

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

DANIELE LIMA DE OLIVEIRA

IMPACTOS DO CRESCIMENTO POPULACIONAL SOBRE A PRODUÇÃO AGRÍCOLA
DE ALIMENTOS E DEMANDA DOS FATORES PRIMÁRIOS DE PRODUÇÃO: UMA
ABORDAGEM DE BLOCOS ECONÔMICOS

JUIZ DE FORA

2017

DANIELE LIMA DE OLIVEIRA

IMPACTOS DO CRESCIMENTO POPULACIONAL SOBRE A PRODUÇÃO AGRÍCOLA
DE ALIMENTOS E DEMANDA DOS FATORES PRIMÁRIOS DE PRODUÇÃO: UMA
ABORDAGEM DE BLOCOS ECONÔMICOS

Dissertação apresentada ao curso de mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Economia da
Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade
Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à
obtenção do Título de mestre em Economia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli

Coorientador: Prof. Dr. Weslem Rodrigues Faria

JUIZ DE FORA

2017

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

Oliveira, Daniele Lima de.

Impactos do crescimento populacional sobre a produção agrícola de alimentos: : uma abordagem de blocos econômicos / Daniele Lima de Oliveira. – 2017.

186 p.

Orientador: Fernando Saigueiro Perobelli

Coorientador: Wesley Rodrigues Faria

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

1. Crescimento populacional. 2. Produção agrícola de Alimentos. 3. Demanda por terra. 4. Análise Multivariada. 5. GTAP. I. Perobelli, Fernando Saigueiro , orient. II. Faria, Wesley Rodrigues, coorient. III. Título.

DANIELE LIMA DE OLIVEIRA

**IMPACTOS DO CRESCIMENTO POPULACIONAL SOBRE A PRODUÇÃO
AGRÍCOLA DE ALIMENTOS E DEMANDA DOS FATORES PRIMÁRIOS DE
PRODUÇÃO: UMA ABORDAGEM DE BLOCOS ECONÔMICOS**

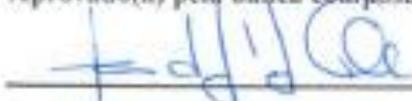
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora como parte das exigências para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Economia
Linha de Pesquisa: Economia Regional

Orientador: Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli
(UFJF/Juiz de Fora)

Coorientador: Prof. Dr. Weslem Rodrigues Faria
(UFJF/Juiz de Fora)

Aprovado(a) pela banca composta pelas seguintes membros:



Prof. Dr. Fernando Salgueiro Perobelli (Universidade Federal de Juiz de Fora) – Orientador



Prof. Dr. Weslem Rodrigues Faria (Universidade Federal de Juiz de Fora) – Coorientador



Prof. Dr. Admar Antônio Beterelli Júnior (Universidade Federal de Juiz de Fora) – Convidado



Dr. Ana Maria Bonomi Baruffi (Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos do Banco Bradesco) – Convidada

Conceito Obtido:

Juiz de Fora, 09 de Junho de 2017.

Dedico esta dissertação aos meus pais: Sebastião e Andréa, ao meu noivo Luiz Fernando e à pequena Sofia.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o melhor economista que já existiu.

Agradeço ao meu orientador, Professor Fernando Perobelli que, desde a graduação, me motiva a conquistar novos desafios e a buscar o melhor de mim. Obrigada pelos conselhos profissionais, por todo apoio, paciência, pelos momentos de descontração e por me servir constantemente de inspiração. Terei-o comigo para sempre como meu *mastermind*.

Ao meu coorientador, Professor Weslem Rodrigues Faria, por toda atenção e paciência. Por todas as ideias, conversas e dedicação que teve para a conclusão deste trabalho. Foi uma grande experiência poder ter trabalhado contigo neste período. Obrigada.

Ao Professor Admir Betarelli, que, desde a graduação me inspira com suas ideias. Obrigada pela motivação para articular diferentes métodos, por todos os ensinamentos, por todas as dúvidas tiradas, pelas conversas e por ser um professor sempre presente.

Ao Programa de Pós Graduação em Economia da Faculdade de Economia da UFJF, pelo profissionalismo e excelente estrutura que contribuíram para a minha formação. Ao Laboratório de Análises Territoriais e Setoriais por colaborar positivamente para que este trabalho fosse concluído. Gostaria de destacar o companheirismo e o apoio dos meus colegas: Raquel, Ramon, Inácio e Damares. Obrigada por fazerem parte deste momento, pelas conversas e por contribuírem, de várias formas, para o meu bem-estar.

Agradeço à Capes pelo apoio financeiro.

Agradeço de forma especial aos meus pais e à minha irmã que estiveram comigo em todos os momentos e que me proporcionaram conforto, paz e amor. Agradeço especialmente à minha mãe que me disponibilizou de seu pouco tempo para ler esta dissertação e me ouvir lendo-a por tantas vezes.

Ao meu noivo, Luiz Fernando por todo o carinho, paciência, conselhos e por me ensinar a navegar em águas tranquilas. Por fim, às minhas amigas de fé e as que moraram comigo por todo este tempo, Rafa, Sara, Rhany, Claudinha e Rúbia. Amo vocês.

“Se soubesse que o mundo acabaria amanhã, eu ainda plantaria uma árvore hoje”

(Martin Luther King)

RESUMO

Atualmente, o mundo abriga aproximadamente 7 bilhões de pessoas. A capacidade da produção de alimentos, dado que este número continuará a se expandir, é uma preocupação recorrente na pauta desta dissertação. Neste contexto, a terra é um dos principais fatores afetados, uma vez que a expansão urbana invade espaços agricultáveis e, em contrapartida, a demanda pelo uso da mesma para produção de alimentos aumenta conforme a população cresce. Dadas as magnitudes e as especificidades deste problema, torna-se fundamental que os países afirmem ganhos de produtividade como uma forma de garantir a manutenção da oferta de alimentos. O principal objetivo desta dissertação é o de mensurar os impactos do crescimento populacional sobre a produção agrícola de alimentos e demanda dos fatores de produção para o período de 2011-2030. Para este fim, a pesquisa faz, inicialmente, a desagregação do mundo em conjuntos de países, classificando-os apenas por seu grau de semelhança nas atividades agrícolas. A estes conjuntos deu-se o nome de Blocos Econômicos Agrícolas (BEA). A articulação das técnicas da Análise de *Cluster* e da Análise Discriminante permitiu chegar à configuração final de sete BEA, para o ano de 2011. Os dados das projeções da população foram estimados pela Divisão Populacional das Nações Unidas sob oito hipóteses de fertilidade. Cada uma destas se constituiu em um cenário de simulação. Para a implementação dos choques de população, foi utilizado o modelo de Equilíbrio Geral Computável, o *Global Trade Analysis Project* (GTAP). Os principais resultados revelam que, com a expansão da população, o preço da terra aumentaria e, em contrapartida, a demanda por este fator diminuiria, assim como a sua disponibilidade para o uso. Além disso, a demanda e a produção de alimentos cresceriam. No entanto, as *commodities* agrícolas seriam produzidas, principalmente, para o consumo interno, mesmo com ganhos de produtividade, os países teriam maior dependência do comércio internacional. Os países com os menores níveis de crescimento populacional poderiam ser considerados como os “fomentadores mundiais de alimentos” pois seriam os principais exportadores de *commodities* agrícolas para todos os blocos.

PALAVRAS-CHAVE: Crescimento populacional – Oferta de Alimentos – Agricultura – Demanda da Terra – Análise Multivariada - GTAP

ABSTRACT

Today, the world is home to approximately 7 billion people. The capacity of food production, as this number will continue to expand, is a recurring concern in the agenda of this dissertation. In this context, land is one of the main factors affected, since urban sprawl invades arable spaces and, in contrast, the demand for its use for food production increases as the population grows. Given the magnitudes and specificities of this problem, it is crucial that countries obtain productivity gains as a way of ensuring the maintenance of food supply. The main objective of this dissertation is to measure the impacts of population growth on agricultural food production and production factors demand for the periods 2011-2020, 2011-2025 and 2011-2030. To this end, research initially disaggregates the world into sets of countries, classifying them only by their degree of similarity in agricultural activities. These groups were called Agricultural Economic Blocks (BEA). The articulation of the techniques of Cluster Analysis and Discriminant Analysis made it possible to arrive at the final configuration of seven BEAs for the year 2011. Data on population projections were estimated by the United Nations Population Division under eight fertility hypotheses. Each of these was a simulation scenario. For the implementation of the population shocks, the Computable General Equilibrium model, the Global Trade Analysis Project (GTAP) was used. The main results show that with population expansion, the price of land will increase and, on the other hand, the demand for the factor will decrease as well as its availability for use. In addition, demand and food production will increase. However, agricultural commodities will be produced mainly for domestic consumption and even with gains in productivity, countries will have greater dependence on international trade. Countries with the lowest levels of population growth may be considered as "world food developers" as they will be the main exporters of agricultural commodities for all blocks.

KEY WORDS: Population Growth - Food Supply - Agriculture - Land Demand - Multivariate Analysis - GTAP

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Relação entre o crescimento populacional e demanda da terra	22
FIGURA 2 - Crescimento da PTF agrícola global	33
FIGURA 3 - Processos de aglomeração da Análise de <i>Cluster</i>	49
FIGURA 4 - Fluxo circular da renda: comportamento dos agentes	61
FIGURA 5 - Fontes e destinos da renda do Agente Regional	63
FIGURA 6 - Comportamento das Firms	64
FIGURA 7 - Estrutura da Árvore Tecnológica dentro do GTAP.....	67
FIGURA 8 - Mecanismo de propagação de uma variação na população regional	75
FIGURA 9 - Blocos Econômicos Agrícolas (2011)	83

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Crescimento populacional 1950 a 2015 (milhares de habitantes).....	23
GRÁFICO 2 - População total dos BEA em 2011 (milhares de habitantes)	87
GRÁFICO 3 - <i>Share</i> do PIB pela ótica da despesa para os BEA em 2011 (%).....	88
GRÁFICO 4 - Demanda pelos fatores de produção para os BEA 2011 (em relação ao total demandado)	89
GRÁFICO 5 - Produção, exportação e importação total de alimentos em 2011 (%)	90
GRÁFICO 6 - População mundial para cada cenário de simulação em 2030 (milhares de habitantes)	94
GRÁFICO 7 - População total para cada BEA em 2030 (milhares de habitantes).....	95
GRÁFICO 8 - Variação da população para o período 2011-2030	96
GRÁFICO 9 - Variação da demanda das firmas (%) no mundo para 2011-2030	97
GRÁFICO 10 - Variação da demanda privada (%) a nível mundial para o período 2011-2030	98
GRÁFICO 11 - Variação da demanda do governo (%) a nível mundial para 2011-2030 ...	98
GRÁFICO 12 - Variação do índice de Preço do Consumidor a nível mundial (%) para 2011-2030.....	100
GRÁFICO 13 - Variação do PIB % (índice de quantidade) a nível mundial para 2011-2030.	101
GRÁFICO 14 - Variação da renda regional (%) a nível mundial para 2011-2030	101
GRÁFICO 15 - Variação da demanda dos fatores de produção (%) 2011-2030.....	109
GRÁFICO 16 - Variação da oferta dos “ <i>sluggish endowments</i> ” (%) para 2011-2030.....	112
GRÁFICO 17 – Variação da produção total entre 2011-2030 (%)	114
GRÁFICO 18 – Variação da produção, exportação e importação de alimentos (%) em 2011-2030	118

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - As 57 commodities do GTAP	59
QUADRO 2 - Sumário das variáveis exógenas	72
QUADRO 3 - Probabilidade dos erros de classificação (2011)	84
QUADRO 4 - Blocos Econômicos Agrícolas (2011)	85

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - PTF do setor agrícola ao redor do mundo: 2001-2009 (% a.a.)	27
TABELA 2 - Índices de Produtividade da Europa Ocidental: 1973-2002 (% a.a.).....	29
TABELA 3 - Estatísticas descritivas das variáveis	43
TABELA 4 - Matriz de confusão (2011) – probabilidade Linear	81
TABELA 5 - Matriz de confusão (2011) – probabilidade de Lachenbruch	81
TABELA 6 - Média das variáveis por Blocos Econômicos Agrícolas	87
TABELA 7 - Variação do bem-estar econômico (EV) em US\$ milhões	104
TABELA 8 - Decomposição do bem-estar econômico nos BEA em US\$ milhões	105
TABELA 9 - Efeitos do crescimento populacional na dotação dos fatores (US\$ milhões)..	108

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EGC – Equilíbrio Geral Computável

GTAP – *Global Trade Analysis Project*

WB – Banco Mundial ou *World Bank*

FAO – *Food and agriculture Organization of the United States*

BEA – Blocos Econômicos Agrícolas

EUA – Estados Unidos da América

EGW – Equilíbrio Geral Walrasiano

HSSW - Harberguer, Scarf, Shoven e Whalley

VA – Valor Adicionado

PTF – Produtividade Total dos Fatores

EV – Variação Equivalente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Estrutura da dissertação.....	19
2	CRESCIMENTO POPULACIONAL, DEMANDA DA TERRA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.....	21
2.1	Os impactos do crescimento populacional na agricultura.....	21
2.2	Produtividade Total dos Fatores: resultados internacionais para a agricultura.....	25
2.2.1	Produtividade agrícola: países desenvolvidos.....	28
2.2.2	Produtividade agrícola: países em transição	29
2.2.3	Produtividade agrícola: países em desenvolvimento.....	30
2.3	Considerações Finais.....	32
3	BANCO DE DADOS PARA ANÁLISE MULTIVARIADA.....	35
3.1	Descrição das Variáveis	35
3.1.1	Variáveis de oferta.....	36
3.1.2	Variáveis de Produção.....	37
3.1.3	Variáveis de inserção internacional.....	39
3.2	Análise descritiva das variáveis	39
3.3	Dados para as simulações: projeções do crescimento populacional pela Divisão Populacional das Nações Unidas.....	43
4	TÉCNICAS ESTATÍSTICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA PARA A DEFINIÇÃO DO MUNDO EM BLOCOS ECONÔMICOS AGRÍCOLAS (BEA).....	47
4.1	Análise de <i>Cluster</i> (AC).....	47
4.1.1	Técnicas de Agrupamento Hierárquicas.....	49
4.1.1.1	Métodos hierárquicos aglomerativos.....	50
4.1.1.2	Testes para decisão da técnica de agrupamento	51
4.1.2	Técnicas de agrupamento não hierárquico	51
4.2	Análise Discriminante (AD).....	53
5	O GLOBAL TRADE ANALYSIS PROJECT (GTAP).....	57
5.1.1	Características gerais e estrutura da base de dados	57
5.1.2	Estrutura teórica do modelo	60

5.1.2.1	Comportamento do Agente Regional	61
5.1.2.2	Comportamento dos Produtores	63
5.1.2.3	Árvore tecnológica e estrutura produtiva	65
5.1.2.4	Comportamento do Restante do Mundo.....	69
5.1.2.5	Demanda Final	70
5.1.3	Fechamento (<i>Closure</i>)	70
5.1.4	Estratégia de agregação	72
5.1.5	Teste de Homogeneidade	73
6	MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DO CHOQUE POPULACIONAL.....	74
6.1	Efeito população	74
6.1.1	População e bem-estar econômico: Variação Equivalente.....	76
7	RESULTADOS.....	78
7.1	Resultados exploratórios das técnicas estatísticas de Análise Multivariada	78
7.1.1	Identificação e classificação dos países (resultados para 2011).....	78
7.1.2	Resultados exploratórios para a caracterização dos Blocos Econômicos Agrícolas..	84
7.2	Caracterização dos Blocos Econômicos Agrícolas no ano de 2011	86
7.3	Resultados das Simulações.....	93
7.3.1	Configuração populacional dos BEA após os choques	94
7.3.2	Impactos sobre as variáveis macroeconômicas	97
7.3.3	Impactos sobre o bem-estar	102
7.3.4	Impactos sobre a demanda dos fatores de produção	108
7.3.5	Impactos sobre a produção total	113
7.3.6	Variação sobre a produção de alimentos	115
8	CONCLUSÕES	120
	APÊNDICE 1 – LITERATURAS COMPLEMENTARES.....	141
	APÊNDICE 2 – TESTES ESTATÍSTICOS DAS VARIÁVEIS	148
	APÊNDICE 3 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE <i>CLUSTER</i> EM 2004.....	154

APÊNDICE 4 – RESULTADOS DA ANÁLISE DISCRIMINANTE EM 2004	158
APÊNDICE 5 – SUMÁRIO DOS CHOQUES	163
APÊNDICE 6 – MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DA VARIAÇÃO DA DEMANDA PELOS FATORES PRIMÁRIOS DE PRODUÇÃO	164
APÊNDICE 7 – TABELAS DA SEÇÃO 7.2	166
APÊNDICE 8 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.2	169
APÊNDICE 9 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.3	176
APÊNDICE 10 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.4	184
APÊNDICE 11 – GRÁFICO DA SEÇÃO 7.3.5	185

1 INTRODUÇÃO

A conservação da sobrevivência é um instinto natural. Na história da humanidade, tal impulso está relacionado à produção de alimentos e ao desenvolvimento da agricultura. Em algum momento, existiu uma população primitiva que foi capaz de subsistir graças aos esforços e evolução das práticas agrícolas e a domesticação de animais. A partir daí, com os avanços e o alargamento da produção de alimentos, a segurança alimentar e da saúde foi estabelecida, possibilitando, assim, que a população se expandisse. Este período é conhecido como Transição Demográfica Neolítica ou Revolução Agrícola (CHILDE, 1981).

Os problemas referentes à expansão da população começaram a ser discutidos formalmente no século XVIII por Thomas Malthus. Em virtude da quantidade de terras férteis ser limitadas, este autor acreditava que chegaria um ponto em que a quantidade de alimentos disponíveis não seria suficiente para o tamanho da população. É fato que com o avanço da tecnologia, com a revolução industrial e com o surgimento da indústria alimentícia, a teoria de Malthus se torna, naquele ponto, obsoleta. Dessa forma, como foram asseguradas as condições alimentares, dentre outros fatores, a população continuou a crescer.

Segundo a Divisão Populacional das Nações Unidas (2015), em 2015, o mundo abrigava aproximadamente 7 bilhões de pessoas¹. Isto equivale a um total de população quase três vezes maior do que os indivíduos vivos em 1950. A tendência de crescimento é contínua, mas é decrescente com o passar dos anos. A uma variação média de fertilidade, estima-se que em 2100 haverá 11 bilhões de pessoas no planeta. Por esta razão, o grande desafio empreendido pelo presente trabalho é saber como o crescimento populacional influenciará as questões ligadas à terra, à produção agrícola e à produção de alimentos. Neste contexto, é importante ressaltar que as atividades agrícolas são consideradas responsáveis também por marcar os primeiros estágios do progresso econômico dos países. Segundo o Banco Mundial (1982), os países que estruturam sua economia firmando, primeiramente, sua base agrícola, alcançam desenvolvimento com maior agilidade.

Destarte, o objetivo central desta dissertação é o de mensurar os impactos da variação populacional sobre a produção agrícola de alimentos e a demanda dos fatores de produção

¹ Revisão para o ano de 2015.

para o período de 2011-2030. Destes fatores, a terra é destaque por ser utilizada diretamente na produção agrícola. Os dados das projeções são definidos pela Divisão Populacional das Nações Unidas (2015).

Em primeiro lugar, o trabalho busca inovar na classificação do mundo em blocos de países levando em conta apenas suas características agrícolas (tais como capacidade de produção, quantidade de terras aráveis, produtividade, etc.), fugindo, assim, de uma agregação arbitrária. Além disso, com as simulações busca-se verificar, principalmente, como o setor agrícola é impactado, trazendo também resultados concernentes à discussão de oferta e produção de alimentos. Para alcançar os objetivos da pesquisa, usa-se da conciliação de um conjunto de técnicas estatísticas. De acordo com a estrutura proposta pela presente dissertação, é possível distinguir duas etapas em que são apresentados os resultados exploratórios: a classificação do mundo em Blocos Econômicos Agrícolas e os efeitos dos choques populacionais.

Para a primeira etapa, faz-se uso das técnicas de análise de *cluster* (AC) e análise discriminante (AD). A vantagem do uso desses métodos é a sua capacidade para sugerir agrupamentos de acordo com o grau de semelhança das variáveis. Assim, partindo de uma amostra de 100 regiões, a AC e AD criam grupos de países, chamados aqui de Blocos Econômicos Agrícolas, baseando-se apenas em seus atributos agrícolas. Os critérios de semelhança são definidos de acordo com a paridade de quinze variáveis características do setor, divididas em: variáveis de oferta, de produtividade e de inserção internacional.

A relevância do uso dos métodos de Análise Multivariada (AM) é que as mesmas permitem identificar os grupos de observações (*i.e.* de países) por testes estatísticos, de forma a maximizar a similaridade entre elas. Além disso, o uso da AD, após a utilização da AC, serve como um “*check up* detalhado”, uma vez que o algoritmo da mesma permite distinguir, estatisticamente, cada observação e quais variáveis são mais viáveis para a discriminação entre os blocos.

As análises descritivas e exploratórias desta etapa da dissertação podem contribuir para discussões agrícolas ao redor do globo, uma vez que auxiliam na forma como o mundo é visto quanto aos aspectos econômicos relacionados à terra. Por exemplo, a partir dos resultados divulgados, para os sete blocos econômicos encontrados, é possível identificar países com capacidades produtivas semelhantes. Isto pode ser um facilitador para negociações entre países e até mesmo um auxiliar nas definições de investimentos.

Finalmente, após a definição dos blocos, a segunda etapa da investigação versa sobre os choques de população. Para este fim, o modelo de Equilíbrio Geral Computável, o *Global Trade Analysis Project* (GTAP) é utilizado para estimar os efeitos da variação populacional nos sete BEA para o período de 2011-2030.

A forma como o GTAP é estruturado quanto aos setores de produção, considerando que cada região produz apenas algumas *commodities* (por questões de natureza, clima, etc.) é conveniente para tal análise. Outra vantagem do emprego deste modelo é a sua capacidade de interação e de propagação do choque nas variáveis econômicas.

Os resultados mostram que com o crescimento da população mundial, a produção total e de alimentos, a inflação, a demanda e o consumo também crescerão. Por outro lado, a demanda pelo fator terra, assim como sua disponibilidade, diminuirão. O preço da terra é o maior, se comparado com os demais fatores de produção. Em vista disso, a demanda pelo fator diminuirá enquanto que a capital e por trabalho aumentará. A expansão da produção de alimentos, com a utilização de menores quantidades de terra aponta que este setor obtém ganhos de produtividade. No entanto, a expansão da produção é restrita e à medida que a população cresce, a necessidade por importar alimentos cresce.

1.1 Estrutura da dissertação

Além desta introdução, a presente dissertação possui mais sete capítulos para fins específicos. O Capítulo 2 foi estruturado para contextualizar o tema do trabalho de forma teórica, temporal e sistemática, dentro de uma perspectiva internacional. O mesmo foi dividido em três seções. A primeira é responsável por introduzir as questões do crescimento populacional e as suas influências sobre a demanda da terra. A segunda seção faz uma abordagem teórica e temporal. Dessa vez, busca-se explicar a associação do crescimento populacional e da produtividade agrícola com o desenvolvimento econômico dos países. Neste sentido, procedeu-se com a construção de uma revisão de literatura das principais teorias que dissertam a respeito do tema. Por fim, a última seção mostra os resultados da produtividade agrícola ao redor do mundo. O objetivo é elucidar o comportamento da agricultura internacional no que diz respeito aos ganhos (ou perdas) nos níveis de produção, classificados em países desenvolvidos, países em transição e países em desenvolvimento.

Espera-se que com o Capítulo 2, o leitor seja capaz de entender as relações entre os objetos de pesquisa e que também possa fazer construções críticas no que se refere ao posicionamento dos países dentro de uma perspectiva agrícola internacional.

O Capítulo 3 faz a apresentação do banco de dados. Em primeiro lugar, descreve as variáveis que serão utilizadas nas técnicas de Análise Multivariada. Estas são divididas em três grupos: variáveis de oferta, de produtividade e de inserção internacional. Em segundo lugar, expõe a análise descritiva das mesmas. Por fim, apresenta o banco de dados em que são captadas as estimativas populacionais para os próximos anos e que serão utilizadas como base para as simulações no GTAP. Além disso, este mesmo tópico explica como foram calculados tais dados e quais as hipóteses de fertilidade consideradas.

O Capítulo 4 detalha as duas técnicas de Análise Multivariada utilizadas para a classificação do mundo em blocos de países: a Análise de *Cluster* (AC) e a Análise Discriminante (AD).

O Capítulo 5 apresenta, em detalhes, o *Global Trade Analysis Project* (GTAP), que é utilizado na etapa das simulações. Nesta parte são expostas as características gerais, a estrutura da base de dados, a estrutura teórica do modelo, o fechamento, a estratégia de agregação e o teste de homogeneidade.

O Capítulo 6 disserta a respeito de como a investigação trata o choque de população dentro do modelo. Para isto, são apresentados os mecanismos de propagação e as principais variáveis envolvidas no choque populacional.

O Capítulo 7 expõe os resultados. Primeiramente são discutidos aqueles referentes às técnicas estatísticas de Análise Multivariada e são apresentados os Blocos Econômicos agrícolas. Por fim, o capítulo traz os resultados referentes às simulações.

Finalmente, no Capítulo 8 são dadas as conclusões.

2 CRESCIMENTO POPULACIONAL, DEMANDA DA TERRA E PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

2.1 Os impactos do crescimento populacional na agricultura

A relação entre “crescimento populacional” e “agricultura” não caminha em apenas uma direção. Esta discussão é indubitavelmente de caráter circular. De um lado, a raça humana providencia mão de obra e tecnologia para o cultivo. Por outro lado, a agricultura é capaz de suprir as carências alimentares e proporcionar segurança para a expansão populacional.

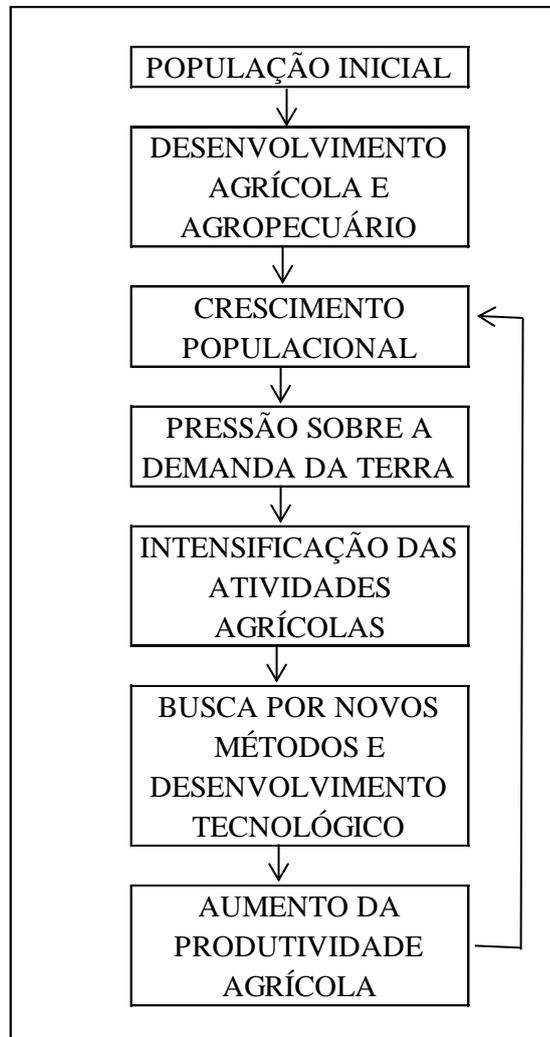
Se forem considerados os fatos históricos, em algum ponto do tempo, a humanidade começou com um número pequeno de indivíduos. Seu crescimento gradual foi possibilitado pela agricultura e domesticação de gado. Foi necessário que o setor agrícola evoluísse e se tornasse uma fonte alimentar segura para que houvesse a contínua expansão da população (CHILDE, 1981; COLLINS, 2012; TORREY; TORREY, 2015). Além disso, o surgimento da indústria alimentícia (fim do século XVIII e início do XIX), provocou um efeito imediato nas taxas de crescimento populacional. Este ponto da história é discutido pelo o que se chama de “Teoria da Transição Demográfica” (THOMPSON, 1929; DAVIS, 1945; GAGE; DEWITTE; 2010).

Por outro lado, quanto mais a população cresce, maior será a intensificação das atividades agrícolas e maior a necessidade de aumento dos níveis de produção por unidade de terra. Isto é, o crescimento populacional impulsiona a busca por ganhos de eficiência e de produtividade (BOSEPUR, 1965; HAYAMI; RUTTAN, 1970; VAN MEIJL *et al.*, 2006, FEDOROFF *et al.*, 2010; GODFRAY *et al.*, 2010). A Figura 1 resume o processo circular discutido anteriormente.

Além disso, segundo as Nações Unidas (2012), a dinâmica populacional é uma das principais questões a serem consideradas no processo de desenvolvimento dos países, assim como os avanços no setor de produção agrícola (BANCO MUNDIAL, 1982). Segundo a Divisão Populacional das Nações Unidas (1999), há 2000 anos, a Terra era habitada por 300 milhões de pessoas (aproximadamente a população atual dos EUA). Já a Revisão de 2015 das projeções populacionais da ONU mostra que em 2015, o total de pessoas do planeta passou de 7 bilhões de habitantes e essa tendência de crescimento é contínua (GRÁFICO 1). Assim,

para que se mantenha a sobrevivência, para além do desenvolvimento, a produção da agrícola deve acompanhar este comportamento ou a mesma excederá a sua capacidade.

FIGURA 1 - Relação entre o crescimento populacional e demanda da terra

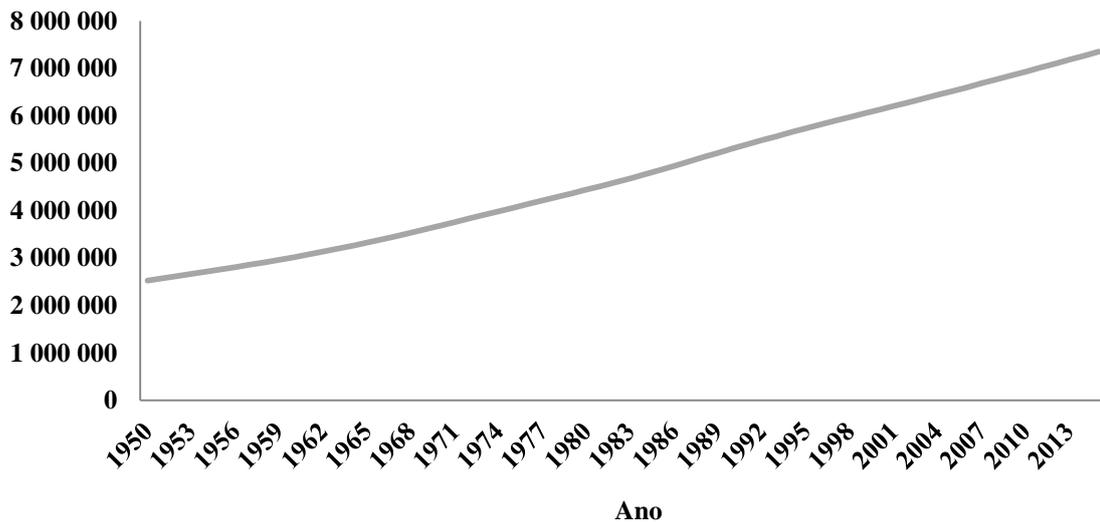


Fonte: elaboração própria a partir da revisão de literatura.

Assim, como a procura por terra é definida pela ocupação humana da mesma (MEYER; TUNER, 1992), é possível dizer que o rápido crescimento da população acaba por atrasar a expansão da produção e até mesmo impedir o crescimento de alguns países (UNCTAD, 2012; KEMJIKA, 2012). Segundo o *Population Reference Bureau*, a cada dia um quarto de milhão é adicionado às cerca de 6,4 bilhões de pessoas já existentes (FAO, 2009). Como 40% da superfície do globo é usada para a agricultura (FAO, 2009), esta situação se complica ainda mais levando-se em conta que a oferta de terra é limitada. Os solos mais férteis já estão sendo utilizados, em algumas regiões do planeta já não existem terras para a produção de alimentos e os recursos naturais estão sendo poluídos e degradados dia após dia.

Uma resposta a estas preocupações é garantir ganhos de produtividade (*i.e.* ganhos de eficiência) nas áreas agrícolas para a produção suficiente de alimentos (PIMENTEL; WILSON, 2004; KINKARTZ, 2011).

GRÁFICO 1 – Crescimento populacional 1950 a 2015 (em milhares de habitantes)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas (2015).

Não se pode esquecer que, além das necessidades alimentares, a expansão populacional conduz ao alargamento e desenvolvimento urbano e infraestrutural, como a construção de estradas e habitações. Isto compromete muitas terras adicionais que poderiam estar sendo utilizadas na agricultura e agropecuária. Isto torna a terra mais valiosa e sua posse ainda mais custosa, impactando progressivamente o preço dos alimentos e bens agrícolas utilizados como insumos intermediários à produção (CONWAY-GOMEZ, 2012).

Além disso, a procura por terra varia de região para região e o crescimento populacional certamente é um problema para países com menos recursos, sejam eles tecnológicos ou físicos (KEMJIKA, 2012). Por isso, o presente trabalho analisa as consequências do crescimento populacional dentro de um contexto agrícola mais homogêneo, com países semelhantes dentro de um mesmo bloco. Ainda, o comportamento da produção, o bem-estar da economia e as questões de sobrevivência que estão ligadas à terra foram estudadas por diversos pensadores econômicos. Para alguns pensadores (como Malthus, 1903; Ricardo, 1917), o fator populacional seria considerado um limitador do crescimento da produção agrícola e do desenvolvimento.

Ao final do século XVIII e início do século XIX, a percepção de que a população crescia em progressão geométrica² enquanto a produção de alimentos se expandia em uma progressão aritmética era fonte de inquietação entre os economistas.

Naquela época já se entendia que a produção agrícola estava relacionada diretamente às definições do crescimento econômico e à manutenção do bem-estar da população. Logo, a ligação entre “crescimento populacional” e “produtividade agrícola” tornou-se relevante dentro das discussões econômicas naquele período. Malthus (1903) e Ricardo (1917), por exemplo, acreditavam que o fator terra apresentava rendimentos decrescentes e este era o fator responsável por limitar o crescimento das nações até um ponto de equilíbrio. Enquanto lutava-se para manter a população alimentada, obter ganhos de produtividade e comerciais, havia uma força contrária e limitadora a estes objetivos, que era o número crescente de indivíduos.

Além disso, devido ao desgaste dos nutrientes, limitação na quantidade de terras férteis disponíveis e expansão da demanda, o crescimento do número de indivíduos conduziria ainda ao aumento da ocupação de terras menos férteis, isto é, menos produtivas. Para Ricardo, o uso destas era o que implicava em menores níveis de produtividade. Já para Malthus (1903), a causa limitadora da produtividade e do crescimento econômico era a disponibilidade de terras aráveis.

Apesar da relevância dessas constatações, com a revolução industrial, a urbanização, o controle de natalidade e o surgimento da indústria alimentícia, a teoria malthusiana se tornou, naquele ponto, obsoleta.

Do início até meados do Século XX, as discussões econômicas se voltaram para outros assuntos, com o surgimento da corrente de pensamento Keynesiana (década de 1930 e 1940). As formulações eram, em grande parte, a respeito do estudo de investimentos e expectativa dos agentes. No entanto, a formalização dos estudos referentes à estrutura produtiva foi reforçada a partir das décadas de 1940 e 1950. Essas pesquisas estavam, em geral, ligadas às teorias macroeconômicas e ao estudo da capacidade produtiva, como em Harrod (1942), Domar (1946) e Kaldor (1957).

² Progressão geométrica (PG) é uma sequência de números que cresce (ou decresce) pelo produto de uma taxa constante enquanto que uma progressão aritmética (PA) é a sequência de números que cresce (ou decresce) pela soma do seu antecessor por uma taxa constante.

Apesar do lapso de tempo e da atenção dada a outras questões, o tema “crescimento populacional e produtividade agrícola” nunca foi excluído das discussões econômicas. Desde a década de 50, alguns economistas observavam o comportamento dos países desenvolvidos e em desenvolvimento no que diz respeito às atividades produtivas e aos fatores de produção (LEWIS, 1955; KUZNETS 1971, ROSTOW, 1960). A principal preocupação desses autores estava ligada ao setor agrícola.

Lewis (1955) e Rostow (1960), por exemplo, argumentavam que a produção por trabalhador nos setores não agrícolas era, aproximadamente, duas vezes maior que nos setores agrícolas. Essa evidência poderia estar indicando, em primeira instância, que os demais setores, exceto o agrícola, estavam operando com maior eficiência. Além disso, ainda era observado que a produtividade no setor era menor em países mais pobres (KUZNETS, 1971).

Dessa forma, com a expansão populacional, sem o simultâneo aumento dos recursos, fez reviver a preocupação com a crise Malthusiana e esta somente seria resolvida com o aumento da produtividade agrícola (GOLLIN *et al.*, 2013). Além disso, a partir da década de 80, ficou consolidado que a capacidade dos países de alcançar crescimento sustentável dependeria da sua capacidade de desenvolver o setor: “os países não são capazes de alcançar um crescimento econômico sustentado, sem que antes, ou simultaneamente, desenvolvam sua agricultura” (WORLD BANK, 1982, pág 52).

Conhecidas essas circunstâncias, os países se encontram despendendo esforços para expandir sua tecnologia, sua produtividade agrícola e, logo, seu desenvolvimento econômico. Para complementar esta discussão, a seção 2.2 foi construída de forma a exibir resultados da produtividade agrícola em uma perspectiva internacional. Acredita-se que assim será possível compreender melhor os resultados finais, já que a presente pesquisa faz uma abordagem mundial.

2.2 Produtividade Total dos Fatores: resultados internacionais para a agricultura

O conceito de produtividade como “nível de produção por unidade de insumo utilizado”, foi consolidado na década de 70, com os resultados empíricos de Simon Kuznets (GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000). Kuznets (1971) mostra que parte significativa do produto não havia

sido explicada pelo aumento da utilização dos insumos, mas, pelo crescimento dos níveis de produção (ocasionado por maior eficiência). É fato que outros autores (como Robert Solow, 1950 e até mesmo por Adam Smith, 1776) já haviam indicado que os aumentos no nível de produção advinham do progresso técnico, mas, foi após os resultados de Kuznets que o tratamento econômico de produtividade, como posto acima, passou a ser realmente adotado.

A partir da década de 70, os pesquisadores se concentraram em estudar o crescimento capaz de melhorar o padrão de vida, principalmente das pessoas (e países) mais pobres, sendo o setor agrícola prioritário dentro do assunto (CONWAY; BARBIER, 2013). A busca por ganhos de produtividade neste setor é um dos principais aliados no combate à fome e pobreza, capaz de garantir o desenvolvimento sustentado dos países (WORLD BANK, 1982). Ganhos de produtividade significa obter maior produção utilizando menor quantidade de recursos (KUZNETS 1971).

Nos últimos 50 anos, a agricultura sofreu e ainda vem sofrendo mudanças fundamentais. A produção agrícola por trabalhador e por acre alcançou os mais altos coeficientes nos países industrializados. Fugile, Wang e Ball (2012) acreditam que esses países tenham alcançado os maiores níveis na “fronteira tecnológica” com as maiores combinações de terra e mão de obra.

Por outro lado, os avanços em pesquisa e desenvolvimento (P&D) nos países periféricos têm permitido que os mesmos auferam ganhos de produtividade, mantendo esse crescimento no longo prazo (FUGILE; WANG, 2012; WANG *et al.*, 2012). Os aumentos de eficiência permitem países, como China, Brasil, países do sudeste Asiático e da América Latina se aproximem dos países desenvolvidos em relação aos níveis de produção.

Segundo Fugile *et al.* (2012), desde 1961 foi possível observar um crescimento acentuado da produtividade agrícola em diversos países. No período de 2001-2009, a Produtividade Total dos Fatores³ (PTF) mundial do setor agrícola apresentou ganhos de 1,84% a.a.

A Tabela 1 mostra os resultados da PTF mundial para a primeira década do século XXI. Os autores ainda argumentam que o índice de preço da *commodity* de alimentos aos preços mundiais de *commodities* agrícolas, reportado pelo Fundo Monetário Nacional (FMI), subiu

³ Um conceito mais vasto de produtividade na literatura é a Produtividade Total dos Fatores (PTF) que é a relação entre a produção total e os insumos de uma agregação de todos os fatores utilizados na produção tais como: terra, mão de obra especializada e não especializada, capital, materiais usados na produção, recursos naturais, etc. (BURFISHER, 2011; FUGILE; WANG, 2012; GORDON, 2016). Esta definição parte da própria definição de Kuznets.

cerca de 125% a.a. entre 2000 e 2011. Ou seja, não apenas a produção agrícola aumentou, mas também houve crescimento nos preços das *commodities* de alimentos a preços mundiais.

A Tabela 1 mostra que na primeira década do século XXI a taxa de crescimento da PTF, para todos os países desenvolvidos, era de 2,44% a.a. enquanto que para os países em desenvolvimento era de 2,21% a.a. (uma diferença de 0,23 pontos percentuais).

Dos países em desenvolvimento, Brasil e China são os que possuem os maiores índices de produtividade (4,03% a.a. e 3,05% a.a., respectivamente) enquanto o menor índice foi encontrado para a África Subsaariana (0,51% a.a.). Já a taxa de crescimento da PTF para os países em transição foi de 2,28% a.a.

Esta comparação mostra que a diferença entre os países em desenvolvimento e os países em transição é de apenas 0,7 ponto percentual. Uma diferença maior do que a encontrada entre os países em desenvolvimento e países desenvolvidos. Para uma abordagem descritiva destes resultados, as próximas seções são apresentadas na seguinte ordem: países desenvolvidos, países em transição e países subdesenvolvidos.

TABELA 1 - PTF do setor agrícola ao redor do mundo: 2001-2009 (% a.a.)

Região	Taxa de crescimento da PTF: 2001-2009 (% a.a.)
Todos os países em Desenvolvimento	2,21
África Sub Saariana	0,51
América Latina e Caribe	2,74
Brasil	4,03
Ásia (exceto leste da Ásia)	2,78
China	3,05
Leste da Ásia e Norte da África	1,88
Todos os países Desenvolvidos	2,44
Estados Unidos e Canadá	2,24
Leste Europeu e Europa Central	1,98
Países em Transição	2,28
Mundo	1,84

Fonte: Fugile, Wang e Ball (2012). Adaptado.

2.2.1 Produtividade agrícola: países desenvolvidos

De “países desenvolvidos”, entenda-se: países industrializados de alta renda. A começar por eles, a Tabela 2, construída com base em Wang, Schimmelpfennig e Fugile (2012), mostra resultados para a PTF agrícola e para os demais índices relacionados, como a produtividade do trabalho, da terra, etc. A média do crescimento da PTF agrícola, para o período 1973-2002, foi de 1,65. O maior índice é encontrado para a Espanha, Suécia, países do Mediterrâneo e Grécia. Os menores índices são encontrados para Holanda, Bélgica e Reino Unido.

A Espanha foi o país com os maiores ganhos (3,42%). Também foi o segundo país com os maiores níveis de produtividade da terra (2,51%), perdendo apenas para Irlanda (2,53%), por dois pontos percentuais. A Irlanda é o país que possui os maiores índices de relação capital-trabalho no setor agrícola (5,19 %). Por fim, quanto à produtividade do trabalho, a Espanha é o que apresenta os maiores níveis (6,16%), seguido pela Dinamarca (5,09%).

Desses resultados, foi possível observar que, em geral, os países com os maiores ganhos de produtividade são aqueles que também apresentaram grandes números para os demais índices. Isso ocorre, por exemplo, com a Espanha, que apresenta os maiores índices para a PTF (3,42%), produtividade da terra (2,51%), relação capital trabalho (4,48%) e produtividade do trabalho (6,16%). Já o segundo país com os maiores ganhos de PTF e demais índices é a Suécia (2,48%). Além destes, outros estudos evidenciam o crescimento da produtividade nos países desenvolvidos como no Canadá de 1,6% a.a., no período de 1961 a 2006 (CAHILL; RICH, 2012). Já para a Austrália, as estimativas sugerem aumento de 1,4% a.a. entre 1977-1978 e 2008-2009 (ZHAO *et al.*, 2012). Esse crescimento foi acompanhado pelo aumento da produção das fazendas e pela simultânea redução na utilização dos insumos. Apesar destes resultados, os autores argumentam que os ganhos de PTF agrícola tendem a ser voláteis na Austrália, uma vez que o setor é significativamente influenciado pelas condições climáticas altamente variáveis no país.

O evidente receio de queda na produção agrícola não é encontrado apenas na Austrália, esse medo cerca todos os países desenvolvidos. Alston *et al.* (2012) conclui que a produtividade agrícola diminuiu, especialmente nos países mais ricos. É exatamente por este temor que Wang, Schimmelpfennig e Fugile (2012) avaliam a existência da desaceleração do crescimento da produtividade agrícola na Europa Ocidental em 11 países da União Europeia

(1973-2002). Apesar dos resultados apresentados pelos autores mostrarem que o crescimento da produtividade esteja estagnado, não encontraram uma evidência da desaceleração da produtividade. A estagnação foi atribuída à retirada de recursos referentes ao setor agrícola e destinado a outros setores.

TABELA 2 - Índices de Produtividade da Europa Ocidental: 1973-2002 (% a.a.)

Países	Produtividade do trabalho (% a.a.)	Relação capital-trabalho (% a.a.)	Produtividade da Terra (% a.a.)	Crescimento da PTF Agrícola (% a.a.)
Europa Ocidental	4,14	3,74	1,6	1,58
Mediterrâneo	4,57	4,35	1,63	2,16
Grécia	3,48	2,39	1,35	2,08
Itália	3,62	4,41	1,04	1,28
Espanha	6,16	4,48	2,51	3,42
Norte Continental	3,64	3,21	1,62	1,29
Bélgica	3,44	3,08	0,94	0,86
Dinamarca	5,09	4,94	2,05	1,65
França	3,92	4,53	1,36	1,36
Alemanha	3,12	1,53	1,93	1,41
Holanda	2,37	3,36	1,85	0,82
Outros				
Irlanda	4,94	5,19	2,53	1,71
Suécia	4,64	2,06	2,08	2,48
Reino Unido	2,92	2,32	0,88	1,02

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados em Wang, Schimmelpfennig e Fugile (2012).

2.2.2 Produtividade agrícola: países em transição

Os países em transição são aquelas economias conhecidas por estarem saindo da condição de governo central planejador e se tornando economias de mercado livre. Em geral, elas são compostas pelos países da antiga União Soviética (URSS).

Nesse contexto, alguns pesquisadores como Swinnen, Herck e Vranken (2012), buscam conhecer os impactos causados por essa transição sobre a produção agrícola. A pesquisa é feita para países da Europa Central, Leste Europeu e dos países da URSS.

Segundo os autores, a produção agrícola foi baixa nos anos iniciais após o fim da URSS, mas, a partir de 2000 a taxa de crescimento cresceu exponencialmente. O declínio inicial, em termos de magnitude e tempo de duração, é diferente de país para país. Isso é decorrente da maneira com que cada país passou pelas reformas.

Nos países da Europa Central, as perdas de produtividade foram mais suaves e a recuperação começou ao início das reformas. Já os países Bálticos, mostraram um comportamento diferente. Tiveram um declínio de 50-60% da produtividade antes da reforma, enquanto para os países da Europa Central e Ásia Central esse declínio foi de 25-30%. Esses países mostraram uma recuperação rápida a partir deste evento, mas a queda inicial da produtividade agrícola foi mais profunda do que a encontrada na Europa Central (refletindo as barreiras encontradas por esses países para passarem de economias centrais planificadoras para mercado livre). Por fim, foi possível constatar que a partir dos anos 2000, a PTF começou a crescer em todas as regiões ex-soviéticas.

2.2.3 Produtividade agrícola: países em desenvolvimento

Até este ponto, a presente seção buscou fazer uma apresentação dos resultados encontrados referentes aos países desenvolvidos e aos países em transição. A partir de agora, dará ênfase aos países em desenvolvimento como China (TONG; FULGINITI; SESMERO, 2012), Índia (BINSWANGER-MKHIZE E D'SOUZA, 2012), Indonésia (RADA; FUGILE, 2012), Tailândia (SUPHANNACHART; WARR, 2012), Brasil (GASQUES; BASTOS; VALDES; BACCHI, 2012) e países do continente africano (FUGILE; RADA, 2012; NIN-PRATT; YU, 2012; LIEBENBERG, 2012). Além disso, no presente texto não se faz nenhuma distinção entre “países em desenvolvimento” e “países emergentes”.

Como dito anteriormente, na introdução da seção 2.2, os investimentos em P&D têm possibilitado o avanço nos níveis da produção agrícola dos países em desenvolvimento, como China e Brasil. Os investimentos nacionais e internacionais em pesquisa agrícola podem ter gerado efeitos positivos e significativos sobre o crescimento da produtividade. No entanto, as taxas de retorno a essas pesquisas parecem ser mais altas em países maiores. A tecnologia incorporada à força de trabalho (*e.g.* um homem fazendo o trabalho de cinco), ao capital (*e.g.* uma máquina capaz de fazer o trabalho de cinco máquinas menos desenvolvidas) ou como

formadora de insumos intermediários mais desenvolvidos, é capaz de provocar ganhos de produtividade no setor agrícola.

Os resultados para a economia chinesa a têm colocado no topo do *ranking* dos maiores níveis de produção agrícola dos países em desenvolvimento. O crescimento da PTF agrícola deste país é de 3,05% a.a. Perde apenas para o Brasil (TABELA 1) que mostra, para o período 1970-2006, o crescimento de 4,03% a.a. (GASQUES *et al.* 2012).

Tong, Fulginiti e Sesmero (2012) mostram que no período 1993-2005 a taxa de crescimento da produtividade agrícola chinesa foi cerca de 4% a.a., no entanto, este resultado difere regionalmente, com províncias costeiras orientais superando a produção das províncias centrais e ocidentais, o que pode ser uma fonte causadora das disparidades regionais da China, em relação à produção agrícola. Já para a Tailândia, Suphannachaet e Warr (2012) encontram que a produção bruta expandiu cerca de 2,3% a.a. de 1961-2009 (enquanto os insumos cresceram apenas 0,7% a.a.).

Entre os períodos de 1960-2000, a produção agrícola apresentou queda na Índia, mesmo o setor continuando a ser o principal empregador. Essa divergência, segundo Binswanger-Mkhize e d'Souza (2012), é um efeito direto da disparidade da produtividade média do trabalho entre os setores agrícolas e não agrícolas. Esse ponto é preocupante, uma vez que o setor vem a ser um empregador de indivíduos de baixa renda, menor nível de educação e menos capazes de migrar para outras funções.

Para a Indonésia, Rada e Fugile (2012) verificaram que a produção, em todo o território, são positivos, mas, a níveis provinciais, há divergências. Por exemplo, as regiões de Java e Bali apresentam crescimento mais lento da produtividade enquanto as regiões de Sumatra e Kalimantan crescem duas vezes mais rápido. Os autores acreditam que a liberação do comércio na Indonésia e as políticas de mercado foram as responsáveis por esses resultados favoráveis em Sumatra e Kalimantan.

Por fim, para o continente africano (África Oriental e Austral), Fugile e Rada (2012) e Nin-Pratt e Yu (2012) observam que os ganhos de produtividade agrícola foram dominados pela melhoria de eficiência. Entre 1985 e 2008, a taxa de crescimento da PTF foi de 1,3% a.a. e o trabalho agrícola cresceu 2% a.a. Quanto à África do Sul, Liebenberg (2012) encontra que de

1947 a 2010, a produtividade da terra cresceu a uma taxa média anual de 1,58%, quatro vezes mais do que o crescimento da produtividade do trabalho.

Até aqui, é possível observar uma coincidência entre os países em desenvolvimento. Mesmo apresentando ganhos de produtividade, nacionalmente, esses países mostram desigualdade na distribuição da PTF quando alguma desagregação espacial é feita. Isto é encontrado para China, Brasil, Indonésia e também para o continente Africano.

2.3 Considerações Finais

O presente capítulo teve o objetivo de apresentar, em primeiro lugar, como a expansão populacional afeta a demanda da terra e, após isso, mostrar como este fator, o crescimento populacional e produtividade agrícola se relacionam e influenciam a economia dos países.

