3	5,1	4,9	5,3	5,7	6,2	5,4	5,9
Maceió	5,3	5,5	6,0	6,7	7,8	7,0	8,1	9,4	8,2	8,6	13,2	15,5	20,7	317,2	18,3	14,5	7,3	8,0	8,2	7,5	6,1	5,9	6,2	6,8	7,4	6,5	7,1
Aracaju	4,9	5,1	5,5	5,1	6,9	6,2	7,8	8,3	7,2	7,4	9,8	10,6	13,1	15,0	308,1	17,4	7,1	7,8	7,9	7,1	5,8	5,5	5,8	6,4	6,9	6,2	6,9
Salvador	3,6	3,7	4,1	3,7	4,9	4,4	6,0	5,9	5,1	5,0	5,9	6,1	7,3	7,4	10,8	259,4	5,4	6,6	6,0	5,4	4,3	4,1	4,3	4,8	5,2	4,7	5,3
Belo Horizonte	4,5	4,6	5,0	4,5	4,9	4,5	6,4	5,1	4,2	4,0	4,5	4,5	5,1	4,7	5,6	7,0	246,5	11,0	13,6	11,2	7,5	6,6	6,4	7,1	7,3	7,4	8,4
Vitória	4,2	4,3	4,7	4,3	4,5	4,2	5,6	5,1	4,2	4,1	4,6	4,6	5,3	4,9	5,9	8,0	10,4	255,8	12,0	8,6	6,3	5,7	5,8	5,8	6,3	5,9	6,5
Rio de Janeiro	2,7	2,7	3,0	2,7	2,8	2,6	3,5	3,0	2,4	2,4	2,6	2,6	3,0	2,7	3,2	4,0	7,0	6,5	187,0	7,9	5,0	4,3	4,2	4,2	4,0	3,6	4,2
São Paulo	2,9	2,9	3,1	2,8	2,9	2,7	3,6	3,0	2,4	2,2	2,5	2,5	2,8	2,5	2,9	3,6	5,8	4,7	8,0	188,1	7,3	5,6	5,0	16,8	4,5	4,3	4,4
Curitiba	4,4	4,5	4,8	4,4	4,3	4,0	5,3	4,5	3,5	3,3	3,6	3,6	4,0	3,7	4,2	5,1	6,9	6,1	9,0	12,9	258,8	13,6	9,7	8,2	6,9	6,0	6,1
Florianópolis	4,3	4,5	4,8	4,4	4,3	4,0	5,1	4,4	3,5	3,3	3,6	3,5	4,0	3,6	4,1	5,0	6,3	5,7	8,0	10,2	14,0	270,6	12,9	7,4	6,6	5,6	5,7
Porto Alegre	3,9	4,0	4,4	4,0	3,7	3,5	4,3	3,8	3,0	2,8	3,1	3,0	3,4	3,1	3,5	4,2	4,9	4,6	6,2	7,2	8,0	10,3	281,2	6,5	5,8	4,5	4,5
Campo Grande	6,0	6,0	6,3	5,6	5,4	5,0	6,7	5,4	4,2	4,0	4,1	4,1	4,6	4,2	4,8	5,8	6,8	5,7	7,8	30,5	8,4	7,4	8,0	328,7	12,1	8,4	7,8
Cuiabá	7,6	7,2	7,5	6,4	6,1	5,5	7,2	6,0	4,4	4,1	4,2	4,1	4,6	4,2	4,8	5,8	6,4	5,8	6,9	7,6	6,5	6,1	6,7	11,2	373,5	8,3	8,1
Goiânia	5,8	5,8	6,2	5,5	6,3	5,7	9,5	6,5	5,2	4,8	4,7	4,6	5,3	4,8	5,7	6,9	8,4	7,1	8,1	9,5	7,4	6,7	6,7	10,1	10,9	275,4	17,8
Brasília	4,9	4,9	5,3	4,7	5,5	5,0	8,6	5,8	4,8	4,3	4,2	4,2	4,8	4,4	5,2	6,4	8,1	6,6	7,8	8,0	6,3	5,7	5,7	7,8	8,8	14,8	245,7