Uma das constatações mais importantes apresentadas pelos autores foi a de que o desenvolvimento de cada país está ligado diretamente à sua estrutura agrícola e o comportamento da mesma varia de acordo com o crescimento populacional. Se a base produtiva agrícola for desenvolvida, toda a base de produção do país também será (BANCO MUNDIAL, 1982). No entanto, por mais desenvolvida que seja a agricultura de um país, o crescimento populacional será sempre um limitador do usufruto dos resultados da terra.

A Figura 2 exibe um mapa retirado de Fugile *et al.* (2012) que mostra a distribuição do crescimento da PTF agrícola no globo. Este mapa foi construído com os resultados encontrados pelos estudos apresentados na seção 2.2 e o período considerado é desde meados da década de 90 até o fim da primeira década dos anos 2000.

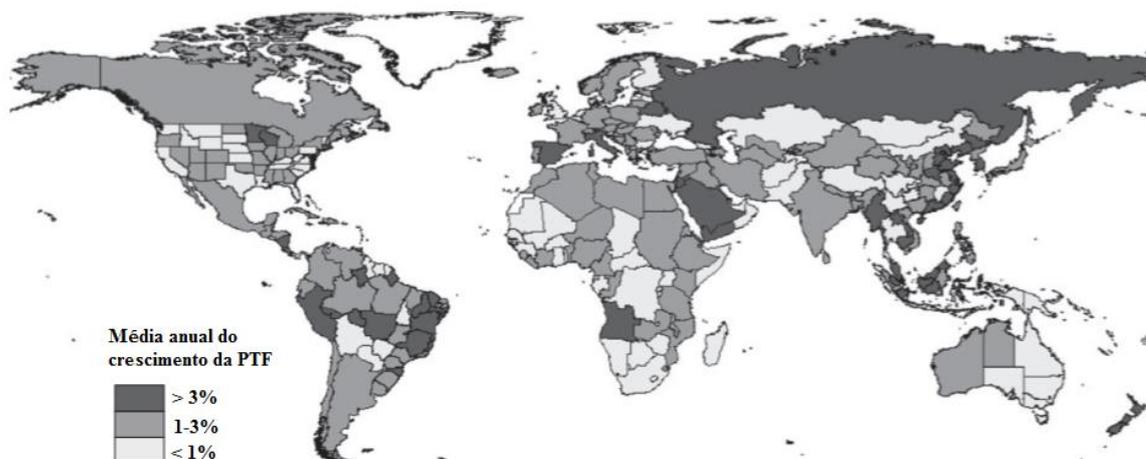
Das constatações da seção 2.2, pode-se observar que nos últimos 50 anos, mesmo que a produção agrícola dos países desenvolvidos tenha alcançado os mais altos graus, a partir de meados da década de 90, esse cenário está mudando e os dados indicam estagnação ou até mesmo queda nas taxas de crescimento da produtividade para esses países, com média de 1,6% a.a. Além disso, é possível observar que há presença da heterogeneidade regional dentro dos próprios países desenvolvidos, como acontece na Europa, EUA e Austrália. Por exemplo, como é possível observar na Figura 2, apenas duas regiões nos EUA apresentam ganhos de PTF agrícola maiores que 3%.

Um quadro diferente é observado para os países em transição e os países em desenvolvimento. Para os primeiros, a abertura comercial foi responsável por provocar avanços como ganhos de produtividade em todas as regiões ex-soviéticas, a partir de 2000. Um exemplo é a Rússia, que mostra a média de crescimento da PTF maior que 3% a.a.

Os países em desenvolvimento apresentam ganhos de produtividade sistemáticos desde meados dos anos 90. Em grande parte, isso vem dos investimentos em P&D e da redução da tributação sobre o setor, o que foi responsável por melhorar os termos de troca em alguns países. Além disso, os aumentos da produção têm sido acompanhados pelo crescimento nos preços das *commodities* de alimentos a preços mundiais. No entanto, assim como para os países desenvolvidos, os países em desenvolvimento mostram disparidades regionais quanto aos ganhos de produtividade dentro do próprio solo nacional. Este é o caso do Brasil, Índia e China.

O presente capítulo dissertou a respeito de como a expansão da população afeta as atividades agrícolas e como estes fatores estão ligados à conservação da vida humana. O Quadro 1 do Apêndice 1 apresenta ainda outros textos complementares à esta revisão de literatura. Em geral, são estudos empíricos que se assemelham ao presente trabalho em algum aspecto, seja nas técnicas utilizadas, na sugestão da classificação de países segundo alguma semelhança, ou na avaliação dos impactos do crescimento populacional. Esses estudos mostram que os métodos de Análise Multivariada, em especial, a Análise de *cluster*, é útil em meio aos estudos econômicos para identificar grupos de países de acordo com as suas similaridades.

FIGURA 2 - Crescimento da PTF agrícola global



Fonte: Fugile, Wang e Ball (2012).

No caso do presente trabalho, essas técnicas serão utilizadas para categoriza-los de acordo com suas características agrícolas. Segundo Boserup (1965), qualquer categorização dos sistemas de utilização da terra em relação ao grau de intensidade, é necessariamente arbitrária em certa medida. Logo, para fugir ao máximo dessa “classificação arbitrária” o presente trabalho fará uma categorização dos países em blocos agrícolas, Isto confere a esta investigação um caráter autêntico em meio aos demais estudos.

Além disso, para as simulações de crescimento populacional, o segundo método escolhido foi o *Global Trade Analysis Project* (GTAP). Este é um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) cuja base de dados é mundial. Para cada país, têm-se dados de produção, demanda dos fatores, salários, impostos, etc. Este modelo não foi escolhido apenas pela sua ampla base de dados, mas, a vantagem do uso dos modelos de EGC está nas interações das equações no núcleo do modelo. Quando há uma distorção, isto é, quando é dado um choque, todo o seu efeito se espalha pela economia de forma simultânea. Isto tornou o modelo aprazível para a busca dos resultados. Em geral, as pesquisas a respeito das atividades agrícolas usando modelo de EGC são relacionadas ao meio ambiente, emissão de gases de efeito estufa, uso do solo, entre outros (BURNIAUX, 2002; LEE, 2004; FERREIRA FILHO; HORRIGE, 2004; HEISTERMAN *ET AL.*, 2006; VAN MEIJL *ET AL.*, 2006; BIRUR *ET AL.*, 2008; EICKHOUT *ET AL.*, 2008; HERTEL *ET AL.*, 2008). Isto também mostra que a proposta do presente trabalho, utilizando o GTAP, é nova dentro da literatura, quando será dado um choque de população (simular o crescimento da população) para observar os efeitos nas atividades agrícolas e na demanda pelos fatores, em especial, a terra.

Por fim, a seção 2.2 foi construída para apresentar como os países ao redor do mundo estão se comportando em relação aos ganhos de produtividade agrícola. Apesar dos métodos utilizados e dos resultados buscados no presente estudo não se referirem à produtividade agrícola diretamente, essa construção é importante uma vez que a investigação é feita por uma abordagem mundial e disserta a respeito do setor agrícola. Além disso, os resultados encontrados por esses autores pode auxiliar na compreensão dos resultados finais.

3 BANCO DE DADOS PARA ANÁLISE MULTIVARIADA

Os blocos econômicos já consolidados de forma internacional, como o Mercosul, a Alca, a União Europeia e os BRIC's, não foram definidos apenas por características econômicas. Em geral, são considerados também atributos políticos e sociais, além da proximidade geográfica. Sabendo disto, esta dissertação propõe um novo agrupamento de países definidos apenas por suas características agrícolas. Para este fim, serão usadas técnicas de Análise Multivariada (AM - Capítulo 4). Essas variáveis são usadas pelo Banco Mundial (WB)⁴ e FAOSTAT⁵ para caracterizar o setor agrícola. Esses dados são referentes aos anos de 2004 e 2011⁶.

3.1 Descrição das Variáveis

Para os procedimentos de AM, as variáveis utilizadas são aquelas capazes de caracterizar o setor agrícola dos países da amostra. Inicialmente, foram considerados 140 países. No entanto, os métodos de AM utilizados por este trabalho são sensíveis à presença de *outliers* e *missings*. Dessa forma, optou-se por fazer uma triagem da base de dados para detecção destes, resultando em uma amostra global final de 100 países. Os *outliers* foram colocados como “resto do mundo”.

A categoria “variáveis de oferta” diz respeito àquelas relacionadas à disponibilidade de terra e oferta de recursos. São elas: terra arável, terras de cultivo permanente, terras agrícolas, áreas de floresta, fontes de água potável, crescimento da população rural e população rural.

Das “variáveis de produtividade”, foram consideradas aquelas que constituem algum tipo de índice, que dizem respeito ou possuem influências diretas sobre a produção. São elas: índice de produção vegetal, índice de produção de alimentos, índice de produção de gado, valor adicionado agrícola e consumo de fertilizantes. A produção de gado é considerada aqui pelo fato da pecuária ser um competidor direto com a agricultura por terra. Já o consumo de fertilizantes é considerado neste tópico, uma vez que o mesmo é capaz de proporcionar aumento nos níveis de produção.

⁴ Disponível em: <<http://databank.worldbank.org>>. Último acesso: 10 de novembro de 2017.

⁵ Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Último acesso: 10 de novembro de 2017.

Por fim, na categoria “inserção internacional” são encontradas variáveis capazes de caracterizar os países dentro do mercado agrícola internacional, que são: índice de produtividade da terra, exportação e importação de produtos agrícolas. A descrição de cada uma dessas variáveis, dentro de cada categoria, vem a seguir.

3.1.1 Variáveis de oferta

As variáveis aqui definidas são aquelas cujas potencialidades estão relacionadas ao lado da oferta⁷, disponibilidade de terra, disponibilidade de recursos para produção na terra, população rural (*proxy* para oferta de mão de obra nas áreas agrícolas) e acesso a água potável pela população rural.

As variáveis foram calculadas de forma a reduzir os problemas de escala. Essas dificuldades poderiam ser causadas, por exemplo, pela comparação entre países com grandes extensões territoriais e países com pequenas extensões. Assim, foi necessário fazer a normalização das variáveis⁸. Terra arável, terras de cultivo permanente, terras agrícolas e áreas de floresta são calculadas dividindo a sua área pela área territorial total do país. Assim como as variáveis: fonte de água potável em áreas rurais e população rural são divididas pela população rural total.

- *Terra arável* ou *TARAVEL* (% da área terrestre): inclui os terrenos definidos pela FAO como ocupados por culturas temporárias (áreas de cultivo duplo são contadas apenas uma vez), prados temporários para relva ou para pasto, terra sob mercado ou hortas e terrenos temporariamente em pouso. São excluídos os terrenos abandonados, como resultado de agricultura itinerante.
- *Terras de Cultivo Permanente* ou *CULTPERM* (% da área terrestre): diz respeito às terras cultivadas com plantações que as ocupam por longos períodos e não precisam ser replantadas após cada colheita, tais como cacau, café e borracha. Esta categoria

⁷ Smith (1776), Ricardo (1817) e Malthus (1798; 1803) ligavam o crescimento da economia a variáveis de oferta, como a disponibilidade de terra e crescimento populacional e desgaste dos nutrientes da terra.

⁸ Problemas de escala não são potencialmente uma dificuldade na análise *cluster*. Inicialmente foram feitos os procedimentos utilizando as variáveis de tamanho, no entanto, os grupos finais ficaram heterogêneos e os testes não ficaram favoráveis. Dessa forma, optou-se pela normalização das variáveis, que atendeu a todos os critérios.

inclui terra sob arbustos, árvores frutíferas, nogueiras e videiras, mas exclui a terra debaixo de árvores cultivadas para extração madeireira.

- *Terras Agrícolas* ou *TERRAAGR (% da área terrestre)*: é a porcentagem da área de terra que é arável, com culturas permanentes e sob pastagens permanentes. As pastagens permanentes são as terras utilizadas para cinco ou mais anos de forragem, incluindo culturas naturais e cultivadas.
- *Área de Floresta* ou *AREAFLOR (% da área terrestre)*: é a terra sob florestas naturais ou florestas plantadas com árvores de pelo menos 5 metros, sejam elas produtivas ou não. São excluídas árvores em sistema de produção agrícola (e.g. plantações de frutas e sistemas agroflorestais já contadas em outros itens), árvores em parques urbanos e jardins.
- *Fonte de água potável em áreas rurais* ou *AGUAPOT (% da população rural com acesso)*: refere-se à porcentagem da população rural que utiliza uma fonte melhorada de água potável. A melhoria inclui água canalizada nas instalações (ligação canalizada de água do agregado familiar localizado no interior da habitação, terreno ou quintal do usuário) e outras fontes de água potável melhoradas, torneiras públicas ou chafarizes, poços tubulares ou furos, poços protegidos, nascentes protegidas, e recolha de águas pluviais).
- *Crescimento da população* ou *CPRURAL (% anual)* e *População Rural* ou *POPRURAL (% da população total)* diz respeito às pessoas que vivem em áreas rurais. É calculado como a diferença entre a população total e a população urbana.

3.1.2 Variáveis de Produção

As potencialidades das variáveis aqui definidas são aquelas que expressam alguma relação com a produtividade agrícola, tais como índices de produtividade, consumo de fertilizante e valor adicionado da agricultura.

- *Índice de Produção Vegetal* ou *PRODVEG (2004-2006 =100)*: mostra a produção agrícola para cada ano em relação ao período base 2004-2006. Inclui todas as culturas. Exceto culturas forrageiras⁹.
- *Índice de Produção de Alimentos* ou *PRODALIM (2004-2006 = 100)*: abrange culturas alimentares consideradas comestíveis e que contêm nutrientes. Café e chá são excluídos porque, embora comestíveis, eles não têm nenhum valor nutritivo.
- *Índice de Produção de Gado* ou *PRODGADO (2004-2006 = 100)*: inclui a produção de carne e leite de todas as fontes, produtos lácteos como queijos, ovos, mel, seda crua, lã e couros e peles. Este índice foi incluído nessa seção uma vez que a produção pecuária é concorrente da produção agrícola pelo uso dos espaços de terra disponíveis. A primeira delas é responsável por ocupar terras que poderiam estar sendo utilizadas pela segunda.
- *Valor Adicionado agrícola* ou *VAAGR (% do PIB)*: é a produção líquida de um setor após somada toda a produção e subtraídos os insumos intermediários¹⁰.
- *Consumo de Fertilizantes* ou *CFERTLZ*: é calculado pelo quilograma usado de fertilizante por hectare de terra arável, dividido pela quantidade em quilos de cereal produzido por *hectare*. A medida de consumo de fertilizante mede a quantidade de nutrientes das plantas usadas por terra arável. Os produtos fertilizantes são: nitrogenados, potássio e fertilizantes fosfatados (incluindo fosfato natural). São excluídos nutrientes tradicionais como animais e adubos vegetais.

⁹ Esse índice de produção é calculado pela FAO a partir dos valores em dólares internacionais, normalizados para o período base 2004-2006.

¹⁰ É calculado sem fazer deduções para a depreciação de bens fabricados ou exaustão e degradação dos recursos naturais. O setor agrícola corresponde à divisões ISIC 1-5 (Classificação Internacional Padrão Industrial). Inclui: silvicultura, caça, pesca, cultivo de culturas e produção de gado.

3.1.3 Variáveis de inserção internacional

Esta seção disserta sobre as variáveis capazes de classificar e diferenciar os países sob uma ótica agrícola internacional.

- *Índice de produtividade da terra* ou *CFERTLZ*: é calculado pelo rendimento da produção de cereal (*Kg*) produzido por *hectare* dividido pelo tamanho da terra (em *hectares*) sob produção de cereais. O rendimento da produção de cereais é medido por quilograma por *hectare* de terra colhida, incluindo arroz, milho, sorgo, cevada, aveia, centeio, milho moído, trigo, grãos mistos e grãos secos. São excluídas as culturas de cereais colhidas para feno, colhidas em verde para alimentação, ração, silagem ou pastagem.
- *Exportação de Produtos Agrícolas* ou *EXPORT* e *Importação de Produtos Agrícolas* ou *IMPORT*: compreendem a seção 2 SITC exceto as divisões 22, 27 (fertilizantes brutos e minerais, excluindo o carvão, petróleo e pedras preciosas) e 28 (minérios metálicos e aparas).

3.2 Análise descritiva das variáveis

Após a definição do banco de dados e das variáveis que serão usadas nos métodos de AM, esta seção objetiva apresentar a análise descritiva das mesmas, tais como média e desvio padrão. A Tabela 3 exibe as estatísticas descritivas para as três categorias de variáveis no ano de 2004 e 2011. Esse tipo de análise é importante para observar a diferença característica de cada grupo de variáveis e o possível relacionamento entre elas. Além disso, no Apêndice 2 é apresentado o teste de normalidade bivariada (Shapiro-Wilk). Esse teste mostra que os dados utilizados nos procedimentos de AM seguem uma distribuição normal.

Em estatística, a média é usada para mostrar em que ponto os valores de uma distribuição se concentram. A categoria das “variáveis de produção” foi a que apresentou as maiores médias para o ano de 2004, tanto em valores mínimos quanto máximos. “Produtividade vegetal”, “produção de alimento” e “produção de gado” mostram as maiores médias tanto em 2004

quanto em 2011. Além disso, o teste de média de Hotelling (APÊNDICE 2) mostra que todas as médias, em 2004 e 2011, são diferentes.

Para diferenciar as médias, o desvio padrão é utilizado. Ele mostra o quanto os valores das variáveis (dos quais já se obteve a média) são próximos ou distantes da própria média. A Tabela 3 mostra que os maiores desvios em relação à média, para o ano de 2004, são encontrados para as “variáveis de oferta”. Tais como: “área florestal”, “água potável”, “população rural”, “terra agrícola” e “terra arável”. Já no ano de 2011, a categoria “variáveis de produção” também apresenta desvios com magnitudes tão elevadas quanto para as “variáveis de oferta” em: “produtividade vegetal”, “produção de alimentos” e “produção de gado”. Além da descrição das variáveis em termos de média e desvio-padrão, também foi feita a dedução da correlação entre as variáveis. As Tabelas 7 e 8 do Apêndice 2 apresentam as correlações estatisticamente significativas a 10% para os anos de 2004 e 2011, respectivamente.

As correlações consideradas “mais fortes” (acima de 0,60) são encontradas para os pares: “produtividade vegetal” e “produção de alimentos” tanto para o ano de 2004 (0,87) como para 2011 (0,87). Ainda para 2004, o “valor adicionado agrícola” apresentou correlação forte negativa (-0,76) com o acesso à “água potável”, correlação positiva (0,81) com a “população rural”. Entre “produção de alimentos” e “produção de gado” é encontrada uma correlação positiva (0,63).

Para o ano de 2011, a variável “produção de alimentos” também exibe correlação positiva forte com a “produção de gado” (0,73), “produção de alimento” e “valor adicionado agrícola” (0,60). “Produção de alimento” e “água potável” com correlação negativa de (-0,62) bem como “valor adicionado agrícola” e acesso à “água potável” (-0,72). O mesmo é encontrado para “acesso à água potável” e “população rural” (-0,60) e, por fim, “valor adicionado agrícola” com a “população rural” (0,79) tal como para o ano de 2004.

Resumidamente, as constatações estatísticas apresentadas mostram que as relações entre países com alta “produção vegetal” irão exibir alta “produção de alimentos”. Também é importante mencionar que a “produção de alimentos” e a “produção de gado” são, de igual modo, fortemente correlacionadas.

Por fim, também é possível observar que países com altos índices para a variável “população rural” (*proxy* para oferta de mão de obra) também devem mostrar o “valor adicionado agrícola” elevado pois essas duas variáveis são fortemente correlacionadas. Assim como “produção de alimentos” é fortemente correlacionada com o “valor adicionado agrícola”. Dessa forma, é possível dizer que as “variáveis de produção” apresentam uma relação forte entre si igualmente identificada entre as “variáveis de produção” e as “variáveis de oferta”. Por mais que a análise de correlação não aponte especificamente para uma análise de influência, é possível dizer que as variáveis dessas duas categorias apresentam distribuições com padrões semelhantes entre os países.

TABELA 3 - Estatísticas descritivas das variáveis

CATEGORIAS	2004				2011				
	Média	Desv.Padr	Min	Max	Média	Desv.Padr	Min	Max	
OFERTA									
<i>CULTPERM</i>	2,85	3,96	0,00	17,96	3,05	4,23	0,01	19,42	
<i>AREAFLOR</i>	30,98	19,21	0,01	72,90	30,66	18,87	0,01	73,11	
<i>AGUAPOT</i>	81,93	18,64	26,8	100,00	86,11	16,38	32,30	100,00	
<i>CPRURAL</i>	0,05	1,76	-8,95	3,05	0,01	1,88	-8,17	6,50	
<i>POPRURAL</i>	40,03	20,98	2,66	87,25	37,70	20,49	2,31	85,20	
<i>TERRAAGR</i>	43,42	19,43	2,85	84,73	43,49	19,43	2,74	83,00	
<i>TARAVEL</i>	17,99	14,07	0,09	62,56	18,09	14,10	0,12	58,98	
PRODUTIVIDADE									
<i>PRODVEG</i>	100,10	7,47	78,49	118,43	115,90	21,90	72,06	187,70	
<i>PRODALIM</i>	98,03	4,83	82,07	110,57	116,10	18,93	77,05	179,09	
<i>PRODGADO</i>	97,06	4,32	77,06	108,25	113,74	18,51	74,17	182,82	
<i>VAAGR</i>	11,22	10,22	0,49	42,30	10,26	10,06	0,28	44,67	
<i>CFERTLZ</i>	0,05	0,07	0,00	0,490	0,06	0,16	0,00	1,51	
INSERÇÃO INTERNACIONAL									
<i>CFERTLZ</i>	0,04	0,19	0,00	1,54	0,05	0,29	0,00	2,48	
<i>EXPORT</i>	5,04	10,78	0,00	75,88	3,81	7,26	0,01	51,72	
<i>IMPORT</i>	1,83	1,23	0,46	8,47	1,53	1,02	0,30	7,30	

Fonte: Resultados da pesquisa com base nos dados da FAO.

3.3 Dados para as simulações: projeções do crescimento populacional pela Divisão Populacional das Nações Unidas

A Divisão Populacional das Nações Unidas é responsável por estimar o crescimento populacional. Este é o banco de dados utilizado para obter dados de população para o ano de 2011 e as projeções para 2020, 2025 e 2030. Além disso, tais informações são referentes à última atualização, a Revisão de 2015. A partir deste ano, as Nações Unidas projetam o crescimento do número de habitantes para todos os anos até 2100.¹¹ Para essas projeções, são utilizadas múltiplas etapas analíticas de aplicação em álgebra matricial baseadas em dados e análise de tendências dos anos anteriores (de 1950 a 2015¹²) com relação à idade, sexo, fertilidade, mortalidade e migração.

Além disso, esses cálculos são feitos para uma grande amostra de países da África, Ásia, Europa, América Latina, Caribe, América do Norte e Oceania. Assim, todos os países constituintes dos BEA foram encontrados nesta base de dados e não houve problemas de compatibilidade entre as amostras.

As Nações Unidas consideram oito variantes de fertilidade para as projeções: fertilidade alta, média, baixa, constante, substituição instantânea, mortalidade constante, nenhuma mudança de fertilidade e migração zero. Elas são diferenciadas de acordo com as suposições das tendências futuras. Tais tendências são revisadas a cada nova publicação da Divisão Populacional.

As primeiras cinco hipóteses (fertilidade baixa, alta, média, constante e instantânea) se diferenciam pelos pressupostos da fertilidade esperada. Já a variante “mortalidade constante” difere da “variação média” apenas em relação à mortalidade futura esperada. A sétima “nenhuma mudança de fertilidade” é definida por levar em conta a mortalidade e fertilidade constante, diferenciando-se assim da “variante média” com relação à fertilidade e à mortalidade. Nessas duas últimas, considera-se que há evolução do desenvolvimento dos países, bem como aumento da capacidade de nutrição das massas, acesso à saúde e saneamento básico crescente, etc. Finalmente, a última variante, “migração zero”, é diferente da “variação média” apenas em relação à tendência futura de migração internacional.

¹¹ O acesso aos dados foi feito via site¹¹. Disponível em: <<https://esa.un.org/unpd/wpp/>>. Último acesso em: 10 de março de 2017.

¹² Na base de dados utilizada, as tendências de fertilidade de todos os países reavaliadas e estimadas para a 2015.

Os termos sob os quais as variantes de fertilidade são descritas seguem uma convergência de alta fertilidade para baixa fertilidade. Segundo a Divisão Populacional das Nações Unidas, historicamente, a evolução da fertilidade passa por três fases. A primeira fase é chamada de pré-transição ou alta fertilidade, a segunda é chamada de transição e, por fim, a fase de pós-transição ou baixa fertilidade.

Os países de alta fertilidade são definidos por aqueles que, até 2015, não apresentaram redução dos nascimentos ou apenas um declínio insignificante. Países com fertilidade média são aqueles que mantêm um ritmo de queda no número de nascimentos (nível acima de 2,1 filhos por mulher) considerando o período entre 2010 e 2015. Por fim, os países com baixa fertilidade são definidos por aqueles de fertilidade total igual ou inferior a 2,1 filhos por mulher entre 2010 e 2015.

Segundo a Divisão Populacional (2015), para os cálculos das projeções, o método probabilístico realizado em dois passos distintos, ao invés de fixar um número mínimo de filhos por mulher. Na primeira etapa, desenvolvem-se modelos para descrever a sequência das mudanças de fertilidade, conforme a convergência, de alta para baixa. O declínio total da fertilidade é calculado por uma função logística dupla¹³ e os parâmetros estimados por um modelo hierárquico Bayesiano. As distribuições consideradas são as tendências históricas dos países. Essa forma escolhida de investigação é sobretudo importante para os países em transição, pois permite não só levar em conta a experiência histórica dos países, mas também o grau de incerteza a respeito do futuro declínio de fertilidade. Por fim, os resultados levaram às seguintes definições:

- Hipótese de alta variação: a variante é projetada para permanecer 0,5 crianças acima da “variante média”. A Divisão Populacional considera, para o primeiro período de projeção, 2015-2020, mais 0,25 crianças por mulher. No segundo, 2020-2025, mais 0,4 crianças e, posteriormente a esses períodos, mais 0,5 crianças. Acredita-se que, fazendo desta forma, haverá uma transição suave entre 2010-2015 e os períodos posteriores. Dessa forma, como na variante média são considerados 2,1 filhos por

¹³ Uma função logística é definida por: $P(t) = \left(\frac{M}{1 + \left(\frac{M - P_0}{P_0} \right) e^{-ct}} \right)$. Em que $P(t)$ é o número total de indivíduos naquele instante do tempo, c é uma constante positiva e M número máximo de indivíduos suportado.

mulher, na variante alta são considerados 2,6 filhos. Essas hipóteses são aplicadas a todos os países, simultaneamente.

- Hipótese de baixa variação: nas hipóteses de baixa fertilidade, a variante é projetada para permanecer 0,5 crianças abaixo da “variante média”. Para o primeiro período de projeção, 2015-2020, menos 0,25 filhos. Para o período 2020-2025, menos 0,4 crianças e, após isso, menos 0,5 crianças por mulher. Ou seja, já que a hipótese de fertilidade média calcula 2,1 filhos por mulher, a variante baixa de fertilidade considera que cada mulher terá 1,6 crianças.
- Hipótese de variação constante: em todos os países a fertilidade é fixa ao nível estimado para 2010-2015.
- Hipótese de substituição instantânea: essa variante fixa a fertilidade a um nível capaz de garantir uma taxa de reprodução de 1 para o primeiro período, 2015-2020. Assim, para os demais anos de projeção, os cálculos são feitos de forma que a taxa de reprodução seja sempre 1. Para medir o nível de substituição, os níveis de mortalidade também são levados em conta.

Os pressupostos de mortalidade são divididos em duas partes na Revisão de 2015. A primeira considera, inicialmente, um crescimento lento na expectativa de vida e uma progressão em direção ao avanço contra a mortalidade (*e.g.* melhoria da higiene e nutrição dos países). Após esse período, assume-se que haverá aceleração nas melhorias devidas a desenvolvimentos econômicos, imunização das massas, etc.

A segunda fase é caracterizada pelo combate a doenças não transmissíveis que ocorre de forma mais lenta, uma vez que há desafios na prevenção de mortes prematuras em idades avançadas. Os aumentos na expectativa de vida ao nascer são modelados por uma função logística dupla, desenvolvidas pelas revisões da *World Population Prospects* (NAÇÕES UNIDAS, 2006). A idade em que se evitam os óbitos por doenças infecciosas e não transmissíveis também são consideradas e afetam diretamente nos ganhos da esperança de vida.

- Hipótese de mortalidade constante: considera-se que a mortalidade durante o período de projeção é constante ao estimado para o período inicial, 2010-2025, para cada país.
- Hipótese de migração internacional: este é o componente mais difícil de se projetar devido à escassez dos dados, impactando diretamente nos cálculos tendenciais. É possível que este elemento seja causal, pois, as migrações ocorrem muitas vezes em períodos de crise econômica, sociais, fatores ambientais e climáticos. Além disso, observou-se que países historicamente de origem se tornaram destinos e vice-versa. As suposições das tendências futuras seguem algumas hipóteses: as informações de imigração e emigração são registradas pelos países, levam em conta dados sobre fluxos migratórios, estimativas de migração irregulares ou irregulares e dados de movimentos de refugiados. Assim, para a migração internacional, assumiu-se que até 2045-2050 ela continuaria estável. Sobre o fluxo de refugiados, considerou-se que dentro de 5 a 10 anos os refugiados regressariam ao país de origem.
- Hipótese de migração normal: os cálculos são feitos baseados nas estimativas passadas e na orientação política de cada país. As projeções foram mantidas constantes de 2045-2050. Após 2050, a migração diminuirá aproximadamente 50% do nível projetado para 2045-2050.
- Hipótese de migração zero: sob esse pressuposto, a migração é considerada zero para os países a partir do período 2015-2020.

A presente seção apresentou a base de dados usada para a retirada das estimativas das projeções futuras do aumento populacional, para cada país dos BEA. Após o choque, todas as análises serão feitas dentro das oito variantes de fertilidades propostas pela Divisão Populacional das Nações Unidas, que também foram exploradas aqui.

4 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA PARA A DEFINIÇÃO DO MUNDO EM BLOCOS ECONÔMICOS AGRÍCOLAS (BEA)

Este capítulo apresenta os métodos de Análise Multivariada (AM) utilizados para encontrar a classificação dos países em blocos, de acordo com a similaridade de sua estrutura agrícola.

Para tal finalidade, o método da análise de *cluster* (ou análise de agrupamentos) será aplicado para separar os países em grupos, no ano de 2004. A seguir, a análise discriminante será usada para o ano de 2011. Dessa forma, é possível chegar à definição final dos blocos de países. Esses resultados serão descritos no Capítulo 7. Além disso, a análise discriminante também permite fazer uma discussão dos potenciais “países em transição entre os blocos” no período 2004-2011.

4.1 Análise de *Cluster* (AC)

A análise de *cluster* (AC) é uma análise exploratória dentro dos métodos de AM capaz de particionar um conjunto de observações em dois ou mais grupos com base na similaridade dos elementos a partir de um conjunto de características específicas (JOHNSON; WICHERN, 2007). Dessa forma, com a aplicação da AC, pretende-se encontrar blocos de países similares e que apresentem um perfil agrícola semelhante.

A AC é usada para que a homogeneidade entre os elementos de um mesmo grupo e a heterogeneidade dos elementos intergrupos seja maximizada (MINGOTI, 2007). A avaliação dos conjuntos é feita pelas relações interdependentes, sem que seja estabelecida uma relação de causa e efeito entre as variáveis. Dessa forma, o objetivo é classificar os países dentro de grupos mutuamente exclusivos, tendo como base as semelhanças das variáveis já definidas no Capítulo 3.

A relação entre as observações é medida de acordo com suas similaridades ou, em sentido oposto, por suas dissimilaridades, conceituado como “distâncias no espaço das variáveis” (BETARELLI, 2016). Quanto menor o valor da distância entre as observações, maior é o grau de semelhança entre elas (contextualizando com o presente trabalho, mais parecidos são os países).

O primeiro passo para a AC é a definição do critério de dissimilaridade. Segundo Kageyama e Leone (1999), a medida mais usual de distância utilizada neste critério é a da distância Euclidiana. Logo, quanto menor à distância, mais semelhantes serão os indivíduos. “[...] a distância mais usual, quando os valores das variáveis referentes aos indivíduos são valores reais, é a distância Euclidiana” (MANLY, 1968 *apud in* FIRME; VASCONCELOS, 2011). Essa foi a medida usada no presente trabalho.

Assim, para variáveis quantitativas, considere o vetor aleatório $\mathbf{X}_j = [X_{j1}, X_{j2}, \dots, X_{jp}]$ composto por p variáveis para cada j das n observações da amostra (MINGOTI, 2007). Supondo que a distância relativa entre os indivíduos e as variáveis sejam iguais, a distância Euclidiana entre duas variáveis (X_k e X_l) é representada por:

$$d(X_l, X_k) = [(X_l - X_k)'(X_l - X_k)]^{\frac{1}{2}} = \left[\sum_{i=1}^p (X_{il} - X_{ik})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

Em que $j \neq l$ e $l \neq k$.

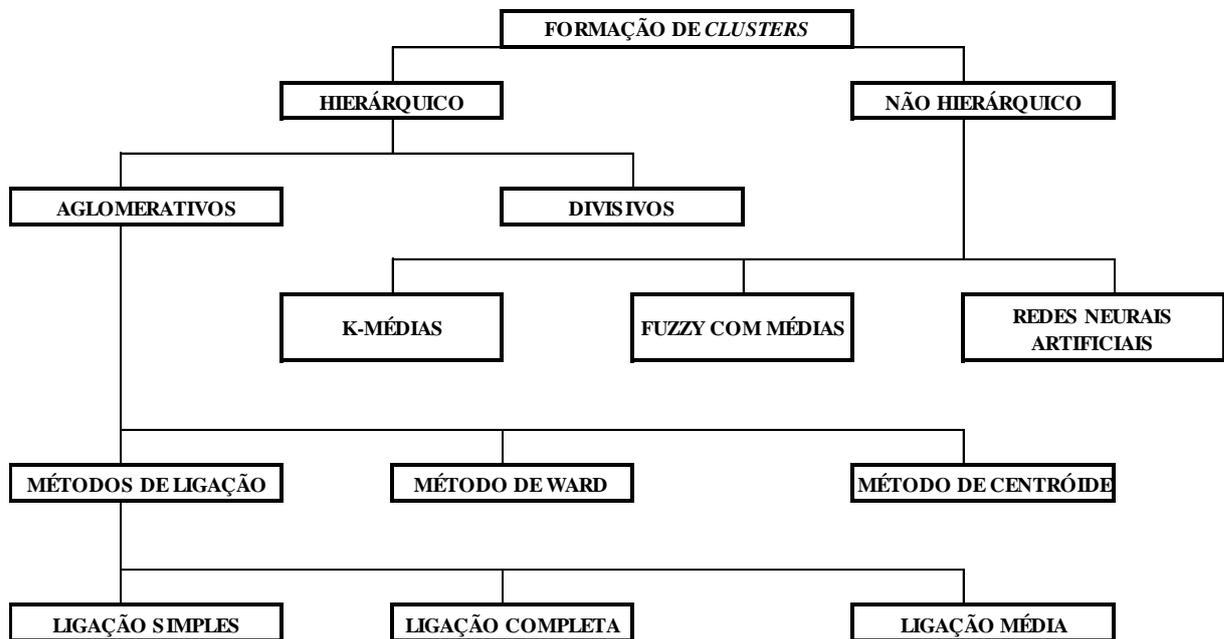
Os dois elementos considerados na equação, X_k e X_l , são comparados em cada variável i . Quanto menores os valores da medida euclidiana, mais similares são os países que estão sendo comparados.

Além da matriz de dissimilaridade euclidiana, também existem outras matrizes de distância como a matriz de Manhattan. Esta é a menos afetada quando existem *outliers*. No entanto, uma vez que esse problema já foi tratado anteriormente e esses países discrepantes foram colocados como “resto do mundo”, não é necessário o uso desta matriz¹⁴.

A AC é útil por também possibilitar definir o perfil dos blocos de países por meio da determinação de sua composição. Assim, após a definição do critério de dissimilaridade, o próximo passo é a seleção da técnica de aglomeração. Tal abordagem é dividida em dois processos: o hierárquico e o não hierárquico. Ambos os métodos foram aplicados no presente trabalho para a seleção do melhor agrupamento de países. A Figura 3 exhibe esquematicamente esses processos e os mesmos serão descritos nas seções a seguir.

¹⁴ Outras medidas de dissimilaridade como a distância generalizada, ponderada, Manhattan e Canberra são apresentadas em detalhes em Johnson e Wichern (2007).

FIGURA 3 - Processos de aglomeração da Análise de *Cluster*



Fonte: Elaboração própria a partir de Mingoti (2007).

4.1.1 Técnicas de Agrupamento Hierárquicas

As técnicas hierárquicas de agrupamento são definidas por uma série de procedimentos de sucessivas fusões ou divisões. Segundo Mingoti (2007), elas são divididas em métodos aglomerativos e divisivos. O primeiro inicia o processo com objetos individuais, executando, a partir disso, uma série de fusões. A técnica é capaz de distinguir cada elemento da amostra. Em primeiro lugar, os mais similares são agrupados. O procedimento continua até que, quando a similaridade diminui, os objetos restantes são colocados em um único grupo.

Já o método divisivo se dá em direção oposta ao aglomerativo. Um grupo inicial é separado em dois de forma que os objetos, em cada um deles, estejam distantes uns dos outros. No processo, esses subgrupos vão sendo divididos em outros, o mais dissimilar possíveis, até que cada subgrupo seja o próprio elemento amostral.

Uma vez que o objetivo central é distinguir os países da amostra partindo de observações individuais (país) as técnicas aplicadas neste trabalho seguem a primeira abordagem apresentada: as técnicas hierárquicas aglomerativas.

4.1.1.1 Métodos hierárquicos aglomerativos

Como visto na Figura 3, existem cinco tipos de métodos hierárquicos aglomerativos. O primeiro é o de ligação simples (*single linkages*), também conhecido como “vizinho mais próximo” (distância mínima). Nesse procedimento, a cada estágio, novos grupos vão sendo combinados por meio do cálculo da distância entre os elementos. Ou seja, eles são reunidos conforme a proximidade entre cada um. O método de ligação simples é usado para estruturas geométricas diferentes. No entanto, ele é incapaz de distinguir grupos pouco separados.

No método de ligação completo (*complete linkages*) ou “vizinho mais longe” (conhecido como distância máxima), a separação dos grupos é definida pelos pares de elementos mais distantes. Esse método forma *clusters* de mesmo diâmetro e isola os *outliers* nos primeiros passos.

Outro processo de agrupamento é o método de ligação média (*average linkages*). Este é responsável por definir grupos com variância semelhante (distância média). Os *clusters* formados nesta configuração possuem a mesma variância interna, produzindo melhores partições.

Por fim, o método de Ward (1963) parte de uma estrutura de seleção vetorial. O procedimento combina os grupos com distância mínima. A cada passo, o algoritmo de agrupamento combina os dois *clusters* com menor valor do quadrado total. Esse procedimento parte da ideia da minimização das “perdas de informação”. No entanto, tende a produzir *clusters* com variância mínima e com um número semelhante de elementos intragrupos. Ou seja, tende a formar grupos com o mesmo número de itens (baseado nos princípios de análise das variâncias).

A semelhança entre todas essas técnicas de agrupamento é a construção de um algoritmo básico, conservando cada técnica a sua própria métrica. Além disso, as fontes de erro e variação não são consideradas, tornando-as sensíveis à presença de *outliers*. Por isso, a amostra foi tratada anteriormente, ao início do processo, para que, ao final do mesmo, com a definição da partição final, não exista algum tipo de sensibilidade.

4.1.1.2 Testes para decisão da técnica de agrupamento

Não existe consenso sobre qual técnica de agrupamento hierárquico deve ser utilizada. Dessa forma, foram calculados todos os métodos e utilizados alguns critérios de decisão que ajudam a definir melhor a partição final.

Os critérios de decisão adotados foram:

- a) *pseudo* – F , proposto por Calinski e Harabasz (1974). Este é baseado na variância entre os grupos em cada nível de agregação. O valor alto do teste é desejável. A implicação é a rejeição da hipótese de homogeneidade entre os grupos criados.
- b) *pseudo* – T^2 , proposto por Duda e Hart (1973). O valor alto do teste não é o desejável pois implicaria na rejeição da hipótese de que os elementos intragrupos são semelhantes.

Estes testes foram feitos para todos os métodos de ligação. Assim, foram encontradas a partição de *clusters* e as sementes necessárias para a aplicação do modelo não hierárquico, descrito a seguir.

4.1.2 Técnicas de agrupamento não hierárquico

As técnicas de agrupamento não hierárquicas foram projetadas para agrupar observações dentro dos *clusters* (e não o agrupamento de variáveis). O objetivo é encontrar uma partição de n elementos e k *clusters* conservando a semelhança interna e isolando esses grupos que foram formados (JOHNSON; WICHERN, 2007). Além disso, é necessário definir quais são os k centroides (sementes) iniciais para a implementação do método.

Com a aplicação das técnicas não hierárquicas cada elemento amostral é alocado em um grupo cujo centroide seja mais próximo pela média (MCQUEEN, 1967). Dessa forma, é possível encontrar uma partição final de K grupos de modo a garantir a maior homogeneidade interna (similaridade intragrupo) e maior heterogeneidade externa (intergrupos). Além disso, quando o número de observações é elevado, é recomendável o uso dos métodos não hierárquicos, uma vez que os algoritmos computacionais para estes métodos têm maior

capacidade de análise de um conjunto de dados com um grande número de observações (ANDRADE, 2009).

Para Mingoti (2007), de todos os métodos para a definição de *cluster*, o que parece menos arbitrário consiste na utilização, primeiramente, de uma técnica hierárquica para a definição de K grupos precedida pelo cálculo com os métodos não hierárquicos. Isto é o que foi feito no presente trabalho. Dessa forma, o núcleo central dos *clusters*, que foram definidos primeiramente pelas técnicas hierárquicas, são usados no método não hierárquicos os centroides iniciais (ou sementes iniciais). Segundo Montenegro (2016), com a união das duas técnicas é possível definir o número e qualidade da partição final.

No processo do método não hierárquico, a cada passo, os objetos vão sendo agrupados ao centro mais próximo e, logo depois as médias são recalculadas. Isso vai acontecendo até que não exista mais variação de média e não haja mais necessidade das mesmas serem recalculadas. Ou seja, diferentemente dos métodos hierárquicos, os não hierárquicos dependem da definição prévia do número de *clusters*.

No presente trabalho, será utilizado o procedimento K-médias (*Kmeans*). Segundo Mingoti (2007), esta técnica é composta pelos seguintes passos:

- a) escolha dos K centroides (sementes) para iniciar o processo de partição. Essas sementes são definidas anteriormente pelos métodos não hierárquicos;
- b) comparar cada elemento com o centroide inicial por um tipo de distância (*e.g.* distância euclidiana). Os elementos são alocados aos *clusters* pelo critério de menor distância;
- c) após a alocação dos n elementos, recalculamos os centroides para cada novo *cluster* formado, repedindo o passo b) a partir destes novos centroides;
- d) repetir os passos b) e c) até que todos os indivíduos amostrais estejam bem alocados em seus grupos (*i.e.* até que nenhuma realocação de elementos seja necessária).

Por fim, o uso da AC para verificar a semelhança entre os 100 países da amostra possibilitará uma reflexão original a respeito dos diferentes blocos de países formados (os Blocos

Econômicos Agrícolas) para o ano de 2004. Os países com características comuns são agrupados em *clusters*.

O ano de interesse da presente pesquisa é 2011. A AC é aplicada primeiramente para o ano de 2004 predefinindo um número de *clusters*. Após isso, a Análise Discriminante (AD) é utilizada para captar as variações ocorridas entre estes dois anos e, finalmente, definir a agregação final de blocos econômicos.

4.2 Análise Discriminante (AD)

O propósito da análise discriminante é estimar a relação entre uma variável dependente categórica e um conjunto de variáveis independentes métricas. Os *clusters* identificados pela AC serão transformados nessas variáveis categóricas não métricas e as 15 variáveis descritas do Capítulo 3, nas métricas.

Este é um método para tratamento dos dados à *posteriori* visando à validação de hipóteses levantadas a partir de outros métodos (BETARELLI, *ET AL.* 2016). Além disso, é capaz de descrever as diferenças entre os grupos e explorar tais diferenças ao classificar as novas observações como membros em um dos grupos já existentes (JOHNSON; WICHERN, 2007).

Como na AD é necessário conhecer o formato prévio dos grupos, a variável categórica utilizada será a variável G (classificação de cada país ao seu determinado *cluster*). Assim, faz-se conhecido o perfil geral de cada um pelo comportamento das p variáveis características. Em outras palavras, a AD está sendo usada para comparar as diferenças entre os *clusters* (definidos para o ano de 2004) reclassificando os países no grupo com perfil mais semelhante no ano de 2011. Dessa forma, é possível encontrar países em “transição”¹⁵ no período de 2004 a 2011.

O método de decisão fundamenta-se na construção de uma regra matemática (ou regra de classificação) que mostra a probabilidade de pertencimento a um dos grupos de forma a minimizar o custo de classificação incorreta *i.e.*, o erro em afirmar que um objeto pertence a um grupo quando na verdade pertence a outro.

¹⁵ Esse nome é dado a países que foram classificados no período inicial (2004) em um determinado *cluster*, mas, ao período final (2011) é mais semelhante a algum outro *cluster*.

Além disso, a AD também gera uma combinação linear de duas ou mais variáveis independentes capazes de discriminar os grupos definidos *a priori*. Essa discriminação é feita com a definição dos pesos das combinações lineares para cada variável, maximizando, assim, a variância entre os grupos (em relação da variância dos grupos). É neste ponto que entra o uso da regra matemática (ou regra de classificação), definindo a qual grupo o novo objeto pertence.

Nas regras de classificação, para $G > 2$ grupos (em que $i = 1, 2, \dots, g$) e um vetor de observações de p variáveis $\mathbf{x}' = [x_1, x_2, \dots, x_p]$, uma função densidade normalmente distribuída associada com a população $\pi_i = [1, 2, \dots, g]$ é definida por $f_i(\mathbf{x}) \sim N_p(\mu_i, \Sigma_i)$. Pela razão de verossimilhança, o objeto \mathbf{x} é alocado em um grupo de π_k quando:

$$\frac{f_k(\mathbf{x})}{f_i(\mathbf{x})} > \frac{p_i}{p_k} \rightarrow p_k f_k(\mathbf{x}) > p_i f_i(\mathbf{x}) \quad (2)$$

Em que p_i é a probabilidade prévia de π_i .

Inicialmente, assume-se que as probabilidades prévias de cada grupo são iguais, resultando em:

$$\frac{p_k}{p_i} = 1 \quad (3)$$

Assumindo esses termos, a regra de classificação que equivale a maximizar a probabilidade é:

$$P(\pi_k | \mathbf{x}) = \frac{p_k f_k(\mathbf{x})}{\sum_{i=1}^g p_i f_i(\mathbf{x})} \quad (4)$$

Se as matrizes de covariâncias forem diferentes, a função discriminante usada será a quadrática, caso forem iguais, $P(\pi_k | \mathbf{x})$ resultará em uma função discriminante de Fisher. A função discriminante de Fisher (1936) tem a seguinte forma:

$$\ln[\lambda(\mathbf{x})] = -\frac{1}{2}[(\mathbf{x} - \mu_1)' \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mu_1)] + \frac{1}{2}[(\mathbf{x} - \mu_2)' \Sigma^{-1} (\mathbf{x} - \mu_2)] \quad (5)$$

$$\ln[\lambda(\mathbf{x})] = (\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} \mathbf{x} - \frac{1}{2}(\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} (\mu_1 + \mu_2) \quad (6)$$

em que: $(\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} \mathbf{x} = \mathbf{a}' \mathbf{x} = a_1 x_1 + a_2 x_2 + \dots + a_p x_p$

$$\mathbf{m} = \frac{1}{2}(\mu_1 - \mu_2)' \Sigma^{-1} (\mu_1 + \mu_2) = \frac{1}{2} \mathbf{a}' (\mu_1 + \mu_2) \quad (7)$$

A análise dos escores é a forma pela qual a AD avalia a qualidade da função em termos de erro de classificação e capacidade de discriminação. O total da probabilidade do erro de classificação é dado por:

$$TPM = p_1 \int_{R_2} f_1(x)dx + p_2 \int_{R_1} f_2(x)dx \quad (8)$$

O menor TPM é a taxa de erro ótima obtida a partir da minimização do custo médio de classificação incorreta. Quanto menor a probabilidade de erros de classificação, melhor será a função discriminante. No entanto, para populações cujas densidades não são conhecidas, a taxa de erro ótima não pode ser calculada. Esse é o caso deste trabalho. Assim, o que se deve estimar é a taxa de erro aparente (APER), definida em função das observações na amostra que estão mal classificadas pela função discriminante (JOHNSON; WICHERN, 2002). Neste caso, os mesmos elementos participam da estimação da regra discriminante e da estimação dos erros de classificação. A APER é calculada como a razão do somatório do número de observações mal classificadas pelo total de observações em cada grupo:

$$APER = \frac{n_{1e} + n_{2e} + \dots + n_{pe}}{n_{1t} + n_{2t} + \dots + n_{pt}} \quad (9)$$

Esse procedimento serve como uma etapa inicial de avaliação, pois se o valor da APER for elevado, é sinal que a regra de discriminação não está boa e deve ser reformulada.

O método tradicional de APER subestima as taxas de erro. Por isso, foi utilizado, ainda, outro método de discriminação, chamado Método de Holdout de Lachenbruch. Esse é o mais utilizado na literatura e consiste em uma validação cruzada. Ele consiste em três passos.

- a) Retira um vetor de observações da amostra conjunta e utiliza os $(n_1 + n_2 - 1)$ elementos restantes para construir a função de discriminação;
- b) Utiliza a regra de discriminação construída para classificar o elemento que ficou de fora, verificando se a regra de discriminação acertou a sua real procedência;
- c) Retorna o elemento que foi retirado à amostra original e retira outro elemento diferente repetindo os passos 1 e 2.

Esses passos são repetidos para todos os elementos da amostra conjunta e com os resultados computam-se as probabilidades de classificações incorretas e a taxa de erro esperada. Por isso,

a Análise Discriminante é o método mais indicado para comparar, estatisticamente, a diferença entre os grupos e decidir em qual grupo as novas observações serão provavelmente melhor classificadas.

Com a aplicação desta técnica será verificada a partição final de grupos previamente estabelecidos pela AC para o ano de 2004. A AD permitirá observar e reclassificar os 100 países da amostra para o ano de 2011, de acordo com as 15 variáveis que descrevem especificamente o setor agrícola. Além disso, também será possível observar e comparar a evolução dos países entre estes sete anos no que se refere aos aspectos agrícolas. A importância da AD é verificada exatamente neste ponto pois a reclassificação dos países entre os blocos previamente definidos permitirá observar se o comportamento adotado em meados da primeira década de 2000 manteve-se ou sofreu transformações no início da segunda década. É interessante notar que o pequeno período de tempo envolvido nesta análise não é hábil para definir grandes mudanças estruturais. No entanto, leva em conta a crise financeira de 2008 que foi um marco histórico para definições das trajetórias econômicas dos países, muitos deles, abalados com a crise.

Assim, a partir dos métodos apresentados neste capítulo, pretende-se chegar a uma classificação ótima dos 100 países em blocos econômicos agrícolas no ano de 2011. Isso permitirá que as comparações e os demais resultados assistidos por este trabalho sejam especificamente tratados dentro de um ambiente específico: o mundo agrícola.

5 O GLOBAL TRADE ANALYSIS PROJECT (GTAP)

O precursor no desenvolvimento do *Global Trade Analysis Project* (GTAP) foi o Dr. Tom Hertel, em 1992, pela Universidade de Purdue (EUA). O GTAP segue a abordagem *johanseana* (JOHANSEN, 1960) e recebeu também influências dos modelos de EGC da herança australiana (como o do modelo IMPACT¹⁶ em que Hertel trabalhou anteriormente).

Apesar do GTAP não possuir um módulo específico para tratar da população, o mesmo foi escolhido como método, pois sua habilidade sistêmica permite captar os impactos causados pelo choque por meio dos mecanismos de propagação (exposto na seção 5.2). Destes, destaca-se a demanda pelos fatores de produção. Dessa forma, este capítulo busca descrever a estrutura teórica e funcional do modelo, mostrando a estratégia adotada para conectar o crescimento da população à produção agrícola de alimentos e demanda pelos fatores de produção.

5.1.1 Características gerais e estrutura da base de dados

A peça central do GTAP é a sua base de dados global que contém informações de comércio bilateral, margens de transportes, etc. A versão usada no presente trabalho é o GTAP 9 e o ano base é 2011. Ele apresenta uma desagregação regional de 140 regiões para todas as 57 *commodities* consideradas. Além disso, esta versão contém novos dados macroeconômicos, dados bilaterais de comércio, melhoria dos dados de energia, decomposição de tarifas, conjunto de dados sobre emissões e cinco categorias de habilidades laborais¹⁷.

As agregações regionais seguem unicamente o interesse do pesquisador para cumprir a finalidade da pesquisa. Em geral, quando o objetivo é o estudo com blocos comerciais, procura-se contemplar os principais parceiros envolvidos (FEIJÓ; ALVIM, 2008¹⁸). Conforme visto no capítulo introdutório, o presente trabalho inova neste ponto, pois sugere

¹⁶ Em 1990, Hertel recebeu uma bolsa para trabalhar no projeto IMPACT com os Drs. Alan Powell e Peter Dixon. Foi nesse tempo que Powell explicou princípios do modelo Impact. Tal como: dados, treinamento e modelagem de código aberto. Veja a história completa em : < <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/about/history.asp>>.

¹⁷ Informações disponíveis em: < <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v9/>>. Último acesso em: 10 novembro de 2016.

uma agregação especial, em Blocos Econômicos Agrícolas, que serão as regiões consideradas. A possibilidade de adotar estas agregações também foi um requisito para a escolha do GTAP como metodologia.

Para cada região, existem 57 *commodities* (QUADRO 1). O conjunto formado pelas *commodities* de mesma área de produção será chamado aqui de “composto setorial”. Logo, a base de dados é formada por 5 destes compostos: “agricultura e extração vegetal”, “extração animal”, “extração mineral”, “indústria” e “serviços”.

O setor agrícola é definido pelo primeiro composto, “agricultura e extração vegetal”. É constituído por 10 setores de atividades ligadas diretamente ao solo, sem que haja qualquer tipo de processamento ou transformação industrial.

De outra forma, o GTAP considera que os setores intensivos no uso direto da terra são doze. Devem ser consideradas também algumas das atividades relacionadas ao composto “extração animal”. Os doze setores intensivos no uso do fator são: arroz cru (*pdr*), trigo e centeio (*wht*), outros grãos (*gro*), vegetais e frutas (*v_f*), sementes oleosas (*osd*), cana e beterraba (*c_b*), fibras e vegetais (*pfb*), outras culturas (*ocr*), criação de animais (*ctl*), outros produtos de animais (*oap*), leite cru (*rmk*) e outros materiais de produtos animais (*wol*). Assim, no presente trabalho, estes serão os setores referentes à produção agrícola de alimentos.

QUADRO 1 - As 57 *commodities* do GTAP (continua)

SETOR	Nº	CODIGO	DESCRIÇÃO
	1	<i>pdr</i>	Arroz cru
	2	<i>wht</i>	Trigo e centeio
	3	<i>gro</i>	Outros grãos
	4	<i>v_f</i>	Vegetais e frutas
AGRICULTURA E	5	<i>osd</i>	Sementes oleosa
EXTRAÇÃO VEGETAL	6	<i>c_b</i>	Cana e beterraba
	7	<i>ocr</i>	Outras Culturas
	8	<i>frs</i>	Silvicultura, exploração florestal e atividades e serviços relacionados
	9	<i>pfb</i>	Fibras e vegetais

Fonte: elaboração própria a partir do GTAPAgg0911.

QUADRO 1 - As 57 commodities do GTAP (continua)

SETOR	Nº	CODIGO	DESCRIÇÃO
EXTRAÇÃO ANIMAL	10	<i>ctl</i>	Bovinos, ovinos, caprinos, equinos, asinina e muar e sêmen dos mesmos
	11	<i>oap</i>	Outros produtos deanimais
	12	<i>rmk</i>	Leite cru
	13	<i>wol</i>	Lã, seda e outros materiais de origem animal cru utilizado na indústria têxtil
	14	<i>cmt</i>	Carnes
	15	<i>omt</i>	Outros tipos de carne
	16	<i>fsh</i>	Pesca, caça, repovoamento cinético e atividades dos serviços relacionados, pesca, piscicultura, atividades de serviços relacionados com pesca
EXTRAÇÃO MINERAL	17	<i>coa</i>	Carvão
	18	<i>oil</i>	Petróleo e serviços relacionados
	19	<i>gas</i>	Gás e serviços relacionados
	20	<i>omn</i>	Outras atividades de mineração
INDÚSTRIA	21	<i>vol</i>	Óleos Vegetais
	22	<i>mil</i>	Produtos lácteos
	23	<i>pcr</i>	Arroz processado
	24	<i>sgr</i>	Açúcar
	25	<i>ofd</i>	Outros alimentos
	26	<i>b_t</i>	produtos farináceos e similares
	27	<i>tex</i>	Bebidas e Tabaco
	28	<i>wap</i>	Têxteis
	29	<i>lea</i>	Couro
	30	<i>lum</i>	Madeira serrada e produtos de madeira e cortiça
	31	<i>ppp</i>	Papel e produtos de papelaria
	32	<i>p_c</i>	Petróleo e coca refinados
	33	<i>crp</i>	Produtos químicos de borracha
	34	<i>nmm</i>	minerais não metálicos
	35	<i>i_s</i>	Ferro e aço
	36	<i>nfm</i>	Metais não ferrosos
	37	<i>fmp</i>	Produtos de metal
	38	<i>mvh</i>	Veículos automotores
	39	<i>otn</i>	Outros equipamentos de transportes

Fonte: elaboração própria a partir do GTAPAgg0911.

QUADRO 1 - As 57 commodities do GTAP (conclusão)

SETOR	Nº	CODIGO	DESCRIÇÃO
	40	<i>ele</i>	Equipamentos eletrônicos
	41	<i>ome</i>	Outras máquinas e equipamentos
	42	<i>omf</i>	Outras manufaturas
	43	<i>cns</i>	Construção
	44	<i>ely</i>	Eletricidade
	45	<i>gdt</i>	Distribuição de gás
	46	<i>wtr</i>	Água (coleta, tratamento e distribuição)
	47	<i>trd</i>	Comércio
	48	<i>otp</i>	Outros tipos de transportes
	49	<i>wtp</i>	Transportes aquaviários
SERVIÇOS	50	<i>Atp</i>	Transportes aéreos
	51	<i>Cmn</i>	Comunicação: correios e telecomunicação
	52	<i>Ofi</i>	Intermediação financeira
	53	<i>Isr</i>	Seguros
	54	<i>Obs</i>	Outros serviços para empresas
	55	<i>Ros</i>	Recreação e outros serviços
	56	<i>Osg</i>	Outros serviços (governo)
	57	<i>Dwe</i>	Habitações

Fonte: elaboração própria a partir do GTAPAgg0911.

5.1.2 Estrutura teórica do modelo¹⁹

O GTAP é um modelo de EGC multiregional e multisetorial cujos mercados se encontram em concorrência perfeita e em rendimentos constantes de escala. Dois tipos de equações regem o modelo. A primeira é definida por relações contábeis. Ela é responsável por permitir que as receitas e despesas sejam iguais. O outro tipo de equação é baseado na teoria microeconômica e descreve o comportamento dos agentes, a função de demanda, entre outros.

Segundo Burfisher (2011), os aspectos inovadores desse modelo são a caracterização do setor privado pelas preferências homotéticas²⁰, o comércio bilateral (regido pelo pressuposto de *Armington*²¹) e um setor bancário global que intermedia poupança e consumo internacional.

¹⁹ As informações desta seção se baseiam nos textos de Hertel e Tsigas (1997) e Burfisher (2011).

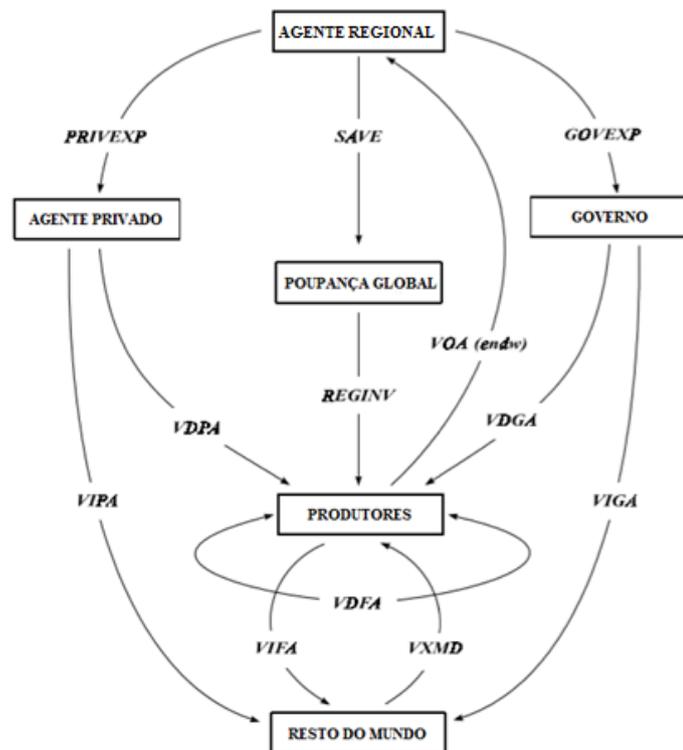
²⁰ Uma preferência monótona é homotética se todos os conjuntos de indiferença são relacionados por uma expansão proporcional ao longo dos raios. Isto é, se $X \sim Y$, então, $aX \sim aY$, para todo $a > 0$ em que X e Y são cestas de bens (MAS-COLELL, 1995).

²¹ Um bem produzido em uma região é um substituto imperfeito para bens produzidos pela mesma indústria em outras regiões.

Além disso, o modelo oferece múltiplas opções de fechamento, permitindo que a comparação dos resultados seja feita mais rapidamente. Esses pontos serão aprofundados ainda neste capítulo.

A estrutura comportamental dos agentes, descrita por Hertel e Tsigas (1997), é exibida na Figura 4. Ela mostra como o sistema está conectado e interage de forma que a economia esteja sempre em equilíbrio. No topo da figura, está o Agente Regional. Ele é responsável por controlar as receitas e despesas da economia, desempenhando papel de “agente regulador do mercado”. Em segundo grau, estão o agente privado, a poupança global, o governo, os produtores e, por fim, o restante do mundo.

FIGURA 4 - Fluxo circular da renda: comportamento dos agentes



Fonte: Retirado de Hertel e Tsigas (1997). Adaptado

5.1.2.1 Comportamento do Agente Regional

O Agente Regional foi criado para ser o “agente máximo” de todas as interações econômicas no GTAP. Recebem as receitas da economia e a distribuem por todo o sistema.

A renda recebida por este agente é obtida por duas fontes: pelo “valor do produto ao preço dos agentes” (*VOA*), devida pelos produtores, e também pela receita dos impostos incididos sobre os produtos domésticos (*TAXES*), que são os impostos devidos por todos os agentes.

VOA é a receita das firmas pelo uso dos fatores de produção, representado por:

$$VOA(i, r) = EVOA(i, r) \quad (10)$$

VOA, “valor do produto ao preço dos agentes”, é igual a *EVOA*, “valor da *commodity* *i* produzida na região *r*”, que é definido por:

$$EVOA(i, r) = ps(i, r) * qo(i, r) \quad (11)$$

Em que: $ps(i, r)$ é o “preço de oferta da *commodity* *i* na região *r*” e $qo(i, r)$ é “produção da indústria pela *commodity* *i* na região *r*”. Também define-se:

$$ps(i, r) = to(i, r) + pm(i, r) \quad (12)$$

Em que: $to(i, r)$ é a “renda proveniente dos impostos na região *r*” e $pm(i, r)$ “preço de mercado da *commodity* *i* na região *r*”.

A renda total obtida pelo Agente Regional é alocada e exaurida de acordo com a maximização de uma função de utilidade *U* (Equação 13). Esta é uma função do tipo *Cobb-Douglas*²² cujo fechamento macroeconômico é neoclássico. Por meio de *U*, o consumo do Agente Regional é alocado em (*i.e.* distribuído em) três fontes de destino: agente privado, governo e poupança global.

$$U = (PRIVEXP)^{\theta_{privexp}} (GOVEXP)^{\theta_{govexp}} (SAVE)^{\theta_{save}} \quad (13)$$

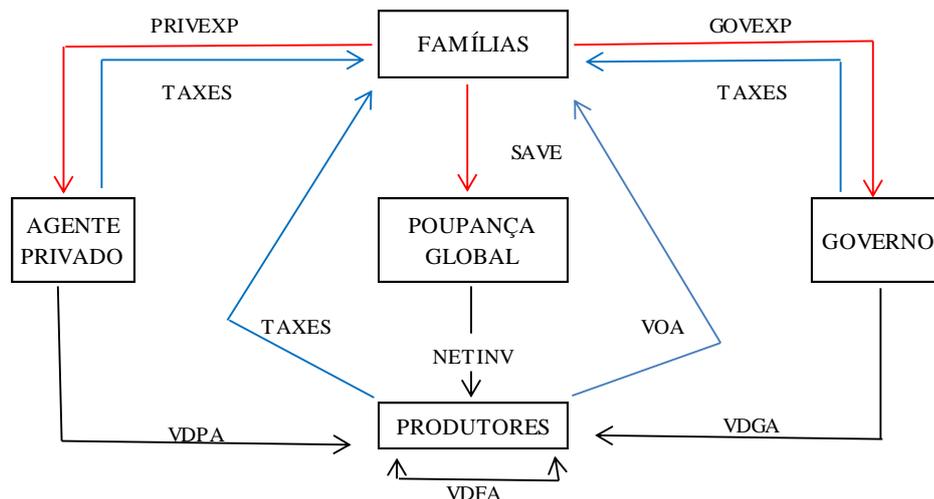
Em que: θ é o parâmetro da função, *PRIVEXP* corresponde ao consumo privado, *GOVEXP* ao consumo do governo e *SAVE* à poupança global.

A Figura 5 ilustra a discussão anterior. Ela mostra como o sistema econômico interage gerando renda para o Agente Regional e como a mesma é gasta. Os segmentos em azul denotam as receitas recebidas enquanto que os segmentos em vermelho são as fontes de destino e as pretas, as demais atividades.

²² A função de utilidade agregada das famílias apresenta um formato *Cobb-Douglas*. Isso permite supor que parte dos orçamentos das famílias são constantemente destinados a gastos.

As firmas estão no centro do sistema. Elas utilizam fatores de produção (terra, capital e trabalho), insumos intermediários (domésticos e importados), produzem *commodities* e as vendem para o agente privado, governo e para o restante do mundo (por meio de exportações). A receita auferida pela venda dessas *commodities* (VOA) vai para o conjunto máximo da economia, bem como a receita dos impostos auferidos pelo agente governamental (TAXES). Assim, o Agente Regional distribuem essa renda para a economia (de acordo com o valor do parâmetro θ da função) entre o setor privado, governo e poupança global. Além disso, uma vez que o fechamento é do tipo neoclássico, os investimentos se ajustarão à poupança, beneficiando os Produtores (NETINV). A próxima seção fará uma discussão mais completa a respeito do comportamento dos produtores.

FIGURA 5 - Fontes e destinos do Agente Regional



Fonte: Elaboração própria a partir de Hertel e Tsigas (1997).

5.1.2.2 Comportamento dos Produtores

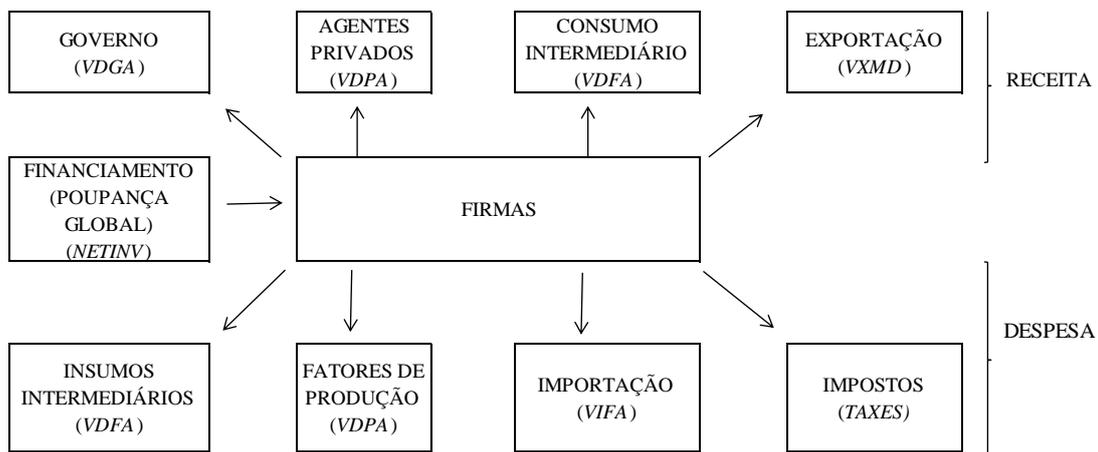
O segundo agente a ser explorado, é o produtor de bens e serviços. Eles representam a demanda intermediária, apresentados em “segundo grau” na Figura 4. Os produtores compram *commodities* (insumos intermediários) e as combinam com os fatores primários de produção (terra, capital e trabalho), com a finalidade de produzir bens para a demanda final.

A produção das firmas depende das pressuposições de separabilidade. Uma função é dita fracamente separável quando é possível particionar os bens²³. A primeira consequência dessa proposição é que a taxa marginal de substituição entre dois bens independe dos bens que não

²³ Ver Mas-Colell *et al.* (1995).

pertencem ao grupo. Outra consequência é a de que dado um valor total para a despesa, a decisão de consumo dependerá somente dos preços dos bens daquele grupo. Logo, esta hipótese assegura que a elasticidade de substituição entre os fatores primários e os fatores intermediários seja igual. Isto será discutido na próxima seção.

FIGURA 6 - Comportamento das Firms



Fonte: Elaboração própria a partir de Hertel e Tsigas (1997).

A Figura 6 mostra como as Firms interagem com todo o sistema por meio de suas receitas e despesas. As receitas dos produtores vêm das vendas dos bens domésticos produzidos para o governo ($VDGA$) “despesa do governo em consumo doméstico i em r ”, para agentes privados ($VDPA$) “despesa de consumo privado em consumo doméstico i em r ”, para outras firmas, *i.e.*, consumo intermediário ($VDFA$) “compras domésticas de i para uso de j na região r ” e por meio das exportações ($VXMD$) “exportações de i da região r para a região s valoradas a preço de mercado”. Além das receitas, o financiamento para produção é induzido pela poupança por meio da Poupança Global ($NETINV$).

De forma semelhante, os gastos das firmas são efetuados com o consumo intermediário ($VDFA$) “compras de i doméstico para uso em j na região r ”, fatores primários de produção ($VDPA$) “despesa de consumo privado do consumo doméstico de i em r ”, importações ($VIFA$) “compras de importados em i para o uso por j na região r ” e impostos pagos ao governo ($TAXES$).

O GTAP segue a suposição de que os agentes operam na economia com lucro econômico zero (pressuposto do fechamento). Assim, os pagamentos feitos aos Produtores, de uma região para a outra, devem exaurir os custos. Em outras palavras, qualquer renda recebida por este

agente é distribuída totalmente dentro das três esferas: impostos, insumos intermediários e fatores de produção (terra, capital e trabalho), e pela interação entre os três setores: governo, firmas e setor privado. Dessa forma, o pressuposto neoclássico do fechamento é respeitado, pois todos os mercados estão em equilíbrio (EGW) e as famílias sobre a restrição orçamentária.

5.1.2.3 Árvore tecnológica e estrutura produtiva

A estrutura de produção é representada pela chamada “Árvore Tecnológica” (FIGURA 7). As tecnologias de produção são asseguradas pela hipótese da separabilidade e especificadas como funções de produção aninhadas, *i.e.*, em níveis.

No primeiro nível, no topo da Árvore, está o produto final. Ele é o resultado da alocação que os Produtores fizeram entre insumos intermediários e fatores primários (ou valor adicionado) durante o processo de produção. Essa alocação é definida por uma função de produção que assume tecnologia de Leontief²⁴, cuja elasticidade de substituição (*ESUBT*) é do tipo *CES* (*Constant Elasticity Function*). Uma função *CES* é definida por:

$$Z = A[\delta K^{-p} + L(1 - \delta)^{-p}]^{-1} \quad (14)$$

Em que Z é a quantidade produzida, K e L são os fatores de produção (capital e trabalho, respectivamente). A , δ e p são os parâmetros. O primeiro é o indicador de tecnologia, δ é o parâmetro de distribuição dos fatores e p é o parâmetro de substituição. $A > 0$, $0 < \delta < 1$, $p > 1$.

Como dito anteriormente, o pressuposto da separabilidade assegura que a elasticidade de substituição entre os fatores primários de produção e os insumos intermediários seja igual²⁵. Assim, a dotação ótima dos fatores de produção independe dos preços dos insumos intermediários (e *vice-versa*). A firma escolhe a combinação ótima desejada dos fatores, independentemente dos preços dos insumos. Assim, a elasticidade de substituição ser constante assegura a existência do primeiro nó da Árvore. No lugar em que é feita a decisão da firma. Além disso, como a substituição entre insumos intermediários e valor adicionado

²⁴ Uma função do tipo Leontief caracteriza uma função de proporções fixas cujos bens sejam complementares.

²⁵ Corresponde a dizer que a substitutibilidade é zero. As trocas acontecem de forma fixa.

não são considerados, o efeito de substituição causado pelo preço relativo é suprimido, ficando apenas o efeito expansão.

No segundo nível da Árvore, a possibilidade de substituição adotada pelos fatores de produção e insumos intermediários também é definida por uma função do tipo CES e atende também à hipótese da separabilidade. Neste nível da Árvore, o modelo apresenta três formas de mudanças tecnológicas: no valor adicionado, representado pela variável $ava(j,r)$, no insumo intermediário $af(i,j,r)$ e na variável $ao(j,r)$, que representa uma variação tecnológica Hicks-neutra (quando a variação tecnológica não afeta as dotações ótimas de capital e trabalho na função de produção).

Os pressupostos adotados para o primeiro e segundo nível da Árvore Tecnológica são de igual forma adotados para os insumos domésticos e importados. A preferência das firmas na hora de estabelecer a melhor combinação dos insumos (se domésticos ou importados) se dá pela comparação entre os preços. Essas preferências seguem a estrutura de *Armington* (parâmetro de substituição de *Armington*). Nestas, um bem produzido em uma região é um substituto imperfeito para bens produzidos pela mesma indústria, em outras regiões. Dessa forma, uma *commodity*, de diferentes fontes, pode ser comercializada a diferentes preços. Assim, as firmas decidem primeiramente a dotação ótima de insumos domésticos e importados (pelos preços) para depois decidirem a origem das importações.

A Figura 7 apresenta, novamente, a estrutura da Árvore Tecnológica. Dessa vez, ela exhibe explicitamente as variáveis usadas no GTAP, as elasticidades e as variáveis de mudança tecnológica, definidas pelas equações comportamentais das firmas.

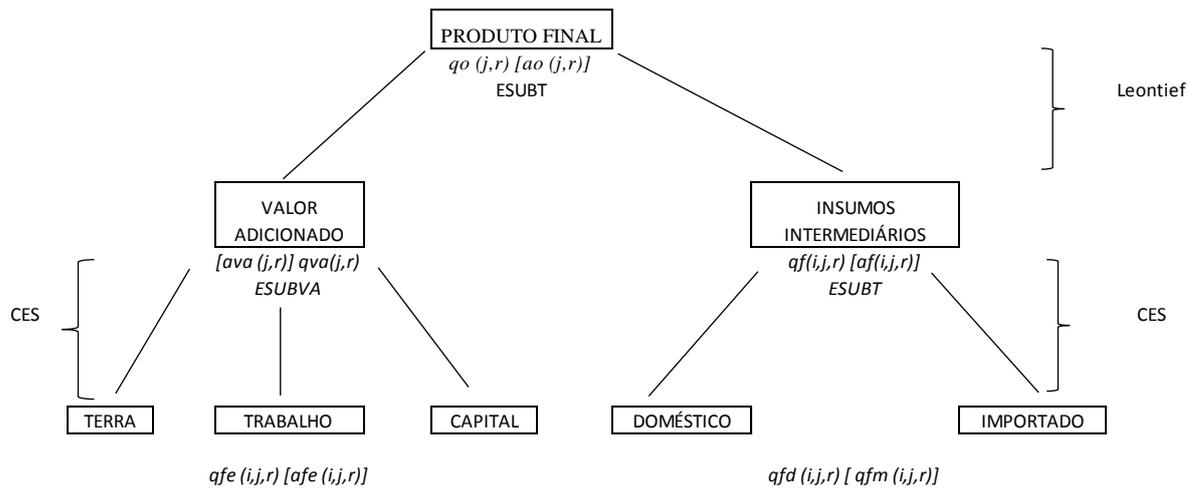
O primeiro nível da Árvore, referente à “Produção Total”, é definida pela variável $qo(j,r)$ “produção industrial da *commodity* i na região r ”. No segundo nível, está o ninho dos fatores primários (ou ninho do valor adicionado) e insumos intermediários.

As equações 15 e 16 explicam como a demanda das firmas pelos fatores ($[ava(j,r)] qva(j,r)$) variam com relação aos preços dos fatores. A Equação 15 explica a variação dos preços do VA.

$$pva(j,r) = \sum_{k \in ENDW} SVA(k,j,r) \cdot [pfe(k,j,r) - afe(k,j,r)] \quad (15)$$

Em que: $SVA(k,j,r)$ “share de i no total do VA em j na região r ” refere-se à participação do fator de produção i no custo total do VA no setor j da região r . $pfe(i,j,r)$ é definido pelo “preço do fator i para uso na indústria j na região r ”. Por fim, $afe(i,j,r)$ corresponde ao “fator primário i aumentado tecnologicamente por j em r ”.

FIGURA 7- Estrutura da Árvore Tecnológica dentro do GTAP



Fonte: Hertel e Tsigas (1997). Adaptado.

A Equação 16 mostra a demanda pelos fatores de produção pela firma j na região r , dado pela variável $qfe(i,j,r)$.

$$qfe(i,j,r) + afe(i,j,r) = qva(j,r) - \sigma_{VA}(j) \cdot [pfe(i,j,r) - afe(i,j,r) - pva(j,r)] \quad (16)$$

Em que: $\sigma_{VA}(j)$ denota a elasticidade de substituição entre os fatores primários de produção. A variável $afe(i,j,r)$ “valor adicionado aumentado pela mudança tecnológica no setor i da região r ” é responsável por governar a taxa de melhora tecnológica do fator primário. Esta variável representa a variação efetiva no insumo primário i no setor j da região r . Assim, uma melhora tecnológica (i,e , aumento na eficiência) de um fator primário de produção ($afe(i,j,r) > 0$) implica em queda no preço efetivo do fator primário i . Assim, um choque tecnológico em i , pode resultar em alguns efeitos: o incentivo à substituição deste fator por outros insumos primários, diminuição da demanda pelo insumo i e redução do custo para o grupo VA.

Já a demanda dos Produtores por insumos intermediários (incluindo insumos de capital) é dado por $qf(i,j,r)$ “demanda pela commodity i para uso em j na região r ”.

$$qf(i,j,r) + af(i,j,r) = qo(j,r) - ao(j,r) - ESUBT(j) * [pf(i,j,r) - af(i,j,r) - ps(j,r) - ao(j,r)] \quad (17)$$

Em que: $af(i,j,r)$, $qo(j,r)$, $ao(j,r)$, $ESUBT(j)$, $pf(i,j,r)$ e $ps(j,r)$ são, respectivamente “taxa média específica do setor/região de insumos intermediários aumentados por mudança tecnológica”, “produção industrial da *commodity i* na região *r*”, “taxa média específica do setor/região de produção aumentados pela tecnologia”, “elasticidade de substituição entre os insumos intermediários que compõe a produção”, “preço da *commodity i* para o uso por *j* em *r*” e “preço de oferta da mercadoria *i* na região *r*”.

Os produtores decidem de onde comprarão os insumos intermediários, se do mercado doméstico ou do mercado global. As equações 18 e 19 demonstram a relação dos insumos intermediários com a demanda doméstica. Essa equações mostram como os insumos intermediários domésticos ($qfd(i,j,r)$) “bem doméstico *i* demandado pela indústria *j* na região *r*” influenciam na demanda doméstica ($V DFA(i,j,r)$ e $VDFM(i,j,r)$). O $V DFA$ “compra de *i* doméstico para o uso de *j* na região *r*” é definido por $pdf(i,j,r)$ “índice de preço para compras domésticas de *i* por *j* na região *r*” multiplicado por $qfd(i,j,r)$ “bem doméstico *i* demandado pela indústria *j* na região *r*”. Já o $VDFM$ “compra de *i* doméstico para o uso de *j* na região *r*” é medido de forma diferente. Ele é definido pela multiplicação de $pm(i,r)$ “preço de mercado da *commodity i* na região *r*” pelo $qfd(i,j,r)$ “bem doméstico *i* demandado pela indústria *j* na região *r*”.

$$V DFA(i,j,r) = pdf(i,j,r) * qfd(i,j,r) \quad (18)$$

$$VDFM(i,j,r) = pm(i,r) * qfd(i,j,r) \quad (19)$$

Já as equações 20 e 22 mostram como os insumos intermediários importados definidos por $qfm(i,j,r)$ “demanda por *i* pela indústria *j* na região *r*” influenciam na demanda das firmas para a produção doméstica ($VIFA(i,j,r)$ e $VIFM(i,j,r)$). $VIFA(i,j,r)$ “compra de *i* importado para o uso de *j* na região *r*” é dado por:

$$VIFA(i,j,r) = pmf(i,j,r) * qfm(i,j,r) \quad (20)$$

Em que: $pmf(i,j,r) = tfm(i,j,r) + pim(i,r) \quad (21)$

A variável $pmf(i,j,r)$ “ligação do mercado doméstico com o preço das firmas” é definida por $tfm(i,j,r)$ “imposto do bem *i* importado por *j* na região *r*” e $pim(i,r)$ “preço de mercado do

composto importado i na região r ". A variável $qfm(i,j,r)$ corresponde a "demanda por i pela indústria j na região r ".

$VIFM(i,j,r)$ são as "compras de i importado para uso de j na região r ", definido por:

$$VIFM(i,j,r) = pim(i,r) * qfm(i,j,r) \quad (22)$$

Em que $pim(i,j,r)$ é o "preço de mercado do composto importado i na região r ".

Esta seção buscou apresentar o comportamento dos produtores. Para isso, expos as principais variáveis que estão relacionadas com as decisões das firmas. A próxima seção descreverá o comportamento do Restante do Mundo.

5.1.2.4 Comportamento do Restante do Mundo

Também pode ser chamado de Comerciante Global. Ele representa o setor externo do modelo. É por meio dele que as regiões se relacionam, por atividades de compra e venda de bens e serviços. Essa parte também segue um fechamento neoclássico de equilíbrio walrasiano. Logo, o total de exportações de todos os bens e serviços deve ser igual ao total de importações²⁶, calibrando, assim, as trocas mundiais.

As receitas deste agente são dadas pelas vendas (ou seja, exportações) das *commodities* para: o agente privado (*VIPA*), governo (*VIGA*) e setor intermediário (*VIFA*). Já as despesas correspondem ao fluxo de pagamentos dos bens comprados (ou seja, importados) domesticamente (*VXMD*) e pelos pagamentos de impostos pela economia doméstica sobre exportação (*XTAX*) e importação (*MTAX*).

As regiões exportadoras compram as *commodities* domésticas, a preços de mercado, pagam impostos referentes à exportação ao sistema tributário e vendem as mercadorias ao Comerciante Global. Este, por sua vez, compra esses bens e os vende para as regiões importadoras. Neste percurso, utilizam um serviço de transporte fornecido pelo "setor de transportes global". As regiões importadoras pagam as tarifas de importação para o "governo global" e vendem as mercadorias aos agentes domésticos a preços de mercado.

²⁶ Dessa forma, os valores dos serviços de transportes se igualam à diferença entre as importações CIF e as exportações FOB.

Por fim, o “governo global” utiliza os recursos disponibilizados pelo Agente Regional para comprar bens e serviços (domésticos e importados). Cada transação gera impostos que são repassados para o governo via transferências *lump sum*²⁷. Os fluxos de poupança são agregados em nível global (Poupança Global) e depois distribuídos para investimento em cada região.

5.1.2.5 Demanda Final

A Demanda Final diz respeito ao destino dos bens e serviços produzidos por toda a economia. Ela compreende o setor privado, governamental e externo.

O primeiro componente da demanda final se refere aos gastos do governo. O governo usa sua renda (proveniente dos impostos devidos por todos os agentes) adquirindo *commodities*. A participação desses gastos segue uma elasticidade de substituição constante e, além disso, o comportamento do mesmo é regido pela maximização de uma função de utilidade do tipo *Cobb-Douglas*.

Já o consumo privado, o segundo componente da demanda final, é otimizado por uma função do tipo CDE (*Constant Difference of Elasticity*). A renda deste setor vem da venda dos fatores de produção à economia (*e.g.*, oferta da força de trabalho). Essa renda é gasta entre bens domésticos (VDPA), importados (VIPA) e com o pagamento dos tributos (TAX).

O último componente da demanda final, a poupança global (SAVE), é destinada totalmente para o investimento (NETINV). Como dito anteriormente, o fechamento ser do tipo neoclássico permite que tal suposição seja factível. Assim, a poupança global retém os fluxos de poupança, proveniente de todas as regiões e o distribui como investimento para os produtores, de cada região.

5.1.3 Fechamento (*Closure*)

O fechamento, ou *closure*, é a parte responsável por apresentar as variáveis endógenas e exógenas que serão consideradas no modelo. Para que se chegue a uma solução, o número de

²⁷ Transferências *Lump Sum* são transferências fixas. Essas transferências independem do nível de produto (PIB), assim, não causam distorção na eficiência econômica.

equações deve ser igual ao número de variáveis endógenas. Geralmente, como o número de equações é inferior ao número de variáveis, logo, é necessário que algumas dessas últimas sejam tratadas como exógenas, *i.e.*, fixas. No Quadro 2 são apresentadas as variáveis exógenas consideradas.

O modelo utilizado faz simulações de estática comparativa de longo prazo. No curto prazo, os ajustes de capital são mantidos de forma fixa enquanto que no longo prazo, há mobilidade deste fator. Além disso, o fechamento macroeconômico é do tipo neoclássico. Logo, o investimento se ajusta às variações da poupança, desta forma, ele não afeta a capacidade produtiva das firmas diretamente. A forma como os fluxos de investimento afetam a produção via incentivos à demanda final. Além disso, a balança comercial é exógena enquanto o investimento e poupança endógenos. Os fatores de produção que gozam de mobilidade entre os setores são: capital, trabalho qualificado e trabalho não qualificado. Este grau de mobilidade é governado por uma elasticidade de transformação constante. Já a terra e as reservas naturais são os fatores de produção que se movem de forma lentamente.

QUADRO 2 – Sumário das variáveis exógenas (continua)

Variável	Descrição
<i>Pop</i>	população regional
<i>Psaveslack</i>	variável <i>slack</i> para a equação de preço da poupança
<i>Pfactwld</i>	índice de preço mundial para os fatores primários
<i>profitslack</i>	variável <i>slack</i> para a equação do lucro
<i>incomeslack</i>	variável <i>slack</i> para a equação da renda
<i>Endwslack</i>	variável <i>slack</i> para a equação da dotação dos fatores
<i>Cgdslack</i>	variável <i>slack</i> para $cgds(r)$
<i>Tradslack</i>	variável <i>slack</i> para troca - condição de <i>market clearing</i>
<i>ams</i>	importação de i da região r causando aumentos tecnológicos na região s
<i>atm</i>	mudança técnica em m ao redor do mundo
<i>atf</i>	mudança técnica em i ao redor do mundo
<i>ats</i>	mudança técnica comprada da região r
<i>Atd</i>	mudança técnica comprada da região s
<i>aosec</i>	mudança técnica na produção do setor j ao redor do mundo
<i>aoreg</i>	mudança técnica na produção da região r
<i>avasec</i>	mudança tecnológica do valor adicionado do setor j
<i>Avareg</i>	mudança tecnológica no valor adicionado na região r

Fonte: tradução livre a partir da descrição das variáveis no núcleo do modelo.

QUADRO 2 – Sumário das variáveis exógenas (conclusão)

Variável	Descrição
<i>afcom</i>	mudança tecnológica nos insumos intermediários em <i>i</i> ao redor do mundo
<i>afsec</i>	mudança tecnológica nos insumos intermediários em <i>j</i> ao redor do mundo
<i>afreg</i>	mudança tecnológica nos insumos intermediários na região <i>r</i>
<i>afecom</i>	mudança tecnológica nos insumos <i>i</i> ao redor do mundo
<i>afesec</i>	mudança tecnológica nos insumos do setor <i>j</i> ao redor do mundo
<i>Afereg</i>	mudança tecnológica nos insumos na região <i>r</i>
<i>aoall</i>	produção aumentada tecnologicamente no setor <i>j</i> na região <i>r</i>
<i>afall</i>	insumos intermediários aumentados tecnologicamente em <i>j</i> na região <i>r</i>
<i>Afeall</i>	fator primário <i>i</i> causando aumentos tecnológicos no setor <i>j</i> na região <i>r</i>
<i>au</i>	<i>input-neutral shift</i> na função utilidade
<i>dppriv</i>	parâmetro de distribuição do consumo privado
<i>dpgov</i>	parâmetro de distribuição do consumo do governo
<i>Dpsave</i>	parâmetro de distribuição da poupança
<i>to</i>	taxa de produção(ou renda) na região <i>r</i>
<i>tp</i>	variação na taxa do consumo privado
<i>tm</i>	variação na taxa de importação de <i>i</i> a região <i>s</i>
<i>tms</i>	variação na taxa de importações de <i>i</i> na região <i>r</i> pela região <i>s</i>
<i>tx</i>	variação nos subsídios de exportações de <i>i</i> pela região <i>r</i>
<i>Txs</i>	variação nos subsídios de exportações de <i>i</i> pela região <i>r</i> por <i>s</i>
<i>qo(ENDW_COMM,RE G)</i>	produção de <i>commodities i</i> na região <i>r</i>

Fonte: tradução livre a partir da descrição das variáveis no núcleo do modelo.

5.1.4 Estratégia de agregação

Os critérios de agregação regional serão apresentados no Capítulo 7, quando serão definidos os Blocos Econômicos Agrícolas. Dessa forma, os blocos encontrados serão as regiões consideradas.

Já a agregação setorial foi descrita na seção 5.1.1. Os 57 setores de produção (QUADRO 1) são divididos em cinco compostos setoriais: “agricultura e extração vegetal”, “extração animal”, “extração mineral”, “indústria” e “serviços”. No entanto, como o foco da pesquisa é captar os efeitos futuros da variação populacional sobre a produção agrícola de alimentos,

serão realçadas essas atividades. São elas: arroz cru (*pdr*), trigo e centeio (*wht*), outros grãos (*gro*), vegetais e frutas (*v_f*), sementes oleosas (*osd*), cana e beterraba, (*c_b*), fibras e vegetais (*pfb*), outras culturas (*ocr*), criação de animais (*ctl*), outros produtos de animais (*oap*), leite cru (*rmk*) e outros materiais de produtos animais (*wol*).

5.1.5 Teste de Homogeneidade

Após a especificação do fechamento, implementação e calibragem das variáveis exógenas, o teste de homogeneidade deve ser feito. O objetivo central deste teste é encontrar possíveis erros de calibragem nos dados ou no próprio fechamento. Assim, é dado um choque de 10% em uma variável de preço (*i.e.* um numerário), verificando a repercussão do mesmo sobre o sistema.

Ginsburgh e Keyzer (1997) definem a questão da homogeneidade como “em qualquer problema de otimização, envolvendo produtores e consumidores, a substituição do vetor p , de preços de equilíbrio, por λp , com λ escalar e maior que zero, resulta na alteração nominal dos lucros dos produtores, mas não altera sua decisão; por outro lado, para os consumidores, os dois lados da restrição orçamentária são modificados, não alterando o conjunto possível de suas opções. Deste modo, como as preferências não são modificadas, a decisão ótima não é afetada.” (GINSBURGH; KEYZER, 1997, p. 22).

Para que a hipótese de homogeneidade seja válida, o choque deve provocar mudanças nas variáveis nominais. O teste de homogeneidade foi feito para cada um dos choques dados. O modelo se mostra homogêneo com o aumento de 10% no numerário.

6 MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO DO CHOQUE POPULACIONAL

Este capítulo tem o objetivo de apresentar a forma pela qual acontece a propagação dos efeitos causados pelo choque populacional sobre a economia. Para isto, busca-se expor as principais variáveis envolvidas no processo e os mecanismos pelos quais esses elementos se conectam.

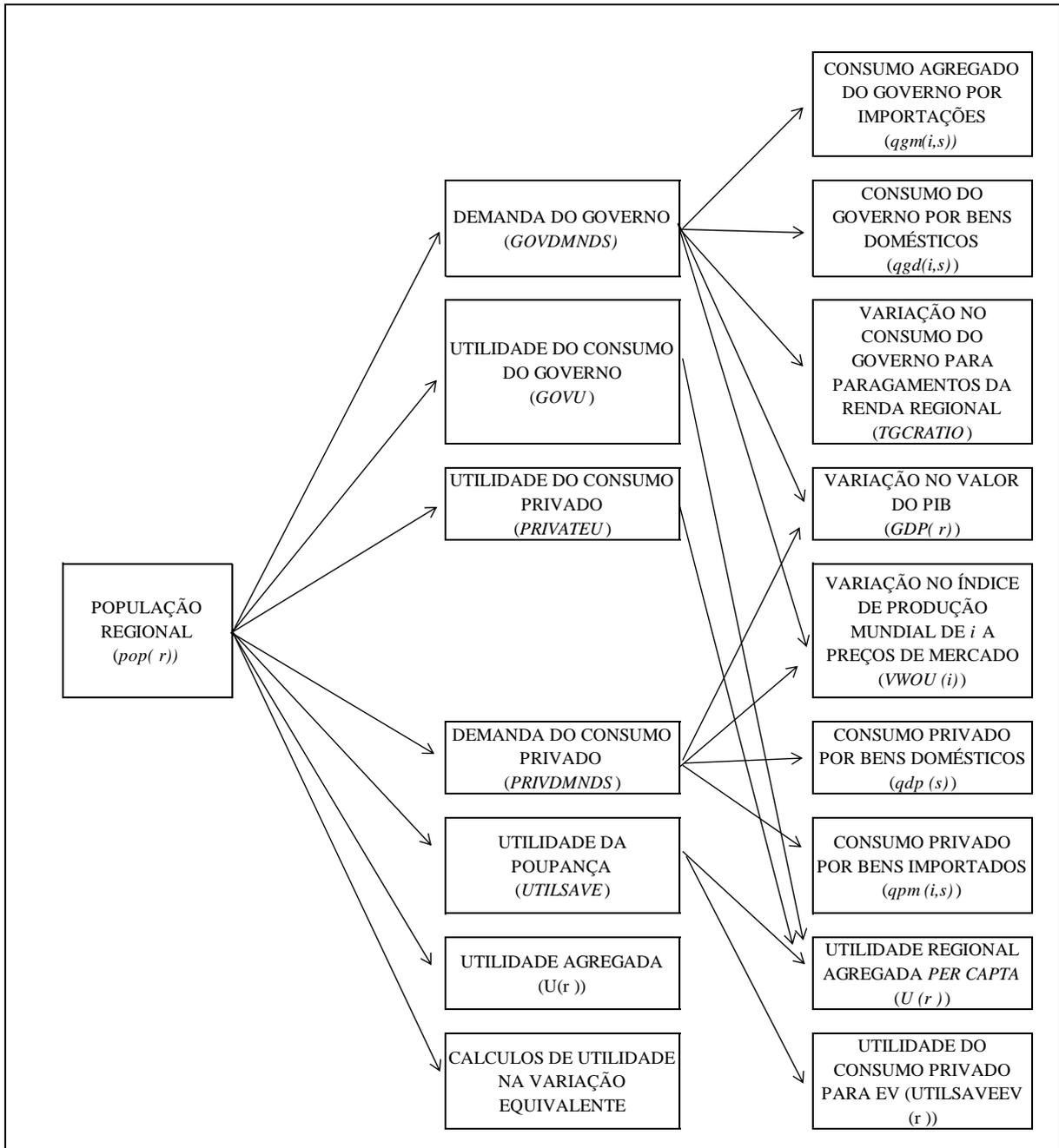
Como visto inicialmente no Capítulo 2, espera-se que à medida que há expansão do número de habitantes, a demanda intensificando-se intensifique. Em especial a demanda privada e das firmas. Como as equações no núcleo do modelo são dadas de forma sistêmica, esses efeitos vão se propagando por toda a economia. Nestes termos, é possível destacar os impulsos à produção agrícola para manutenção da oferta de alimentos. Além disso, pelo fato da população exercer papel de consumo privado na demanda final, ele é capaz também de influenciar toda a estrutura produtiva, bem como as variações da demanda dos fatores primários de produção. Ainda, uma vez que a porção de terra arável do planeta é limitada, espera-se que com o aumento da população, o recurso vá ficando escasso.

6.1 Efeito população

O objetivo da presente seção não é o de abordar a importância teórica da população na economia como feito anteriormente no Capítulo 2. Desta vez, busca-se apresentá-la segundo a interface das equações dentro do modelo. A Figura 8 esquematiza essas interfaces. A finalidade desta ilustração é o de explicar como os efeitos da expansão populacional se propagam dentro do ambiente econômico.

A variável que descreve o número de habitantes de cada região é a “população regional” ($pop(r)$). A Figura 8 está esquematizada da seguinte forma: a variável $pop(r)$, na primeira coluna, está em função de todas as variáveis da segunda coluna, *i.e.*, “demanda do governo por consumo de mercadorias” ($GOVDMNDS$), “utilidade do consumo do governo” ($GOVU$), “cálculo da utilidade do consumo privado” ($PRIVATEU$), “consumo privado por mercadorias” ($PRIVMNDS$), “utilidade da poupança” ($UTILSAVE$) e “utilidade Agregada da economia” ($U(r)$). Ou seja, uma variação em $pop(r)$ afeta diretamente essas variáveis. Por sua vez, afetam as variáveis da terceira coluna e assim sucessivamente. Dessa forma, os efeitos da variação populacional vão se espalhando por todo o sistema econômico.

FIGURA 8 - Mecanismo de propagação de uma variação na população regional



Fonte: elaboração própria a partir do núcleo do GTAP.

Como é possível observar com a exposição da Figura 8, a variável populacional está ligada às relações de bem-estar da economia. Estas relações são captadas pela variação percentual da utilidade agregada regional ($U(r)$). Quando há quaisquer alterações na população, o modelo calcula uma métrica monetária analogamente à mudança na utilidade. Este mecanismo pelo qual o modelo computa as variações de bem-estar se chama “variação equivalente” (EV). A próxima subseção foi criada com o objetivo de proporcionar uma explicação formal de como

o bem-estar econômico é avaliado e de como a população exerce o seu papel no mesmo. Essas informações foram baseadas no trabalho de McDougall (2001).

6.1.1 População e bem-estar econômico: Variação Equivalente

A relação da variável $pop(r)$ com a avaliação do bem-estar econômico está no fato da mesma participar diretamente das equações de renda equivalente e decomposição da EV. Esta é a forma pela qual o GTAP calcula as variações no bem-estar.

A EV pode ser definida como a diferença entre os gastos necessários para obter o novo nível de utilidade (pós-simulação), aos preços iniciais (Y_{EV}), e que já estivesse disponível inicialmente (\hat{Y}). Em outras palavras, ela diz respeito ao esforço que a economia deve fazer para obter o nível de utilidade desejada, mas que já estava disponível anteriormente (antes da simulação). McDougall (2001) descreve este processo e o mesmo está posto como segue. A EV pode ser definida como:

$$EV = Y_{EV} - \hat{Y} \quad (28)$$

Aplicando a derivada, tem-se:

$$dEV = (0,01)Y_{EV}y_{EV} \quad (29)$$

Em que: y_{EV} é a variação percentual de Y_{EV} .

Considerando que o sistema é computado em uma base *per capita*, é possível que o y_{EV} , na variação equivalente, seja decomposto em variação percentual da população (pop) e em variação percentual das despesas *per capita* (X_{EV}) necessárias para atingir a nova utilidade *per capita* aos preços iniciais. Isto é:

$$y_{EV} = pop + X_{EV} \quad (30)$$

Dessa forma, mantendo as despesas constantes, se há uma variação positiva na população (ou seja, crescimento populacional) a tendência é que a utilidade (pós – simulação) também obtenha uma variação positiva (MCDUGALL, 2011).

A elasticidade da despesa com relação à utilidade é dada por Θ . Ela é capaz de capturar os impactos das preferências não homotéticas do consumo privado na utilidade *per capita* regional. Assim, a despesa pode ser escrita como:

$$X = P + \Theta u \quad (31)$$

Considerando os preços constantes aos níveis iniciais, obterem-se a variação *per capita* associada com a medida de EV. Ou seja:

$$X_{EV} = \Theta_{EV} u \quad (32)$$

Substituindo na Equação 29, tem-se:

$$d EV = (0,01)Y_{EV}(pop + \Theta_{EV}u) \rightarrow d EV = (0,01)Y_{EV}pop + (0,01)Y_{EV}\Theta_{EV}u \quad (33)$$

Assim, McDougall define a decomposição do total da renda real regional como:

$$D = Y (y - p) \quad (34)$$

Da Equação 31 tem-se que: $u \Theta = (x - p)$. Dessa forma, é possível dizer que:

$$u = \theta^{-1}(y - p - pop) \quad (35)$$

Por fim, colocando a equação acima em termos da decomposição da EV como uma função da renda regional real, temos:

$$d EV = (0,01) \left[1 - \frac{(\Theta_{EV})}{(\Theta)} \right] Y_{EV}pop + 0,01 \frac{\Theta_{EV}}{\Theta} \frac{Y_{EV}}{Y} D \quad (36)$$

O primeiro termo capta o impacto de uma mudança percentual na EV regional. Isto é um escalonamento direto da taxa de crescimento da população. Ou seja, corresponde à variação no bem-estar causada pelo aumento da população. O segundo termo mensura a relação entre a variação total da renda real e a EV.

Observando a Equação 36, ao considerar a população como fixa, dotação dos fatores e tecnologia também fixas, a única forma de fazer com que o bem-estar cresça, é pela redução do excesso das distorções existentes. Em outras palavras, mantendo tudo ao seu nível constante, o bem-estar econômico dependerá da variação da população, da dotação dos fatores e da tecnologia.

7 RESULTADOS

7.1 Resultados exploratórios das técnicas estatísticas de Análise Multivariada

A finalidade desta seção é apresentar os resultados encontrados com a aplicação das técnicas estatísticas descritas no Capítulo 4, que são: Análise de *Cluster* (AC) e Análise Discriminante (AD).

Primeiramente, foi aplicada a AC para 2004 e os resultados sugeriram que a amostra fosse dividida em sete *clusters*. Uma vez que o objetivo do presente trabalho é o de discutir os resultados para a agregação dos países em 2011, que será o ano base para as simulações com o GTAP, os testes e os demais resultados para o ano de 2004 se encontram no Apêndice 3.

Os países foram agrupados pela AC de forma a maximizar a homogeneidade dentro de cada grupo e a heterogeneidade entre eles. Foram aplicados todos os métodos hierárquicos descritos anteriormente. Os testes de Calinski e Duda-Hart para estes métodos apontaram a definição do “mundo agrícola” em sete *clusters*. Com essa decisão, foram definidas as sementes para a aplicação do método não hierárquico de *Kmédias*²⁸. Após os sete agrupamentos serem definidos, foi aplicada a AD, ainda para 2004, de forma a observar, probabilisticamente, o pertencimento de cada país a cada *cluster*. Poucas observações foram relevantes nesta análise. Os sete conjuntos de países, caracterizados por suas semelhanças agrícolas foram chamados de “Blocos Econômicos Agrícolas” (BEA).