Nota:* Ver cálculo na seção C.2.3 deste Apêndice.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.7 - Valores dos parâmetros ψ_{rs}^A * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	0,0	0,0	0,1	0,5	0,0	0,9	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Rio Branco	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manaus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boa Vista	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Belém	0,3	1,9	2,3	8,3	0,0	1,7	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Macapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Palmas	0,1	0,6	0,8	2,6	0,0	1,7	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
São Luís	0,1	0,8	1,0	3,6	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Teresina	0,0	0,2	0,2	0,9	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Fortaleza	0,2	1,2	1,3	4,8	0,0	3,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Natal	0,1	0,7	0,8	2,9	0,0	2,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
João Pessoa	0,1	0,6	0,6	2,4	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Recife	0,5	3,1	4,0	13,1	0,0	9,3	0,1	0,1	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9
Maceió	0,1	0,4	0,5	1,6	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Aracaju	0,1	0,5	0,6	2,9	0,0	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Salvador	1,3	7,5	10,0	48,6	0,1	26,3	0,3	0,2	0,7	0,1	0,2	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	1,7
Belo Horizonte	5,0	30,1	40,9	205,4	0,6	160,5	1,4	1,6	6,6	1,0	1,8	2,1	0,3	2,5	1,7	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	4,1
Vitória	0,3	1,6	2,2	10,9	0,0	8,7	0,1	0,1	0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Rio de Janeiro	0,2	1,0	1,3	6,6	0,0	5,4	0,1	0,1	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
São Paulo	6,9	41,7	56,5	283,5	0,9	242,8	2,3	2,6	10,8	1,8	3,1	3,8	0,6	4,7	3,3	0,2	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,3	0,2	8,2
Curitiba	1,2	7,2	9,8	48,9	0,2	44,2	0,4	0,5	2,0	0,3	0,6	0,7	0,1	0,9	0,7	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7
Florianópolis	0,4	2,2	2,9	14,4	0,1	13,3	0,1	0,1	0,6	0,1	0,2	0,2	0,0	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
Porto Alegre	0,8	4,5	6,0	29,6	0,1	29,5	0,3	0,3	1,4	0,2	0,4	0,5	0,1	0,6	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,5
Campo Grande	0,5	3,0	4,2	21,9	0,1	21,0	0,2	0,2	1,0	0,2	0,3	0,4	0,1	0,5	0,4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
Cuiabá	0,5	3,4	5,0	27,8	0,1	28,2	0,3	0,3	1,6	0,3	0,5	0,7	0,1	0,8	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
Goiania	0,8	5,0	6,9	35,9	0,1	25,8	0,2	0,3	1,1	0,2	0,4	0,5	0,1	0,6	0,4	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
Brasília	0,0	0,2	0,2	1,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nota:* Ver cálculo na seção C.2.2 deste Apêndice.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela E.8 - Valores dos parâmetros ψ_{rs}^M * (cenário base)

Origem/Destino	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF
Porto Velho	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rio Branco	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manaus	0,0	0,2	0,0	0,2	0,0	0,8	0,2	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Boa Vista	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Belém	0,1	0,4	0,0	0,9	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Macapá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Palmas	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
São Luís	0,0	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Teresina	0,0	0,2	0,0	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fortaleza	0,3	1,7	0,2	3,3	0,1	1,6	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3
Natal	0,1	0,5	0,1	1,1	0,0	0,6	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
João Pessoa	0,1	0,6	0,1	1,2	0,0	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Recife	0,3	1,6	0,2	3,3	0,1	1,8	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3
Maceió	0,2	0,8	0,1	1,8	0,0	0,9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1
Aracaju	0,1	0,3	0,0	1,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Salvador	0,3	1,5	0,2	5,0	0,1	2,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2
Belo Horizonte	1,0	5,0	0,7	17,0	0,4	10,1	1,1	1,0	0,7	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,4
Vitória	0,2	0,8	0,1	2,8	0,1	1,7	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1
Rio de Janeiro	0,5	2,6	0,3	8,7	0,2	5,4	0,6	0,5	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,3
São Paulo	2,8	14,4	1,9	49,0	1,3	32,1	3,7	3,4	2,5	0,4	1,3	1,1	0,5	0,8	1,8	0,5	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,7	0,2	1,7
Curitiba	0,7	3,6	0,5	12,0	0,3	8,3	1,0	0,9	0,7	0,1	0,4	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,5
Florianópolis	0,7	3,4	0,4	11,2	0,3	7,9	1,0	0,8	0,6	0,1	0,3	0,3	0,1	0,2	0,5	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,6
Porto Alegre	0,7	3,3	0,4	11,0	0,4	8,4	1,2	0,9	0,7	0,1	0,4	0,3	0,1	0,2	0,6	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,1	0,7
Campo Grande	0,1	0,4	0,1	1,5	0,0	1,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Cuiabá	0,1	0,3	0,0	1,3	0,0	1,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
Goiânia	0,2	1,2	0,2	4,4	0,1	2,4	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Brasília	0,0	0,2	0,0	0,7	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Nota:* Ver cálculo na seção C.2.2 deste Apêndice.