Por fim, a última etapa é a aplicação da AD para encontrar a agregação final dos países no ano de 2011. Os resultados são apresentados na próxima seção.

7.1.1 Identificação e classificação dos países (resultados para 2011)

Esta seção reporta os resultados que trazem o conhecimento dos Blocos Econômicos Agrícolas para o ano de 2011. As agregações resultantes aqui serão as utilizadas na parte posterior da dissertação, quando serão realizadas as simulações com o modelo GTAP para o

²⁸ A variável categórica G^* , encontrada pelo método hierárquico, define cada país ao seu grupo e é utilizada como regra na aplicação do método não hierárquico.

período de 2011-2030. O objetivo final é observar os impactos da variação populacional sobre a produção agrícola de alimentos e demanda da terra.

Para a denominação dos BEA, foi aplicada a AD. A variável categórica usada é a variável G*, definida anteriormente para o ano de 2004, que é responsável por discriminar cada país ao seu BEA (APÊNDICE 3). Além disso, a AD mostra, probabilisticamente, as “transições” dos países entre os blocos de 2004 para 2011. Ou seja, estes resultados mostram os países que possuem suas variáveis características mais semelhantes a países de outros blocos (em 2011) do que aquele em que o mesmo estava originalmente (em 2004).

A primeira etapa da AD é avaliar a matriz de confusão, apresentadas na Tabela 4 e 5. Assim, são verificadas as probabilidades lineares e as de Lachenbruch (Loo). Esta matriz mostra em sua diagonal principal a quantidade de informações classificadas corretamente em cada Bloco. Fora da diagonal principal, a matriz mostra quantas observações foram classificadas incorretamente e em qual Bloco deveriam pertencer. A taxa de erro aparente (APER) quando se usa a probabilidade linear é de 11% e a de Loo é de 24%.

É possível observar que para estes dois métodos, o Bloco 1 foi o que apresentou os maiores erros de classificação. Elas mostram que 9 países (75%) desse Bloco foram corretamente classificados enquanto 3 países foram alocados de forma incorreta. Destes, 1 país pertence ao Bloco 4 (8,33%) e 2 países ao Bloco 5 (16,67%). Ou seja, em 2011, esses três países possuem maiores semelhanças com os países dos Blocos 4 e 5 do que no Bloco 1. A mesma análise pode ser feita para os demais Blocos.

Avaliadas as matrizes de confusão, a classificação final dos blocos é feita com base nas probabilidades dos erros de classificação. A parte denominada “Real” mostra o BEA em que o país estava originalmente, em 2004. A parte “Class” e “Loo” indica a classificação proposta pela probabilidade tradicional e de Lachenbruch (Loo), respectivamente.

TABELA 4 - Matriz de confusão (2011) – probabilidade Linear (tradicional)

Real	Probabilidade Linear							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1	9,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	12,00
	75,00	0,00	0,00	8,33	16,67	0,00	0,00	100,00
2	0,00	13,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	14,00
	0,00	92,86	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	100,00
3	0,00	0,00	15,00	0,00	1,00	0,00	0,00	16,00
	0,00	0,00	93,75	0,00	6,25	0,00	0,00	100,00
4	2,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	12,00
	16,67	0,00	0,00	83,33	0,00	0,00	0,00	100,00
5	3,00	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	0,00	20,00
	15,00	0,00	0,00	0,00	85,00	0,00	0,00	100,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,00	0,00	17,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	8,00	9,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	0,00	88,89	100,00
Total	14,00	13,00	15,00	11,00	21,00	18,00	8,00	100,00
14	13,00	15,00	11,00	21,00	18,00	8,00	100,00	
Priors	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	

Fonte: Resultados da pesquisa.

TABELA 5: Matriz de confusão (2011) – probabilidade de Lachenbruch

Real	Probabilidade de Lachenbruch							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1	9,00	0,00	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00	12,00
	75,00	0,00	0,00	8,33	16,67	0,00	0,00	100,00
2	0,00	8,00	3,00	1,00	0,00	2,00	0,00	14,00
	0,00	57,14	21,43	7,14	0,00	14,29	0,00	100,00
3	0,00	0,00	13,00	0,00	2,00	1,00	0,00	16,00
	0,00	0,00	81,25	0,00	12,50	6,25	0,00	100,00
4	3,00	0,00	0,00	9,00	0,00	0,00	0,00	12,00
	25,00	0,00	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	100,00
5	4,00	0,00	1,00	0,00	15,00	0,00	0,00	20,00
	20,00	0,00	5,00	0,00	75,00	0,00	0,00	100,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	15,00	1,00	17,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	5,88	88,24	5,88	100,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00	7,00	9,00
	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	11,11	77,78	100,00
Total	16,00	8	17	11	21	19	8	100
16,00	8	17	11	21	19	8	100	
Priors	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Polônia, Romênia, Nova Zelândia, Argentina e México foram classificados em 2011 no Blocos 5, junto com os países da Europa, EUA e Austrália. Polônia e Romênia pertenciam ao Blocos 1 em 2004. Para o período mais recente, 2011, ambos estão no Blocos 5 (87%). Da mesma forma, Nova Zelândia, México e Argentina pertenciam ao Blocos 6, 3 e 7 em 2004, vindo a pertencer a Blocos 5 em 2011 (61,28%, 81,69%, 86,96%, respectivamente). Analogamente, Áustria, originalmente no Bloco 3, Bolívia e Equador no Blocos 2, passam a pertencer ao Blocos 6 (61,69%, 70,60%, 64,10%, respectivamente).

Malawi e Camarões passam a fazer parte do Blocos 4 (99,62%, 69,30%), que é composto, basicamente, por países Africanos. Bangladesh e Quirgistão são classificados no Bloco 1 (64,24%, 91,74%, respectivamente) junto com outros países pertencentes ao Oriente Médio e Ásia. China, Índia e Turquia também foram realocados no Blocos 1 (71,42%, 88,76%, 74,16%, respectivamente). China estava, em 2004 no Blocos 5, junto com os países desenvolvidos, Índia no Blocos 4, com países da África, em sua maioria e Turquia no Blocos 5. Essa alocação de países fronteiriços no mesmo Blocos já era esperada pelo cultivo de culturas semelhantes e tecnologias usadas, também semelhantes.

No Quadro 4 e Figura 11 é apresentada a disposição final dos países em seus respectivos Blocos Econômicos Agrícolas.

QUADRO 3 - Probabilidades dos erros de classificação (2011)

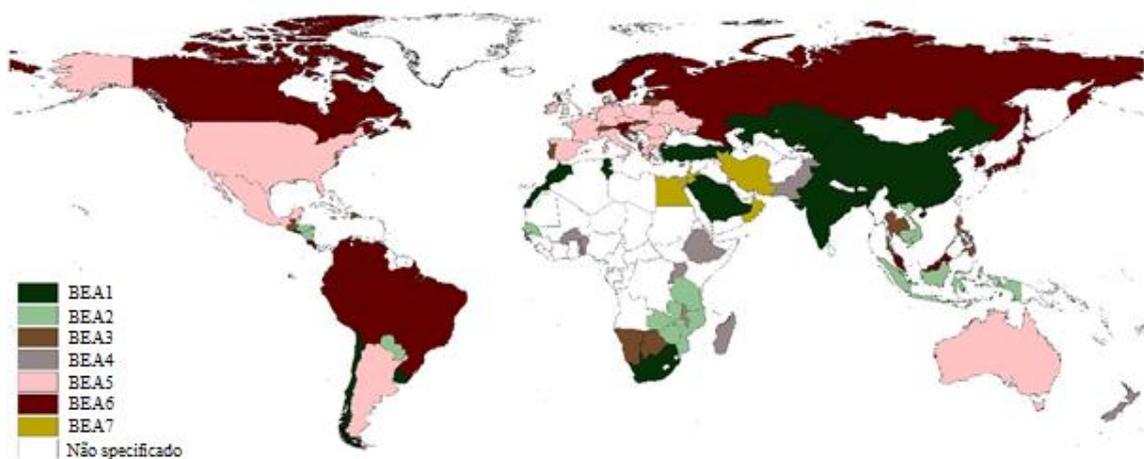
Obs.	Classificação			Método Tradicional							Método de Lachenbruch						
	True	Class.	LOO	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Argentina	7	5	5*	0,10	0,00	0,03	0,00	0,84	0,00	0,04	0,11	0,00	0,02	0,00	0,87	0,00	0,00
Áustria	3	3	6*	0,00	0,01	0,53	0,00	0,05	0,42	0,00	0,00	0,01	0,32	0,00	0,06	0,62	0,00
Bangladesh	4	4	1*	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,00	0,00	0,35	0,01	0,00	0,00
Bolívia	2	2	6*	0,00	0,50	0,01	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,28	0,01	0,00	0,00	0,71	0,00
Botswana	3	3	5*	0,13	0,00	0,61	0,00	0,25	0,00	0,00	0,45	0,01	0,03	0,00	0,51	0,00	0,00
China	5	1	1*	0,66	0,01	0,27	0,00	0,06	0,00	0,00	0,71	0,03	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00
Camarões	2	2	4*	0,00	0,99	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31	0,00	0,69	0,00	0,00	0,00
Equador	2	6	6*	0,00	0,47	0,03	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,31	0,05	0,00	0,00	0,64	0,00
Honduras	2	2	3*	0,00	0,45	0,34	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,26	0,46	0,00	0,00	0,28	0,00
Índia	4	1	1*	0,68	0,00	0,01	0,26	0,05	0,00	0,00	0,89	0,00	0,01	0,02	0,09	0,00	0,00
Irlanda	5	1	1*	0,51	0,00	0,09	0,00	0,40	0,00	0,00	0,67	0,00	0,10	0,00	0,23	0,00	0,00
Itália	5	5	3*	0,02	0,00	0,49	0,00	0,49	0,00	0,00	0,02	0,00	0,60	0,00	0,38	0,00	0,00
Jordânia	7	7	6*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
Quirgistão	4	1	1*	0,59	0,00	0,01	0,39	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	0,02	0,05	0,00	0,00	0,00
México	3	5	5*	0,10	0,01	0,13	0,00	0,75	0,01	0,00	0,11	0,01	0,05	0,00	0,82	0,01	0,00
Malawi	1	4	4*	0,44	0,01	0,00	0,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
Noruega	6	6	7*	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,61	0,38	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,11	0,88
Nova Zelândia	6	6	5*	0,01	0,00	0,15	0,00	0,23	0,61	0,00	0,03	0,00	0,23	0,00	0,61	0,12	0,00
Polônia	1	5	5*	0,03	0,00	0,11	0,00	0,86	0,00	0,00	0,01	0,00	0,12	0,00	0,87	0,00	0,00
Romênia	1	5	5*	0,10	0,00	0,09	0,00	0,81	0,00	0,00	0,02	0,00	0,10	0,00	0,88	0,00	0,00
Turquia	5	1	1	0,58	0,00	0,01	0,00	0,41	0,00	0,00	0,74	0,00	0,01	0,00	0,25	0,00	0,00
Ucrânia	5	5	1	0,23	0,00	0,00	0,00	0,77	0,00	0,00	0,54	0,00	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00
Vietnã	2	2	3	0,01	0,85	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,23	0,63	0,04	0,00	0,01	0,00
Zimbabwe	2	2	3	0,00	0,73	0,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,25	0,73	0,01	0,00	0,00	0,00

Fonte: resultados da pesquisa.

QUADRO 4 - Blocos Econômicos Agrícolas (2011)

BEA 1	Armênia, Azerbaijão, Cazaquistão, Quirguistão, Bangladesh, Marrocos, Turquia, Arábia Saudita, El Salvador, Tunísia, Uruguai, Chile, África do Sul, China, Índia.
BEA 2	Honduras, Indonésia, Camboja, Moçambique, Nicarágua, Paraguai, Senegal, Tanzânia, Vietnã, Zâmbia, Zimbabwe.
BEA 3	Albânia, Botswana, Suíça, Rep. Dominicana, Geórgia, Guatemala, Croácia, Jamaica, Lituânia, Namíbia, Filipinas, Portugal, Eslováquia, Tailândia.
BEA 4	Benin, Burkina Faso, Cote d'Ivoire, Etiópia, Madagascar, Camarões, Paquistão, Ruanda, Togo, Malawi, Uganda.
BEA 5	Argentina, Austrália, Nova Zelândia, Bélgica, Bulgária, Belarus, Rep. Tcheca, Alemanha, Romênia, Dinamarca, Espanha, França, Reino Unido, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Polônia, Ucrânia, EUA, México.
BEA 6	Brasil, Bolívia, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Estônia, Finlândia, Japão, Coréia, Látvia, Malásia, Noruega, Peru, Rússia, Eslovênia, Áustria, Suécia, Venezuela, Equador.
BEA 7	Chipre, Egito, Iran, Israel, Jordânia, Malta, Oman.

Fonte: resultados da pesquisa.

FIGURA 9 – Blocos Econômicos Agrícolas (2011)

Fonte: resultados da pesquisa.

7.1.2 Resultados exploratórios para a caracterização dos Blocos Econômicos Agrícolas

Para conhecer aquelas variáveis que são relevantes e caracterizam a separação dos blocos, foram calculadas as médias aritméticas para todos os Blocos de cada uma das variáveis. O principal objetivo é explicar a representatividade destas para cada BEA. Os resultados estão apresentados na Tabela 6.

O Bloco 1 ficou constituído de países do Oriente Médio, como Azerbaijão, Cazaquistão, Bangladesh e Quirguistão, Índia, China e África do Sul. Dos sete blocos, este é aquele que apresenta a maior quantidade de terras agrícolas (média igual a 66,99). Isto é, esse bloco detém a maior porcentagem da área de terra que é arável, com culturas e pastagens permanentes. Além disso, também é aquele com maior nível de importação agrícola (2,26). Ou melhor, é constituído por países que mais dependem de importação de produtos agrícolas, mesmo tendo grandes extensões de terras agrícolas.

O Bloco 2 é definido por países de pequeno porte e muitos países de clima tropical. Além disso, é caracterizado pelos maiores índices de produtividade vegetal (138,23) e produção de alimentos (137,66). Este resultado mostra, mais uma vez, que essas variáveis são fortemente correlacionadas.

O Bloco 3 é definido por países com as maiores quantidades de terras em cultura permanente (4,88) e os mais baixas necessidades importação agrícola (1,15) e crescimento da população rural (-0,74).

Já o Bloco 4 é constituído por países da Ásia e África. As variáveis relevantes que os caracterizam são: índice de produção de gado (129,30), valor adicionado agrícola (29,97), população rural (67,92), crescimento da população rural (1,86) e exportação (15,98). Essas variáveis apresentam as maiores médias neste bloco do que para outro. Em outras palavras, esse BEA é definido basicamente por variáveis de oferta.

O Bloco 5 pode ser conhecido como o bloco dos países desenvolvidos (industrializados). O mesmo é composto basicamente por países europeus, Austrália, Estados Unidos, México e Argentina. São os que possuem os menores valores das variáveis de produtividade e de oferta: produtividade vegetal (104,55), alimento (104,78) e gado (102, 19), valor adicionado agrícola (3,48), população rural (22,56) e crescimento da população rural (-0,85). Esse resultado é esperado, pois, além desses países possuírem pouca necessidade de importação agrícola

(1,42), sua atividade econômica, na maioria, é voltada para produtos industrializados de alta tecnologia. Por mais que os valores dessas variáveis sejam baixos, quando comparados, ainda são valores desejáveis (*i.e.* não são valores discrepantes se pareados aos outros blocos). Além disso, esse BEA também é caracterizado por ter o maior nível de acesso à água potável (98,45) e quantidade de terra arável (28,00).

O Bloco 6 é definido por países que possuem as maiores áreas florestais (55,63) e menores quantidades de terra arável como porcentagem da área terrestre total (7,65). Os países que compõem esse BEA são aqueles de grandes extensões territoriais como Brasil, Canadá e Rússia e que possuem alta proporção de áreas florestais em relação ao território nacional, isso explica o baixo valor médio para a quantidade de terra arável por porcentagem terrestre.

Por fim, o BEA 7 é o que apresenta os menores valores para as variáveis de oferta: terras cultivo permanente (1,81), áreas florestais (7,12), terras agrícolas (17,26) e exportação agrícola (1,37). Além disso, é o maior consumidor de fertilizante (0,24) e também o que apresenta maiores índices de produtividade da terra (0,49). Ou seja, este bloco é constituído por países que tenham baixa disponibilidade de terras para agricultura e, em contrapartida, fazem uso do consumo de fertilizantes o que faz com que as poucas quantidades de terras agricultáveis apresentem alta produtividade, que é o caso dos países do Oriente Médio.

Considerar a complexidade característica de cada país em relação às suas atividades agrícolas e demanda por terra é importante uma vez que o presente estudo simula o crescimento populacional futuro e, com os resultados dos BEA, é possível analisar os efeitos do crescimento sobre a estrutura produtiva específica de cada “tipo de país”.

TABELA 6 - Média das variáveis por Blocos Econômicos Agrícolas

	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
<i>CULTPERM</i>	3,63	3,19	4,88	4,65	1,91	2,20	1,81
<i>AREAFLOR</i>	10,75	47,27	30,91	21,94	26,42	55,64	7,12
<i>PRODVEG</i>	122,16	138,23	113,26	130,64	104,56	108,75	108,25
<i>PRODALIM</i>	120,60	137,66	109,87	132,87	104,78	111,75	109,28
<i>PRODGADO</i>	121,91	125,40	105,44	129,30	102,19	113,28	110,88
<i>VAAGR</i>	11,28	20,70	7,54	29,97	3,49	4,87	4,11
<i>AGUAPOT</i>	85,34	65,27	92,04	62,55	98,46	89,53	94,45
<i>CPRURAL</i>	0,01	1,34	-0,74	1,86	-0,85	-0,65	0,99
<i>POPRURAL</i>	41,50	59,55	43,70	67,92	22,57	24,83	23,06
<i>CFERTLZ</i>	0,03	0,03	0,04	0,01	0,04	0,08	0,24
<i>IPTEERRA</i>	0,00	0,00	0,05	0,00	0,02	0,01	0,49
<i>TERRAAGR</i>	67,00	40,97	40,64	53,28	54,35	21,98	17,27
<i>TARAVEL</i>	21,42	12,99	15,7	26,37	28,00	7,66	8,39
<i>EXPORT</i>	1,62	3,97	2,08	15,98	1,99	2,80	1,37
<i>IMPORT</i>	2,27	1,36	1,15	1,62	1,43	1,56	1,24

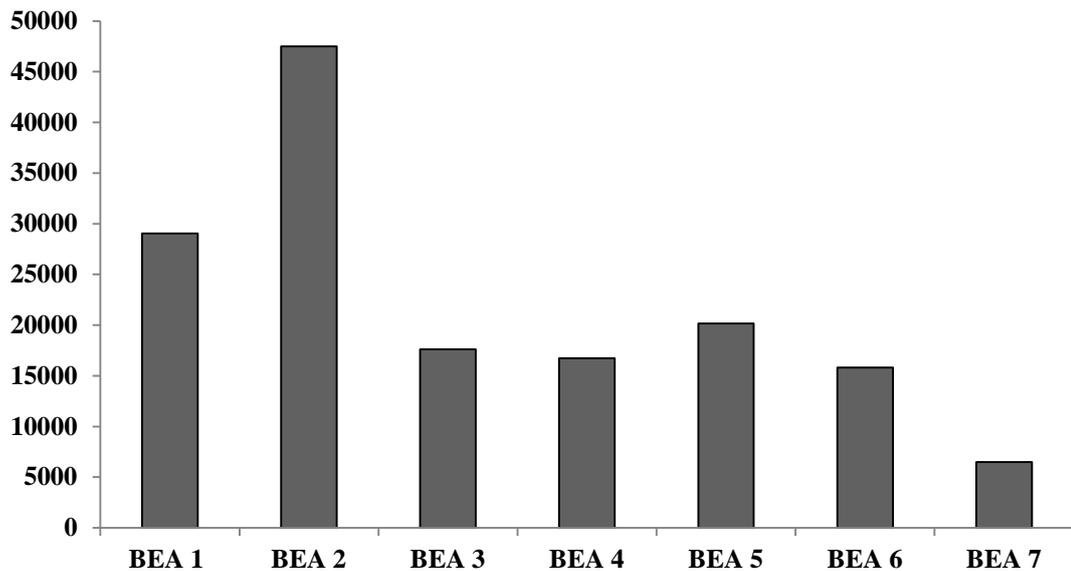
Fonte: resultados da pesquisa.

7.2 Caracterização dos Blocos Econômicos Agrícolas no ano de 2011

Uma vez definidos os BEA para 2011, o objetivo desta seção é fornecer informações relevantes para mostrar em qual situação estão estes blocos no ano inicial e, com a seção dos resultados das simulações, mostrar como estarão nos períodos futuros. Dessa forma, busca-se fazer uma análise detalhada do banco de dados do GTAP, agregado para os sete blocos. Os dados de população são os fornecidos pela Divisão Populacional das Nações Unidas, Revisão de 2015, apresentados na seção 3.3.

O Gráfico 2 caracteriza os BEA segundo a sua população mundial total (em milhares de habitantes). O BEA 2 destaca-se por ser o bloco mais populoso (47.492 milhões de habitantes). Este é constituído por países de pequeno porte e muitos de clima tropical como Moçambique, Indonésia e Camboja. O segundo bloco mais populoso é o BEA 1 (29.052 milhões), representado por países do Oriente Médio e Ásia. Os demais blocos seguem esta ordem: o BEA 5, dos países desenvolvidos, é o terceiro mais populoso (20.151 milhões), seguido do BEA 3 (17.618 milhões), BEA 4 (16.713 milhões), BEA 6 (15.823 milhões) e, por último, está o BEA 7 (6.476 milhões).

GRÁFICO 2 - População total dos BEA em 2011 (milhares de habitantes)



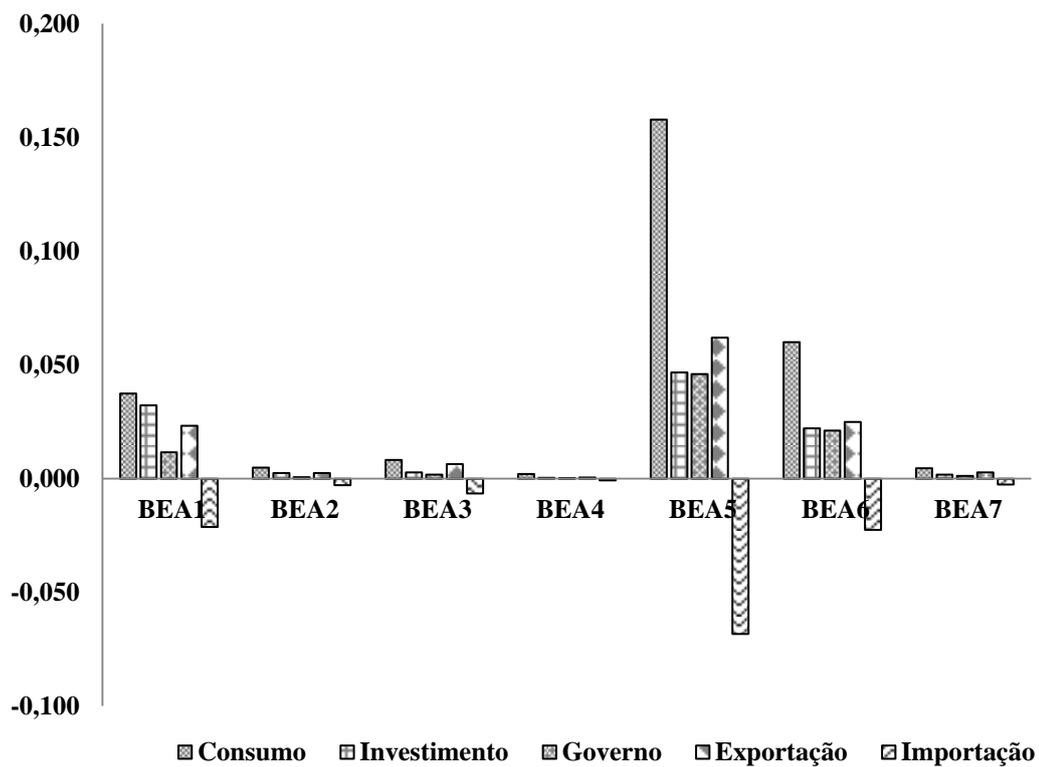
Fonte: cálculos baseados nos dados das Nações Unidas.

Como discutido no Capítulo 2, espera-se que o tamanho da população influencie diretamente as atividades econômicas por meio da demanda por consumo de mercadorias. O Gráfico 3 mostra a variação da participação dos componentes do PIB de cada BEA em relação ao PIB mundial. Como pode ser visto, os blocos 5, 6 e 1 são, nesta ordem, os que apresentam os maiores participações nas atividades econômicas, bem como os maiores níveis de consumo privado, consumo do governo e participação no comércio internacional. Além disso, a participação dos demais blocos em relação ao PIB mundial é pequena. Dessa forma, é possível concluir que, apesar do BEA 1 ser o segundo bloco mais populoso, não significa que as atividades econômicas serão impactadas de forma proporcional ao tamanho da população.

Com relação à caracterização da estrutura de produção de cada bloco, as tabelas de 1 a 7, dispostas no Apêndice 7, apresentam os dados de produção, exportação, importação, consumo intermediário, valor do capital e o Gráfico 4 exhibe a demanda pelos fatores de produção.

Em primeiro lugar, observa-se que a produção dos blocos está focada principalmente na produção de mercadorias dos setores industriais e de serviços. Nos BEA 1 e 2 as *commodities* industriais são as mais participativas na produção total destes blocos. Nos demais, o setor de serviços detêm as maiores parcelas da produção total.

GRÁFICO 3 – Share do PIB pela ótica da despesa para os BEA em 2011 (%)



Fonte: elaboração própria a partir do *output* do GTAP.

As principais *commodities* utilizadas como insumos intermediários são relativas ao setor de serviços. Já no BEA 4, este resultado é mais variado. Este bloco consome de todos os setores. As principais *commodities* agrícolas consumidas são: “frutas e vegetais” (*v_f*), “outros alimentos” (*ofd*) e “arroz processado” (*pcr*).

Por outro lado, com relação ao comércio internacional, observa-se que a economia está voltada para a comercialização das *commodities* industriais e de extração mineral. Isto é visto em todos os blocos. O BEA 5 se destaca por ser o maior exportador.

A pauta de exportações no bloco 4 é a mais heterogênea. Este BEA vende produtos de todos os compostos. No entanto, não em grande magnitude como nos demais blocos. As principais *commodities* agrícolas são: “vegetais e frutas” (*v_f*) e “outras culturas” (*ocr*).

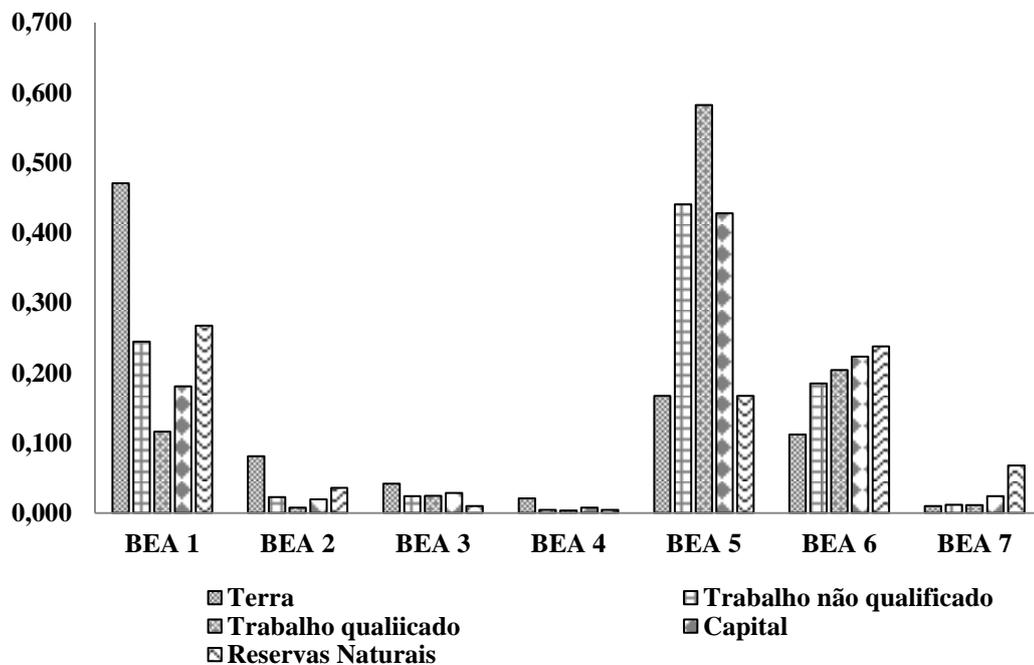
O fato de a economia mundial estar focada, principalmente, na produção de mercadorias dos setores industriais e de serviços, e na exportação de produtos industriais, explica o porquê do consumo de capital e trabalho estar acima do consumo de todos os fatores, em todos os blocos.

Em geral, a economia internacional pode ser caracterizada como intensiva em capital (GRÁFICO 4). Este é o fator mais utilizado em todos os blocos. Os principais consumidores são os BEA 5 e 6, mesmo o preço do fator sendo maior nestes blocos.

As *commodities* agrícolas são aquelas que menos participam da produção total, a menos comercializada internacionalmente e também a demandada em menores quantidades como insumo intermediário. Isto explica o fato da terra e das reservas naturais serem os fatores menos usados em toda a economia. A demanda por capital e trabalho qualificado está acima da demanda da terra em qualquer bloco.

Os BEA 5, 6 e 1 são, dentre os demais blocos, aqueles que mais demandam terra no processo de produção. Este fator participa de, respectivamente, 16,2%, 10,8% e 48,4%, de todo o processo de produção (ver Tabela 2 do Apêndice 9). A participação nos demais blocos é 7,7% no BEA 2, 4,1% no BEA 3, 2,1% no BEA 4 e 1% no BEA 7. Mais uma vez, os dados mostram que em termos globais, o bloco dos países desenvolvidos, dos países de grande extensão territorial e dos países do Oriente médio e Ásia estão à frente dos demais, também em relação à demanda por terra.

GRÁFICO 4 - Demanda pelos fatores de produção para os BEA em 2011 (em relação ao total demandado)



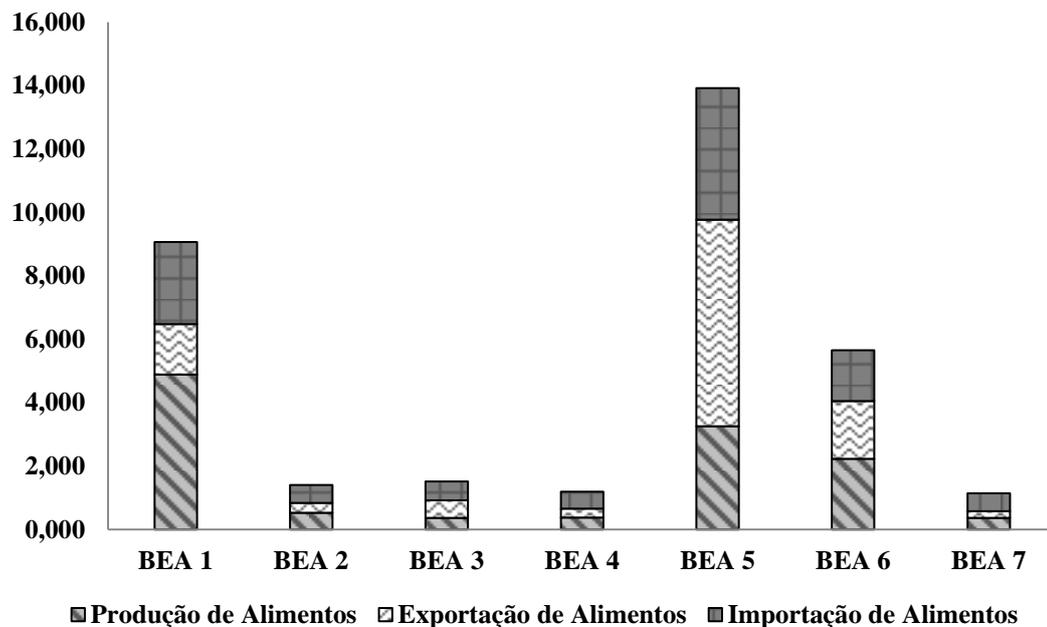
Fonte: elaboração própria a partir do *output* do GTAP.

Além disso, a capacidade de produção de alimentos dos países está vinculada diretamente à capacidade de produção da terra, à quantidade de terras aráveis e também à eficiência dos setores que produzem os alimentos. Com os gráficos 5, 6 e 7, é possível constatar que os blocos 1, 5 e 6 são os maiores produtores de alimentos. Destes, o maior é o BEA 1, que também é o bloco mais populoso.

No entanto, com relação aos fluxos de comércio internacional, os BEA 5 e 6 são ressaltados. Estes fatos permitem concluir que, em 2011, estes dois últimos blocos são os principais fornecedores mundiais de alimentos. Suas produções domésticas são suficientes para a manutenção alimentar interna e ainda para a distribuição internacional. A produção do BEA 1 é voltada para o consumo interno. O menor produtor de alimentos e também o menor participante do comércio mundial é o BEA 4. Este bloco é constituído por países africanos.

É evidente que todos os blocos sempre apresentarão necessidade de importação de algum setor agrícola, uma vez que, devidas as condições de clima e geografia, cada região produz especificamente algumas *commodities*, apenas. Logo, a capacidade de produção e a necessidade de importação para complementar a cesta de bens interna é diferente para cada bloco.

GRÁFICO 5 – Produção, exportação e importação total de alimentos em 2011 (%)



Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

Dos dados exibidos nas Tabelas 3, 4, 5, 6 e 7 do Apêndice 9, é possível constatar que a produção de alimentos é voltada para o consumo interno de cada bloco. Em geral, o que se produz em grandes quantidades, é consumido em grandes quantidades e apenas uma pequena porção é levada ao mercado internacional. Isto também pode estar indicando, que a cesta de bens de consumo, de cada bloco, é específica, uma vez que cada região consome principalmente aquelas *commodities* produzidas por si.

Além disso, pode-se dizer que a importação é utilizada, principalmente, para complementar e diversificar a produção interna. Por exemplo, no GTAP, uma das *commodities* é “arroz cru” (*prd*). No entanto, o arroz produzido pelo Brasil pode ser diferente do arroz produzido pela China. Assim, mesmo esta sendo uma mercadoria produzida em grandes quantidades, nestes dois países, elas são comercializadas para fins de diversificação. Isto explica ser comum, a todos os blocos, a exportação e a importação de uma mesma *commodity*. Outra explicação para este comportamento são as vantagens comparativas ligadas ao comércio internacional. Essas vantagens são definidas por um conjunto de indicadores como preço relativo, posição geográfica, fronteira, índice de vantagem comparativa revelada²⁹, entre outros.

No BEA 1, as maiores quantidades de produção de alimentos são encontrados nos setores: “vegetais e frutas” (*v_f*), “outros produtos de animais” (*oap*) e “arroz cru” (*pdr*). Além disso, estas são também as principais *commodities* agrícolas envolvidas no comércio internacional. Em primeiro lugar, é possível dizer que este bloco, constituído principalmente por países do Oriente Médio e Asiáticos, depende do comércio internacional para diversificar e aumentar a quantidade de frutas e vegetais consumidas. Além deste setor, “outras culturas” (*ocr*) e “vegetais e fibras” (*pfb*) são os principais envolvidos no comércio mundial, tanto no fluxo de importação quanto exportação. Por fim, é possível dizer que a produção de “arroz cru” (*pdr*) é suficiente para o uso dentro do próprio bloco e é pouco comercializado.

As maiores quantidades de alimento no BEA 2, que é o bloco mais populoso, são de “arroz cru” (*pdr*), “vegetais e frutas” (*v_f*) e “outras culturas” (*ocr*). Esses setores são utilizados principalmente para o consumo interno. Os principais setores envolvidos no comércio internacional são: “outras culturas” (*ocr*), “vegetais e frutas” (*v_f*) e “sementes oleosas” (*osd*).

No BEA 3, as maiores produções de alimento são encontradas para “vegetais e frutas” (*v_f*), “outros produtos de animais” (*oap*) e “arroz cru” (*pdr*). Além disso, destaca-se a importação

²⁹ Neste índice é levado em conta o total exportado relativo (frente a outros produtos e outras regiões).

de “sementes oleosas” (*osd*) para complementar o que já é produzido. Estes setores são utilizados principalmente no consumo interno. Os principais importados e exportados são: “vegetais e frutas” (*v_f*) e “outras culturas” (*ocr*).

O BEA 4 é o que produz menos alimentos. “Vegetais e frutas” (*v_f*), “outras culturas” (*ocr*) e “trigo e centeio” (*wht*) são os principais alimentos produzidos. Destes, apenas “outras culturas” (*ocr*) é capaz de participar da pauta de exportação em grande proporção.

Como visto anteriormente, o BEA 5 é considerado o maior exportador e importador de alimentos. Neste bloco, os maiores níveis de produção são encontrados para “vegetais e frutas” (*v_f*), “outros produtos de animais” (*oap*), “leite cru” (*rmk*), “fibras e vegetais” (*pfb*), “arroz cru” (*pdr*) e “cana e beterraba” (*c_b*). Além disso, o fato deste bloco ser pouco populoso e um grande produtor de alimentos, explica o fato do mesmo ser um grande exportador. As principais exportações são de “outras culturas” (*ocr*) e as importações de “vegetais e frutas” (*v_f*).

No BEA 6, a produção de alimentos é encontra em maior grau em: “vegetais e frutas” (*v_f*), “outras culturas” (*ocr*) e “outros produtos de animais” (*oap*). Estas *commodities* participam pouco das transações de exportação e importação. Os principais setores capazes de participar do comércio internacional são “sementes oleosas” (*osd*) e “outras culturas” (*ocr*).

Por fim, no BEA 7, o maior nível de produção, exportação e importação é visto para “vegetais e frutas” (*v_f*). “Leite cru” (*rmk*) e “outros produtos de animais” (*oap*). Além destes, o comércio internacional também negocia: “fibras e vegetais” (*pfb*), “outras culturas” (*ocr*) e “outros produtos de animais” (*oap*).

Assim, a respeito da produção de alimentos nos blocos, é possível constatar que a produção agrícola de alimentos dos blocos está voltada, principalmente, para o consumo interno. O comércio internacional está focado na venda de *commodities* industriais. Além disso, as importações são utilizadas, em geral, para complementar e diversificar o consumo, enquanto a pauta de exportação é constituída, principalmente, das mercadorias que não são consumidas internamente em grandes quantidades, ou aquelas cuja produção excede o consumo interno ou que apresentam algum tipo de vantagens comercial.

7.3 Resultados das Simulações

O objetivo dessa seção é apresentar e discutir os resultados das simulações de crescimento populacional. Cada uma das oito variantes populacionais apresentadas na seção 3.3 são consideradas um cenário de simulação. Dessa forma, configuram-se³⁰:

- a) **Cenário 1 (MFV):** *crescimento populacional sob hipótese de variação média de fertilidade;*
- b) **Cenário 2 (HFV):** *crescimento populacional sob hipótese de variação alta de fertilidade;*
- c) **Cenário 3 (LFV):** *crescimento populacional sob hipótese de variação baixa de fertilidade;*
- d) **Cenário 4 (CFV):** *crescimento populacional sob hipótese de variação constante de fertilidade;*
- e) **Cenário 5 (IRV):** *crescimento populacional sob hipótese de variação de fertilidade com substituição instantânea;*
- f) **Cenário 6 (ZMV):** *crescimento populacional sob hipótese de migração zero;*
- g) **Cenário 7 (CMRV):** *crescimento populacional sob hipótese de mortalidade constante;*
- h) **Cenário 8 (NV):** *crescimento populacional sob hipótese de que não há variação (i.e., fertilidade constante e mortalidade constante).*

Para todos estes cenários, a investigação é feita inicialmente de forma a considerar três períodos: 2011-2020, 2011-2025 e 2011-2030. Todos os resultados se mostraram de forma progressiva. Isto é, a cada período, as magnitudes se tornaram maiores, seguindo o crescimento da população. Por isso, optou-se por apresentar os resultados apenas para o último período, 2011-2030. Os demais períodos estão dispostos no Apêndice 7 e 8. Além disso, a fim de encontrar um valor médio representativo da população futura, foram calculadas as médias geométricas³¹ para cada bloco. Após isso, foi calculada a variação percentual.

³⁰ É importante destacar que os resultados dos choques são não lineares nos períodos e regiões. Logo, é possível ter mudança de sinal nas projeções como reflexo das características específicas de cada região.

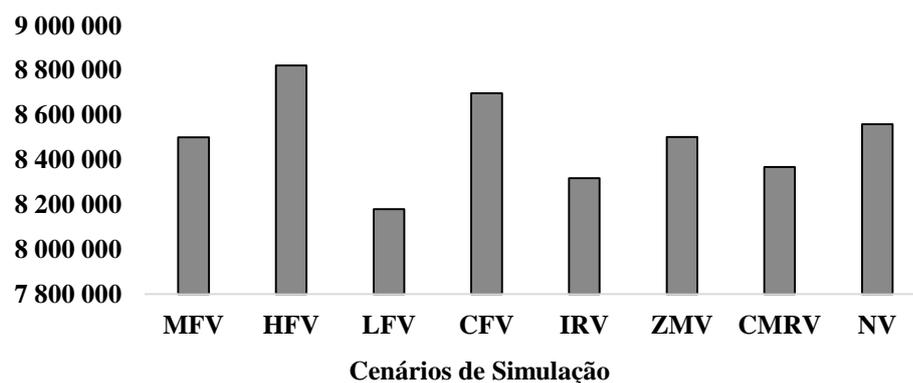
³¹ A escolha pela média geométrica foi feita uma vez que a mesma indica uma tendência central ou um valor típico usando o produto dos valores de cada grupo (e não a soma, como faz a média aritmética). Esse método é usado, em geral, quando se compara diferentes valores (com diferentes propriedades e diferentes escalas numéricas) que é o caso deste trabalho, em que em cada bloco agrícola, existem países com diferentes valores para a população futura.

7.3.1 Configuração populacional dos BEA após os choques

Esta seção apresenta o perfil populacional dos BEA encontrado em cada um dos cenários. Os Gráficos 6, 7 e 8 exibem esses resultados. Em primeiro lugar, é possível observar que o tamanho total da população seria diferente para cada BEA e seria, sobretudo, diferente do encontrado para 2011 (exibido no Gráfico 2). Em segundo lugar, mesmo que houvesse, inicialmente, decréscimo no número de habitantes em alguns blocos, o crescimento do mesmo seria progressivo com o passar dos anos. O Gráfico 7 apresenta a população total de cada bloco no ano de 2030. O Gráfico 8 exibe a variação da população em cada cenário para o período considerado na presente investigação : 2011-2030.

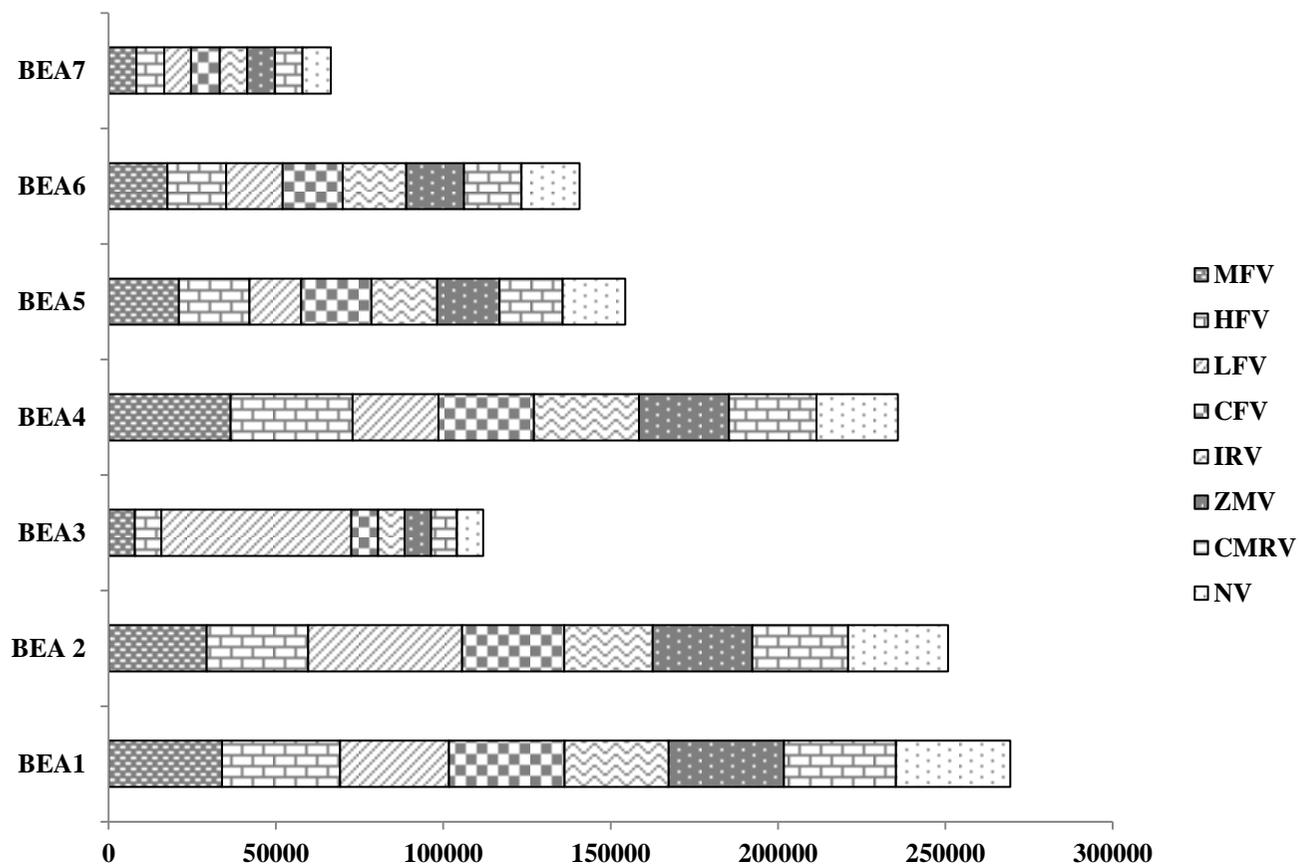
Em todos os cenários, constata-se que, nos anos finais, os BEA 1, 2 e 4 seriam os mais populosos enquanto que os BEA 3 e 7 os de menor população. É possível dizer que em todos os cenários, o BEA 5, bloco dos países desenvolvidos apresentaria a menor expansão da população e o BEA 4, dos países africanos, aquele em que a população mais cresceria (excluso em *LFV* e *NV*). Nos cenários *MFV* e *HFV*, os BEA 2 e 3 reduziriam no tamanho da população no primeiro período, apresentando crescimento nos anos posteriores. A diferença entre estes dois cenários está no fato de que, neste último, somente o BEA 3 apresentaria redução no número de habitantes.

GRÁFICO 6 – População mundial para cada cenário de simulação em 2030 (milhares de habitantes)



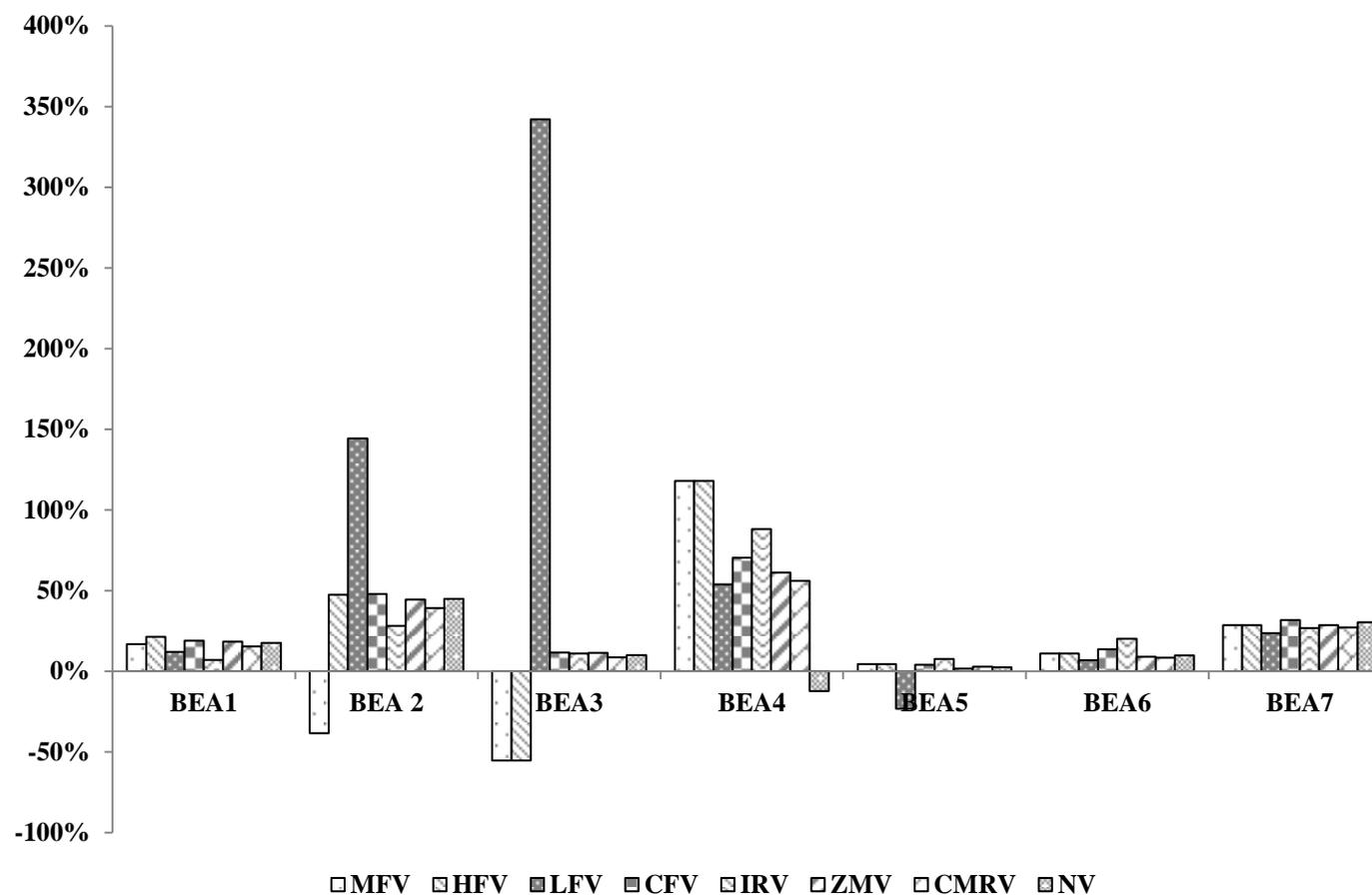
Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações

GRÁFICO 7 – População total para cada BEA em 2030 (milhares de habitantes)



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

GRÁFICO 8 – Variação da população para o período 2011-2030 (%)



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

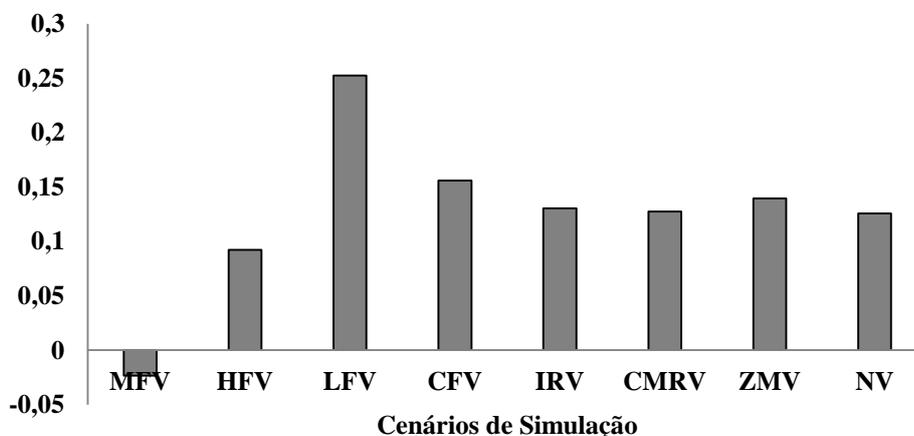
7.3.2 Impactos sobre as variáveis macroeconômicas

Como visto no Capítulo 2, os efeitos na economia, devidos ao choque populacional, são propagados, principalmente, via demanda privada. Com a expansão populacional, haveria pressão sobre a demanda e o consumo de mercadorias. Esse efeito se espalharia por todo o sistema, de forma a influenciar a produção, os preços, as decisões do produtor por insumos e fatores. Nesse sentido, os resultados macroeconômicos começam a ser apresentados pela demanda.