Fonte: Elaboração própria.

F) Parâmetros-chave e testes de sensibilidade

A Tabela F.1 sumariza os cenários adotados nas simulações computacionais. Os parâmetros-chave do modelo são: elasticidade de substituição para bens industriais (σ) e agrícolas (η), a sensibilidade locacional do trabalho agrícola e industrial a desvios no salário real (χ^A e χ^M , respectivamente) além do valor de τ^A e τ^M presentes no cálculo do custo de transporte de bens agrícolas e industriais. Partindo de um cenário base, foram realizados testes de sensibilidade visando observar o comportamento dos resultados. Abaixo, segue a descrição dos mesmos:

- Teste de Sensibilidade I: variou positivamente os parâmetros σ e η (+0,2), χ^A e χ^M (+0,05) e τ^A e τ^M (+0,2).
- Teste de Sensibilidade II: variou negativamente os parâmetros σ e η (-0,2), χ^A e χ^M (-0,05) e τ^A e τ^M (-0,2).
- Teste de Sensibilidade III: variou positivamente os parâmetros χ^A e χ^M (+0,05), *ceteris paribus* os demais parâmetros.
- Teste de Sensibilidade IV: variou negativamente os parâmetros χ^A e χ^M (-0,05), *ceteris paribus* os demais parâmetros.
- Teste de Sensibilidade V: variou positivamente os parâmetros τ^A e τ^M (+0,2), *ceteris paribus* os demais parâmetros.
- Teste de Sensibilidade VI: variou negativamente os parâmetros τ^A e τ^M (-0,2), *ceteris paribus* os demais parâmetros.
- Teste de Sensibilidade VII: variou positivamente os parâmetros σ e η (+0,2), *ceteris paribus* os demais parâmetros.
- Teste de Sensibilidade VIII: variou negativamente os parâmetros σ e η (-0,2), *ceteris paribus* os demais parâmetros.

Tabela F.1 - Valores de parâmetros-chave na análise de sensibilidade

Parâmetro	Cenário Base	Teste de sensibilidade I	Teste de sensibilidade II	Teste de sensibilidade III	Teste de sensibilidade IV	Teste de sensibilidade V	Teste de sensibilidade VI	Teste de sensibilidade VII	Teste de sensibilidade VIII
Elasticidade de substituição para bens industriais (σ)	2,079	2,279	1,879	2,079	2,079	2,079	2,079	2,279	1,879
Elasticidade de substituição para bens agrícolas (η)	1,720	1,920	1,520	1,720	1,720	1,720	1,720	1,920	1,520
Sensibilidade locacional do trabalho agrícola a desvios no salário real (χ^A)	0,10	0,15	0,05	0,15	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10
Sensibilidade locacional do trabalho industrial a desvios no salário real (χ^M)	0,10	0,15	0,05	0,15	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10
Valor τ^A presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^A)	0,60	0,80	0,40	0,60	0,60	0,80	0,40	0,60	0,60
Valor τ^M presente na constante de perdas no transporte (T_{rs}^M)	0,30	0,50	0,10	0,30	0,30	0,50	0,10	0,30	0,30

Fonte: Elaboração própria.

G) Dados

Tabela G.1 - Participação regional do emprego na Indústria de Transformação (2006-2015)