Os gráficos 9, 10 e 11 mostram a variação da demanda privada, das firmas e do governo a nível mundial. As tabelas 1, 2 e 3 no Apêndice 8, apresentam esses resultados de forma desagregada para cada BEA. A análise permite observar que a demanda privada, assim como a das firmas aumentaria em praticamente todos os cenários. No entanto, a das firmas em maiores proporções do que a privada. Nestes, apenas nos cenários *MFV* e *HFV* haveria reduções na demanda enquanto que nos demais cenários, aumentos.

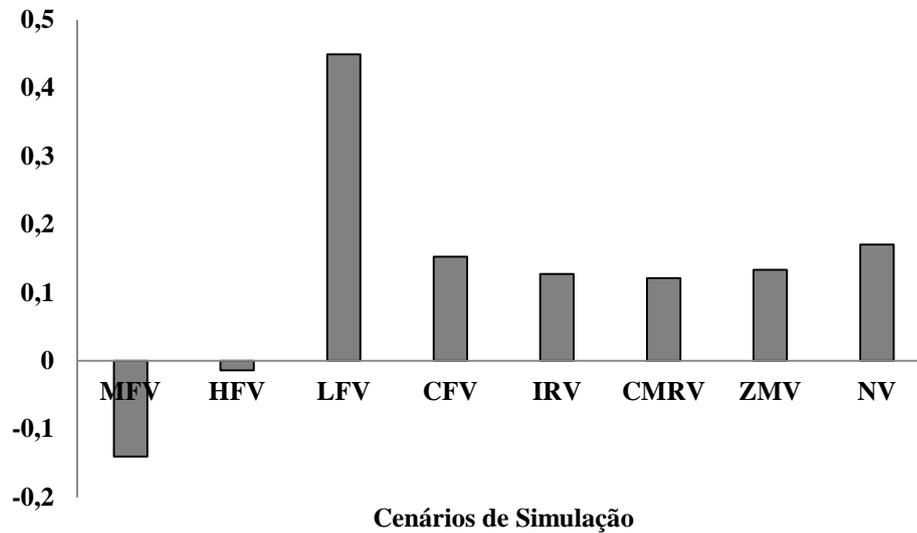
Já a demanda do governo por consumo de mercadorias reduziria em todos os cenários. Apenas em alguns blocos seria verificado o aumento, como em BEA 2 e 3 em *MFV*, BEA 3 em *HFV*, BEA 5 em *LFV* e BEA 4 em *NV*. Isso poderia estar condicionado ao fato de que, no GTAP, os impostos incididos por parte do governo são fixos (transferências do tipo *Lump Sum*). Dessa forma, não existiria a possibilidade do governo utilizar a inflação como um tipo de imposto. Assim, a renda do governo se manteria fixa enquanto os preços das mercadorias aumentariam.

GRÁFICO 9 – Variação da demanda das firmas (%) no mundo para 2011-2030



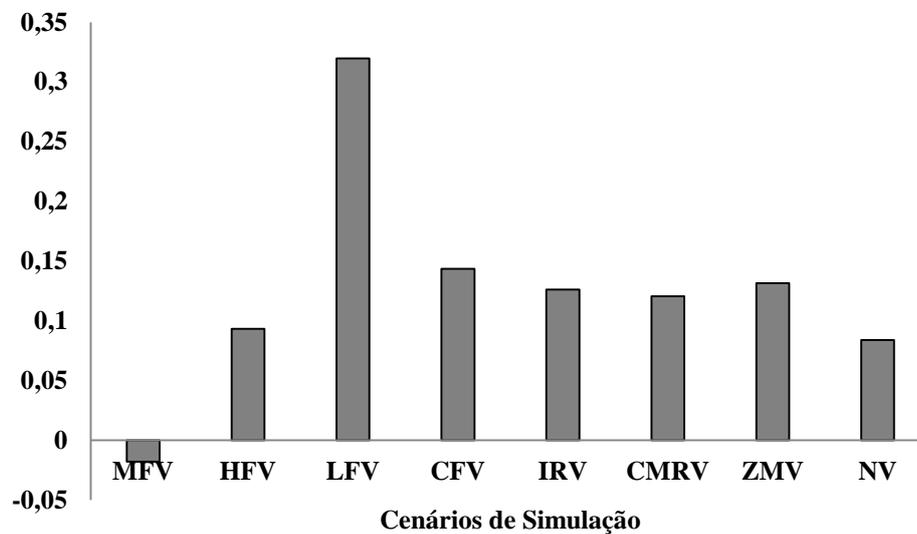
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 10 – Variação da demanda privada (%) a nível mundial para o período 2011-2030



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 11 – Variação da demanda do governo (%) a nível mundial para 2011-2030



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

Assim como para a demanda, os resultados mostram que o nível de consumo global também tenderia a aumentar. A variação do consumo privado regional ($y_p(r)$) e o consumo regional do governo ($y_g(r)$) são exibidos nas tabelas 4 e 5 do Apêndice 8 assim como os gráficos referentes à decomposição da demanda final (Gráficos 1 a 5). Nos cenários *HFV*, *CFV*, *IRV*,

CMRV, *ZMV* e *NV* o consumo privado apresentaria variação positiva. Já o consumo do governo reduziria, em todos os cenários. Além disso, a decomposição da demanda final, exibida nos gráficos de 12 a 16, mostra que, com relação aos blocos, os BEA 5, 6 e 1 seriam aqueles com os melhores desempenhos. O BEA 4, configurado como bloco de maior crescimento populacional, para todos os cenários (excluso *NV*), teria as menores variações de consumo privado. Ou seja, o consumo não acompanharia o crescimento da população, neste bloco. O mesmo pode ser dito para BEA 5, no entanto, de forma contrária. Apesar de este ser o bloco que apresentaria os menores aumentos da população (ou até mesmo decréscimo) seria aquele em que o consumo privado teria os maiores ganhos.

Diferentemente do consumo, os investimentos mostrariam decréscimo. Nos cenários em que se encontraria os maiores valores para o consumo privado, seriam aqueles com as mais baixas variações de investimento. A maior queda seria vista em *LFV* e as maiores variações nos cenários *MFV* e *IRV*. Com relação aos BEA, os blocos 5, 6 e 1 apresentariam os maiores fluxos de investimento e o BEA 4, os menores.

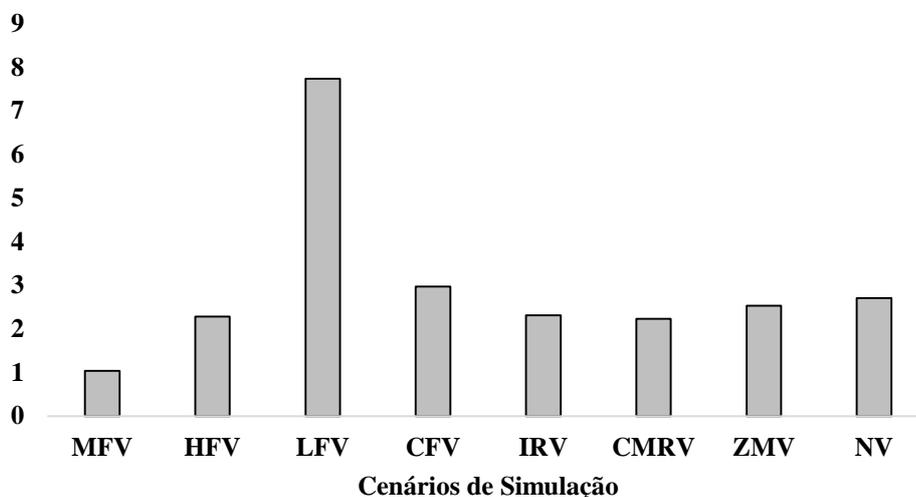
O consumo do governo seguiria um comportamento semelhante ao encontrado para os investimentos. *MFV*, *HFV* e *NV* seriam os cenários com os maiores crescimentos e *LFV*, os menores. Além disso, os blocos 5, 6 e 1 seriam aqueles com as maiores variações encontradas para consumo do governo.

Por fim, com relação aos fluxos de comércio internacional, os BEA 5, 6 e 1 seriam os mais ativos e o BEA 4 o menos participativo. O cenário *IRV* mostraria os maiores valores tanto para as exportações quanto para as importações, seguido por *CFV*. Os menores fluxos seriam vistos para *MFV*.

A Tabela 6 (Apêndice 8) e Gráfico 17 exibem os resultados do índice de preço do consumidor³². Observa-se que a inflação acompanharia o crescimento da população e da demanda nos oito cenários. As maiores variações seriam encontradas em *LFV*. Além disso, diferentemente dos demais blocos, somente no BEA 6 a inflação diminuiria.

³² No modelo, o índice de preço do consumo privado é dado pela variável $ppriv(r)$. Esta é referente ao Índice de Preço do Consumidor (IPC).

GRÁFICO 12 – Variação do Índice de Preço do Consumidor a nível mundial (%) para 2011-2030



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

A Tabela 7 (Apêndice 8) e Gráfico 18 exibem a variação do índice de quantidade do PIB³³. Tal variação é um reflexo dos resultados encontrados para o consumo do governo e consumo privado. No entanto, como visto anteriormente, apenas o consumo privado contribuiria para o impulso do PIB e o consumo do governo diminuiria.

Assim, com relação à capacidade da produção real da economia, observa-se que somente em *LFV*, cenário no qual a inflação mais cresceria, a variação da produção estaria acima da inflação. Nos demais cenários, não haveria uma contrapartida produtiva em relação ao aumento da inflação. Destes, destacam-se *MFV*, *HFV* e *NV*. Isto significa que as variações, na maioria dos cenários, seriam apenas de caráter nominal, e não real. No que se refere ao comportamento dos blocos, nos BEA 5 e 6 as variações do PIB seriam maiores do que as da inflação.

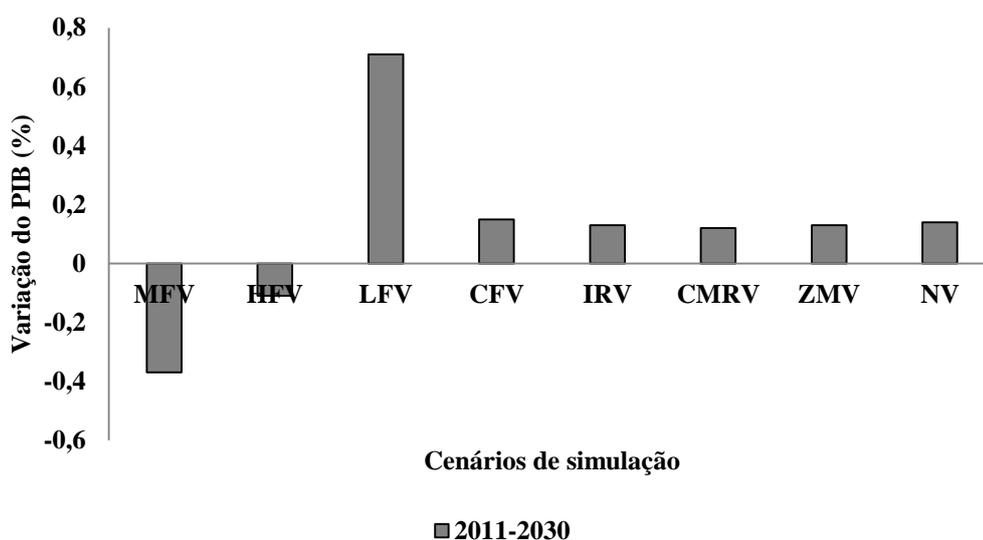
Além dos aumentos da inflação, os resultados mostram que a renda³⁴ também aumentaria em todos os cenários, principalmente em *LFV* e *NV* (Gráfico 19 e Tabela 8 do Apêndice 8). No entanto, não é possível dizer que haveria caracterização de “inflação pura”, pois a variação da inflação gerada pelo crescimento populacional seria maior do que a variação encontrada para

³³ A variação da atividade econômica é dada pelo índice de quantidade do PIB (dado pela variável $qgdp(r)$).

³⁴ Dada pela variável $y(r)$.

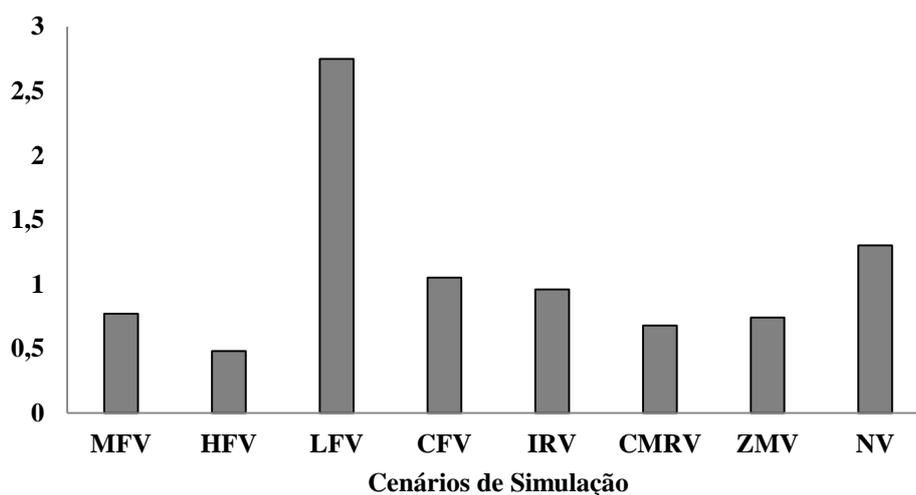
a renda, em especial em *LFV* e em *NV*. Somente em *MFV* a variação da renda seria maior do que a inflação.

GRÁFICO 13 – Variação do PIB % (índice de quantidade) a nível mundial para 2011-2030



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 14 – Variação da renda regional (%) a nível mundial para 2011-2030



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

Com relação ao comportamento de cada bloco, os BEA 1, 2, 3 e 4 teriam crescimento da renda, em todos os cenários. Destes, os BEA 4, 2 e 3 teriam os melhores resultados,

respectivamente. Por outro lado, a renda nos blocos 5, 6 e 7 cairia. Destes, o BEA 6 se destacaria, com as menores variações. No entanto, neste bloco a queda da renda seria menor do que a queda encontrada para a inflação.

Outro fato importante a se observar é que a inflação estaria andando em sentido contrário ao da taxa de desemprego. Esta relação é dada pela Curva de Phillips. Em resumo ela diz que se a taxa de desemprego cai, a inflação sobe. Este fato é verificado com os resultados. Como será exposto na seção 7.3.4, a demanda por trabalho aumentaria à medida que o número de habitantes cresceria e isto é visto também com relação à inflação. Os menores níveis de emprego seriam encontrados nos blocos 5 e 6, que também seriam aqueles de menores níveis de renda e inflação.

7.3.3 Impactos sobre o bem-estar

O bem-estar da economia é captado pela Variação Equivalente (EV) (SEÇÃO 6.2.1). O GTAP faz a decomposição da EV em seis módulos: efeitos alocativos, efeitos das dotações dos fatores, efeitos tecnológicos³⁵, efeitos populacionais, termos de troca e efeitos I-S (investimento e poupança).

Em termos globais, observa-se que os cenários *CFV*, *CMRV*, *IRV*, *ZMR* E *NV* gerariam ganhos de bem-estar, enquanto que *MFV*, *HFV* e *LFV*, perdas (TABELA 7). Os cenários mais beneficiados seriam *IRV* e *CFV*. Nestes cenários, os blocos 3, 5 e 6 se destacariam com os maiores ganhos de bem-estar. Destes, o BEA 6, caracterizado por países de grande extensão territorial e de grandes áreas florestais em relação ao território total, seria destaque pois teria o melhor resultado em termos absolutos. Exemplos de países que constituem esse bloco são: Brasil, Rússia, Canadá, Japão e Bolívia. No período considerado, os ganhos seriam de US\$ 6282,50 milhões em *CFV*.

³⁵ Como a tecnologia é exógena, não são apresentados os resultados para a mesma.

TABELA 7 – Variação do bem-estar econômico (EV) em US\$ milhões

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	ROW	Total	
2011-2020	<i>MFV</i>	365,59	-1745,11	-4075,58	-617,28	-341,87	1544,48	-319,92	-444,52	-5634,21
	<i>HFV</i>	47,68	-486,90	-3156,38	-432,40	413,55	2269,40	-291,85	-330,51	-1967,40
	<i>LFV</i>	-3214,58	-12450,90	-19786,25	635,26	2801,20	-107,25	-1785,77	-3150,52	-37058,82
	<i>CFV</i>	-385,49	-286,68	360,40	73,86	2199,48	2644,88	-596,48	-641,36	3368,61
	<i>CMRV</i>	-236,26	-288,36	315,11	46,72	1840,31	1583,98	-539,59	-568,88	2153,03
	<i>IRV</i>	-284,25	-34,01	467,41	-285,60	3484,94	4801,67	-588,42	-591,09	6970,65
	<i>ZMV</i>	-333,15	-344,87	329,80	46,77	1691,52	1678,14	-556,90	-610,35	1900,96
	<i>NV</i>	-607,64	-439,93	57,32	1786,34	-1793,37	1213,28	-299,93	112,83	28,90
	TOTAL	-4648,11	-16076,75	-25488,18	1253,67	10295,75	15628,58	-4978,86	-6224,40	-30238,28
2011-2025	<i>MFV</i>	78,31	-973,40	-3737,44	-669,54	323,77	2333,79	-523,97	-629,59	-3798,07
	<i>HFV</i>	-586,68	-1073,00	-2718,42	-463,57	1333,71	3119,88	-522,35	-634,58	-1545,00
	<i>LFV</i>	-3495,14	-12904,27	-20526,92	563,35	3456,36	195,02	-1975,42	-3346,34	-38033,37
	<i>CFV</i>	-1010,12	-923,88	533,15	49,38	3277,82	3373,94	-912,11	-993,96	3394,23
	<i>CMRV</i>	-644,65	-744,64	446,26	23,49	2556,69	2187,28	-767,45	-826,57	2230,41
	<i>IRV</i>	-298,84	-164,77	591,89	-232,29	4678,41	5678,02	-817,69	-831,94	8602,79
	<i>ZMV</i>	-910,22	-929,23	474,95	21,27	2354,58	2197,84	-825,91	-924,06	1459,21
	<i>NV</i>	-844,65	-916,12	395,99	674,23	1918,92	2385,55	-758,02	-601,90	2254,01
	TOTAL	-7711,99	-18629,32	-24540,54	-33,67	19900,26	21471,33	-7102,92	-8788,94	-25435,78
2011-2030	<i>MFV</i>	-307,58	-360,75	-3440,96	-741,89	839,78	2939,27	-739,62	-812,27	-2624,01
	<i>HFV</i>	-1481,37	-1903,16	-2328,97	-525,24	1916,20	3520,71	-772,72	-955,98	-2530,52
	<i>LFV</i>	-3697,67	-13082,07	-20796,16	448,59	3421,15	194,90	-2127,91	-3495,32	-39134,49
	<i>CFV</i>	-1806,31	-1909,10	692,90	-8,79	4274,09	3864,25	-1263,99	-1357,04	2486,01
	<i>CMRV</i>	-1059,72	-1348,93	554,17	-29,38	3024,68	2544,17	-985,02	-1055,01	1644,95
	<i>IRV</i>	-515,20	-433,52	698,86	-204,27	5709,36	6282,50	-1068,50	-1081,62	9387,63
	<i>ZMV</i>	-1587,96	-1721,20	597,77	-31,05	2877,74	2502,34	-1084,18	-1220,23	333,23
	<i>NV</i>	-1453,64	-1759,95	530,61	664,42	2514,99	2752,67	-1056,70	-895,51	1296,88
	TOTAL	-11909,45	-22518,67	-23491,78	-427,61	24577,99	24600,81	-9098,64	-10872,98	-29140,31

TABELA 8 – Decomposição do bem estar econômico nos BEA em US\$ milhões

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>CMRV</i>	<i>IRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
2011-2020								
Alocativo	-288025,0	-467276,1	1863497,6	-904061,4	-723069,2	-1094231,6	-690762,8	-678636,9
Dotação dos Fatores	-630021,8	-1510484,9	925069,0	-2476473,7	-2069489,3	-2215087,2	-2091633,9	-1501179,1
Efeito Populacional	912455,9	1975805,7	-2825513,5	3383905,7	2794713,0	3316291,2	2784299,9	2180616,3
Termos de troca	-32,6	-10,6	-91,0	-1,1	-0,9	-1,0	-1,1	672,7
I-S	-9,8	-0,8	-6,2	-0,2	-0,2	0,0	-0,2	672,7
Total	-5633,3	-1966,7	-37044,2	3369,4	2153,5	6971,3	1901,9	2145,7
2011-2025								
Alocativo	-616427,5	-814299,0	1758119,0	-1236959,6	-952669,1	-1575417,0	-893376,9	-968890,2
Dotação dos Fatores	-1542322,7	-2519541,9	540707,2	-3462143,0	-2782216,3	-3370891,9	-2836715,4	-2783920,2
Efeito Populacional	2154990,2	3332311,7	-2336749,0	4702500,7	3737119,0	4954913,5	3731555,4	3755069,8
Termos de troca	-29,7	-13,3	-93,0	-2,8	-2,1	-1,6	-2,7	-4,1
I-S	-7,7	-1,0	-5,9	-0,4	-0,4	0,1	-0,5	-4,1
Total	-3797,4	-1543,5	-38021,6	3394,9	2231,1	8603,2	1459,9	2251,1
2011-2030								
Alocativo	-852107,4	-996246,6	1822007,9	-1483618,3	-1060646,9	-1959040,8	-1005498,9	-1093919,1
Dotação dos Fatores	-2241137,3	-3233845,4	517648,6	-4259030,4	-3215925,6	-4328534,7	-3367321,0	-3329986,7
Efeito Populacional	3090654,8	4227581,5	-2378680,6	5745141,7	4278222,1	6296966,4	4373160,3	4425210,8
Termos de troca	-26,8	-16,7	-94,1	-5,5	-3,8	-2,5	-5,0	-6,5
I-S	-5,9	-1,4	-5,7	-0,8	-0,8	0,1	-0,9	-6,5
Total	-2622,5	-2528,6	-39124,0	2486,8	1645,1	9388,6	334,5	1292,0

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

O responsável por gerar os ganhos de bem-estar, na maioria dos cenários (excluído *LFV*) seria o efeito populacional (TABELA 8). No período considerado, este efeito geraria benefícios de US\$ 4954913,50 milhões e US\$6296966,39 milhões em *IRV*.

Em geral, os demais módulos mostrariam perda de bem-estar. No entanto, *LFV* teria um comportamento diferente dos demais. Neste, o efeito populacional causaria as quedas nos níveis de bem-estar enquanto que os efeitos alocativos e os de dotação de fatores seriam os geradores de ganhos.

Como discutido na introdução do Capítulo 6 e na seção 6.2.1, a mudança no bem-estar diz respeito às variações na utilidade. Além disso, como visto na Figura 8, a variável “população regional” afeta diretamente outras variáveis como a “utilidade agregada”, “utilidade do consumo do governo”, “utilidade do consumo privado” e “demanda por consumo privado” que, por sua vez, afeta o “consumo privado por bens domésticos”, “consumo privado por bens importados” entre outros. Assim, os efeitos do crescimento populacional se espalham pela economia e geram impactos ao nível de bem estar das firmas do governo e do setor privado. As tabelas 1 e 2 (APÊNDICE 9) e a Tabela 9 apresentam esses resultados.

O bem-estar das firmas, do governo e do setor privado seria afetado negativamente com o crescimento da população. Já com relação aos fatores de produção, a terra apresentaria ganhos progressivos de bem-estar. Em 2011-2030 os ganhos seriam US\$ 33413,26 milhões. Apenas em *LFV*, as firmas, o setor privado e todos os fatores de produção teriam ganhos de bem-estar.

Uma explicação para estes resultados pode estar ligada ao fato de a variação na população afetar diretamente a demanda por terra. Este fator, enquanto “primário” seria demandado para suprir as necessidades do todo o sistema. Os resultados das próximas seções mostram que este seria o único fator em que os rendimentos se mostrariam positivos e aumentariam com o passar do tempo.

A Figura 1 do Apêndice 8 mostra como os efeitos da variação da demanda dos fatores acontece dentro do GTAP. Como já discutido anteriormente, (Capítulo 2 e 6), o crescimento populacional afeta diretamente a demanda por terra que, por sua vez, afeta a despesa dos produtores, a oferta de fatores, a produção final, o valor das *commodities* produzidas, consumo intermediário das firmas, entre outros. Assim, *ceteris paribus*, os impactos do aumento no preço da terra geraria efeitos adversos de forma a encarecer as *commodities*

compradas a nível de insumos intermediários e demanda final. Dessa forma, um dos efeitos do crescimento populacional é que ele, em geral, encareceria o consumo e reduziria os ganhos de utilidade das firmas via consumo intermediário e fatores de produção, do governo e do setor privado, via compra das *commodities*.

Por outro lado, como visto na seção anterior, com o crescimento populacional, a produção total e o consumo aumentariam como resposta ao aumento da demanda. Isto explica o fato do nível de bem-estar para o consumo intermediário ser positivo. Os melhores desempenhos seriam encontrados nos cenários *LFV*, *IRV*, *CMRV* e *ZMV*. Além disso, é possível dizer que as firmas dos blocos 3, 5 e 7 seriam as “mais beneficiadas” pelo crescimento populacional, em todos os cenários. Os produtores do BEA 5 teriam os maiores ganhos (de 2011-2030, ganhos de US\$ 175987,95 milhões).

TABELA 9 - Efeitos do crescimento populacional na dotação dos fatores (US\$ milhões)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	Total	
2011-2020	Terra	2733,0	2827,9	254,9	3017,6	740,4	2680,3	2833,7	2928,6	18016,3
	Trabalho não qualificado	-24357,0	-34501,0	249137,0	-96745,0	-135135,0	-74764,0	-69663,0	-77244,0	-263273,0
	Trabalho qualificado	-35288,0	-44129,0	388883,0	-122949,0	-175214,0	-95772,0	-87485,0	-98690,0	-270644,0
	Capital	-8276,8	-11938,0	46463,4	-19790,0	-27626,0	-14996,0	-14248,0	-14450,0	-64863,0
	Reservas naturais	-471,3	-702,5	444,0	-779,3	-788,1	-609,2	-623,7	-601,3	-4131,4
	Total	-65660,0	-88443,0	685182,0	-237247,0	-338023,0	-183461,0	-169186,0	-188057,0	-584895,0
2011-2025	Terra	3907,0	4241,8	875,7	4367,5	2122,1	3655,7	4009,0	4943,0	28121,7
	Trabalho não qualificado	-59034,0	-70231,0	239470,0	-130814,0	-189077,0	-97705,0	-87851,0	-95851,0	-491092,0
	Trabalho qualificado	-79798,0	-89414,0	377670,0	-165863,0	-246347,0	-124192,0	-108648,0	-116306,0	-552896,0
	Capital	-15305,0	-19291,0	44353,7	-26784,0	-38195,0	-19806,0	-18230,0	-20229,0	-113486,0
	Reservas naturais	-743,5	-1015,9	327,1	-1079,3	-1149,5	-827,3	-848,2	-1007,2	-6343,9
	Total	-150973,0	-175710,0	662697,0	-320173,0	-472645,0	-238874,0	-211568,0	-228449,0	-1000000,0
2011-2030	Terra	4822,7	5511,6	1094,2	5524,5	3330,7	4290,2	3984,1	4855,3	33413,3
	Trabalho não qualificado	-83313,0	-85623,0	249449,0	-154841,0	-231434,0	-106848,0	-100421,0	-110159,0	-623190,0
	Trabalho qualificado	-110206,0	-106868,0	393158,0	-195346,0	-301786,0	-134094,0	-126301,0	-136334,0	-717778,0
	Capital	-20357,0	-22747,0	45967,0	-31842,0	-46554,0	-21976,0	-20408,0	-22774,0	-140690,0
	Reservas naturais	-953,3	-1233,2	319,7	-1320,4	-1448,2	-961,3	-881,4	-1046,0	-7524,0
	Total	-210006,0	-210960,0	689987,0	-377825,0	-577892,0	-259588,0	-244027,0	-265458,0	-1000000,0

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

7.3.4 Impactos sobre a demanda dos fatores de produção

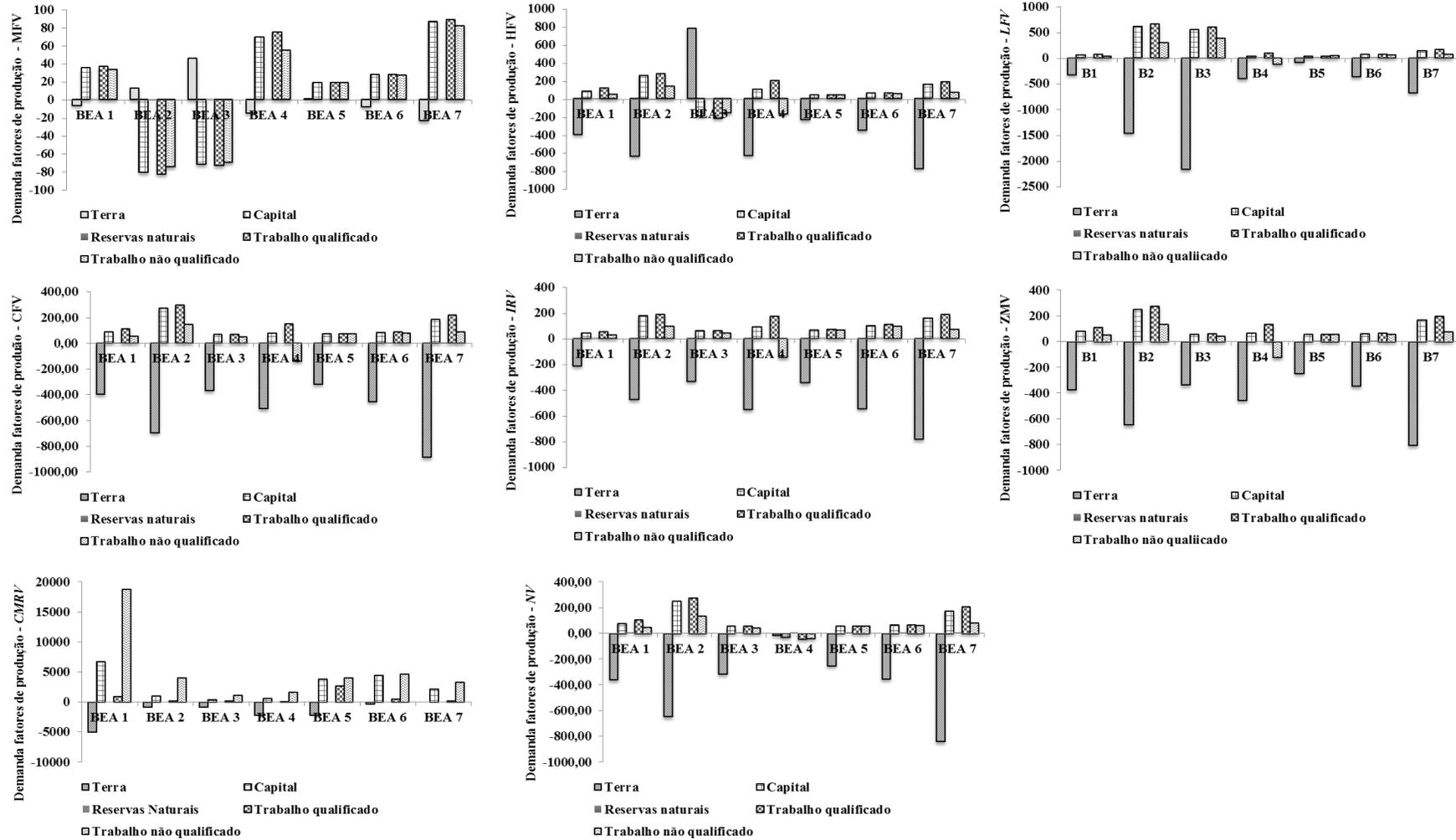
O Gráfico 15 apresenta a variação da demanda de todos os fatores primários de produção. Em primeiro lugar, é possível observar que, dado o choque, em termos globais, a economia seria caracterizada como intensiva em capital, trabalho qualificado e não qualificado, assim como visto para o ano de 2011. Com o crescimento da população, esses fatores se tornariam ainda mais demandados. O cenário *CMRV* se destacaria por usa-los em maiores magnitudes do que nos demais cenários.

Em *MFV* e *HFV*, principalmente os BEA 4 e 7 teriam o trabalho qualificado como o fator mais participativo na produção, no entanto, com os menores rendimentos (Tabela 1, 2 e 3 do Apêndice 9). Além disso, ainda nestes cenários, os BEA 2 e 3, mostrariam os menores rendimentos para a terra e reservas naturais e possuiriam os maiores rendimentos para o capital e trabalho qualificado. Nos demais blocos, o rendimento para os fatores (que não a terra) seria baixo, negativo ou insignificante.

Com relação ao fator terra, especificamente, observa-se que, com a expansão da população, a demanda por este fator diminuiria em grandes magnitudes enquanto que a procura pelos demais fatores apresentaria crescimento. Com a leitura do Capítulo 2 e os mecanismos de propagação, apresentados no Capítulo 6, esperava-se que a expansão da população implicasse, *ceteris paribus*, no aumento da demanda por terra. No entanto, os resultados mostram que, com o crescimento da população, a demanda pela mesma³⁶ diminuiria. A principal diferença entre os cenários seria com relação às magnitudes, ou seja, na quantidade de terra demandada em cada cenário. Por exemplo, a redução no uso do fator em *MFV* seria maior do que a encontrada em *HFV*, *CFV*, *CMRV*, *IRV*, *ZMV* e *NV* e menor do que em *LFV*. Além disso, os resultados também apontam que nos dois primeiros cenários (*MFV* e *HFV*), os BEA 2 e 3, aqueles que apresentariam decréscimo populacional, aumentariam o uso do fator. Já nos demais cenários, os blocos com crescimento da população, reduziram a demanda por terra. Isto não seria visto apenas para o BEA 5 em *LFV*, *ZMV* e *NV*.

³⁶ A demanda pelo uso dos fatores é dada pela variável “ $qfe(i,j,r)$ ”.

GRÁFICO 15 – Variação da demanda dos fatores de produção (%) 2011-2030



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

Uma explicação para a queda na demanda da terra pode estar relacionada ao rendimento da mesma e ao preço das *commodities* intensivas no fator. Com o crescimento da população, a disponibilidade de terra estaria menor nos próximos anos e isto a tornaria cada vez mais cara para os produtores. Na estrutura do modelo (SEÇÃO 5.1.2) é definido que, no processo de produção, há a possibilidade de se substituir um fator primário por outro, via comparação de preços. Isto é, via efeito substituição. Ou seja, com o choque de população, o preço da terra estaria mais cara e, por isso, a mesma estaria sendo substituída por outro fator, por exemplo, por mais trabalho.

Van Meijl (2006) aponta que caso o preço da terra aumente, o mercado de fatores primários e insumos intermediários seriam os principais afetados, pois haveria acréscimo nos custos de produção e a partir disso, ocorreria o efeito substituição entre os fatores e o produtor escolheria demandar menos deste fator e mais de outros. No modelo, os produtores tomam os preços como dados enquanto os rendimentos são determinados endogenamente. Espera-se que os produtores repassem o acréscimo no custo para o preço final das *commodities*. Assim, o aumento do preço da terra implicaria em rendimentos elevados das *commodities* que utilizam a terra intensivamente e ganhos de produtividade (VAN MIJL, 2006).

No GTAP, rendimento dos fatores (ou taxa de retorno do fator) é dado pela variável “ $pfactreal(i,r)$ ” e é diretamente relacionado ao preço de mercado das *commodities*, “ $pm(i,r)$ ”³⁷. Estes resultados estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3 (APÊNDICE 9) e mostram que o preço da terra teria aumentos em todos os cenários. Nos blocos em que se verificaria aumento da população, o preço cresceria. De outra forma, naqueles em que a população diminuiria, o preço dos demais fatores cresceriam. Com isto, é possível identificar que, assim como visto na revisão do Capítulo 2, a terra seria o principal fator afetado pela variação populacional.

O fato de que o preço da terra se encontraria mais elevado seria capaz de explicar a redução na demanda do fator. No entanto, como o preço deste aumentaria enquanto que o mesmo não se verificaria em grandes magnitudes para o preço do trabalho, os produtores escolheriam empregar mais trabalho do que terra (GRÁFICO20). Outra explicação para a redução na demanda da terra poderia ser o fato de menos terras estarem disponíveis. Com o crescimento da população, os espaços urbanos vão se expandindo e tomando parte das áreas produtoras

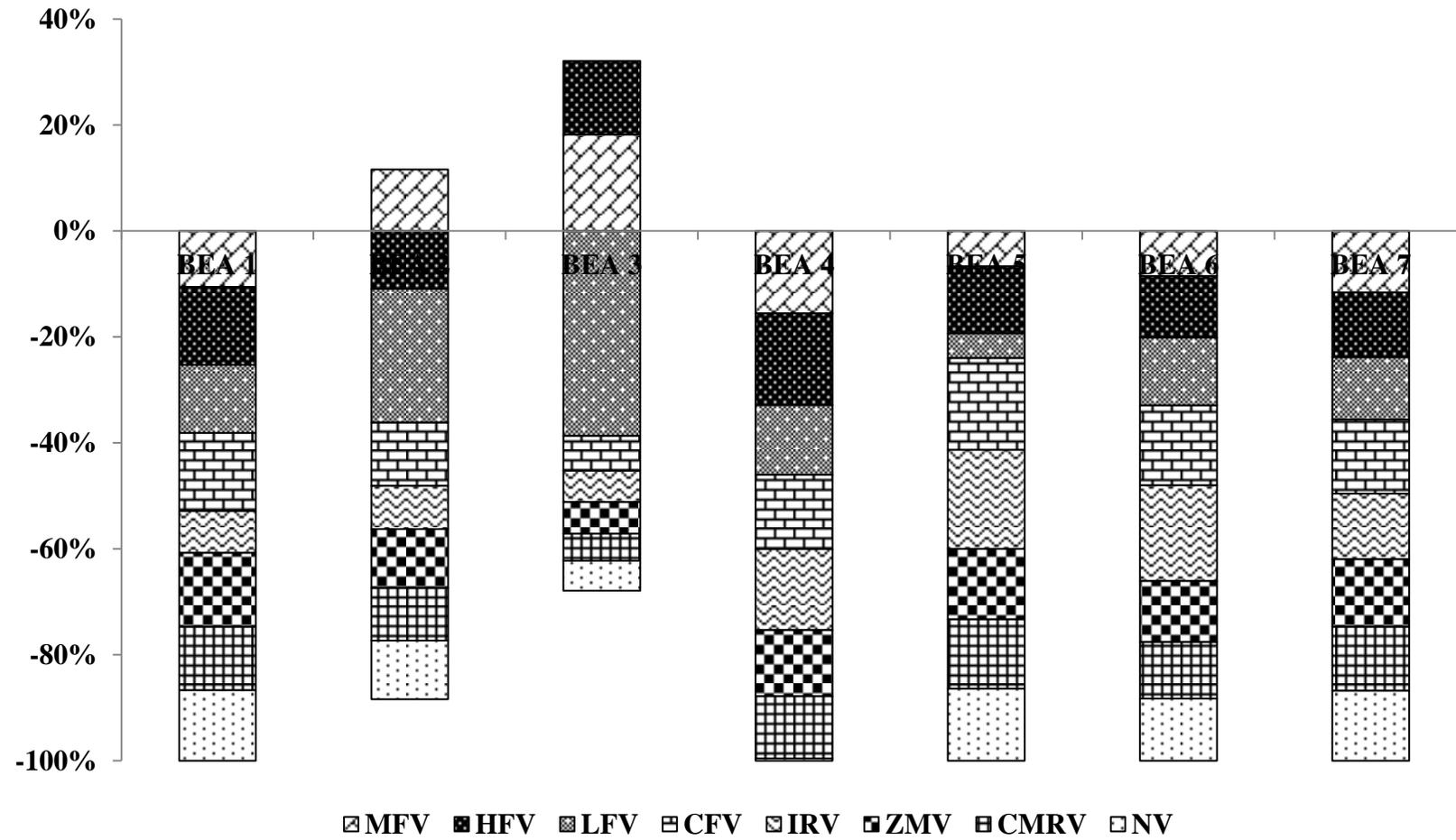
³⁷ $pfactreal(i,s) = pm(i,s) - ppriv(s)$

agrícolas. Baseado na teoria, esse discurso é válido. No entanto, o modelo não capta esse efeito diretamente. O que se pode verificar é a oferta da terra que é exógena e sua variação no GTAP é dada pela variável “ $qoes(i, j, r)$ ”, chamada de “*sluggish endowments*”³⁸. Nos mecanismos de propagação, apresentados na Figura 1 do Apêndice 6, mostra que esta variável é afetada diretamente por “ $qfe(i, r)$ ”. Isto é, no núcleo do modelo existe uma relação direta entre a demanda dos fatores e a oferta dos mesmos.

O Gráfico 16 apresenta os resultados de “ $qoes(i, j, r)$ ”, para todos os cenários. É possível dizer que ele confirma a teoria, mostrando que, nos blocos em que a demanda por terra teria redução, a oferta também diminuiria. Em *CFV*, os menores níveis de oferta seriam encontrados. Além disso, nos BEA 2 e 3, de *MFV*, e BEA 3 de *HFV*, a oferta de terra seria positiva. Estes blocos, nestes cenários, seriam caracterizados pela redução da população e aumento da demanda por terra (ver Gráfico 8 e 20).

³⁸ O GTAP divide os fatores de produção em dois grupos. O primeiro são os chamados de “fatores móveis”, que são fatores perfeitamente móveis entre as indústrias e regiões. O segundo grupo é chamado de “*sluggish endowments*” ou, por uma tradução livre, “fatores lentos”. Estes são imperfeitamente móveis, cujo grau de mobilidade é governado por uma função de elasticidade constante de transformação. Capital e trabalho são considerados fatores móveis enquanto que a terra e as reservas naturais, “fatores lentos”. No entanto, como esta dissertação usa o modelo para simulações de curto prazo, o capital passa a ser tratado dentro do segundo grupo (AGUIAR *et al.*, 2016).

GRÁFICO 16 – Variação da oferta dos “*sluggish endowments*” (%) para 2011-2030



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

7.3.5 Impactos sobre a produção total

O próximo resultado a se observar são os impactos do crescimento populacional sobre a produção total da economia. Pela habilidade do modelo de ligar sistematicamente as suas equações, os efeitos da variação da demanda e do preço dos fatores se espalham pela economia afetando os produtores e logo, o produto final. Nos mecanismos de propagação apresentados na Figura 1 do Apêndice 6, a variável “ $qfe(i,r)$ ” (demanda pelos fatores primários de produção da região r) afeta diretamente a variável “ $qo(i,r)$ ”, que representa a produção total no modelo.

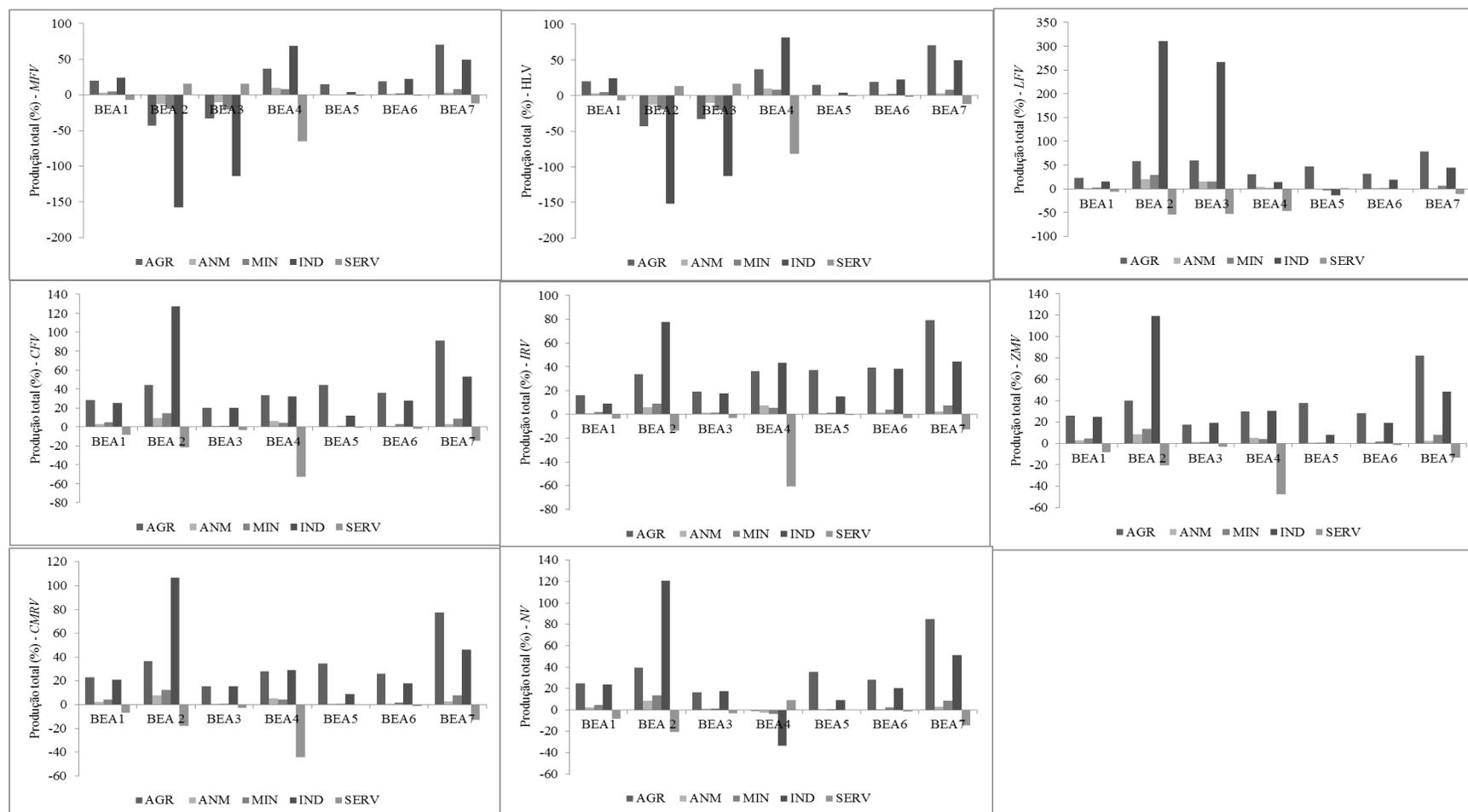
O Gráfico 17 exhibe os resultados para a produção total de 2011-2030 e o Gráfico 1 do Apêndice 10 mostra os resultados para a produção total. Em primeiro lugar, observa-se que com a expansão populacional, a produção total da economia aumentaria e estaria voltada para a produção de *commodities* industriais e de serviços. Isto é visto em todos os blocos e cenários. Além disso, os BEA 1, 5 e 6 seriam os maiores produtores mundiais, de todas as *commodities*. Ou seja, em termos de produção, a economia continuaria se comportando assim como visto para 2011 (SEÇÃO 7.2), porém em proporções maiores, correspondendo ao crescimento da população e da demanda.

Apesar de se verificar que a demanda por terra diminuiria, com o crescimento populacional, a produção das *commodities* agrícolas cresceria, em todos os cenários. Os produtos que apresentariam expansão da produção seriam, principalmente, os agrícolas e os industriais. Os demais setores, como o de extração animal, mineral e de serviços não mostrariam grandes variações.

Além disso, em muitos blocos, a produção agrícola chegaria a crescer em maiores proporções do que a industrial. Isto é visto, por exemplo, nos BEA 5 e 7 em *MFV* e *HFV*, nos BEA 1, 4, 5, 6 e 7 em *CFV*, nos BEA 1, 3, 5, 6 e 7 nos demais cenários.

Por fim, com relação ao comércio internacional, é possível constatar que as exportações mundiais estariam voltadas para o setor industrial, assim como em 2011. Além disso, as *commodities* agrícolas seriam aquelas que teriam as maiores reduções nas exportações. Estas seriam consumidas principalmente pelo mercado interno.

GRÁFICO 17 – Variação da produção total entre 2011-2030 (%)³⁹



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

³⁹ “AGR” refere-se às *commodities* agrícolas, “ANM” refere-se à extração animal, “MIN” à extração mineral, “IND” às *commodities* industriais, e “SER” serviço.

7.3.6 Variação sobre a produção de alimentos

O Gráfico 18 apresenta os resultados da variação da produção de alimentos nos oito cenários de simulação para o período 2011-2030. Como observado no Apêndice 7, o que diferencia os períodos são as magnitudes, que são maiores conforme eles se tornam mais extensos, o comportamento da produção é o mesmo. Esse resultado é válido uma vez que o modelo é linear. As tabelas 5, 6 e 7 deste apêndice apresentam esses resultados para todos os períodos e *commodities*. Em geral, observa-se que a produção de alimentos estaria crescendo, seguindo a expansão da população. Os resultados variam entre os blocos.

Em *MFV*, os BEA 2 e 3, que apresentariam redução do tamanho da população e aumento na demanda por terra, teriam queda na produção de alimentos. Nos demais blocos, em que a população cresceria, a produção de alimentos também aumentaria. Já em relação à caracterização global da economia, é possível observar que estes últimos blocos, reduziram as exportações e aumentariam as importações. Destes, o BEA 4 se destacaria. Por outro lado, os BEA 2 e 3 apresentariam as maiores variações de exportação e importação. Estes dois blocos deteriam os fluxos de comércio internacional da economia enquanto os demais se concentrariam em suprir a demanda interna. As principais *commodities* exportadas seriam as de “arroz cru” (*pdr*), “outros materiais de produtos de animais” (*wol*) e “cana e beterraba” (*c_b*).

Em *HFV*, a produção de alimentos cresceria em todos os blocos, menos no BEA 3, que é o bloco com redução populacional e em que a demanda por terra aumentaria. Além disso, quanto à configuração global da economia, observa-se que este bloco seria o único em que haveria aumento das exportações e diminuição das importações. A principal *commodity* exportada seria “arroz cru” (*pdr*) e “outros materiais de produtos de animais” (*wol*). Assim como no cenário anterior, o bloco de menor crescimento populacional seria aquele capaz de prover mantimentos para a economia global. Os demais blocos se esforçariam para manter o nível de produção interna. Os BEA 2 e 4 seriam os principais blocos que dependeriam das importações de alimentos.

Uma possível explicação para estes dois primeiros cenários serem parecidos é que o nível da variação da população seria semelhante. O perfil da terra desses BEA também poderia explicar o seu potencial fomentador de alimentos mundial. Como visto na seção 7.1.1.1, em 2011, o

BEA 2 é caracterizado pelas maiores variações na produção de alimentos e o BEA 3 definido pelas maiores quantidades de terra sob cultura permanente e menor necessidade de importação agrícola. Ou seja, a própria caracterização destes blocos poderia defini-los como capazes de ofertar alimentos para os demais blocos. Além disso, o fato de apresentarem redução no nível da população implicaria, *ceteris paribus*, que parte da produção de alimentos estaria “sobrando”, e logo, seriam capazes exportar, até mesmo, sem aumentar a produção.

Os resultados encontrados em *LFV* são diferentes dos cenários anteriores. Neste, todos os blocos apresentariam crescimento da população e também da produção de alimentos. Os BEA 7, 2 e 3 seriam os principais produtores. No entanto, no que se refere ao comércio internacional, os blocos 2 e 3 teriam suas exportações reduzidas e aumentariam as suas importações em magnitudes maiores do que nos demais blocos. Em outras palavras, o que se pode dizer é que apesar destes blocos serem os que mais produziram alimentos, não os fariam em quantidades suficientes para suprir sua demanda interna. Além disso, estes apresentariam as maiores reduções na demanda por terra e o maior crescimento populacional. Neste cenário, os principais blocos exportadores seriam o BEA 1, 5 e 6. A *commodity* mais exportada seria “arroz cru” (*pdr*), “outros grãos” (*gro*) e “leite cru” (*rmk*). Este constituiria de exportação para todos os blocos e importação, principalmente, para BEA 2 e 3.

Assim como o cenário anterior, em *CFV*, a produção de alimentos acompanharia o crescimento da população. O BEA 7 seria o maior produtor enquanto o BEA 3, o menor. Quanto ao cenário internacional, o BEA 5 seria o principal exportador e o que menos importaria. “Arroz cru” (*pdr*) se constituiria na principal *commodity* produzida e exportada por este bloco. “Outros grãos” (*gro*), “frutas e vegetais” (*v_f*) e “fibras e vegetais” (*v_f*) as principais *commodities* de produção e exportação, em todos os blocos. Além disso, apesar do BEA 3 ser o menor produtor de alimentos e o BEA 4 o mais populoso, o BEA 2 seria aquele que mais dependeria das importações. Este bloco importaria de todas as *commodities* e também apresentaria as maiores reduções das exportações, sendo o segundo mais populoso e o que mais reduziria na demanda da terra.

Em *IRV*, a produção de alimentos também seguiria o crescimento da população. Os BEA 2, 4, 6 e 7, teriam as maiores reduções na demanda por terra e também nas exportações, enquanto que BEA 1 e 5 as expandiriam. O BEA 1 seria o único bloco que reduziria o nível de importações enquanto os demais a aumentariam em grandes magnitudes. Este bloco seria o

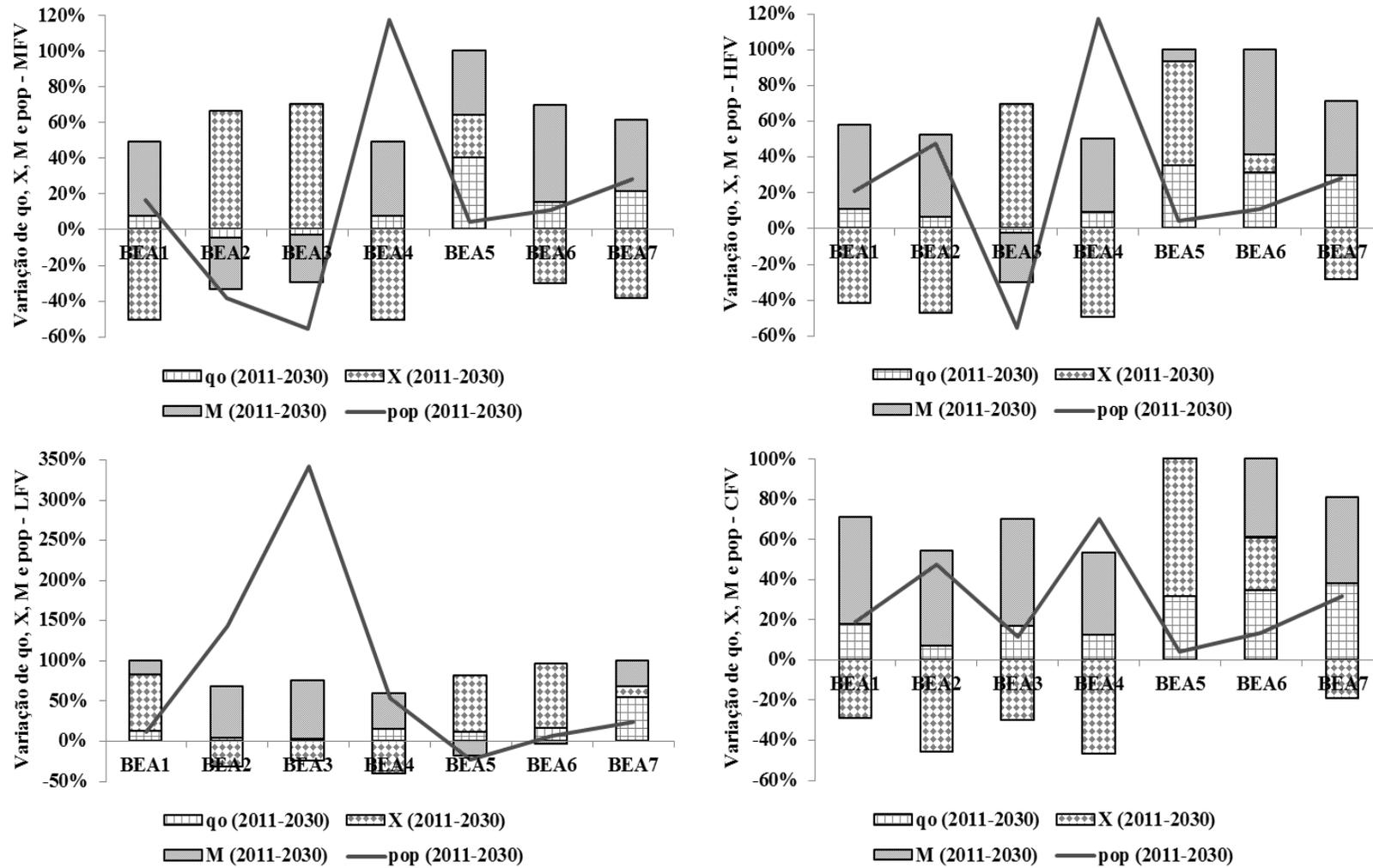
mais populoso nos anos finais e a principal *commodity* exportada por BEA 1 “arroz cru” (*pdr*). Esta *commodity* seria a principal importada por todos os blocos. O BEA 2 e 4 dependeriam das importações de alimentos primordialmente. Neste cenário, os principais alimentos exportados seriam referentes às *commodities* “outros grãos” (*gro*), “frutas e vegetais” (*v_f*) e “outras culturas” (*ocr*).

Em *ZMV*, a população e a produção de alimentos, mostrariam crescimento em todos os blocos enquanto a demanda por terra aumentaria apenas em BEA 5. Os BEA 2 e 7 se destacariam como os maiores produtores de alimentos. No entanto, os BEA 5 e 6 seriam os principais exportadores, assim como visto para o ano de 2011. Além disso, esses blocos apresentariam as menores necessidades de importação. Isto significa que a produção seria suficiente para o suprimento interno e ainda “sobraria” para exportação. Os resultados mostram que esses blocos exportariam de todas as *commodities* que seriam importadas pelos demais. Além disso, o BEA 2 seria aquele que mais reduziria o nível de exportação e o que aumentaria as importações, configurando-se como o bloco de maior necessidade interna de alimentos. Em 2011, este seria o bloco mais populoso, assim como para os anos finais, neste cenário. Tal fato poderia explicar estes resultados.

Em *CMRV* também haveria aumento no nível da produção de alimentos em todos os blocos. Os BEA 7 e 2 seriam os maiores produtores e também se destacariam pelo tamanho da população. Assim como no cenário anterior, os blocos 5 e 6 seriam os principais exportadores e os menores importadores. Estes também reduziram pouco a demanda por terra, se comparado com os demais blocos. Além disso, exportariam de todas as *commodities*, destacando-se “arroz cru” (*pdr*). Os BEA 1 e 2 seriam os que mais reduziram as exportações e aumentariam as importações, configurando-se como os blocos mais dependentes de alimentos. Neste cenário, as principais *commodities* exportadas seriam “outros grãos” (*gro*) e “fibras e vegetais” (*pfb*).

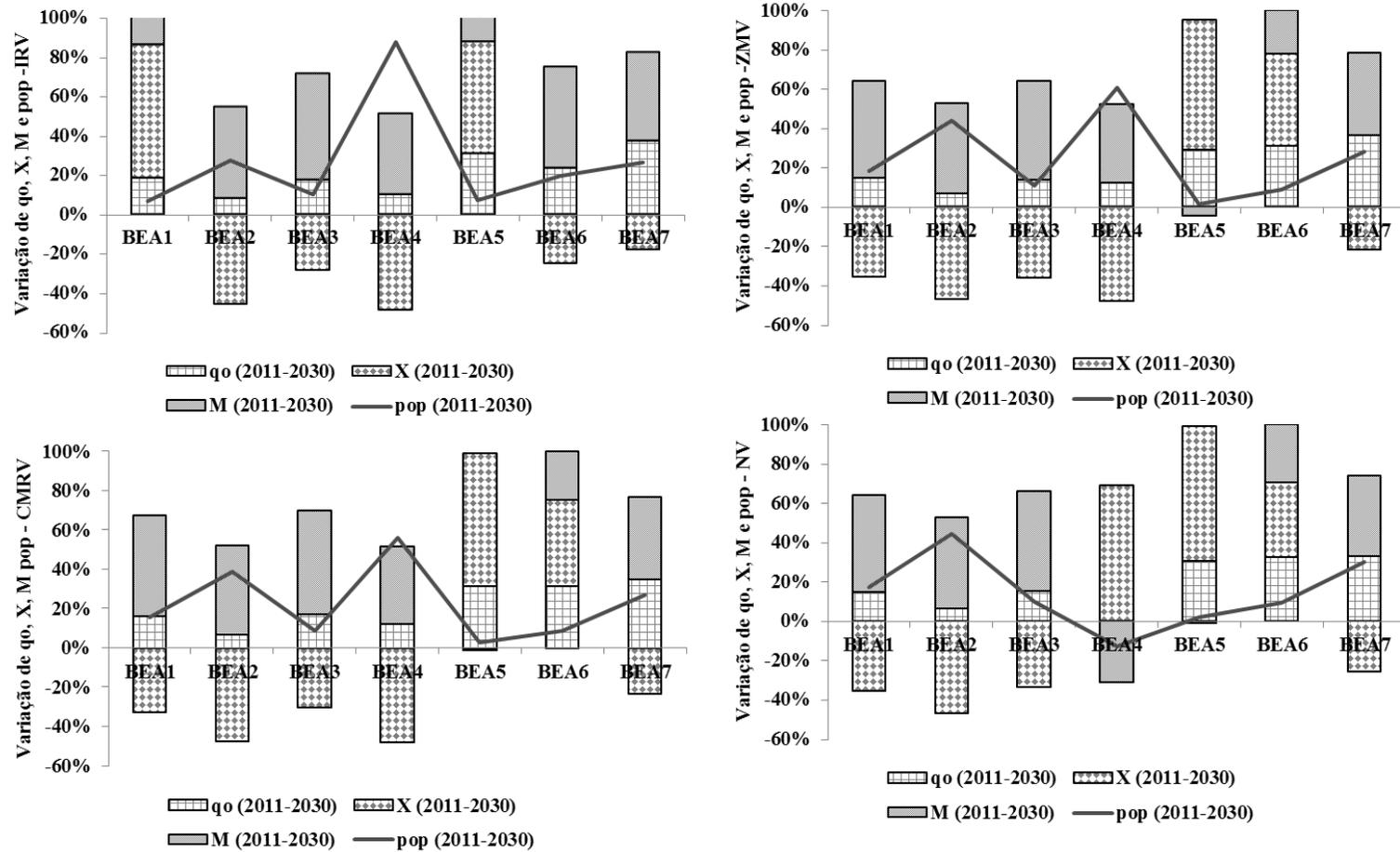
Por fim, em *NV*, o BEA 4, que apresentaria redução da população, também diminuiria a quantidade produzida de alimentos e a demanda por terra. No entanto, este bloco configuraria-se como o que menos depende de alimentos uma vez que é o maior exportador e o menor importador. Neste cenário, a dependência das importações seriam maiores em BEA 1, 2 e 7, destacando a *commodities* de “arroz cru” (*pdr*). As principais *commodities* exportadas neste cenário seriam “trigo e centeio” (*wht*) e “cana e beterraba” (*c_b*) e “arroz cru” (*pdr*).

GRÁFICO 18 – Variação da produção, exportação e importação de alimentos (%) em 2011-2030 (continua)



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

GRÁFICO 18 – Variação da produção, exportação e importação de alimentos (%) em 2011-2030 (conclusão)



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

8 CONCLUSÕES

O objetivo principal deste trabalho foi projetar os principais efeitos advindos da expansão populacional futura sobre a produção agrícola de alimentos e sobre a demanda pelos fatores de produção para 2011-2030. Neste contexto, políticas que envolvam o planejamento para a contínua oferta de alimentos podem ser formuladas com mais precisão. Isto é fato uma vez que a investigação apresenta o comportamento esperado de blocos de países em relação à produção total, disponibilidade de terra, etc.. Outro ponto é a possibilidade de políticas comerciais serem formuladas de forma eficaz uma vez que os resultados permitem identificar os gargalos com relação às necessidades de importação de alimentos.

Alinhado ao objetivo principal, a revisão de literatura, apresentada no Capítulo 2, é pertinente para a compreensão das questões relacionadas ao crescimento populacional e suas influências sobre a demanda de alimentos e da terra. Essas questões são tradicionais dentro do discurso econômico, de forma que muitos autores colocam a expansão da população como um limitador ao usufruto da terra. Destes, os principais teóricos destacados são Thomas Malthus e David Ricardo. Além disso, este capítulo ainda apresentou resultados empíricos encontrados para a produtividade agrícola ao redor do mundo. Esta construção é importante uma vez que se destaca a preocupação com o contínuo crescimento da população e a limitação da quantidade de terras aráveis. Com isso, uma das saídas para a continuidade da produção de alimentos é o aumento da produtividade. Dos resultados encontrados na revisão de literatura, destacam-se os investimentos nacionais e internacionais em pesquisa agrícola e redução dos impostos como os principais responsáveis por gerar ganhos positivos e significativos nos níveis de produtividade. Estes foram os principais responsáveis pelos ganhos em países em desenvolvimento como China e Brasil, podendo estes até mesmo ser comparados aos países desenvolvidos. Além disso, outro resultados da revisão de literatura se refere às economias fechadas que tendem a atrasar o desenvolvimento agrícola. Isto é visto, por exemplo, entre os resultados encontrados para os países da antiga URSS e regiões da África. Além de tais resultados serem importantes para a análise dos países, também foram responsáveis por apontar lacunas metodológicas e garantiram a afirmação de que a abordagem escolhida e os modelos empíricos utilizados pela dissertação fossem inovadores em meio a literatura.

Considerando a complexidade característica de cada país em relação às suas atividades agrícolas e demanda da terra, o presente estudo teve como uma das principais contribuições a classificação dos mesmos em blocos de acordo com suas similaridades agrícolas para o ano de 2011. Para este fim, foram utilizadas as técnicas de Análise de *Cluster* e Análise Discriminante e encontradas sete partições finais, que foram chamados de Blocos Econômicos Agrícolas (BEA).

O BEA 1 ficou representado por países do Oriente Médio e Ásia. Dos sete blocos, é o que apresenta a maior quantidade de terras aráveis com culturas e pastagens permanentes e também que apresenta maior necessidade de importações agrícolas. O BEA 2 ficou definido por países de pequeno porte e de clima tropical. Estes são caracterizados pelos maiores níveis de produtividade vegetal e produção de alimentos. No BEA 3 estão países com grandes quantidades de terra sob cultura permanente e baixas necessidades de importação e crescimento da população rural. O BEA 4 é constituído principalmente por países africanos, os quais são caracterizados pelos maiores índices de produção de gado, valor adicionado agrícola e crescimento da população rural.

O BEA 5 ficou conhecido como o bloco dos países desenvolvidos. Ele é constituído principalmente por países europeus, Estados Unidos e Austrália. Esses países possuem os menores valores de produtividade vegetal, produtividade de alimento, de gado e população rural. Esse resultado é esperado, pois, além desses países possuem baixas necessidades de importação agrícola, sua atividade econômica é voltada para produtos industrializados. Além disso, possuem o maior nível de acesso à água potável e quantidades de terras aráveis. O BEA 6 são os países de maior área florestal e de grande extensão territorial como Brasil, Rússia e Canadá. Por fim, o BEA 7 é caracterizado por países do Oriente Médio e que apresentam as menores áreas de cultivo permanente, áreas florestais, terras agrícolas e exportação agrícola. No entanto, são os maiores consumidores de fertilizantes e produtividade agrícola.

Destes blocos, em 2011, os BEA 1 e 2 se destacam por serem os mais populosos dentre os demais. Além disso, com relação à produção total, à utilização de insumos, demanda por fatores, produção agrícola, importação e exportação de alimentos, os BEA 5, 6 e 1 são, nesta ordem, os mais ativos. Além disso, produção e exportação mundial é voltada para o setor industrial o que explica o fato do capital ser o principal fator demandado para a produção. As *commodities* agrícolas são as menos participativas, tanto no processo de produção como no

comércio internacional. Sua importação e produção são voltadas principalmente para o consumo interno. O BEA 4 é o que mais necessita da importação de alimentos.

Os resultados da caracterização do mundo em termos das atividades agrícolas para 2011 são pertinentes na análise da dissertação, pois contribuem na observação conjunta dos efeitos da variação populacional futura sobre as atividades em cada tipo de país. Assim, a partir destes resultados, foi implementado o segundo método empírico da dissertação, as simulações com o *Global Trade Analysis Project*. A forma como este modelo apresenta a sua estrutura de produção em relação aos fatores primários e insumos intermediários foi conveniente para a análise do setor agrícola.

Foram considerados oito cenários de crescimento populacional para os anos de 2020, 2025 e 2030. Cada um é referente a uma hipótese que Divisão Populacional das Nações Unidas utiliza para projetar tal crescimento. Esses cenários são caracterizados por hipóteses de fertilidade, mortalidade e migração.

Os resultados mostraram que os níveis da inflação, da produção real, de renda, da demanda e do consumo cresceriam com a expansão da população. No entanto, não nas mesmas proporções. Somente no cenário de baixa fertilidade a produção cresceria acima da inflação. Nos demais cenários não haveria uma contrapartida produtiva. Isto significaria que a variação seria apenas de caráter nominal. O mesmo poderia ser dito com relação à renda. Somente na hipótese de variação média de fertilidade a variação da renda estaria acima da variação da inflação. O BEA 6 se destacaria entre os demais blocos por ser o único que apresentariam queda nos níveis de preço, as maiores variações de produção e as menores de renda. Este também seria o bloco com os maiores ganhos de bem-estar, advindos do crescimento populacional.

Além disso, assim como em 2011, os BEA 5, 6 e 1 se destacariam por apresentarem os melhores desempenhos em relação ao consumo, investimento, gastos do governo, exportação e importação. Seriam também os principais produtores de *commodities* industriais e de serviços.

Foi verificado que, com o crescimento populacional, a demanda por terra diminuiria apesar da produção de alimentos aumentar e até mesmo, em alguns blocos, cresceria mais do que a produção das *commodities* industriais. Este fato indica, especialmente, ganhos de

produtividade no setor agrícola, uma vez que este aumentaria a produção com a utilização de menos recursos.

O cenário de baixa variação de fertilidade seria aquele que apresentaria os maiores níveis de crescimento da população, da produção de alimentos e a maior queda na demanda por terra. Por outro lado, nos blocos em que seriam verificados decréscimo da população, a produção de alimentos diminuiria e a demanda por terra aumentaria.

A redução da demanda da terra pode ser explicada por dois pontos. O primeiro é a sua disponibilidade, que diminuiria. Uma vez que os centros urbanos vão se expandindo, áreas agrícolas vão sendo ocupadas e logo, estas áreas se tornariam escassas. Assim como exposto por Van Meijl (2006), com a variação da demanda por terra, as atividades ligadas a ela diretamente, seriam as principais afetadas. Assim, o segundo ponto é o preço da terra que aumentaria, em todos os cenários. Isto encareceria os custos de produção e logo, o preço das *commodities* intensivas no fator. Uma vez que os produtores repassariam o aumento dos custos, o consumo de alimentos também encareceria. Além disso, o uso do capital e, principalmente do trabalho aumentará. Uma vez que a terra estaria sendo usada intensivamente e o preço da mesma aumentaria, os demais fatores estariam disponíveis e o preço e rendimento dos mesmos diminuiriam. Logo, os resultados permitem concluir que haveriam dois efeitos sobre a terra. O primeiro é que a produção da mesma tornar-se-ia intensiva e o segundo é que haveria substituição entre os fatores de produção.

Com relação, especificamente, à produção de alimentos, foi verificado que esta aumentaria assim como o crescimento da população. No entanto, não nas mesmas proporções. O BEA 7, caracterizado pela maior quantidade de uso de fertilizante, seria o bloco em que produção mais cresceria. Além disso, as exportações das *commodities* de alimentos seria aquela que mais diminuiria, em termos globais.

Em 2011, foi possível caracterizar os blocos de acordo com sua produção de alimentos e necessidade interna. No entanto, para os anos finais, isto não foi possível. Em geral, a produção de alimentos estaria voltada para o consumo interno e as importações aumentariam em grandes magnitudes. Somente o BEA 5 e os blocos em que haveriam redução da população, seriam capazes de exportar alimentos. Pelo fato dos demais blocos reduzirem as exportações, os blocos com redução da população se encontrariam em vantagem e exportariam grandes quantidades de todas as *commodities*, principalmente arroz cru e cana e

beterraba, que seriam importados por todos os blocos em grandes magnitudes. Logo, é possível concluir que, aos níveis tecnológicos vigentes, com o crescimento da população, os países tendem a se tornar cada vez menos capazes de produzir alimentos. Uma resposta viável a esta restrição da expansão seriam saltos tecnológicos que permitissem aumentar a produção e também políticas eficientes capazes de preservar as áreas agrícolas.

Além disso, os resultados também apontam para regiões que, possivelmente, teriam maiores debilidades alimentares, o que também pode auxiliar o planejador público. Um exemplo é o bloco dos países africanos que, nos anos finais seria o mais populoso, mas, em contrapartida, não produziria grande quantidade de alimentos.

Ainda existem melhorias a ser implementadas nesta dissertação. Uma delas é a incorporação da abordagem da segurança alimentar dentro da discussão proposta. A *Food and Agriculture Organization of the United States* (FAO) e a *World Food Summit* (1996) definem a segurança alimentar da seguinte forma: “quando todas as pessoas, em todos os momentos, têm acesso físico, social e econômico a alimentos suficientemente seguros e nutritivos para atender às suas necessidades dietéticas e preferências alimentares para uma vida ativa e saudável” (FAO, 2006, p.1). Dessa forma, deveriam ser levadas em conta questões de distribuição dos alimentos e nutritivos. Além disso, também seria interessante usar um módulo do GTAP mais desagregado para a produção da terra, como o GTAP-AEZ (LEE, 2004). Neste contexto, a abordagem para alimentos deveria incorporar produtos alimentares industrializados, o que difere da abordagem proposta na presente dissertação em que se investiga apenas a produção agrícola de alimentos.

Outra melhoria a seria a respeito da divisão internacional, em que foram levados em conta apenas características econômicas relacionadas à agricultura. Uma vez que a discussão de segurança alimentar fosse incorporada ao estudo, seria interessante modificar a estrutura dos BEA e incorporar, à esta divisão, variáveis sociais como índice de mortalidade, fome e pobreza, por exemplo.

Outra limitação da pesquisa foi a não endogenização da tecnologia. Dessa forma não foi possível mensurar os impactos do crescimento populacional sobre os níveis de tecnologia e da produtividade agrícola. Além disso, o GTAP permite também incorporar dados de emissão de CO₂. Dessa forma, uma melhoria seria apresentar esses resultados. Isto é, analisar os impactos sobre os níveis de emissão dado o crescimento populacional para os próximos anos.

Os esforços empreendidos nesta pesquisa abrem portas para outras investigações. A primeira delas é a possibilidade de usufruir do objetivo proposto pela dissertação e observar o comportamento de um país especificamente ou, um conjunto de países, em relação aos BEA, diferenciando da abordagem conjunta dos blocos, como foi feito. Por exemplo, quais seriam os impactos do crescimento populacional no Brasil para os próximos anos, dada a desagregação do mundo em BEA. O mesmo pode ser feito somente para os países da África ou Ásia, etc.

Ainda, usufruindo da abordagem internacional diferenciada proposta, outro estudo seria em relação à avaliação dos impactos da abertura comercial dentro dos BEA, em especial, sobre o comércio de *commodities* agrícolas de alimentos. Por exemplo, redução das tarifas no comércio entre países de um mesmo bloco. O GTAP permite fazer isso.

Outra ideia é investigar os impactos sobre a variação da produção agrícola advinda de ganhos tecnológicos nos fatores de produção e nas *commodities* agrícolas. Para isso, deveriam ser dados choques nas variáveis *afeall*⁴⁰ e *afall*⁴¹. Ainda, também é possível fazer uma desagregação internacional em relação às atividades industriais ou de serviços, apenas, em vez da agricultura, como foi feito no presente estudo.

Além disso, as hipóteses de fertilidade, usadas pela Divisão Internacional das Nações Unidas para as projeções, apresentadas na seção 3.3, são em si, ideais para outros estudos. Por exemplo, uma das hipóteses é a variante de migração zero. As possibilidades de estudo dentro desta variante são inúmeras. Uma delas é avaliar os impactos da migração sobre o mercado de trabalho e o nível de bem-estar da população de alguns países especificamente. Por exemplo, estudar os impactos da migração no Brasil, levando em conta a nova lei de migração aprovada pelo senado⁴².

Finalmente, o tema a respeito da produção de alimentos e crescimento populacional é diverso e amplo. Os esforços da pesquisa seguiram o caminho de mensurar e identificar os impactos da expansão da população sobre a produção agrícola de alimentos. Este foi o primeiro passo dado dentro das diversas possibilidades de pesquisa.

⁴⁰ Ganhos de eficiência sobre os fatores de produção.

⁴¹ Ganhos de eficiência sobre os insumos intermediários.

⁴² PLS 288/2013

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. D. *et al.* Forecasts for the Australian economy using them on ash model. **International Journal of Forecasting**, v. 10, n. 4, p. 557-571, dez . 1994.
- AGUIAR, A. ; NARAYANAN, B.; MCDUGALL, R.. An overview of the GTAP 9 data base. **Journal of Global Economic Analysis**, v. 1, n. 1, p. 181-208, 2016.
- AKÜNAL, Ebru Vesile Öcalır; EROL, Serpil. Using Cluster Analysis to Define the Position of a Developing Country in Global Transportation Services Trade Environment. **GAZI UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE**, v. 29, n. 4, p. 751-767, 2016.
- ANDRADE, C. M. C. **Crédito e crescimento econômico**: uma análise da relevância dos tipos de crédito no Brasil. 2009. Dissertação (Mestrado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.
- ARROW, K.J.; DEBREU, G. Existence of an equilibrium for a competitive economy. **Econometrica: Journal of the Econometric Society**. V. 22, n.3, p 265-290. Jul 1954.
- AULIN-AHMAVAARA, P.; PAKARINEN, P. Integrated industry and economy-wide TFP - measures with different prices in different uses. **Economic Systems Research**, v. 19, n. 3, p. 253-276, 2007.
- BETARELLI, Admir. *Aula 5*: Análise de Agrupamento. 15 mar. 2016, 10 jun. 2016. 24 p. Notas de Aula.
- BETARELLI, Admir. *Aula 6*: Analise Discriminate. 15 mar. 2016, 10 jun. 2016. 24 p. Notas de Aula.
- BALDWIN, R.E.; VENABLES, A. J. Regional economic integration. **Hand book of international economics**, v. 3, p. 1597-1644, 1995.
- BALL, V. E.; SCHIMMELPFENNIG, D.; WANG, S.L. **Is US Agricultural Productivity Growth Slowing?** AmberWaves, 2012.

BANK, World. **World Development Report**. 1981-1982. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/5964/WDR%201981%20-%20English.pdf;sequence=1>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

BERTRAND, J. Book review of the orie mathematique de larichesse sociale and ofrecherchessurles principes mathematiques de la theorie desrichesses. **Journal de Savants**, v.67, p. 499–508, 1883.

BETARELLI, A.A.; PEROBELLI, F.S.; VALE, V.A. **Um modelo de equilíbrio geral computável dinâmico – recursivo (EGC – RD) para o Brasil no ano de 2011 (BIM – RD)**. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Admir_Betarelli_Junior/publication/291330630_Um_modelo_nacional_de_equilibrio_geral_computavel_dinamico-recursivo_para_o_Brasil_no_ano_de_2011_BIM-RD/links/569f9b0a08ae4af52546b9ee.pdf?origin=publication_list>. Acesso em: 3 abr. 2017.

BINSWANGER-MKHIZER, H. P.; D’SOUZA, A. Structural transformation and agricultural productivity in India. In: FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 181

BIRUR, Dileep *et al.* *Impacto of Biofuel productionon world agricultural markets: a computable general equilibrium analysis*. **GTAP Working Paper**. Disponível em: <<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/downloads/4034.pdf>>.

BOSERUP, E. **The conditions of Agricultural Growth: The Economics of Agrarian Change Under Population**. Londres: Allen and Unwin. Chicago: Aldine. 1965.

BROERSMA, L.; VAN MOERGASTEL, T. A short cut method for generating time series of input data for productivity analysis. **Economic Systems Research**, v. 19, n. 3, p. 277-293, 2007.

BURFISHER, M. E. **Introduction to computable general equilibrium models**. Cambridge University Press, 2017.

BURNIAUX, J. **Incorporating carbon sequestration into CGE models: a prototype GTAP model with land use**. 2002. Disponível em: <<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/1219.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

CAHILL, S.; RICH, T. Measurement of Canadian agricultural productivity growth. In: WANG, S.L. BALL, V.E, K.O. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, p. 33-72, 2012.

CALIŃSKI, Tadeusz; HARABASZ, Jerzy. A dendrite method for cluster analysis. **Communications in Statistics-theory and Methods**, v. 3, n. 1, p. 1-27, 1974.

CHILDE, V. Gordon. A evolução cultural do homem. **Trad. Waltensir Dutra**, v. 5, 1966.

COLLINS, J. **Agriculture e Population Growth**. s/a. Disponível em: <<https://jasoncollins.org/2012/09/17/agriculture-and-population-growth/>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

CONWAY, G.R.; BARBIER, E.B. **After the green revolution: sustainable agriculture for development**. Routledge, 2013.

CURI, Paulo Roberto. Agrupamento de países segundo indicadores de padrão de vida. **Revista de saúde pública**, p. 127-134, 1993.

Davis, K. The World Demographic Transition. **Annals of the American Academy of Political and Social Science**, v. 237, n. 1, p. 1-11, 1945.

DEBREU, G. *et al.* **Topological methods in cardinal utility theory**. Cowles Foundation for Research in Economics, Yale University, 1959.

DEFRIES, Ruth S. et al. Deforestation driven by urban population growth and agricultural trade in the twenty-first century. **Nature Geoscience**, v. 3, n. 3, p. 178-181, 2010.

DILEO, R. **Agriculture: Rising to the Challenges of Future Population Growth**. Disponível em: <<http://www.acaresearch.com.au/australian-market-research-blog/bid/204656/Agriculture-Rising-to-the-Challenges-of-Future-Population-Growth>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

DIXON, P. B. **Orani, a multisectoral model of the Australian economy**. North Holland, 1982.

DIXON, P.B.; PARMENTER, B.R. Computable general equilibrium modelling for policy analysis and forecasting. **Handbook of computational economics**, v. 1, p. 3-85, 1996.

DOMAR, E. D. Capital expansion, rate of growth, and employment. **Econometrica, Journal of the Econometric Society**, p. 137-147, 1946.

DOMINGUES, Edson Paulo. **Dimensão regional e setorial da integração brasileira na Área de Livre Comércio das Américas**. 2002. Tese (Doutorado em economia). Faculdade de Economia, administração e Contabilidade). USP, São Paulo. 2002

DUDA, R. O.; HART, P.E. **Pattern Elesslfication and Scene Analysis**. Wiley, 1973.

EICKHOUT, Bas *et al.* The impacto of enviromental and climate constrains on global food suplly. **GTAP Working Paper**. West Lafayette: Center for Global Trade Analysis , n. 47, 2008. Disponível: <[https:// www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3678.pdf](https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3678.pdf)>.

FARIA, W.R. **Modelagem e avaliação de fenômenos relacionados ao uso da terra no Brasil**. 2012.Tese (Doutorado em Ciências Econômicas) – Departamento de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

FEDOROFF, N. V. et al. Radically rethinking agriculture for the 21st century. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 833-834, 2010.

FEIJÓ, F.T. *et al.* Impactos econômicos para o Brasil de um choque tecnológico na produção de etanol. **Economia**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 691-710, 2010.

FUGLIE, K.O RADA, Nicholas E. 12 Constraints to Raising Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa. In: FUGLIE, K.O. WANG , S.L. BALL, V.E Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 237

FERREIRA FILHO, Joaquim Bento; HORRIDGE, Mark. *Climate Change impacts ongriculture and internal migrations in Brazil*. In: **Thirteen Annual Conference on Global Economic Analysis**, Penang, Malaysia, 2010. Disponível em: <<https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/downloads/5082.pdf>>.

GASQUES, J. *et al.* **Total factor productivity in Brazilian agriculture**. In: FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, p. 145-162, 2012.

GASQUES, J.G.; DA CONCEIÇÃO, J.C. Transformações estruturais da agricultura e produtividade total dos fatores. **Revista de Política Agrícola**. V. 13, n. 3, p. 73-90, 2000.

GINSBURGH, V.; KEYZER, M. The Structure of Applied General Equilibrium. **Changes**, 1997.

GODFRAY, H. Charles J. et al. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, v. 327, n. 5967, p. 812-818, 2010.

GOLLIN, D.; LAGAKOS, D.; WAUGH, M.E. Agricultural productivity differences across countries. **The American Economic Review**, v. 104, n. 5, p. 165-170, 2014.

GUILHOTO, J. **Um modelo computável de equilíbrio geral para planejamento e análise de políticas agrícolas (PAPA) na economia brasileira**. Dissertação (mestrado em Livre Docência). ESALQ, 1995.

HADDAD, E. **Regional inequality and structural changes: lessons from the Brazilian economy**. Ashgate: Aldershot, 1999.

HADDAD, E.; DOMINGUES, E. EFES: um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004. **Estudos Econômicos**, v. 31, n. 1, p. 89-125, 2001.

HADDAD, E.; DOMINGUES, E.; PEROBELLI, F. Regional effects of economic integration: the case of Brazil. **Journal of Policy Modeling**, v.24, p.453-482, 2002.

HARBERG, A. The incidence of the Corporation income tax. **The journal of Political Economy**, v. 70, n.3, p.215-240, 1962.

HARROD, R. F. "Economic man": review of Joan Robinson. **The Observer**. Essay on Marxian Economics. v. 19, 1942.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V.W. Agricultural productivity differences among countries. **The American Economic Review**, v. 60, n. 5, p. 895-911, 1970.

HEISTERMANN, Maik et al. *Land in Sight: achievements, deficits and potentials of continental to global scale land-use modeling*. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.114, p. 141-158, 2006.

HERTEL, Thomas. *Global Trade Analysis: modeling and applications*. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 1997.

HERTEL, Tom. **Global Trade Analysis: Modeling and Applications**, Cambridge University Press. Cambridge, 1997.

JOHANSEN, L. **A multi-sectoral study of economic growth**. American Elsevier. 2a ed aumentada, 1960.

_____. **Multi-sectoral study of economic growth**. Amsterdam: North-Holland, 1960.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate correspondence analysis**. 2007.

KAGEYAMA A.; LEONE. E. T. **Uma tipologia dos municípios paulistas com base em indicadores sociodemográficos**. Campinas: IE/UNICAMP, jan. 1999.

KALDOR, N. A model of economic growth. **The economic journal**, v. 67, n. 268, p. 591-624, 1957.

KEMJIKA, A. S. **Consequences of population growth on agricultural production in Obingwa local government área of abia state Nigeria**. 2012. Tese (Bacharel em Gestão de Recursos e Meio Ambiente) – Programa de pós graduação em Gestão Integrada da Zona Costeira, NOVIA University of Applied Sciences, Raseborg, Finlândia, 2012. Disponível em: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/77440/Adindu_Symbol_Thesis.pdf?sequence=1>. Acesso em: 3 abr. 2017.

KEYNES, J. M. **A treatise on money**. 1930.

KIM, Euijune; HEWINGS, Geoffrey JD; NAM, Kyung-Min. **The Efficient Size of an Urban Population: a Multiregional CGE Model Approach**. (versão de rascunho)

KIRK, D. **Demographic Transition Theory**. Disponível em: <http://shrinking.umsriate.fr/Ressources/Chap_01/KIR_96.pdf>. Acesso em: 3 abr. 2017.

KUZNETS, S. S. **The Economic growth of nations**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1971.

LAMOUNIER, W.M. Modelagem e análise de equilíbrio geral econômico com o uso do GTAP: uma visão geral das suas estruturas e principais procedimentos computacionais. **REUNA**, v. 1, n. 8, 2010.

LARSEN, C. **Agriculture's Impact on Human Population Growth**. Disponível em: <http://foodevolves.blogspot.com.br/2010/10/agricultures-effect-on-human-population_27.html>. Acesso em: 3 abr. 2017.

LEE, H. *et al.* An integrated global land use data base for CGE analysis of climate policy options. GTAP. Working Paper. **West Lafayette: Center for Global Trade Analysis**. n. 42, 2008. Disponível em: <<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3673.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

LEITE, Gil Bracarense; BRIGATTE, Henrique; DE AGUILAR, Eder Barbosa. Análise multivariada de indicadores socioeconômicos dos países do G – 20. **Revista de Economia Mackenzie**, v. 7, n. 1, 2009.

LEWIS, W. Arthur. **The Theory of Economic Growth**. Homewood, Illinois: Richard D. Irwin. 1955.

LIEBENBERG, Frikkie. 14 South African Agricultural Production and Investment Patterns. In: FUGLIE, K.O. WANG, S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 293

Livestock in the balance. **The State of Food and Agriculture**. In: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

MACQUEEN, J. *et al.* Some methods for classification and analysis of multivariate observations. In: **Fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability**. 1967.

MALTHUS, T. R.. **An inquiry into the nature and progress of rent, and the principles by which it is regulated**. ITHAKA: Johns Hopkins Press, 1903.

_____. **An essay on the principle of population: or, a view of its past and present effects on human happiness**. Reeves & Turner, 1888.

MARSHALL, A. **Industry and trade**. London: Macmillan, 1920.

_____. **Principles of economics**. London: Macmillan, 1920.

MAS-COLELL, A. **et al. Microeconomic theory**. New York: Oxford university press, 1995.

McDougall R. A new regional house hold demand system for GTAP. **GTAP Technicalpaper**. n.20, 2001.

MEYER, W.B.; TURNER, B. L. Human population growth and global land-use/cover change. **Annual review of ecology and systematics**, v. 23, n. 1, p. 39-61, 1992.

MILENKOVIC, Nemanja et al. A multivariate approach in measuring socio-economic development of MENA countries. **Economic Modelling**, v. 38, p. 604-608, 2014.

MINGOTI, S.A. **Análise de dados através de métodos de estatísticas multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: UFMG, 2007.

MONTE, E. Z.; TEIXEIRA, E. C. Impactos da Área de Livre Comércio das Américas (Alca), com gradual desgravação tarifária, na economia brasileira. **Nova Economia**, v. 17, n. 1, p. 37-63, 2007.

MONTENEGRO, R. L. G. **Inovações ambientais e sistemas nacionais de inovação: caracterizações para o período 1990-2010**. 2016. p. 214. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

NIN-PRATT, Alejandro; YU, Bingxin. 13 Agricultural Productivity and Policy Changes in Sub-Saharan Africa. FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 273

PENG, C.; MAI, Y. **Population ageing, labour market form and economic growth in China** – a dynamics general equilibrium analysis. Centre of policy studies and the impact Project, General Paper, n. G-174, 2008.

PEROBELLI, F. **Análise espacial das interações econômicas entre os estados brasileiros**. Tese (Doutorado em Teoria econômica). - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. São Paulo: USP, 2004

PIMENTEL, D. World Population, Agriculture and Malnutrition. **World Watch**, p. 22-25, 2004.

PRETTY, J.; BHARUCHA, Z.P. Sustainable intensification in agricultural systems. **Annals of Botany**. V. 114, n. 8, p.1571-1596, 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4649696/>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

RADA, N.E.; FUGILE, K.O. Shifting Sources of Agricultural Growth in Indonesia: a Regional Analysis. FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 199

RICARDO, D.; KOLTHAMMER, F.W. **On the Principles of Political Economy and Taxation**. 1817. Batoche books. Canada. 2001

ROSTOW, W.W. The stages of economic growth. **The Economic History Review**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 1959.

SAMANT, Thomas S. et al. Impact of Hunger on Food Security in Developing Countries: A Multivariable Analysis of the Global Hunger Index. **SS-AAEA Journal of Agricultural Economics**, 2013.

SCARF, H. **On the computation of equilibrium prices**. New York: John Wiley & Sons, 1967.

SCHNEIDER, U. A. et al. Impacts of population growth, economic development, and technical change on global food production and consumption. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 2, p. 204-215, 2011.

SCHUMPETER, J. A. 1942. **Capitalism, socialism and democracy**. 5^a ed. George Allen & Unwin, 1979.

SHAW, D. J. World Food Summit. **World Food Security**. Palgrave Macmillan UK, p. 347-360, 2007.

SHOVEN, J.; WHALLEY, J. A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the U.S. **Journal of Public Economics**, v. 1, n. 3-4, p. 281-321, 1972.

SKOET Jakob, STAMOULIS Kostas. **The State of Food Insecurity in the World**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Itália. 2006. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/009/a0750e/a0750e00.htm>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

SMITH, A. **An inquiry into the nature and causes of the wealth of nations**. London: George Routledge and Sons. 1776.

_____ et al. **A Economia clássica**: textos. Forense-universitária, 1978.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The quarterly journal of economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

SUPHANNACHART, W.; WARR, P. Total Factor Productivity in Thai Agriculture: Measurement and Determinants. In: **Productivity Growth in Agriculture: An International Perspective**, 2012. p. 215

SWINNEN, J.F.; VAN, H.K.; VRANKEN, L. Agricultural productivity paths in Central and Eastern European countries and the former Soviet Union: The role of reforms, initial conditions and induced technological change. FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012. p. 127- 144

Thompson, W.. Population. **American Jour. of Soc.** v. 34. n. 6: p. 959 - 975. 1929

TOLENTINO, Camila Maria; SILVA, Leandro Alves; DE BRITTO ROCHA, Gustavo. Mensurando sistemas nacionais de inovação: evidências a partir da análise multivariada de dados. **Gestão e Sociedade**, v. 11, n. 28, p. 1651-1679. 2016.

TONG, H.; FULGINITI, L.E.; SESMERO, J.P. **Agricultural productivity in China: National and regional growth patterns, 1993–2005**. 2012

TORREY, B. B.; TORREY, E. F. Population increases and agricultural productivity. **The Fight Against Hunger and Malnutrition: The Role of Food, Agriculture, and Targeted Policies**, OUP, Oxford, 2015, p. 279.

TRUONG, P. T. **GTAP-E: an energy environment version of the GTAP model with Emission Trading**. 2007. Disponível em: <<http://www.gtap.eagecon.purdue.edu/resources/download/1202.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

UNITED NATIONS. **United Nations Conference on Trade and Development**. 2012. Disponível em: <[http://unctad.org/en/publicationslibrary/ dom201en. pdf](http://unctad.org/en/publicationslibrary/dom201en.pdf)>. Acesso em: 3 abr. 2017.

UNITED NATIONS. **United Nations Demographic Yearbook Review**. Disponível em: <<https://unstats.un.org/unsd/demographic/products/dyb/techreport/md.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2017.

VAN MEIJL, Hans et al. The impact of different policy environments on agricultural land use in Europe. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 114, n. 1, p. 21-38, 2006.

VARIAN, H.R. **Microeconomia** – princípios básicos. Elsevier Brasil, 2006.

WALRAS, L. **Elements of pure economics**. London: George Allen and Unwin, 1954. Tradução JAFFE, Willian da edição original de 1926.

WANG, S.L.; SCHIMMELPFENNIG, D.; FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Is agricultural productivity growth slowing in western Europe?** Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective, 2012, p. 109-125,.

WARD JR, Joe H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American statistical association**, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963.

WATSON, Philip S.; DAVIES, Stephen. Modeling the effects of population growth on water resources: a CGE analysis of the South Platte River Basin in Colorado. **The Annals of Regional Science**, v. 46, n. 2, p. 331-348, 2011.

ZHAO, S.; SHENG, Y.; GRAY, E.M. Measuring productivity of the Australian broad acre and dairy industries: concepts, methodology, and data. Productivity. FUGLIE, K.O. WANG ,S.L. BALL, V.E. **Productivity Growth in Agriculture: an International Perspective**, CAB International, Oxfordshire, UK, 2012 p. 73-108, 2012.

APÊNDICE 1 – LITERATURAS COMPLEMENTARES

O presente apêndice tem o objetivo de apresentar textos complementares aos que foram utilizados no Capítulo 2. Estas literaturas mostram trabalhos que se assemelham à presente investigação em algum aspecto, seja na classificação de países ou análises a respeito dos impactos do crescimento populacional. A exposição destes trabalhos contribui para averiguar, mais uma vez, a autenticidade do tema.

QUADRO 1 - Resumos de trabalhos que fazem abordagens semelhantes ao presente trabalho (continua)

Autor (ano)	Objetivo	Abrangência	Indicadores, variáveis (banco de dados)	Método	Resultado
Curi (1993)	Encontrar classificação de países segundo indicadores de padrão de vida.	125 países avaliados por 26 indicadores de saúde, econômicos e educacionais.	Expectativa de vida, mortalidade infantil, taxas de natalidade, fertilidade, matrícula no segundo grau para o sexo feminino.	Análise de <i>cluster</i> , análise de componentes principais, análise de variância multivariada.	Foram encontrados cinco grupos de países de acordo com um "índice de padrão de vida", criado pelos autores.
Leite; Brigatte; Aguilar (2001)	Analisar indicadores socioeconômicos para os países do G-20 reunindo-os conforme a sua similaridade.	Países do G-20.	12 variáveis das quais: 7 descrevem aspectos sociais e 5 características econômicas.	Análise de componentes principais e análise de <i>cluster</i> .	Os resultados mostram que os países do G-20 podem ser divididos em três grupos. Por mais que ainda existam diferenças entre países de um mesmo grupo, ainda é possível que os mesmos atuem juntos em acordos de interesse econômicos.
Peng; Mai (2008)	Simular a eliminação da distorção do mercado de trabalho que dificulta a distribuição da mão-de-obra do setor agrícola para os	China.	57 setores produtivos, três tipos de ligações dinâmicas: acumulação de capital físico, ativos financeiros, ajustes no	Modelo de EGC dinâmico para china "MC-HUGE".	Os resultados mostram que a eliminação das distorções aumenta a migração dos trabalhadores agrícolas para os setores não agrícolas. Esse

	demais setores em 2020.		mercado de trabalho.		movimento tende a dispersar os efeitos do envelhecimento da população aumentando não apenas a produção, mas também o padrão de vida familiar. Dessa forma, a China poderá continuar crescendo economicamente mesmo usufruindo de crescimento mais lento em sua força de trabalho.
Watson; Davies (2009)	Avaliar o impacto de um crescimento populacional de 50% (2002-2030) sobre os recursos de água disponível.	<i>South Platte River Basin</i> (Colorado, EUA).	18 setores produtivos (6 agrícolas e 12 divididos entre comerciais e industriais) e 1104 equações simultâneas.	Modelo de insumo produto regional IMPLAN e modelo de EGC "Colorado Model".	Os resultados apontam que uma expansão populacional de 50% implicará em uma mudança de 5,7% na alocação da água que pertenciam ao uso agrícola para outros setores. Valor das vendas dos setores agrícolas tendem a aumentar. Preço da água municipal sofrerá aumento de 8,4% e da água agrícola 10,4%.
Godfray <i>et al.</i> (2010)	Partindo da ideia de que o crescimento da população e da demanda continuará durante pelo menos mais 40 anos, o estudo busca apresentar algumas soluções para sustentar a segurança alimentar de 9 milhões de pessoas.	Nível global.	Produção de grãos, rendimentos de culturas, produtores de alimentos com acesso a mercados globais, etc.	Análise sistemática teórica e literária.	Não existe uma solução simples para a manutenção da segurança alimentar. Os autores apontam que as principais estão ligadas à inovação científica e tecnológica no sistema alimentar, tornando, assim, a produção de alimentos sustentável.

Fedoroff <i>et al.</i> (2010)	Trazer uma análise sistemática para repensar a forma da agricultura no século XXI. Essa temática parte da preocupação com os impactos do crescimento populacional, limites das terras aráveis, águas potáveis e alterações climáticas na agricultura para satisfazer a demanda crescente por alimentos.	Nível global.	Análise sistemática teórica e literária.	Análise sistemática teórica e literária.	Os autores apontam que a solução para o crescimento da demanda por alimentos, em um mundo mais quente e mais populoso são os sistemas capazes de fechar o ciclo de fluxos de nutrientes de microorganismos e plantas para animais, alimentado e irrigado pela luz solar e pela água do mar. Por fim, acreditam que para eliminar o processo de fome deve ser por meio da expansão das inovações.
Schneider, <i>et al.</i> (2011)	Estimar os impactos da produção de alimentos em quatro cenários diferentes, partindo das análises da Avaliação de Ecossistemas e do Relatório Especial sobre Cenários de Emissão.	Mundo desagregado em 28 regiões.	Tipos de uso da terra, recursos naturais, custos de produção, produção de grãos, produção de gado, <i>commodities</i> florestais, outras <i>commodities</i> e dados de gestão.	Modelo Global de Otimização de Biomassa (GLOBIOM).	A demanda por <i>commodities</i> agrícolas aumenta com o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico. Em todos os cenários de simulação, tanto no setor agrícola como florestal mostram que a produção de alimentos <i>per capita</i> cresce com menores impactos no preço dos alimentos. A produção da terra na agricultura cresce 14% entre 2010 e 2030.
Smant	Analisar as questões da	Índia, Nigéria e Brasil.	Água, Produto Interno	Índice Global	Os resultados apontam que o

(2013)	segurança alimentar pelo Índice Global de Fome (GHI) medindo impacto de políticas econômicas agrícolas (1995-2011).		Bruto <i>Per Capta</i> (GPDS), Índice de Estabilidade Política (PSI), ruas pavimentadas e Índice de Preços Alimentares Domésticos (DFPI).	de Fome (GHI) e regressão múltipla ANOVA.	produto interno bruto <i>per capita</i> é o principal fator no GHI da Nigéria e Índia. Já para o Brasil, a água foi o único fator significativo.
DeFries <i>et al.</i> (2014)	Estudar o desmatamento gerado pelo crescimento da população urbana e comércio agrícola no século XXI.	41 países dos chamados "trópicos úmidos".	Estimativas de satélites de perdas florestais .	Regressão MQO.	Os resultados mostram que o crescimento do desmatamento está positivamente correlacionado com o crescimento da população urbana (e não da população rural) e exportações de produtos agrícolas. O fato da população rural não estar relacionada indica que a demanda urbana e internacional por produtos agrícolas são as principais responsáveis pelo desmatamento. O deslocamento de pessoas para as cidades também é responsável pela diminuição das florestas tropicais.
Milenkovic <i>et al.</i> (2014)	Apresentar um indicador que possa demonstrar quantitativamente o nível de bem-estar socioeconômico dos países.	22 países.	Quatro indicadores: econômicos, sociais, ICT e saúde.	Método I-distância.	O método possibilitou observar a proximidade dos países no que se refere ao bem-estar. Em geral, os resultados mostram que os países do MENA atingiram um

					nível elevado de desenvolvimento e estabilização.
Onda <i>et al.</i> (2015)	Encontrar grupos de países de acordo com suas semelhanças no setor de água e saneamento (WatSan).	156 países.	Nove indicadores baseados na influência e prestação de serviços de abastecimento de água e de saneamento.	Método de agrupamento hierárquico e análise estatística de intervalo.	Foram encontrados cinco grupos. Esses grupos não puderam ser explicados por nível de renda, geografia ou desenvolvimento mas, se mostraram mais compactos e separados de melhor forma do que as agregações sugeridas pelas Nações Unidas ou Banco Mundial.
Akunal; Erol (2016)	Usa a análise de <i>cluster</i> para estudar a posição da Turquia dentre os países da Organização Mundial de Comércio (OMC) em relação aos serviços de transporte.	Turquia e 148 países da OMC.	Nove indicadores: indicadores de mercado do serviço de transportes, investimento, produção, emprego, passageiros, frete, serviços de transporte para importação, serviços de transporte para importação e investimento estrangeiro.	Análise de <i>cluster</i> .	Os resultados mostram que a posição da Turquia, no serviço de transportes, dentre os demais países, não pode ser considerada competitiva.
Tolentino; Silva; Rocha (2017)	Agrupar países de acordo com suas capacidades científicas e tecnológicas, alta produtividade científica, efetiva participação nos fluxos internacionais de	63 países.	Construção de indicadores baseados nos dados da NSIS. Dimensão: científica, tecnológica, internacionalização e infraestrutura (ICT).	Análise de componentes principais, análise de <i>fuzzy clusters</i>	Foram encontrados três componentes principais (CP) e quatro <i>clusters</i> . O grupo 1 é constituído por quatorze países, o grupo 2 por doze países, o grupo 3 por quatorze e, por fim,

	difusão de informações, infraestrutura de ICT, etc.				o grupo 4 por vinte e três. A ordem de classificação de cada grupo segue do mais articulado cientificamente e mais produtivo para o menos articulado e menos produtivo.
Kim; Hewings; Nam (versão preliminar)	Analisar se o contingente populacional da Região Metropolitana de Seul, na Coreia, é eficiente no que diz respeito à economia nacional. Para isso, foi desenvolvido um modelo de EGC inter-regional com um módulo populacional.	Região Metropolitana de Seul, resto da Coreia e resto do mundo.	204 equações simultâneas e 239 variáveis.	Modelo dinâmico de EGC "ICGE".	Os resultados mostram que a desagregação da região de Seul é desejável para o crescimento da Coreia. Para o desenvolvimento nacional, a população nesta região deve ser 39% no curto prazo e 35% no longo prazo. Já para o desenvolvimento da própria região, o desejável são 40%.