UF	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média (2006-2015)
11 - Rondônia	0,004	0,005	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004
12 - Acre	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
13 - Amazonas	0,015	0,016	0,015	0,014	0,015	0,017	0,016	0,017	0,016	0,014	0,016
14 - Roraima	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15 - Pará	0,014	0,013	0,012	0,012	0,012	0,011	0,011	0,010	0,011	0,011	0,012
16 - Amapá	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
17 - Tocantins	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
21 - Maranhão	0,004	0,005	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
22 - Piauí	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003
23 - Ceará	0,030	0,030	0,030	0,033	0,032	0,032	0,032	0,032	0,033	0,033	0,032
24 - Rio Grande do Norte	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,009
25 - Paraíba	0,009	0,009	0,009	0,009	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
26 - Pernambuco	0,027	0,027	0,028	0,029	0,028	0,028	0,028	0,029	0,029	0,029	0,028
27 - Alagoas	0,016	0,015	0,015	0,015	0,014	0,014	0,013	0,012	0,011	0,011	0,013
28 - Sergipe	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005
29 - Bahia	0,025	0,026	0,026	0,027	0,028	0,029	0,028	0,028	0,028	0,029	0,027
31 - Minas Gerais	0,103	0,103	0,103	0,102	0,104	0,104	0,105	0,104	0,104	0,103	0,104
32 - Espírito Santo	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,016	0,016	0,015
33 - Rio de Janeiro	0,051	0,050	0,050	0,050	0,052	0,052	0,053	0,052	0,053	0,051	0,052
35 - São Paulo	0,358	0,358	0,359	0,353	0,350	0,346	0,344	0,339	0,334	0,330	0,347
41 - Paraná	0,082	0,084	0,084	0,085	0,085	0,085	0,084	0,087	0,087	0,088	0,085
42 - Santa Catarina	0,083	0,082	0,082	0,082	0,082	0,081	0,081	0,084	0,086	0,088	0,083
43 - Rio Grande do Sul	0,096	0,093	0,092	0,091	0,092	0,092	0,091	0,091	0,091	0,091	0,092
50 - Mato Grosso do Sul	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011
51 - Mato Grosso	0,012	0,012	0,012	0,013	0,012	0,012	0,012	0,013	0,013	0,013	0,013
52 - Goiás	0,025	0,025	0,026	0,026	0,026	0,028	0,030	0,031	0,031	0,032	0,028
53 - Distrito Federal	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Total	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da RAIS (MTE).

Tabela G.2 - Participação regional do emprego na Agropecuária (2006-2015)

UF	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média (2006-2015)
11 - Rondônia	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008	0,008	0,009	0,007
12 - Acre	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
13 - Amazonas	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
14 - Roraima	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
15 - Pará	0,027	0,028	0,028	0,027	0,029	0,033	0,036	0,036	0,036	0,035	0,031
16 - Amapá	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
17 - Tocantins	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011	0,012	0,013	0,013	0,011
21 - Maranhão	0,013	0,015	0,014	0,014	0,015	0,017	0,017	0,015	0,015	0,014	0,015
22 - Piauí	0,003	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005
23 - Ceará	0,016	0,017	0,017	0,017	0,015	0,016	0,017	0,017	0,018	0,018	0,017
24 - Rio Grande do Norte	0,015	0,013	0,012	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,011	0,011	0,011
25 - Paraíba	0,011	0,009	0,009	0,011	0,010	0,010	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009
26 - Pernambuco	0,039	0,036	0,032	0,029	0,035	0,031	0,029	0,030	0,031	0,031	0,032
27 - Alagoas	0,008	0,008	0,007	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007
28 - Sergipe	0,007	0,007	0,009	0,008	0,009	0,009	0,009	0,008	0,009	0,007	0,008
29 - Bahia	0,062	0,059	0,059	0,059	0,064	0,065	0,064	0,063	0,063	0,062	0,062
31 - Minas Gerais	0,188	0,184	0,182	0,180	0,184	0,180	0,176	0,179	0,178	0,176	0,181
32 - Espírito Santo	0,024	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	0,021	0,023	0,023	0,022	0,022
33 - Rio de Janeiro	0,019	0,017	0,016	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,014	0,016
35 - São Paulo	0,257	0,259	0,257	0,254	0,227	0,237	0,235	0,223	0,215	0,218	0,238
41 - Paraná	0,070	0,070	0,076	0,075	0,073	0,069	0,070	0,071	0,070	0,072	0,072
42 - Santa Catarina	0,033	0,032	0,031	0,031	0,031	0,030	0,029	0,030	0,031	0,030	0,031
43 - Rio Grande do Sul	0,053	0,055	0,056	0,056	0,057	0,056	0,055	0,056	0,056	0,057	0,056
50 - Mato Grosso do Sul	0,041	0,042	0,041	0,043	0,044	0,044	0,044	0,045	0,046	0,047	0,044
51 - Mato Grosso	0,046	0,051	0,055	0,058	0,061	0,062	0,067	0,067	0,070	0,071	0,061
52 - Goiás	0,045	0,048	0,049	0,053	0,056	0,055	0,058	0,060	0,060	0,061	0,055
53 - Distrito Federal	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005
Total	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da RAIS (MTE).