Fonte: elaboração própria.

APÊNDICE 2 – TESTES ESTATÍSTICOS DAS VARIÁVEIS

Este apêndice apresenta os testes estatísticos das variáveis utilizadas na Análise de *Cluster* e Análise Discriminante. O teste de Hotelling (TABELA 1) é um teste de médias. Ele mostra que as médias de todas as variáveis são diferentes, com 10% de significância.

TABELA 1 - Teste de Hotelling para 2004

Hotelling T2 =	76030.13
Hotelling F(14,86) =	4718
Prob > F =	0.000

Fonte: Resultados da pesquisa

TABELA 2 - Teste de Hotelling para 2011

Hotelling T2 =	27468.7
Hotelling F(14,86) =	1704.4
Prob > F =	0.0000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

TABELA 3: Teste de Normalidade Shapiro-Wilk⁴³ (univariado) para 2004

Variable	W	V	z	Prob>z
Terras de Cultivo Permanente	0,706	24,265	7,074	0,000
Área de Floresta	0,966	2,801	2,285	0,011
Índice de Produção Vegetal	0,992	0,621	-1,056	0,855
Índice de Produção de Alimentos	0,983	1,418	0,775	0,219
Índice de Produção de Gado	0,936	5,246	3,677	0,000
Valor Adicionado Agrícola	0,862	11,354	5,390	0,000
Fontes de Água Potável	0,881	9,850	5,074	0,000
Crescimento da População Rural	0,894	8,737	4,809	0,000
População Rural	0,966	2,843	2,318	0,010
Consumo de Fertilizante	0,540	37,944	8,066	0,000
Índice Produção Terra	0,207	65,453	9,276	0,000
Terras Agrícolas	0,987	1,072	0,155	0,438
Terra Arável	0,907	7,653	4,515	0,000
Exportação Agrícola	0,396	49,830	8,671	0,000
Importação Agrícola	0,788	17,530	6,353	0,000

Fonte: Resultados da pesquisa.

⁴³ Teste de normalidade. H0 = A amostra provém de uma população normal. H1= A amostra não provém de uma população normal.

Tabela 4 - Teste de Normalidade Shapiro-Wilk⁴⁴ (bivariado) para 2004

Variable	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
Terras de Cultivo Permanente	0,0000	0,0005	34,0400	0,0000
Área de Floresta	0,3127	0,0033	8,5400	0,0140
Índice de Produção Vegetal	0,7774	0,7592	0,1700	0,9167
Índice de Produção de Alimentos	0,7146	0,1277	2,5200	0,2838
Índice de Produção de Gado	0,0001	0,0001	23,5400	0,0000
Valor Adicionado Agrícola	0,0000	0,2144	15,1500	0,0005
Fontes de Água Potável	0,0001	0,1553	14,5300	0,0007
Crescimento da População Rural	0,0000	0,0000	37,4400	0,0000
População Rural	0,0743	0,0681	6,1500	0,0461
Consumo de Fertilizante	0,0000	0,0000	.	0,0000
Índice Produção Terra	0,0000	0,0000	.	0,0000
Terras Agrícolas	0,6281	0,1711	2,1600	0,3393
Terra Arável	0,0001	0,1345	14,4400	0,0007
Exportação Agrícola	0,0000	0,0000	.	0,0000
Importação Agrícola	0,0000	0,0000	51,0200	0,0000

Fonte: Resultados da pesquisa.

TABELA 5 - Teste de Normalidade Shapiro-Wilk⁴⁵ (univariado) para 2011

Variable	W	V	z	Prob>z
Terras de Cultivo Permanente	0,710	23,911	7,042	0,000
Área de Floresta	0,969	2,573	2,097	0,018
Índice de Produção Vegetal	0,937	5,161	3,641	0,000
Índice de Produção de Alimentos	0,945	4,512	3,342	0,000
Índice de Produção de Gado	0,945	4,544	3,358	0,000
Valor Adicionado Agrícola	0,839	13,327	5,745	0,000
Fontes de Água Potável	0,819	14,974	6,004	0,000
Crescimento da População Rural	0,933	5,525	3,792	0,000
População Rural	0,966	2,802	2,286	0,011
Consumo de Fertilizante	0,258	61,261	9,129	0,000
Índice Produção Terra	0,176	68,030	9,361	0,000
Terras Agrícolas	0,985	1,236	0,470	0,319
Terra Arável	0,907	7,655	4,515	0,000
Exportação Agrícola	0,451	45,365	8,463	0,000
Importação Agrícola	0,774	18,684	6,495	0,000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

⁴⁴ Teste de normalidade. H0 = A amostra provém de uma população normal. H1= A amostra não provém de uma população normal.

⁴⁵ Teste de normalidade. H0 = A amostra provém de uma população normal. H1= A amostra não provém de uma população normal.

TABELA 6 - Teste de Normalidade Shapiro-Wilk (bivariado) para 2011

Variable	Pr(Skewness)	Pr(Kurtosis)	adj chi2(2)	Prob>chi2
Terras de Cultivo Permanente	0,000	0,000	34,670	0,000
Área de Floresta	0,334	0,013	6,580	0,037
Índice de Produção Vegetal	0,000	0,074	13,030	0,002
Índice de Produção de Alimentos	0,000	0,032	14,140	0,001
Índice de Produção de Gado	0,000	0,004	17,150	0,000
Valor Adicionado Agrícola	0,000	0,098	17,860	0,000
Fontes de Água Potável	0,000	0,012	23,210	0,000
Crescimento da População Rural	0,002	0,000	19,580	0,000
População Rural	0,067	0,107	5,720	0,057
Consumo de Fertilizante	0,000	0,000	.	0,000
Índice Produção Terra	0,000	0,000	.	0,000
Terras Agrícolas	0,597	0,173	2,190	0,335
Terra Arável	0,000	0,180	13,800	0,001
Exportação Agrícola	0,000	0,000	.	0,000
Importação Agrícola	0,000	0,000	56,760	0,000

Fonte: Resultados da Pesquisa.

TABELA 7⁴⁶ - Matriz de correlação das variáveis para 2004(continua)

	cultperm	areaflor	prodveg	prodalim	progdado	vaagr	aguapot
Cultperm	1						
Areaflor		1					
Prodveg			1				
Prodalim			0,8657*	1			
			0				
Progdado			0,3252*	0,6325*	1		
			0,001	0			
Vaagr			-0,4284*	-0,3722*		1	
			0	0			
aguapot			0,4662*	0,4747*	0,3631*	-0,7614*	1
			0	0	0	0	
cprural						0,4369*	-0,4856*
						0	0
poprural	0,204		-0,2789*	-0,228		0,8148*	-0,6522*
	0,042		0,005	0,023		0	0
cfertilz	0,2900*					-0,227	0,225
	0,003					0,023	0,024
ipterra							
terraagr		-0,4983*				0,201	
		0				0,045	
taravel		-0,2762*					
		0,005					
export						0,4389*	-0,2988*
						0	0,003
import							

Fonte: Resultados da Pesquisa.

⁴⁶ O p-valor é o nível de significância. Abaixo do coeficiente de correlação está o nível de significância (p-valor).
*p<0,10

TABELA 7⁴⁷ - Matriz de correlação das variáveis para 2004(conclusão)

	cprural	poprural	cfertlz	ipterra	terraagr	taravel	export	import
cprural	1							
poprural	0.5138*	1						
	0							
cfertlz		-0,208	1					
		0,038						
ipterra				1				
terraagr			-0.3102*		1			
			0,002					
taravel			-0,25		0.4774*	1		
			0,012		0			
export	0.2684*	0.3185*					1	
	0,007	0,001						
import		0,2				0.3194*		1
		0,046				0,001		

Fonte: Resultados da Pesquisa.

TABELA 8⁴⁸: Matriz de correlação das variáveis em 2011 (continua)

	cultperm	areaflor	prodveg	prodalim	progdado	vaagr	aguapot
cultperm	1						
areaflor		1					
prodveg			1				
prodalim			0.8725*	1			
			0				
progdado			0.4266*	0.7328*	1		
			0	0			
vaagr			0.5673*	0.6004*	0.3865*	1	
			0	0	0		
aguapot			-0.5443*	-0.6248*	-0.4713*	-0.7272*	1
			0	0	0	0	
cprural			0,239	0.3383*	0.3265*	0.4113*	-0.4704*
			0,017	0,001	0,001	0	0

Fonte: Resultados da Pesquisa.

⁴⁷ O p-valor é o nível de significância. Abaixo do coeficiente de correlação está o nível de significância (p-valor).

*p<0,10

⁴⁸ O p-valor é o nível de significância. Abaixo do coeficiente de correlação está o nível de significância (p-valor).

*p<0,10

TABELA 8⁴⁹: Matriz de correlação das variáveis em 2011 (conclusão)

poprural	0,211 0,035		0.4189* 0	0.4701* 0	0.3589* 0	0.7996* 0	-0.6081* 0		
cfertlz									
ipterra	-0,215 0,032								
terraagr	-0.4847* 0	0,199 0,047				0,218 0,029			
taravel	-0.2587* 0,009								
export						0.4436* 0	-0.3005* 0,002		
import	0,198 0,049								
		cprural	poprural	cfertlz	ipterra	terraagr	taravel	export	import
cprural	1								
poprural	0.4934* 0	1							
cfertlz			1						
ipterra	0,2207 0,0273			1					
terraagr		0,2129 0,0335	-0,2418 0,0154	-0,2087 0,0372	1				
taravel			-0,2001 0,0459		0.4835* 0	1			
export		0.2939* 0,003					1		
import							0.3532*	1	

Fonte: Resultados da Pesquisa.

⁴⁹ O p-valor é o nível de significância. Abaixo do coeficiente de correlação está o nível de significância (p-valor).
*p<0,10

APÊNDICE 3 – RESULTADOS DA ANÁLISE DE *CLUSTER* EM 2004

O método não hierárquico K médias, foi escolhido para determinar os *clusters* devido à interatividade envolvida no seu processo de estimação. A definição das sementes e conhecimento prévio do número de clusters são feitos pelos métodos de agrupamento hierárquicos. No entanto, para evitar uma agregação arbitrária, foram consideradas quatro técnicas de agrupamento hierárquico: método de ligação simples, método de ligação completa, método de ligação médio e método de ligação de Ward.

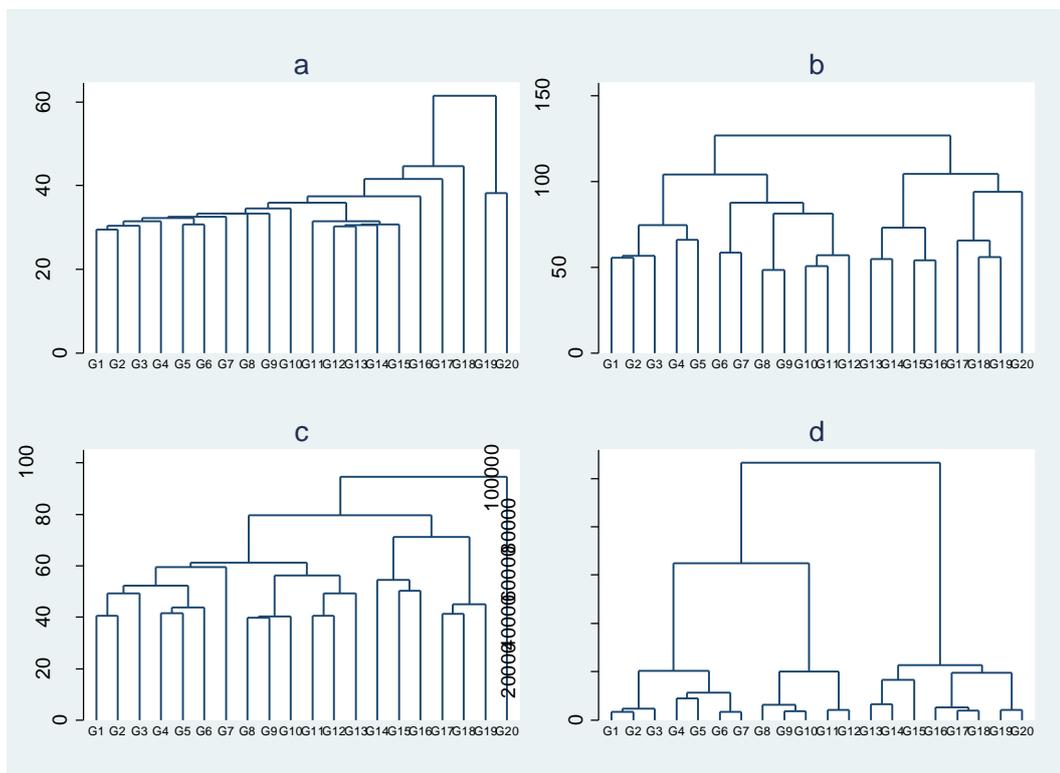
A Tabela 1 mostra os testes *pseudo-F* e *pseudo-T* para os métodos de ligação hierárquicos. Esses testes estão indicando “saltos”, principalmente, na definição de cinco e sete clusters. A estatística $Je(2)/Je(1)$ indica que o melhor agrupamento é sete para os métodos de ligação simples, completo e Ward, enquanto sugere cinco grupos para o métodos de ligação médio.

Considerando os sete grupos, as estatísticas *pseudo-F* são altas e positivas e as estatísticas *pseudo-T* baixas e positivas. Assim, a partição final escolhida foi de sete clusters, pois além de atender aos testes, preserva, dentro de cada grupo, o número de países mais similares o possível nas suas características agrícolas, como pode ser visto no Quadro 1. Os dendogramas referentes aos métodos de ligação hierárquicos estão na Figura 1.

TABELA 1 - Testes *pseudo-F* e *pseudo-T* para os métodos de ligação hierárquicos

Nº Clusters	Teste de Calinski/Harabassz (<i>Pseudo-F</i>)				Teste de Duda / Hart (<i>Pseudo-T</i>)							
	Métodos de Agrupamento				Métodos de Agrupamento							
	A	b	c	d	a	Je	b	Je	c	Je	d	Je
1					6,84	0,9348	30,73	0,7613	6,84	0,9348	34,38	0,7403
2	6,84	30,73	6,84	34,38	3,59	0,964	11,43	0,6581	26,94	0,7809	32,53	0,6732
3	5,31	22,95	17,87	34,88	1,79	0,9815	28,22	0,7239	11,78	0,5046	8,12	0,7813
4	4,17	27,79	15,65	28,85	.	0	7,35	0,4879	25,42	0,7634	13,72	0,758
5	3,21	24,26	21,25	26,11	2,67	0,9724	11,24	0,7569	4,21	0,9334	14,71	0,5993
6	3,14	23,86	18,44	25,18	11,95	0,8861	19,07	0,4991	15,03	0,5829	13,17	0,603
7	4,92	25,41	18,55	25,31	3,67	0,9596	5,59	0,8687	4,2	0,5434	7,35	0,4879
8	4,88	23,51	16,78	25,59	3,3	0,9631	8,95	0,5922	21,94	0,7221	9,7	0,7674
9	4,81	23,5	21,11	25,16	1,25	0,9855	11,59	0,5087	2,5	0,2853	9,46	0,6424
10	4,43	23,06	19,17	24,5	1,98	0,977	4,2	0,5434	14,35	0,6158	4,2	0,5434
11	4,24	22,16	20,79	23,6	10,5	0,8877	6,93	0,6687	2,37	0,6786	7,14	0,6622
12	5,25	21,45	19,41	22,92	1,37	0,7448	2,21	0,7312	3,51	0,5873	4,72	0,7337
13	4,86	20,21	18,51	22,2	2,08	0,9747	8,11	0,7393	7,53	0,8095	4,53	0,6653
14	4,71	20,76	18,95	21,61	1,76	0,3625	2,5	0,2853	9,7	0,7283	3,51	0,5873
15	4,38	19,84	19,6	21,04	1,93	0,608	4,97	0,6887	1,92	0,5098	3,37	0,64

Fonte: resultados da pesquisa. A) Método de Ligação Simples; B) Método de Ligação Completo; C) Método de ligação Média; D) Método de Ligação de Ward.

FIGURA 1 - Dendogramas - Métodos de Ligação Hierárquico

Fonte: Resultados da pesquisa. A) Método de Ligação Simples; B) Método de Ligação Completo; C) Método de Ligação Média; D) Método de Ligação de Ward.

O Quadro 1 mostra como foram alocados os 100 países nos sete clusters. Mesmo fornecendo maior homogeneidade intragrupo, ainda haverá algumas questões difíceis de serem justificadas como, por exemplo, Brasil e Canadá no mesmo grupo. Enquanto que o foco principal deste trabalho é apenas o de estabelecer os blocos de países agrícolas, o que se fará em relação a essas questões não explicadas é avaliá-las no que for possível.

QUADRO 1 - Agrupamento dos países pelo Método de *Cluster*

BEA 1	Armênia, Azerbaijão, Cazaquistão, Marrocos, Arábia Saudita, El Salvador, Tunísia, Romênia, Polônia, Uruguai, Chile, Malawi, África do Sul.
BEA 2	Bolívia, Camarões, Equador, Honduras, Indonésia, Camboja, Moçambique, Nicarágua, Paraguai, Senegal, Tanzânia, Vietnã, Zâmbia, Zimbabwe.
BEA 3	Albânia, Áustria, Botswana, Suíça, Rep. Dominicana, Geórgia, Guatemala, Croácia, Jamaica, Lituânia, México, Namíbia, Filipinas, Portugal, Eslováquia, Tailândia.
BEA 4	Benin, Burkina Faso, Bangladesh, Cote d'Ivoire, Etiópia, Índia, Quirguistão, Madagascar, Paquistão, Ruanda, Togo, Uganda.
BEA 5	Austrália, Bélgica, Bulgária, Belarus, Rep. Tcheca, Alemanha, Dinamarca, Espanha, França, Reino Unido, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Polônia, Romênia, Turquia, Ucrânia, China, EUA.
BEA 6	Brasil, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Estônia, Finlândia, Japão, Coréia, Látvia, Malásia, Noruega, Nova Zelândia, Peru, Rússia, Eslovênia, Suécia, Venezuela.
BEA 7	Argentina, Chile, Chipre, Egito, Iran, Israel, Jordania, Malta, Oman.

Fonte: Elaboração própria a partir da AC e dos dados do *World Bank* e *FAO*.

APÊNDICE 4 – RESULTADOS DA ANÁLISE DISCRIMINANTE EM 2004

Foi aplicada a Análise Discriminante, ainda para 2004, para verificar se existem países cujas variáveis características sejam semelhantes a mais de um bloco. Em outras palavras, esse método será usado para observar países que estejam “divididos” entre dois grupos. Essa análise é feita probabilisticamente de forma que a definição do bloco em que esses países serão alocados, finalmente, seja a mais pontual possível.

A Tabela 1 apresenta a matriz de confusão para as probabilidades linear a priori e a de Lachenbruch (Loo). Esta matriz mostra em sua diagonal principal a quantidade de informações classificadas corretamente em cada grupo. Fora da diagonal principal, a matriz mostra quantas observações foram classificadas incorretamente e em qual grupo deveriam pertencer. A taxa de erro aparente (APER) quando se usa a probabilidade linear a priori é de 4% e a de Loo é de 15%.

É possível observar que o Grupo 5 foi o que apresentou os maiores erros de classificação. Ou seja, é o grupo em que mais países tinham características semelhantes a países de outros grupos. A matriz de confusão relacionada à probabilidade linear mostra que 19 países foram corretamente classificados no Grupo 5 (90,48%) enquanto 2 países foram classificados de forma errada e deveriam estar no Grupo 1 (9,52%). Pela probabilidade Loo, 16 países estão classificados corretamente no Grupo 3 (92,12%) enquanto 1 país foi classificado erroneamente e deveria estar classificado no Grupo 5 (5,88%). A mesma análise pode ser feita de forma análoga para os demais quadrantes.

O Quadro 2 mostra os resultados da AD com os erros de classificação. Ela indica que 15 países podem estar em “transição” entre os grupos. Por fim, a decisão em qual bloco esses países serão alocados dependerá da significância da probabilidade linear e da probabilidade Loo, que são as probabilidades de pertencimento do país ao bloco sugerido pelos testes.

A parte denominada “Real” mostra a alocação original proposta pela AC. A parte “Class.” e “Loo” indica a classificação proposta pela probabilidade tradicional e de Loo, respectivamente.

No entanto, poucas observações foram consideradas relevantes neste passo. Chile foi classificado no Grupo 4 pela AC, no entanto, probabilisticamente pertence ao Grupo 1 (94,92

%). A mesma análise pode ser feita para os demais países. Romênia e Polônia foram classificados pela AC no Grupo 5, mas probabilisticamente pertencem ao Grupo 1 (82,46 % e 67,95 %). China e Malawi também são realocados, respectivamente, ao Grupo 5 (76,65 %) e Grupo 1 (73,46 %).

TABELA 1 - Matriz de confusão (2004) – Probabilidade Linear

Real	Probabilidade Linear							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1	9	0	0	0	0	0	0	9
	100	0	0	0	0	0	0	100
2	0	14	0	0	0	0	0	14
	0	100	0	0	0	0	0	100
3	0	0	17	0	0	0	0	17
	0	0	100	0	0	0	0	100
4	1	0	0	12	0	0	0	13
	7,69	0	0	92,31	0	0	0	100
5	2	0	0	0	19	0	0	21
	9,52	0	0	0	90,48	0	0	100
6	0	0	0	0	0	17	0	17
	0	0	0	0	0	100	0	100
7	1	0	0	0	0	0	8	9
	11,11	0	0	0	0	0	88,89	100
Total	13	14	17	12	19	17	8	100
	13	14	17	12	19	17	8	100
Priors	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	

Fonte: Resultados da pesquisa.

TABELA 2 - Matriz de confusão (2004) – Probabilidade de Lachenbruch

Real	Probabilidade Lachenbruch							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
1	9	0	0	0	0	0	0	9
	100	0	0	0	0	0	0	100
2	0	10	2	0	0	2	0	14
	0	71,43	14,29	0	0	14,29	0	100
3	0	0	16	0	1	0	0	17
	0	0	94,12	0	5,88	0	0	100
4	1	1	0	10	1	0	0	13
	7,69	7,69	0	76,92	7,69	0	0	100
5	2	0	2	0	17	0	0	21
	9,52	0	9,52	0	80,95	0	0	100
6	0	0	0	0	0	16	1	17
	0	0	0	0	0	94,12	5,88	100
7	2	0	0	0	0	0	7	9
	22,22	0	0	0	0	0	77,78	100
Total	14	11	20	10	19	18	8	100
	14	11	20	10	19	18	8	100
Priors	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	0,1429	

Fonte: Resultados da pesquisa.

Feitas as realocações propostas pela AD, foram, por fim, definidos os sete clusters de países para o ano de 2004, que serão denominados aqui de “Blocos Econômicos Agrícolas” (BEA), pois foram definidos e classificados por suas variáveis econômicas características do setor agrícola. Esses blocos são apresentados no Quadro 3.

QUADRO 1 - Probabilidades dos erros de classificação (2004)

Obs.	Classificação			Método Tradicional							Método Lachenbruch						
	True	Class.	LOO	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
Nicarágua	2	2	6*	0,00	0,64	0,02	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	0,48	0,03	0,00	0,00	0,49	0,00
Vietnã	2	2	3*	0,00	0,89	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Senegal	2	2	3*	0,05	0,56	0,36	0,00	0,02	0,00	0,00	0,11	0,18	0,65	0,01	0,04	0,00	0,00
Honduras	2	2	6*	0,00	0,67	0,04	0,00	0,00	0,29	0,00	0,00	0,45	0,06	0,00	0,00	0,49	0,00
China	3	3	5*	0,00	0,00	0,54	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00	0,75	0,00	0,00
Malawi	4	1	1*	0,54	0,03	0,15	0,29	0,00	0,00	0,00	0,73	0,03	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00
Benin	4	4	2*	0,01	0,14	0,00	0,86	0,00	0,00	0,00	0,02	0,89	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00
Uganda	4	4	5*	0,00	0,00	0,01	0,95	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00	0,08	0,33	0,56	0,00	0,00
Reino Unido	5	5	3*	0,00	0,00	0,39	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,79	0,00	0,19	0,02	0,00
Polônia	5	1	1*	0,51	0,00	0,04	0,00	0,45	0,00	0,00	0,68	0,00	0,04	0,00	0,28	0,00	0,00
Romênia	5	1	1*	0,54	0,00	0,03	0,00	0,42	0,00	0,00	0,82	0,00	0,03	0,00	0,14	0,00	0,01
Itália	5	5	3*	0,02	0,00	0,21	0,00	0,78	0,00	0,00	0,05	0,00	0,66	0,00	0,29	0,00	0,00
Venezuela	6	6	7*	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,71	0,23	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,10	0,81
Egito	7	7	1*	0,16	0,00	0,14	0,00	0,01	0,00	0,69	0,36	0,00	0,36	0,00	0,03	0,00	0,25
Chile	7	1	1*	0,82	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,14	0,95	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

QUADRO 2 - Blocos Econômicos Agrícolas – 2004

Grupo 1	Armênia, Azerbaijão, Cazaquistão, Marrocos, Arábia Saudita, El Salvador, Tunísia, Romênia. Polônia, Uruguai, Chile, Malawi, África do Sul.
Grupo 2	Bolívia, Camarões, Equador, Honduras, Indonésia, Camboja, Moçambique, Nicarágua, Paraguai, Senegal, Tanzânia, Vietnã, Zâmbia, Zimbabwe.
Grupo 3	Albânia, Áustria, Botswana, Suíça, Rep. Dominicana, Geórgia, Guatemala, Croácia, Jamaica, Lituânia, México, Namíbia, Filipinas, Portugal, Eslováquia, Tailândia.
Grupo 4	Benin, Burkina Faso, Bangladesh, Cote d'Ivoire, Etiópia, Índia, Quirguistão, Madagascar, Paquistão, Ruanda, Togo, Uganda.
Grupo 5	Austrália, Bélgica, Bulgária, Belarus, Rep. Tcheca, Alemanha, Dinamarca, Espanha, França, Reino Unido, Grécia, Hungria, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Holanda, Polônia, Romênia, Turquia, Ucrânia, China, EUA.
Grupo 6	Brasil, Canadá, Colômbia, Costa Rica, Estônia, Finlândia, Japão, Coreia, Látvia, Malásia, Noruega, Nova Zelândia, Peru, Rússia, Eslovênia, Suécia, Venezuela.
Grupo 7	Argentina, Chile, Chipre, Egito, Iran, Israel, Jordania, Malta, Oman.

Fonte: Resultados da pesquisa.

O perfil de cada bloco é explicado pela proximidade do valor das variáveis entre os países de cada grupo, isto é, por sua similaridade. O Quadro 4 apresenta as médias aritméticas de cada variável para cada grupo. Dessa forma, será possível identificar qual variável tem maior representatividade em cada bloco.

APÊNDICE 5 – SUMÁRIO DOS CHOQUES

Este apêndice apresenta os valores dos choques das simulações na Tabela 1. No Capítulo 7, essas informações foram apresentadas em gráficos a fim de que, por meio de uma ilustração, a análise fosse facilmente compreendida.

TABELA 1 – Sumário dos choques para as simulações

		BEA 1	BEA 2	BEA 3	BEA 4	BEA 5	BEA 6	BEA 7
MFV	2011-2020	9,50%	-48,10%	-57,30%	72,10%	2,70%	6,10%	17,50%
	2011-2025	13,50%	-43,30%	-56,30%	94,30%	3,80%	8,70%	23,10%
	2011-2030	16,70%	-38,40%	-55,40%	117,90%	4,40%	10,90%	28,40%
HFV	2011-2020	10,60%	20,55%	-57,33%	72,09%	2,73%	6,05%	17,53%
	2011-2025	16,16%	33,62%	-56,26%	94,31%	3,77%	8,75%	23,12%
	2011-2030	21,34%	47,49%	-55,43%	117,89%	4,39%	10,89%	28,41%
LFV	2011-2020	8,50%	139,70%	334,40%	25,30%	-22,60%	5,10%	16,50%
	2011-2025	10,80%	142,90%	339,80%	39,50%	-22,60%	6,40%	20,40%
	2011-2030	12,00%	144,10%	341,90%	53,80%	-23,30%	6,80%	23,60%
CFV	2011-2020	10,00%	20,40%	5,60%	27,90%	2,60%	8,20%	18,20%
	2011-2025	14,70%	33,50%	8,80%	47,60%	3,50%	11,10%	24,90%
	2011-2030	18,90%	47,90%	11,40%	70,30%	4,00%	13,40%	31,70%
IRV	2011-2020	-0,60%	14,50%	5,40%	65,60%	3,80%	13,10%	16,50%
	2011-2025	3,40%	21,00%	8,30%	76,00%	5,90%	16,90%	21,60%
	2011-2030	7,00%	28,10%	10,80%	88,00%	7,50%	20,10%	26,70%
ZMV	2011-2020	10,10%	20,30%	5,80%	26,80%	1,80%	5,40%	17,50%
	2011-2025	14,60%	32,30%	8,80%	43,40%	1,90%	7,50%	23,40%
	2011-2030	18,40%	44,30%	11,30%	61,10%	1,60%	9,00%	28,50%
CMRV	2011-2020	9,32%	18,91%	5,07%	25,77%	2,36%	4,90%	17,30%
	2011-2025	12,81%	29,08%	7,21%	40,74%	2,86%	7,05%	22,43%
	2011-2030	15,32%	38,96%	8,53%	56,00%	2,79%	8,43%	27,04%
NV	2011-2020	9,77%	19,86%	5,36%	-98,46%	2,27%	5,85%	17,96%
	2011-2025	14,00%	31,98%	7,99%	-23,45%	2,62%	8,14%	24,25%
	2011-2030	17,52%	44,78%	9,94%	-12,42%	2,40%	9,73%	30,35%

Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com uso dos dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

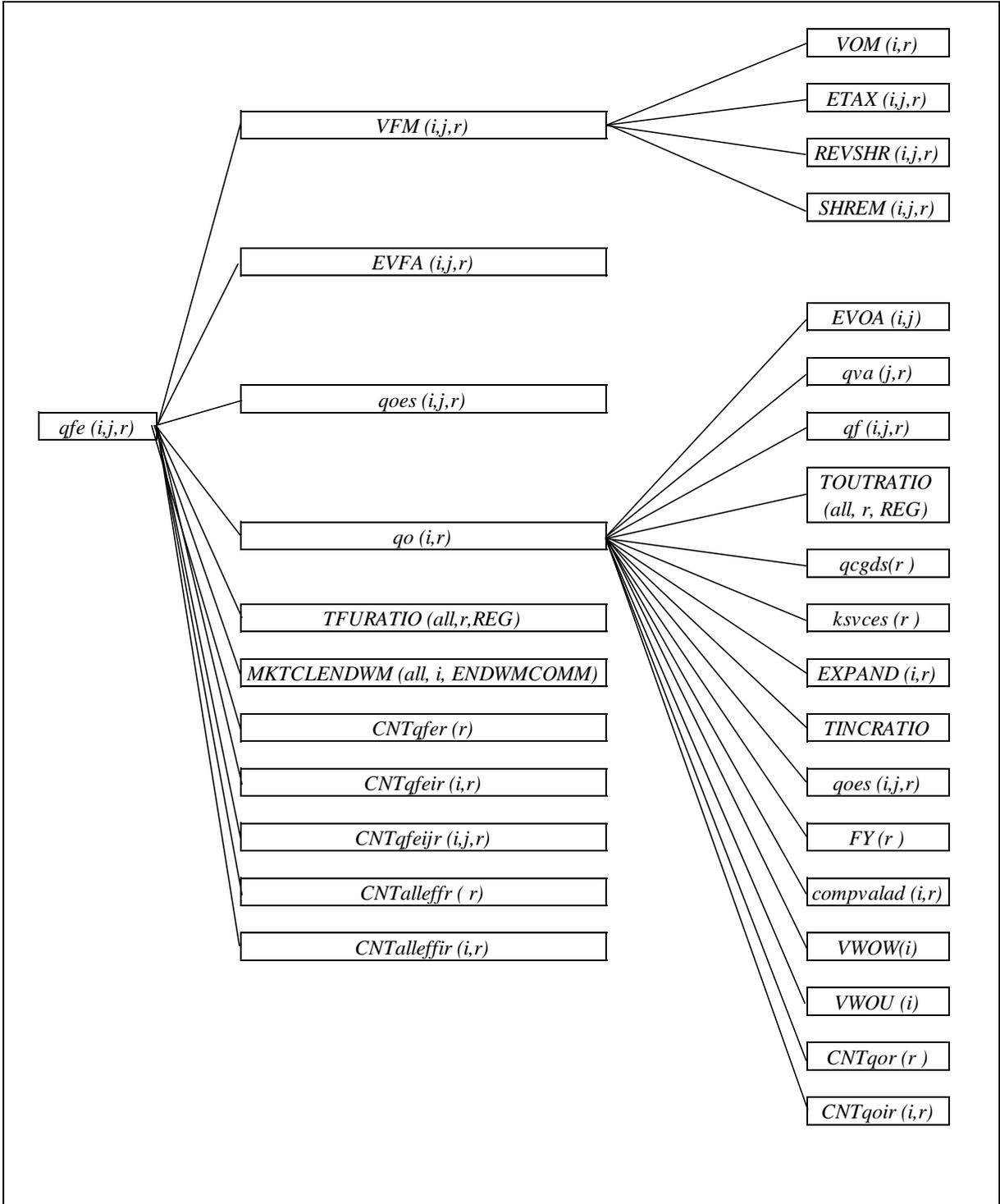
APÊNDICE 6 – MECANISMOS DE PROPAGAÇÃO UMA VARIAÇÃO NA DEMANDA DOS FATORES PRIMÁRIOS DE PRODUÇÃO

O objetivo deste apêndice é mostrar como se dão os mecanismos de transmissão a partir da variação da demanda pelos fatores de produção, expondo as variáveis envolvidas dentro das linhas de comando do GTAP.

Uma das consequências da expansão populacional é o aumento da procura por terra, dada pela variável $qfe(i,j,r)$. Esta afeta diretamente a despesa dos produtores a preço dos agentes e a preço de mercado ($VFM(i,j,r)$ e $EVFA(i,j,r)$). Afeta também as ofertas de fatores, chamados de “*sluggish endowments*” ($qoes(i,j,r)$), a produção final ($qo(i,r)$), mudança na relação dos pagamentos de impostos sobre os fatores ($TFURATIO$), compensação de mercado para doações perfeitamente móveis ($MKTCLENDWM(all, i, ENDWMMCOMM)$) e variáveis relacionadas à Variação Equivalente (EV), que é a medida de bem-estar.

Em segunda instância, a demanda por terra afeta outras variáveis por meio da despesa dos produtores a preço de mercado ($VFM(i,j,r)$) e da produção final ($qo(i,r)$). São elas: o valor das *commodities* produzidas ($VOM(i,r)$, $EVOA(i,j)$), imposto sobre uso dos fatores ($ETAX(i,j,r)$), valor adicionado ($qva(j,r)$), demanda pelas *commodities* ($qf(i,j,r)$), produção de bens de capital ($qcgds(r)$), serviços de capital ($ksvces(r)$) e variáveis de demanda equivalente.

FIGURA 13 – Mecanismo de propagação da variação da demanda por terra



Fonte: elaboração própria a partir da análise das equações no núcleo do GTAP.

APÊNDICE 7 – TABELAS DA SEÇÃO 7.2

Este apêndice apresenta as tabelas com cujas informações a seção 7.2 foi elaborada. O objetivo foi o de apresentar detalhadamente os resultados encontrados para o ano de 2011 e fazê-lo da mesma forma para os encontrados na seção 7.3.

TABELA 1 - Valor do capital por BEA (%)

BEA	Valor do capital
BEA1	16,10
BEA2	1,50
BEA3	2,60
BEA4	0,40
BEA5	47,90
BEA6	23,80
BEA7	1,40

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

TABELA 2 - Participação do fator terra na produção total (%)

	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
Terra	48,40	7,70	4,10	2,10	16,20	10,80	10

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

TABELA 3 - Participação dos setores na produção dos BEA (%)

Atividades	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
<i>pdr</i>	0,43	1,55	0,46	0,87	0,01	0,10	0,37
<i>wht</i>	0,29	0,02	0,06	1,15	0,11	0,08	0,39
<i>gro</i>	0,29	0,44	0,23	1,00	0,20	0,11	0,58
<i>v_f</i>	1,57	1,85	0,97	3,01	0,30	0,37	1,71
<i>osd</i>	0,23	0,82	0,12	1,01	0,13	0,23	0,21
<i>c_b</i>	0,09	0,14	0,12	0,51	0,02	0,13	0,14
<i>pfb</i>	0,15	0,06	0,01	1,04	0,03	0,02	0,31
<i>ocr</i>	0,28	1,48	0,29	1,35	0,17	0,35	0,09
<i>ctl</i>	0,36	0,29	0,22	0,68	0,19	0,21	0,30
<i>oap</i>	1,10	0,79	0,72	0,47	0,24	0,31	0,53
<i>rmk</i>	0,38	0,11	0,23	0,96	0,19	0,20	0,66
<i>wol</i>	0,09	0,01	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03
Extração Animal	2,95	2,69	2,75	4,13	1,52	1,90	2,22
Extração Mineral	4,16	6,10	0,99	2,65	1,38	3,69	12,26
Indústria	57,54	48,66	44,40	42,29	36,76	37,18	36,45
Serviços	31,55	35,09	49,10	40,42	59,35	55,64	45,02
Total	101,46	100,10	100,68	101,59	100,61	100,55	101,27

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

TABELA 4 - Participação do consumo intermediário doméstico ao preço dos agentes na produção total (%)

Atividades	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
<i>pdr</i>	0,15	0,08	0,00	0,07	0,00	0,00	0,61
<i>wht</i>	0,27	0,01	0,09	0,24	0,05	0,03	0,37
<i>gro</i>	0,29	0,68	0,22	1,96	0,03	0,03	1,33
<i>v_f</i>	3,55	4,70	1,83	6,66	0,43	0,75	3,59
<i>osd</i>	0,19	0,42	0,08	1,13	0,01	0,01	0,29
<i>c_b</i>	0,07	0,02	0,01	0,09	0,01	0,01	0,16
<i>pfb</i>	0,07	0,04	0,02	0,15	0,01	0,01	0,63
<i>ocr</i>	0,46	0,98	0,27	0,79	0,08	0,39	0,02
<i>ctl</i>	0,15	0,39	0,18	0,77	0,01	0,02	0,22
<i>oap</i>	1,78	1,74	0,66	1,02	0,09	0,21	0,71
<i>rmk</i>	1,40	0,04	0,17	0,67	0,05	0,21	0,20
<i>wol</i>	0,13	0,02	0,03	0,03	0,00	0,01	0,01
Extração Animal	6,26	4,49	4,82	4,90	1,84	2,76	3,15
Extração Mineral	0,15	0,15	0,02	0,03	0,01	0,04	0,10
Indústria	34,48	33,89	23,20	60,94	20,93	22,35	30,05
Serviços	53,04	51,99	68,55	21,79	76,50	73,43	58,99
Total	102,44	99,64	100,15	101,24	100,05	100,26	100,43

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

Tabela 5 – Produção total (%)

Atividades	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
<i>pdr</i>	0,92	3,11	1,31	1,67	0,03	0,34	0,85
<i>wht</i>	0,68	0,04	0,18	2,21	0,42	0,26	0,90
<i>gro</i>	0,62	0,89	0,66	1,91	0,75	0,37	1,32
<i>v_f</i>	3,31	3,69	2,79	5,76	1,13	1,19	3,91
<i>osd</i>	0,48	1,65	0,34	1,93	0,47	0,75	0,48
<i>c_b</i>	0,21	0,27	0,35	0,97	0,08	0,42	0,31
<i>pfb</i>	0,33	0,12	0,04	2,00	0,10	0,08	0,70
<i>ocr</i>	0,64	2,96	0,84	2,57	0,63	1,12	0,19
<i>ctl</i>	0,75	0,58	0,64	1,30	0,71	0,68	0,67
<i>oap</i>	2,31	1,58	2,06	0,89	0,91	1,00	1,20
<i>rmk</i>	0,79	0,21	0,68	1,84	0,73	0,65	1,50
<i>wol</i>	0,18	0,03	0,03	0,10	0,03	0,11	0,06
Extração Animal	6,18	5,36	7,90	7,90	5,63	6,16	5,12
Extração Mineral	8,75	12,10	2,86	5,07	4,85	11,87	27,98
Indústria	330,93	482,86	298,61	844,58	212,39	179,29	432,98
Serviços	1914,20	2663,00	1266,58	2311,82	1016,52	1925,33	3704,73
Total	2271,28	3178,45	1585,87	3192,52	1245,38	2129,62	4182,90

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

Tabela 6 – Importação a preços mundiais (%)

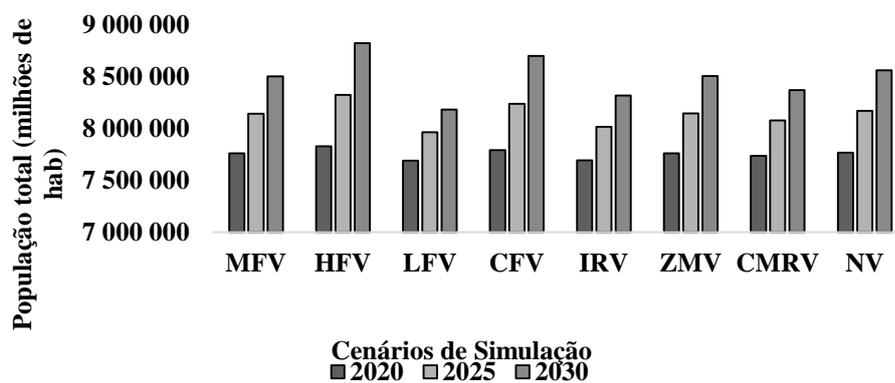
Atividades	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
<i>pdr</i>	0,02	0,03	0,03	0,34	0,02	0,00	0,02
<i>wht</i>	0,04	0,06	0,07	1,26	0,46	0,38	0,02
<i>gro</i>	0,08	0,17	0,17	0,31	0,43	0,16	0,03
<i>v_f</i>	0,92	1,19	1,07	3,78	0,83	0,48	1,89
<i>osd</i>	0,13	0,78	0,09	0,83	0,49	0,81	0,04
<i>c_b</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>pfb</i>	0,13	0,16	0,01	2,22	0,16	0,05	0,12
<i>ocr</i>	0,29	2,63	0,34	9,47	0,32	0,66	0,23
<i>ctl</i>	0,01	0,02	0,05	0,23	0,10	0,06	0,04
<i>oap</i>	0,12	0,19	0,10	0,19	0,22	0,12	0,08
<i>rmk</i>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>wol</i>	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,01
Extração Animal	0,46	0,73	0,77	1,50	1,57	1,06	0,27
Extração Mineral	14,09	22,04	1,75	11,32	3,53	19,81	39,08
Indústria	75,69	65,47	77,97	53,74	71,21	64,18	37,19
Serviços	8,10	6,47	17,69	15,18	20,91	12,16	21,04
Total	100,10	99,94	100,13	100,38	100,29	99,93	100,06

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

Tabela 7 – Exportação a preços mundiais (%)

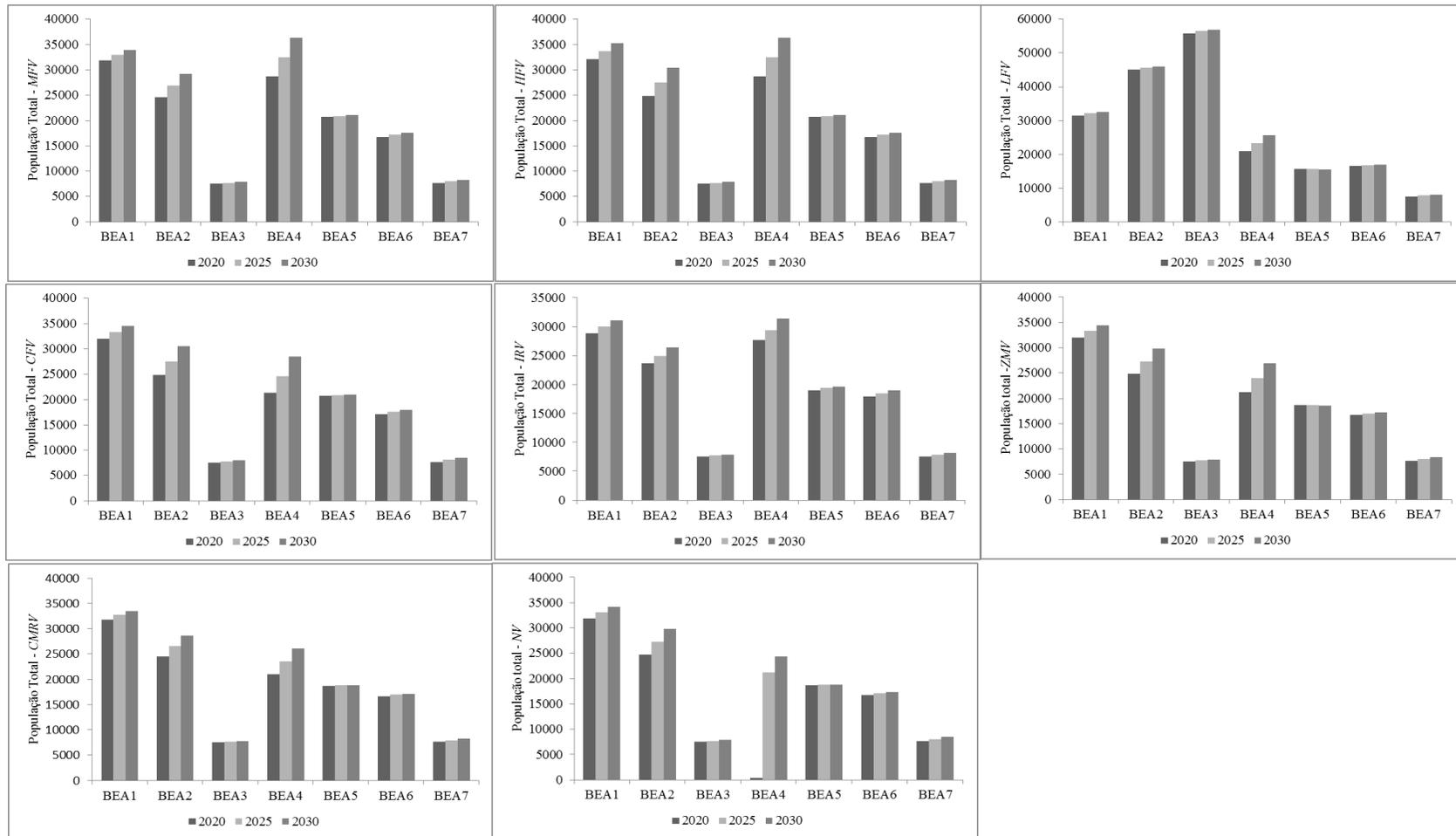
Atividades	BEA1	BEA2	BEA3	BEA4	BEA5	BEA6	BEA7
<i>pdr</i>	0,02	0,03	0,02	0,32	0,01	0,00	0,02
<i>wht</i>	0,04	0,06	0,07	1,26	0,44	0,37	0,02
<i>gro</i>	0,08	0,17	0,17	0,32	0,41	0,16	0,03
<i>v_f</i>	0,80	1,11	0,91	3,45	0,74	0,41	1,58
<i>osd</i>	0,12	0,73	0,09	0,79	0,43	0,71	0,03
<i>c_b</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>pfb</i>	0,12	0,16	0,01	2,22	0,15	0,05	0,12
<i>ocr</i>	0,28	2,68	0,33	9,31	0,31	0,63	0,22
<i>ctl</i>	0,01	0,02	0,05	0,23	0,10	0,06	0,04
<i>oap</i>	0,12	0,19	0,10	0,19	0,22	0,12	0,08
<i>rmk</i>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>wol</i>	0,02	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,01
Extração Animal	0,45	0,75	0,75	1,47	1,55	1,05	0,26
Extração Mineral	13,67	20,50	1,63	11,69	3,22	19,42	38,88
Indústria	75,77	66,55	77,66	52,99	71,12	64,25	36,77
Serviços	8,57	7,00	18,30	16,07	21,53	12,71	22,01
Total	100,07	99,95	100,11	100,32	100,27	99,94	100,07

Fonte: elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pelo GTAP.

GRÁFICO 1 – População mundial em cada cenário (milhões de habitantes)

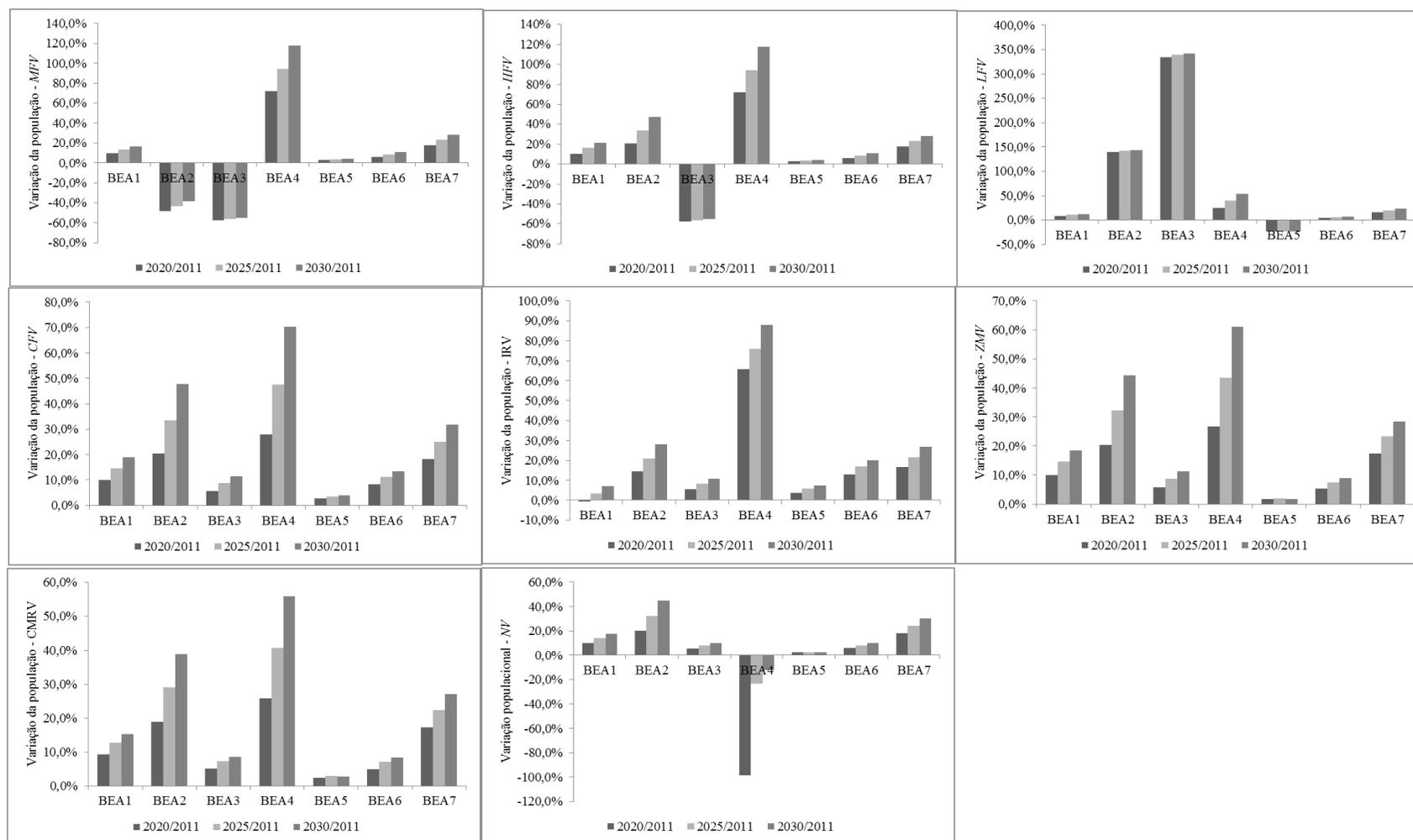
Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

GRÁFICO 2 – População total para os BEA em 2020, 2025 e 2030 (milhões de habitantes)



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

GRÁFICO 3 – Variação da população nos período 2011-2020, 2011-2025 e 2011-2030 (%)



Fonte: elaboração própria a partir dos resultados encontrados com os dados de população disponibilizados pela Divisão Populacional das Nações Unidas.