Tabela G.3 - Salário nominal médio por região para Indústria de Transformação - valores correntes em R\$ (2006-2015)

UF	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média (2006-2015)
11 - Rondônia	624,70	688,91	744,40	835,84	928,05	1017,08	1136,25	1242,76	1325,44	1424,83	996,82
12 - Acre	570,96	633,32	700,11	791,14	868,08	926,72	1032,55	1115,67	1201,79	1275,79	911,61
13 - Amazonas	1229,91	1270,04	1419,29	1462,98	1554,01	1656,12	1810,56	1893,62	2074,71	2359,94	1673,12
14 - Roraima	580,42	613,18	677,39	773,93	886,39	937,22	1077,71	1139,89	1236,49	1327,47	925,01
15 - Pará	750,63	813,11	915,87	977,48	1068,33	1133,70	1303,72	1405,56	1533,28	1666,46	1156,82
16 - Amapá	769,20	837,88	806,51	922,29	973,92	1009,06	1109,00	1193,59	1250,88	1348,52	1022,08
17 - Tocantins	574,36	623,50	697,80	804,56	925,53	1023,05	1153,31	1283,76	1370,54	1520,52	997,69
21 - Maranhão	894,05	954,43	1050,25	1042,55	1145,68	1273,91	1428,15	1589,98	1651,45	1683,65	1271,41
22 - Piauí	524,09	573,70	630,14	698,83	761,75	834,11	938,70	1030,13	1111,15	1222,86	832,55
23 - Ceará	577,42	609,83	653,35	714,19	798,40	867,57	999,00	1089,59	1199,34	1333,72	884,24
24 - Rio Grande do Norte	551,47	606,35	656,19	708,71	994,15	913,98	1021,33	1125,93	1211,77	1323,27	911,31
25 - Paraíba	597,25	637,00	697,91	765,62	828,97	898,10	994,73	1094,55	1197,79	1305,05	901,70
26 - Pernambuco	725,02	764,70	837,62	903,43	1028,89	1185,25	1326,76	1486,84	1547,29	1693,74	1149,95
27 - Alagoas	646,37	701,84	760,09	839,01	937,10	1034,95	1144,65	1217,37	1313,37	1425,10	1001,99
28 - Sergipe	679,02	736,17	807,97	875,16	1085,22	1168,37	1317,32	1436,37	1521,23	1606,64	1123,35
29 - Bahia	1046,85	1111,51	1202,21	1280,46	1470,11	1639,12	1741,09	1876,23	2014,73	2177,88	1556,02
31 - Minas Gerais	936,83	1005,33	1114,22	1187,03	1298,40	1440,42	1581,00	1714,60	1849,51	1988,52	1411,59
32 - Espírito Santo	974,94	1059,98	1184,19	1209,62	1328,88	1394,36	1547,47	1677,84	1832,78	2008,89	1421,89
33 - Rio de Janeiro	1315,02	1390,90	1528,97	1610,46	2100,48	2361,56	2655,79	2977,35	3165,89	3486,22	2259,26
35 - São Paulo	1590,08	1675,26	1828,06	1919,35	2068,71	2272,21	2447,22	2653,17	2854,92	3070,65	2237,96
41 - Paraná	940,79	995,84	1089,22	1179,28	1295,63	1446,80	1614,58	1758,53	1912,96	2104,22	1433,78
42 - Santa Catarina	919,33	980,88	1072,44	1146,21	1260,75	1392,61	1523,21	1673,55	1842,92	2006,35	1381,82
43 - Rio Grande do Sul	1031,60	1099,02	1205,42	1256,53	1382,72	1525,37	1649,57	1840,78	2014,12	2150,00	1515,51
50 - Mato Grosso do Sul	698,58	765,88	929,25	1014,34	1144,45	1264,81	1441,01	1624,78	1754,45	1937,44	1257,50
51 - Mato Grosso	788,81	838,64	927,81	1022,31	1121,03	1238,38	1364,22	1498,17	1634,16	1812,68	1224,62
52 - Goiás	756,01	831,63	952,56	1032,59	1119,62	1258,54	1395,22	1554,23	1712,06	1874,98	1248,74
53 - Distrito Federal	1023,20	1064,39	1185,84	1226,50	1370,94	1430,50	1666,20	1708,28	1862,57	1944,71	1448,31

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da RAIS (MTE).

Tabela G.4 - Salário nominal médio por região para Agropecuária - valores correntes em R\$ (2006-2015)

UF	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Média (2006-2015)
11 - Rondônia	566,14	612,21	679,64	757,72	827,81	920,62	1013,89	1135,31	1227,20	1358,19	909,87
12 - Acre	665,71	653,53	732,46	804,77	850,89	769,45	837,62	938,48	1029,35	1162,63	844,49
13 - Amazonas	662,09	735,31	812,49	874,54	965,75	1067,55	1209,43	1431,22	1472,99	1521,94	1075,33
14 - Roraima	597,89	891,99	873,67	931,31	954,21	1033,08	1166,48	1350,86	1540,51	1703,24	1104,32
15 - Pará	564,28	597,01	686,62	724,28	796,57	964,20	1100,26	1208,36	1295,35	1440,43	937,74
16 - Amapá	795,56	842,98	819,58	963,99	1046,88	1042,74	1141,89	1252,18	1398,58	1605,35	1090,97
17 - Tocantins	528,82	585,00	646,73	704,61	772,58	853,98	987,69	1133,48	1240,82	1367,04	882,08
21 - Maranhão	531,63	580,26	700,33	717,21	806,78	911,79	1028,87	1190,00	1380,53	1404,90	925,23
22 - Piauí	539,87	583,92	680,48	745,04	895,44	1051,38	1171,20	1367,88	1413,61	1543,13	999,20
23 - Ceará	517,93	570,37	631,43	653,10	683,95	787,20	863,60	1003,66	1050,46	1152,00	791,37
24 - Rio Grande do Norte	505,71	536,34	602,34	656,58	719,02	817,90	899,23	992,08	1020,68	1130,49	788,04
25 - Paraíba	562,77	585,14	620,11	684,81	749,89	792,97	903,01	1032,98	1039,98	1132,42	810,41
26 - Pernambuco	484,02	545,20	576,14	665,07	733,66	796,11	878,92	973,12	1019,70	1097,65	776,96
27 - Alagoas	441,61	488,34	534,14	590,37	658,02	746,26	815,21	919,71	949,79	1000,63	714,41
28 - Sergipe	418,26	468,25	685,66	739,05	786,76	741,91	822,47	839,31	928,13	1026,15	745,59
29 - Bahia	499,95	554,29	623,60	705,59	781,82	875,69	988,61	1090,52	1159,64	1249,60	852,93
31 - Minas Gerais	520,39	568,95	639,52	724,33	797,79	877,93	1012,99	1138,99	1228,38	1338,23	884,75
32 - Espírito Santo	508,03	550,04	603,18	677,31	753,31	867,44	910,52	1086,61	1166,05	1242,96	836,55
33 - Rio de Janeiro	568,59	630,16	605,27	660,80	737,00	827,46	941,40	1067,17	1270,32	1424,86	873,30
35 - São Paulo	686,21	760,02	844,81	911,08	1036,93	1126,02	1278,75	1423,76	1525,48	1633,71	1122,68
41 - Paraná	647,53	700,46	777,77	858,50	953,31	1037,57	1164,02	1308,32	1431,23	1571,18	1044,99
42 - Santa Catarina	672,53	679,95	775,31	801,84	937,57	969,13	1077,52	1200,49	1317,45	1469,25	990,10
43 - Rio Grande do Sul	674,34	718,77	782,43	849,95	928,35	1024,71	1164,41	1293,32	1439,30	1599,61	1047,52
50 - Mato Grosso do Sul	636,50	700,62	769,50	866,89	958,65	1095,62	1239,89	1353,18	1493,51	1644,88	1075,92
51 - Mato Grosso	784,65	864,36	968,51	1060,33	1146,04	1300,96	1490,24	1650,87	1833,95	2002,43	1310,23
52 - Goiás	632,45	709,22	794,14	881,64	1001,36	1113,53	1268,57	1432,73	1546,38	1681,11	1106,11
53 - Distrito Federal	887,31	1014,79	1168,67	1247,68	1389,05	1861,52	2178,66	2539,33	2716,73	1579,30	1658,30

Fonte: Elaboração própria, baseado em dados da RAIS (MTE).