APÊNDICE 8 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.2

Este apêndice busca apresentar as tabelas em cujas informações estão os dados que foram usados para a construção da seção 7.3.2, dos resultados econômicos.

TABELA 1 – Efeito do crescimento populacional sobre a demanda das firmas (%)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2020	B1	-8,31	27,82	3,20	9,37	0,60	9,64	9,92	-5,86
	B2	96,30	78,42	41,30	26,28	22,34	27,31	27,82	-16,14
	B3	58,49	-158,29	34,76	6,68	6,93	6,61	6,90	-3,54
	B4	-15,97	35,01	-1,24	3,86	11,62	4,32	4,21	154,40
	B5	0,50	13,61	3,03	10,31	9,41	10,09	9,65	-4,35
	B6	-6,75	24,16	5,06	12,55	18,24	9,76	10,04	-5,84
	B7	-24,27	74,70	10,86	27,14	27,86	28,63	27,79	-17,02
	ROW	0,02	4,56	3,03	3,82	3,01	3,65	3,67	-1,65
2011-2025	B1	-19,39	18,53	3,70	9,34	3,68	9,50	9,93	11,33
	B2	134,75	55,23	39,48	28,27	22,60	29,19	29,71	34,79
	B3	90,26	-68,99	33,10	6,90	7,51	6,64	7,09	7,84
	B4	-27,34	16,76	-0,48	3,94	8,12	4,43	4,24	-12,33
	B5	-5,60	12,26	3,51	10,31	10,91	9,96	9,44	10,94
	B6	-17,88	17,57	5,51	11,98	17,48	9,93	9,91	12,01
	B7	-52,52	44,27	12,08	25,38	26,15	26,68	25,97	31,31
	ROW	-2,28	4,36	3,12	3,86	3,55	3,68	3,71	4,11
2011-2030	B1	-51,94	16,27	3,91	9,22	5,15	9,24	9,87	10,50
	B2	248,38	49,31	38,48	29,82	23,29	30,80	31,15	34,82
	B3	187,21	-44,71	32,21	6,86	7,69	6,44	7,13	7,27
	B4	-61,35	11,69	0,17	3,84	6,34	4,54	4,22	-6,58
	B5	-22,78	11,39	3,46	10,18	11,48	9,55	9,17	10,03
	B6	-51,14	15,19	5,58	11,48	16,83	9,75	9,66	11,00
	B7	-139,32	36,56	13,06	24,74	25,42	26,03	25,08	29,05
	ROW	-9,04	4,31	3,12	3,87	3,80	3,64	3,72	3,90

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 2 – Efeitos do crescimento populacional na demanda privada (%)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2020	B1	-8,10	-25,68	2,88	18,02	-2,70	19,37	20,08	6,37
	B2	50,28	-36,19	19,37	27,46	29,32	29,46	29,99	9,59
	B3	67,14	189,74	84,60	10,82	15,42	11,37	12,41	3,70
	B4	15,00	41,46	-1,82	-13,47	-42,87	-14,54	-14,39	62,09
	B5	-3,05	-9,07	-12,39	5,62	12,83	6,04	4,08	1,78
	B6	-6,89	-19,00	2,39	20,01	46,54	13,59	14,35	4,98
	B7	-14,37	-41,86	5,61	32,64	42,73	35,78	34,58	11,60
	ROW	0,00	0,59	-0,63	-1,10	-1,27	-1,09	-1,09	-0,12
2011-2025	B1	-13,29	-65,79	3,60	18,64	5,12	19,67	20,78	15,04
	B2	51,50	-97,61	19,02	29,82	25,92	31,87	32,31	24,17
	B3	78,56	337,39	83,52	12,21	14,91	12,01	13,73	9,34
	B4	21,64	91,06	-3,06	-15,61	-30,30	-16,45	-16,21	11,30
	B5	-4,94	-21,36	-12,14	5,40	12,64	5,37	2,93	3,26
	B6	-11,55	-51,05	2,96	19,36	37,91	14,56	14,52	11,84
	B7	-22,11	-94,84	6,76	31,35	35,03	34,12	33,09	25,78
	ROW	0,19	2,19	-0,66	-1,17	-1,24	-1,14	-1,15	-0,75
2011-2030	B1	-19,26	-236,03	3,99	19,03	8,41	19,78	21,37	15,98
	B2	52,15	-348,98	18,98	31,61	25,19	34,23	34,18	27,03
	B3	92,28	925,84	83,54	12,76	14,64	12,06	14,59	9,97
	B4	30,15	298,84	-4,26	-17,51	-25,56	-18,49	-18,01	5,82
	B5	-6,70	-57,92	-12,49	4,91	12,16	4,26	1,76	2,43
	B6	-17,18	-173,53	3,13	18,83	34,04	14,86	14,43	12,21
	B7	-31,88	-317,16	7,78	31,59	32,37	34,49	32,88	27,40
	ROW	0,43	8,94	-0,68	-1,23	-1,25	-1,19	-1,21	-0,84

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 3 – Efeitos do crescimento populacional na demanda do governo (%)

(continua)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2020	B1	-12,21	24,38	3,75	12,16	0,94	12,29	12,62	-3,06
	B2	116,39	54,78	35,71	27,49	19,74	28,10	28,57	-7,10
	B3	84,22	-121,79	48,29	7,88	6,99	7,72	8,08	-1,82
	B4	-61,56	91,14	3,61	20,11	40,38	20,88	20,55	119,25
	B5	-0,49	4,08	-0,82	3,36	3,25	3,17	2,91	-0,60
	B6	-4,24	9,40	2,18	7,36	9,56	5,52	5,67	-1,38
	B7	-22,78	36,83	5,96	19,64	17,56	20,43	19,73	-5,09
	ROW	0,67	1,19	1,32	1,99	1,58	1,88	1,87	-0,20

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 3 – Efeitos do crescimento populacional na demanda do governo (%)
(conclusão)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2025	B1	-36,24	19,35	4,24	11,90	4,48	11,94	12,44	20,99
	B2	199,94	46,08	34,19	28,92	21,23	29,51	29,97	51,98
	B3	160,19	-62,78	46,06	8,07	8,10	7,68	8,24	13,48
	B4	-143,97	58,08	5,72	21,01	33,41	21,72	21,17	-36,81
	B5	-4,24	3,73	-0,64	3,23	3,82	3,02	2,70	4,91
	B6	-14,76	8,18	2,39	6,88	9,72	5,54	5,48	9,97
	B7	-60,39	25,77	6,70	18,03	17,40	18,74	18,15	32,56
	ROW	-0,53	1,59	1,35	1,96	1,84	1,86	1,85	2,91
2011-2030	B1	-366,63	17,82	4,41	11,59	6,33	11,46	12,22	16,89
	B2	1369,49	43,14	33,13	30,05	22,48	30,69	31,00	45,07
	B3	1238,09	-42,44	44,57	7,94	8,54	7,35	8,21	10,86
	B4	-1313,26	46,87	7,52	21,50	29,66	22,48	21,68	-13,16
	B5	-53,53	3,31	-0,65	3,07	4,03	2,78	2,49	3,74
	B6	-160,94	7,37	2,40	6,49	9,62	5,35	5,25	7,87
	B7	-596,45	22,23	7,27	17,41	17,38	18,08	17,32	26,31
	ROW	-16,77	1,70	1,35	1,93	1,96	1,81	1,82	2,42

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 4 – Efeitos do crescimento populacional sobre o consumo privado
(%)(continua)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2020	B1	0,56	0,69	0,43	0,66	0,02	0,60	0,65	0,59
	B2	-0,99	0,63	5,02	0,84	0,62	0,75	0,79	0,69
	B3	-1,14	-0,99	5,28	0,19	0,20	0,17	0,18	0,10
	B4	-0,40	0,08	1,43	0,50	0,35	0,42	0,44	3,43
	B5	-0,02	0,00	-0,10	0,01	0,03	0,00	0,00	-0,03
	B6	0,03	0,08	-0,08	0,11	0,19	0,07	0,07	0,04
	B7	0,55	0,64	0,32	0,66	0,60	0,62	0,62	0,67
	ROW	-0,06	0,01	-0,10	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05
2011-2025	B1	0,81	1,00	0,57	0,95	0,29	0,82	0,93	0,89
	B2	-0,81	1,12	5,18	1,33	0,94	1,12	1,23	1,21
	B3	-1,08	-0,92	5,37	0,29	0,29	0,24	0,27	0,25
	B4	-0,20	0,34	1,52	0,75	0,61	0,59	0,63	0,91
	B5	-0,02	0,00	-0,10	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00
	B6	0,06	0,11	-0,07	0,14	0,23	0,09	0,09	0,10
	B7	0,76	0,82	0,45	0,89	0,79	0,80	0,82	0,87
	ROW	-0,04	0,03	-0,10	0,06	0,07	0,05	0,05	0,06

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 4 – Efeitos do crescimento populacional sobre o consumo privado
(%)(conclusão)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
B1	1,01	1,30	0,64	1,20	0,52	0,98	1,15	1,11
B2	-0,64	1,59	5,24	1,86	1,25	1,47	1,66	1,67
B3	-1,03	-0,86	5,40	0,38	0,37	0,29	0,34	0,31
2011-2030 B4	-0,02	0,56	1,54	0,98	0,85	0,72	0,80	1,00
B5	-0,02	-0,01	-0,11	0,01	0,04	0,00	-0,01	0,00
B6	0,09	0,13	-0,07	0,17	0,28	0,11	0,10	0,11
B7	0,94	0,99	0,55	1,12	0,98	0,95	0,99	1,07
ROW	-0,03	0,03	-0,10	0,07	0,09	0,05	0,05	0,06

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 5 – Efeitos do crescimento populacional sobre o consumo do governo (%)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
B1	-0,54	-0,61	-0,70	-0,57	0,05	-0,53	-0,58	-0,57
B2	7,18	-2,07	-9,47	-1,88	-1,35	-1,78	-1,90	-1,92
B3	3,95	4,05	-10,57	-0,26	-0,22	-0,24	-0,28	-0,32
2011-2020 B4	-4,33	-3,89	-0,39	-1,42	-3,38	-1,37	-1,41	43,25
B5	-0,08	-0,08	0,40	-0,06	-0,06	-0,06	-0,05	-0,11
B6	-0,24	-0,21	-0,37	-0,30	-0,43	-0,18	-0,20	-0,28
B7	-1,24	-1,23	-1,51	-1,27	-1,15	-1,21	-1,23	-1,23
ROW	-0,05	-0,01	-0,22	0,00	0,01	0,00	-0,01	0,02
B1	-0,75	-0,88	-0,83	-0,83	-0,19	-0,72	-0,82	-0,79
B2	6,33	-3,14	-9,59	-2,97	-1,88	-2,65	-2,91	-2,89
B3	3,88	3,99	-10,70	-0,41	-0,36	-0,33	-0,42	-0,38
2011-2025 B4	-4,93	-4,44	-1,10	-2,23	-3,55	-2,03	-2,13	3,12
B5	-0,10	-0,10	0,39	-0,09	-0,11	-0,08	-0,06	-0,08
B6	-0,34	-0,32	-0,43	-0,41	-0,56	-0,26	-0,29	-0,31
B7	-1,60	-1,56	-1,78	-1,71	-1,49	-1,55	-1,63	-1,66
ROW	-0,05	-0,01	-0,23	-0,01	0,01	-0,01	-0,02	0,00
B1	-0,92	-1,15	-0,90	-1,05	-0,39	-0,86	-1,03	-0,98
B2	5,51	-4,13	-9,64	-4,07	-2,45	-3,45	-3,85	-3,89
B3	3,82	3,92	-10,75	-0,52	-0,47	-0,39	-0,54	-0,47
2011-2030 B4	-5,49	-4,97	-1,79	-3,00	-3,77	-2,64	-2,79	2,05
B5	-0,12	-0,11	0,41	-0,11	-0,14	-0,08	-0,06	-0,08
B6	-0,41	-0,40	-0,45	-0,49	-0,68	-0,32	-0,35	-0,37
B7	-1,94	-1,90	-2,00	-2,16	-1,81	-1,86	-1,96	-2,06
ROW	-0,05	-0,03	-0,24	-0,02	0,01	-0,02	-0,03	-0,01

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 6 – Efeitos do crescimento populacional sobre o Índice de Preço do Consumidor (%)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	
2011-2020	B1	0,16	0,27	0,21	0,30	0,08	0,27	0,29	0,22
	B2	0,62	0,18	3,35	0,40	0,29	0,34	0,36	0,27
	B3	0,12	0,24	2,56	0,11	0,11	0,09	0,09	0,05
	B4	-0,40	0,03	1,15	0,40	0,27	0,33	0,35	3,39
	B5	-0,04	-0,02	0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,03
	B6	-0,07	-0,01	-0,13	-0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,04
	B7	0,03	0,11	0,00	0,16	0,15	0,14	0,14	0,14
	ROW	-0,06	0,03	0,07	0,10	0,09	0,08	0,09	0,06
2011-2025	B1	0,28	0,42	0,27	0,44	0,20	0,37	0,41	0,40
	B2	0,57	0,43	3,50	0,67	0,48	0,53	0,59	0,58
	B3	0,14	0,27	2,63	0,15	0,16	0,12	0,13	0,13
	B4	-0,22	0,25	1,22	0,60	0,49	0,47	0,51	0,78
	B5	-0,04	-0,02	0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01	-0,01
	B6	-0,07	-0,02	-0,13	-0,01	-0,01	0,00	-0,01	-0,01
	B7	0,09	0,17	0,03	0,23	0,22	0,19	0,20	0,21
	ROW	-0,03	0,07	0,08	0,14	0,14	0,11	0,12	0,12
2011-2030	B1	0,37	0,56	0,30	0,56	0,31	0,44	0,52	0,50
	B2	0,53	0,71	3,55	0,98	0,67	0,72	0,84	0,83
	B3	0,16	0,29	2,66	0,20	0,20	0,15	0,16	0,16
	B4	-0,06	0,45	1,24	0,79	0,69	0,58	0,65	0,84
	B5	-0,04	-0,03	0,01	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	-0,02
	B6	-0,07	-0,02	-0,14	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
	B7	0,15	0,22	0,04	0,30	0,28	0,23	0,24	0,27
	ROW	0,00	0,10	0,08	0,17	0,17	0,13	0,14	0,14

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 7 – Variação do PIB % (índice de quantidade)(continua)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
2011-2020	B1	0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00
	B2	-0,22	0,07	0,28	0,06	0,05	0,06	0,06
	B3	-0,25	-0,25	0,52	0,01	0,01	0,01	0,01
	B4	0,00	0,00	0,03	0,01	0,00	0,01	0,01
	B5	0,00	0,00	-0,05	0,00	0,01	0,00	0,00
	B6	0,02	0,02	0,00	0,02	0,04	0,01	0,01
	B7	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01
	ROW	0,00	0,00	-0,02	-0,01	0,00	0,00	-0,01

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 7 – Variação do PIB % (índice de quantidade)(conclusão)

		<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
2011-2025	B1	0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
	B2	-0,19	0,10	0,28	0,09	0,06	0,08	0,09	0,09
	B3	-0,24	-0,25	0,52	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
	B4	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	B5	0,01	0,01	-0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	B6	0,03	0,02	0,01	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02
	B7	-0,01	-0,01	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02	-0,02
	ROW	0,00	0,00	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
2011-2030	B1	0,01	0,00	-0,02	0,00	-0,01	0,00	0,00	0,00
	B2	-0,16	0,13	0,28	0,13	0,08	0,11	0,12	0,12
	B3	-0,24	-0,24	0,53	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02
	B4	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
	B5	0,01	0,00	-0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
	B6	0,03	0,03	0,01	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02
	B7	-0,02	-0,02	-0,04	-0,03	-0,02	-0,02	-0,03	-0,03
	ROW	0,00	-0,01	-0,02	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 8 – Efeitos do crescimento populacional sobre a renda regional (%)(continua)

		<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
2011-2020	B1	0,03	0,06	-0,12	0,06	0,03	0,05	0,06	0,04
	B2	1,35	-0,14	0,87	0,06	0,06	0,02	0,02	-0,04
	B3	0,16	0,30	1,20	0,08	0,10	0,06	0,06	0,02
	B4	-0,69	-0,21	1,30	0,36	0,08	0,29	0,30	5,02
	B5	-0,04	-0,02	0,03	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,04
	B6	-0,06	-0,02	-0,18	-0,03	-0,02	-0,02	-0,02	-0,06
	B7	-0,07	-0,01	-0,31	-0,01	-0,01	-0,02	-0,02	0,01
	ROW	-0,06	0,00	-0,14	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03
2011-2025	B1	0,05	0,09	-0,11	0,09	0,06	0,07	0,08	0,08
	B2	1,24	-0,10	0,95	0,10	0,13	0,04	0,05	0,04
	B3	0,19	0,34	1,24	0,11	0,13	0,09	0,09	0,09
	B4	-0,54	-0,01	1,33	0,53	0,31	0,40	0,43	1,07
	B5	-0,04	-0,03	0,02	-0,02	0,00	-0,02	-0,02	-0,02
	B6	-0,07	-0,03	-0,19	-0,04	-0,03	-0,03	-0,04	-0,04
	B7	-0,06	-0,01	-0,32	-0,02	0,00	-0,02	-0,03	-0,01
	ROW	-0,05	0,01	-0,15	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04

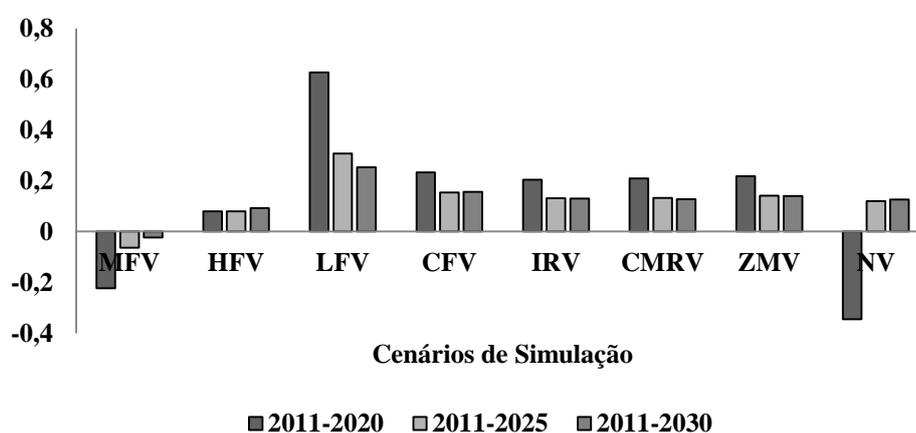
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 8 – Efeitos do crescimento populacional sobre a renda regional
(%)(conclusão)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
B1	0,08	0,11	-0,11	0,11	0,08	0,09	0,09	0,09
B2	1,12	-0,05	0,98	0,16	0,19	0,06	0,08	0,07
B3	0,21	0,36	1,25	0,15	0,16	0,11	0,12	0,11
B4	-0,42	0,16	1,30	0,69	0,51	0,48	0,54	1,08
B5	-0,04	-0,04	0,02	-0,02	0,00	-0,02	-0,02	-0,02
B6	-0,08	-0,05	-0,20	-0,06	-0,05	-0,04	-0,05	-0,05
B7	-0,06	-0,02	-0,34	-0,02	0,01	-0,03	-0,04	-0,02
ROW	-0,04	0,01	-0,15	0,04	0,06	0,03	0,02	0,04

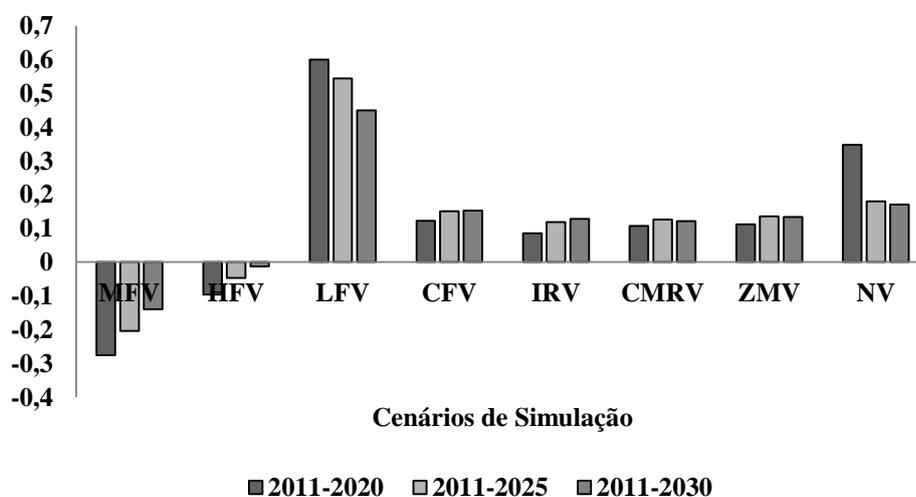
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 1 – Variação da demanda das firmas (%) a nível mundial



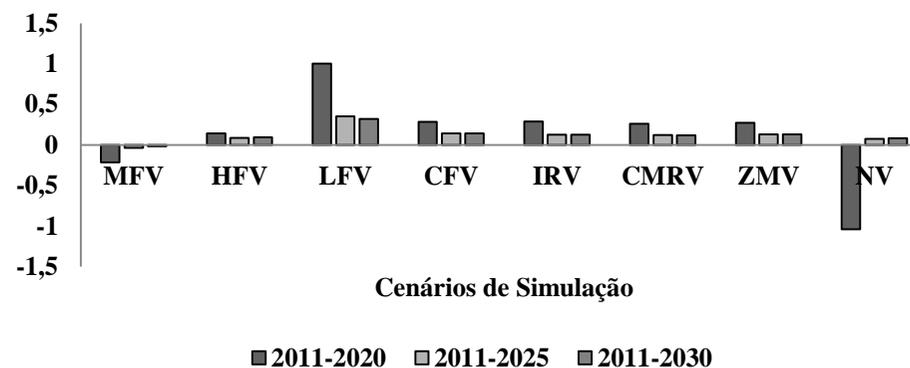
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 2 – Variação da demanda privada (%) a nível mundial



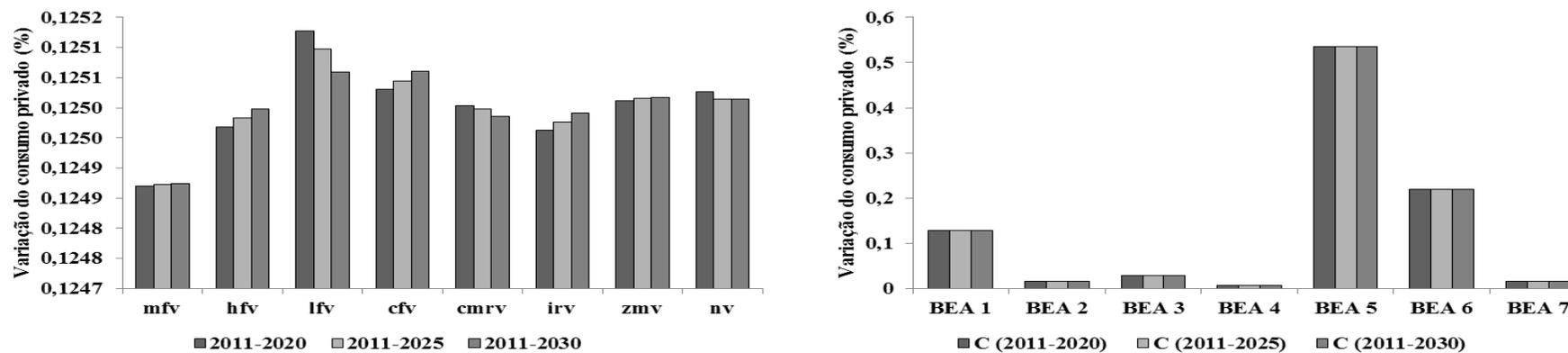
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 3 – Variação da demanda do governo (%) a nível mundial



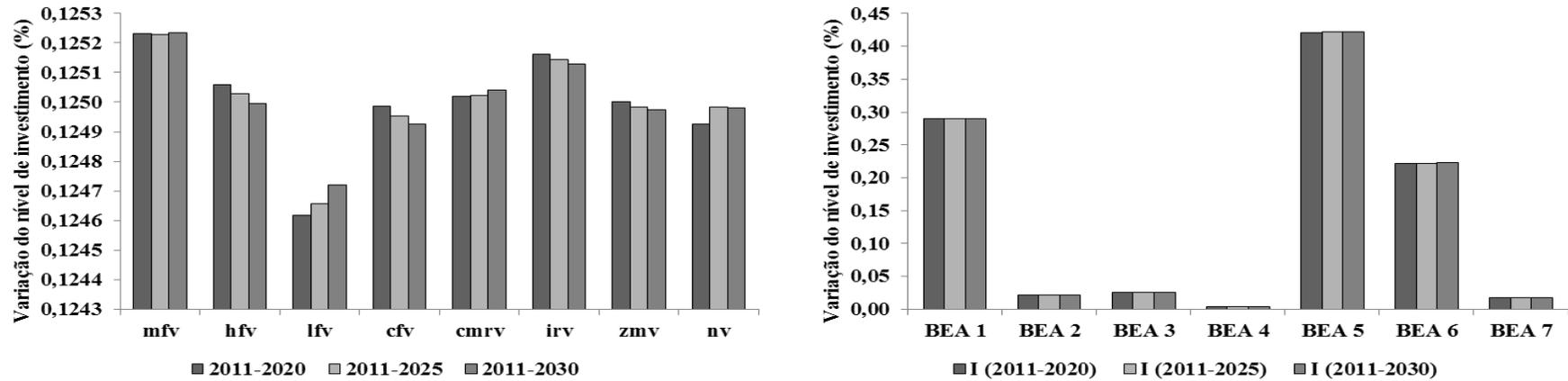
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 4 - Variação do consumo privado a nível mundial e nos BEA (%)



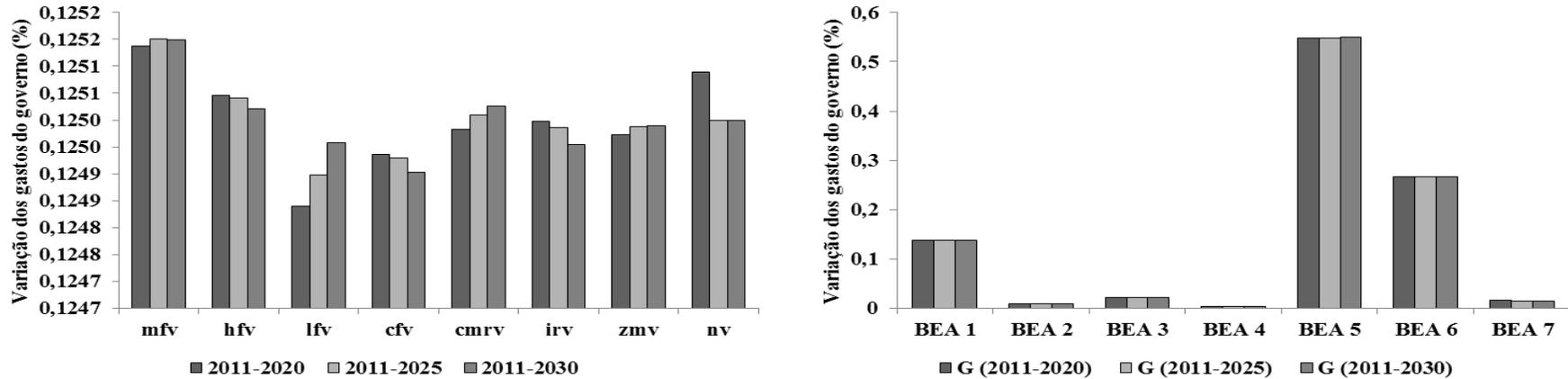
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 5 – Variação dos investimentos a nível mundial e nos BEA (%)



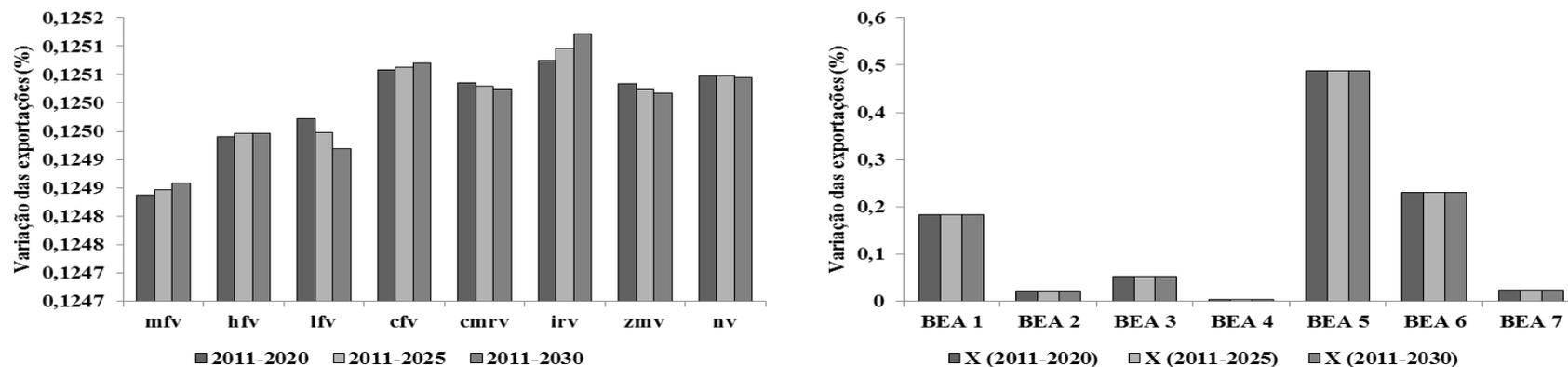
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 6 – Variação do consumo do governo a nível mundial e nos BEA (%)



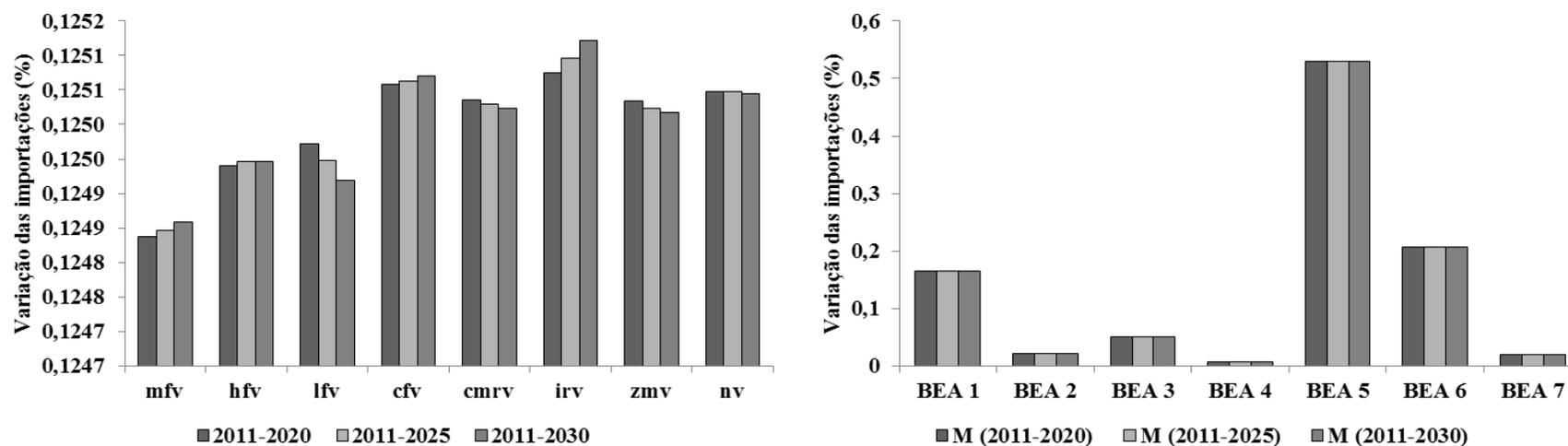
Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 7 – Variação das exportações a nível mundial e nos BEA (%)



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

GRÁFICO 8 – Variação das importações a nível mundial e nos BEA (%)



Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

APÊNDICE 9 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.3

Este apêndice apresenta as tabelas com cujas informações a seção 7.3.3 foi feita.

TABELA 1 - Efeitos do crescimento populacional no bem-estar das firmas, governo e setor privado por BEA 2011-2030 (US\$ milhões)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>
Firmas	-195156,53	-247432,83	26191,19	-324298,93	-277031,58	-256900,65	-270507,49	-270400,82
Privado	-256288,52	-368423,93	488548,89	-568297,91	-632953,13	-438540,88	-432987,81	-441763,64
Governo	-5431,58	-7374,65	-12063,04	-10693,12	-5812,72	-8880,20	-9926,57	-9758,70
Total	-456876,63	-623231,40	502677,04	-903289,96	-915797,42	-704321,72	-713421,87	-721923,16

Fonte: elaborado com os resultados das simulações.

TABELA 2 – Efeitos nos insumos intermediários por BEA 2011-2030 (em US\$ milhões)

	<i>MFV</i>	<i>HFV</i>	<i>LFV</i>	<i>CFV</i>	<i>IRV</i>	<i>CMRV</i>	<i>ZMV</i>	<i>NV</i>	Total
B1	-25882,85	-56931,13	-91074,79	-69871,50	-20835,00	-53418,09	-63122,50	-61287,83	-442423,69
B2	-56827,33	9740,96	38895,45	8312,98	2589,50	6829,36	8162,31	8567,79	26271,01
B3	8109,61	6947,25	44231,38	18965,13	20110,46	19630,51	19541,33	18845,78	156381,45
B4	16260,87	14428,50	10826,31	11962,51	13848,16	11914,58	11982,47	-34805,98	56417,43
B5	-12481,75	-8520,52	188887,16	564,27	-7331,47	5051,51	9542,35	276,39	175987,95
B6	4049,05	745,56	6527,27	-8391,50	-13194,18	1814,89	-96,38	-6676,55	-15221,83
B7	19817,25	19568,68	18547,64	18117,18	18948,23	18907,88	18667,53	18247,61	150822,01
ROW	9410,42	7149,34	251,46	4701,07	6515,54	6101,65	5537,93	6201,90	45869,32
Total	-37544,72	-6871,37	217091,90	-15639,86	20651,23	16832,30	10215,04	-50630,89	154103,64

Fonte: elaborado com os resultados das simulações

APÊNDICE 10 – TABELAS DA SEÇÃO 7.3.4

TABELA 1 – Variação do rendimento dos Fatores de produção (2011-2020)(continua)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>MFV</i>	Terra	6,42	-32,98	-37,53	17,55	0,11	4,28	23,36
	Capital	-0,43	4,85	1,27	-1,70	-0,01	-0,05	-0,44
	Reservas naturais	1,63	-19,31	-24,64	6,46	0,39	0,34	0,94
	Trabalho qualificado	-0,70	5,75	1,76	-2,82	-0,01	-0,07	-0,74
	Trabalho não qualificado	-0,18	1,89	0,42	1,17	0,00	-0,03	0,47
<i>HFV</i>	Terra	9,52	14,31	-33,01	20,21	4,98	8,1	26,52
	Capital	-0,63	-1,94	1,17	-1,88	-0,03	-0,09	-0,51
	Reservas naturais	1,73	6,63	-24,62	5,48	-0,07	0,29	1,09
	Trabalho qualificado	-0,93	-2,15	1,66	-3,06	-0,04	-0,12	-0,84
	Trabalho não qualificado	-0,31	-0,93	0,42	1,56	-0,02	-0,05	0,48
<i>LFV</i>	Terra	12,86	99,99	231,28	13,82	3,44	16,15	31,05
	Capital	-0,83	-12,37	-7,30	-0,90	0,10	-0,16	-0,73
	Reservas naturais	0,53	33,12	78,18	-1,47	-2,36	-0,48	0,59
	Trabalho qualificado	-1,04	-13,04	-8,07	-1,79	0,10	-0,21	-1,07
	Trabalho não qualificado	-0,46	-7,59	-4,59	1,31	-0,01	-0,09	0,42
<i>CFV</i>	Terra	10,13	16,53	9,06	11,36	8,97	13,19	29,43
	Capital	-0,68	-2,12	-0,26	-0,97	-0,04	-0,15	-0,60
	Reservas naturais	1,61	6,24	2,49	1,72	0,03	0,60	1,18
	Trabalho qualificado	-0,95	-2,30	-0,30	-1,61	-0,06	-0,2	-0,96
	Trabalho não qualificado	-0,35	-1,06	-0,11	1,02	-0,03	-0,09	0,47

Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

TABELA 1 – Variação (%) dos rendimentos dos Fatores de produção (2011-2020)(conclusão)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>IRV</i>	Terra	1,63	12,02	7,94	19,60	8,64	16,83	26,4
	Capital	-0,11	-1,53	-0,22	-1,77	-0,04	-0,19	-0,54
	Reservas naturais	-0,26	4,43	2,34	4,54	0,03	0,80	0,98
	Trabalho qualificado	-0,08	-1,66	-0,26	-2,93	-0,05	-0,25	-0,86
	Trabalho não qualificado	-0,07	-0,75	-0,08	1,54	-0,02	-0,10	0,44
<i>ZMV</i>	Terra	12,00	16,08	8,57	10,71	7,48	9,84	27,80
	Capital	-0,66	-2,08	-0,25	-0,92	-0,04	-0,11	-0,57
	Reservas naturais	1,63	6,26	2,50	1,73	-0,02	0,39	1,14
	Trabalho qualificado	-0,93	-2,27	-0,29	-1,53	-0,05	-0,15	-0,91
	Trabalho não qualificado	-0,34	-1,04	-0,10	0,95	-0,02	-0,07	0,45
<i>CMRV</i>	Terra	9,19	15,04	7,92	10,33	7,56	9,19	27,38
	Capital	-0,62	-1,94	-0,23	-0,89	-0,04	-0,10	-0,56
	Reservas naturais	1,50	5,84	2,22	1,69	0,02	0,35	1,13
	Trabalho qualificado	-0,87	-2,12	-0,26	-1,48	-0,05	-0,14	-0,90
	Trabalho não qualificado	-0,31	-0,97	-0,10	0,91	-0,02	-0,06	0,45
<i>NV</i>	Terra	8,82	14,6	6,86	-80,91	5,28	8,43	27,04
	Capital	-0,60	-1,94	-0,22	6,82	-0,04	-0,11	-0,54
	Reservas naturais	1,89	6,39	2,58	-36,62	0,30	0,87	1,51
	Trabalho qualificado	-0,86	-2,13	-0,25	21,28	-0,05	-0,15	-0,90
	Trabalho não qualificado	-0,31	-0,97	-0,11	-5,46	-0,04	-0,09	0,43

Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

TABELA 2 – Variação (%) dos rendimentos dos Fatores de produção (2011-2025)(continua)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>MFV</i>	Terra	10,30	-28,72	-35,29	22,91	3,29	8,64	32,96
	Capital	-0,69	4,26	1,21	-2,16	-0,03	-0,10	-0,63
	Reservas naturais	2,28	-17,29	-24,12	7,26	0,41	0,54	1,29
	Trabalho qualificado	-1,06	5,04	1,68	-3,53	-0,03	-0,14	-1,03
	Trabalho não qualificado	-0,32	1,72	0,41	1,59	-0,01	-0,06	0,60
<i>HFV</i>	Terra	14,43	24,04	-30,16	25,92	8,79	13,4	35,72
	Capital	-0,96	-3,18	1,10	-2,36	-0,05	-0,15	-0,69
	Reservas naturais	2,50	10,34	-24,12	6,12	-0,10	0,48	1,37
	Trabalho qualificado	-1,38	-3,49	1,57	-3,79	-0,06	-0,20	-1,12
	Trabalho não qualificado	-0,48	-1,61	0,41	2,01	-0,03	-0,08	0,60
<i>LFV</i>	Terra	15,14	102,64	236,00	18,24	4,88	18,52	37,74
	Capital	-0,98	-12,67	-7,45	-1,28	0,09	-0,19	-0,86
	Reservas naturais	0,88	33,56	78,87	-0,58	-2,39	-0,42	0,80
	Trabalho qualificado	-1,25	-13,33	-8,22	-2,43	0,09	-0,25	-1,27
	Trabalho não qualificado	-0,54	-7,79	-4,7	1,63	-0,02	-0,11	0,51
<i>CFV</i>	Terra	14,89	26,53	13,77	17,80	12,95	18,63	41,42
	Capital	-1,00	-3,40	-0,40	-1,52	-0,06	-0,21	-0,83
	Reservas naturais	2,32	9,98	3,82	2,67	-0,02	0,76	1,55
	Trabalho qualificado	-1,38	-3,68	-0,45	-2,49	-0,08	-0,28	-1,32
	Trabalho não qualificado	-0,52	-1,75	-0,17	1,54	-0,04	-0,13	0,63

Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

TABELA 2 – Variação (%) dos rendimentos dos Fatores de produção (2011-2025)(conclusão)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>IRV</i>	Terra	5,83	17,73	12,21	23,20	13,37	23,26	35,96
	Capital	-0,39	-2,23	-0,35	-2,05	-0,07	-0,26	-0,73
	Reservas naturais	0,40	6,28	3,61	4,65	0,11	1,09	1,28
	Trabalho qualificado	-0,47	-2,41	-0,40	-3,35	-0,08	-0,35	-1,15
	Trabalho não qualificado	-0,22	-1,12	-0,14	1,86	-0,03	-0,15	0,57
<i>ZMV</i>	Terra	14,28	25,10	12,67	16,18	10,29	13,93	38,11
	Capital	-0,96	-3,24	-0,37	-1,39	-0,05	-0,16	-0,77
	Reservas naturais	2,31	9,72	3,73	2,57	-0,09	0,50	1,47
	Trabalho qualificado	-1,34	-3,52	-0,42	-2,30	-0,06	-0,21	-1,23
	Trabalho não qualificado	-0,49	-1,67	-0,16	1,39	-0,03	-0,10	0,59
<i>CMRV</i>	Terra	12,71	22,75	11,21	15,26	10,33	13,05	36,32
	Capital	-0,85	-2,94	-0,32	-1,32	-0,05	-0,15	-0,73
	Reservas naturais	2,03	8,81	3,11	2,48	-0,03	0,48	1,42
	Trabalho qualificado	-1,19	-3,19	-0,37	-2,17	-0,06	-0,20	-1,17
	Trabalho não qualificado	-0,44	-1,50	-0,13	1,32	-0,03	-0,09	0,57
<i>NV</i>	Terra	13,68	24,64	11,89	-5,22	10,37	14,24	39,05
	Capital	-0,92	-3,19	-0,35	0,67	-0,05	-0,17	-0,79
	Reservas naturais	2,32	9,70	3,50	-4,80	0,04	0,69	1,64
	Trabalho qualificado	-1,29	-3,47	-0,40	1,29	-0,07	-0,22	-1,26
	Trabalho não qualificado	-0,48	-1,64	-0,15	-0,13	-0,04	-0,10	0,60

Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

TABELA 3 – Variação (%) dos rendimentos dos Fatores de produção (2011-2030)(continua)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>MFV</i>	Terra	13,43	-24,55	-33,34	27,92	5,79	12,36	42,12
	Capital	-0,90	3,68	1,16	-2,58	-0,04	-0,15	-0,81
	Reservas naturais	2,78	-15,27	-23,67	8,03	0,40	0,69	1,61
	Trabalho qualificado	-1,35	4,35	1,61	-4,18	-0,05	-0,20	-1,31
	Trabalho não qualificado	-0,43	1,53	0,40	1,96	-0,02	-0,09	0,71
<i>HFV</i>	Terra	19,15	33,48	-27,61	31,35	11,47	17,38	44,82
	Capital	-1,28	-4,39	1,03	-2,81	-0,06	-0,19	-0,87
	Reservas naturais	3,25	13,84	-23,64	6,77	-0,19	0,58	1,63
	Trabalho qualificado	-1,82	-4,78	1,49	-4,47	-0,07	-0,26	-1,39
	Trabalho não qualificado	-0,65	-2,29	0,40	2,41	-0,04	-0,11	0,71
<i>LFV</i>	Terra	16,23	103,63	237,75	21,96	4,93	19,25	42,87
	Capital	-1,05	-12,78	-7,50	-1,62	0,10	-0,19	-0,96
	Reservas naturais	1,04	33,71	79,09	0,30	-2,47	-0,43	0,97
	Trabalho qualificado	-1,35	-13,44	-8,27	-2,97	0,10	-0,26	-1,42
	Trabalho não qualificado	-0,57	-7,87	-4,74	1,87	-0,02	-0,11	0,57
<i>CFV</i>	Terra	19,16	37,13	17,93	24,22	16,35	23,29	53,76
	Capital	-1,28	-4,74	-0,51	-2,07	-0,08	-0,26	-1,07
	Reservas naturais	2,92	13,83	4,89	3,57	-0,11	0,86	1,90
	Trabalho qualificado	-1,76	-5,11	-0,58	-3,35	-0,10	-0,35	-1,68
	Trabalho não qualificado	-0,67	-2,52	-0,22	2,03	-0,05	-0,16	0,77

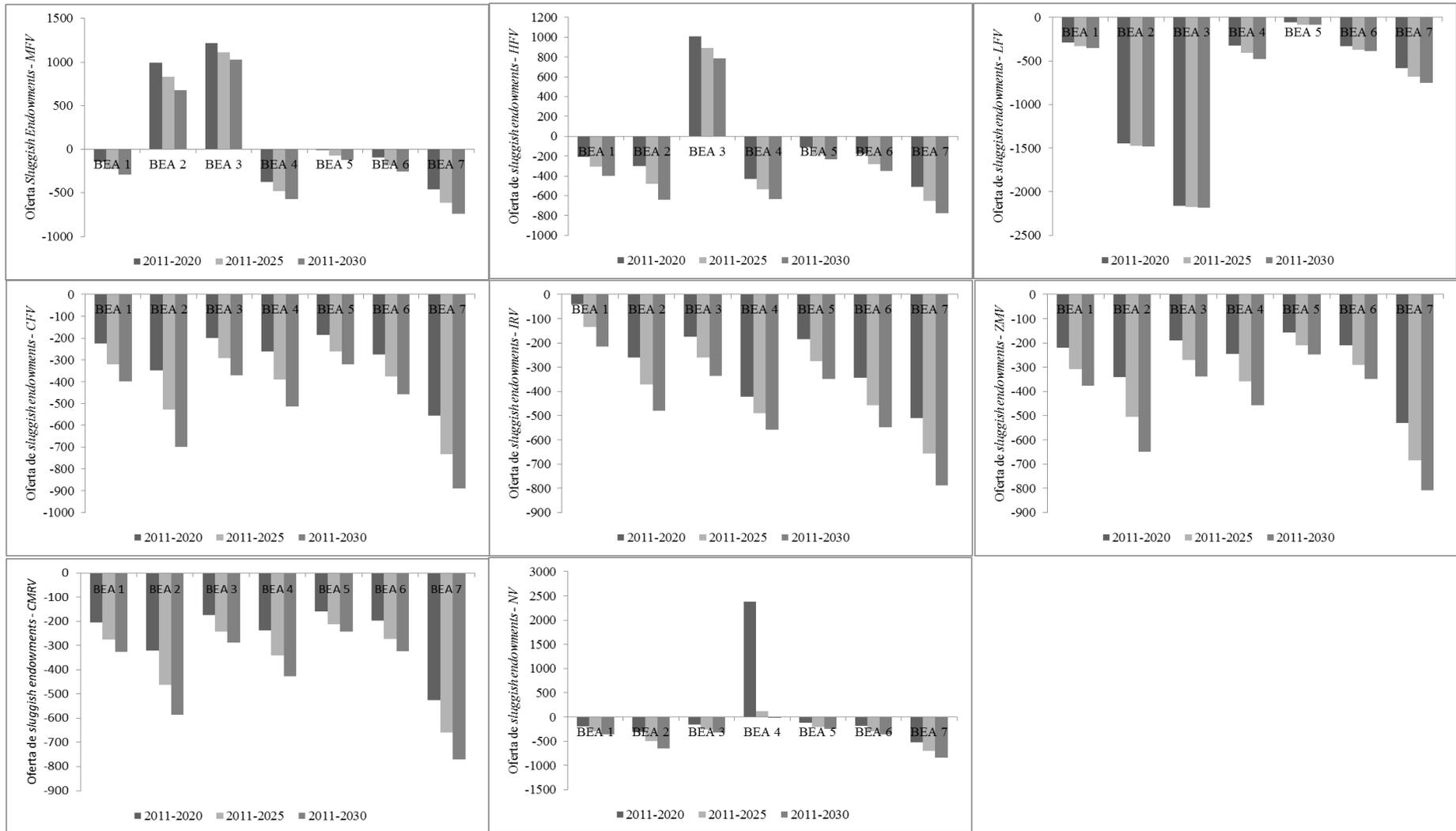
Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

TABELA 3 – Variação (%) dos rendimentos dos Fatores de produção (2011-2030)(conclusão)

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
<i>IRV</i>	Terra	9,62	23,66	16,03	26,87	17,49	28,94	45,57
	Capital	-0,64	-2,97	-0,46	-2,34	-0,09	-0,33	-0,91
	Reservas naturais	0,98	8,27	4,69	4,83	0,14	1,3	1,56
	Trabalho qualificado	-0,82	-3,20	-0,53	-3,79	-0,11	-0,43	-1,43
	Trabalho não qualificado	-0,35	-1,52	-0,19	2,17	-0,04	-0,19	0,68
<i>ZMV</i>	Terra	17,96	33,85	16,15	21,28	12,35	17,09	47,17
	Capital	-1,20	-4,36	-0,47	-1,83	-0,05	-0,19	-0,95
	Reservas naturais	2,87	12,99	4,73	3,35	-0,20	0,56	1,74
	Trabalho qualificado	-1,68	-4,71	-0,54	-2,99	-0,07	-0,26	-1,49
	Trabalho não qualificado	-0,62	-2,30	-0,20	1,78	-0,04	-0,12	0,70
<i>CMRV</i>	Terra	15,24	29,91	13,53	19,67	12,04	15,74	44,29
	Capital	-1,02	-3,86	-0,39	-1,70	-0,06	-0,18	-0,89
	Reservas naturais	2,38	11,57	3,64	3,22	-0,11	0,53	1,67
	Trabalho qualificado	-1,42	-4,18	-0,44	-2,79	-0,07	-0,24	-1,41
	Trabalho não qualificado	-0,53	-2,01	-0,16	1,65	-0,04	-0,11	0,67
<i>NV</i>	Terra	17,15	33,89	15,03	0,12	12,54	17,53	49,84
	Capital	-1,15	-4,38	-0,44	0,18	-0,06	-0,20	-0,99
	Reservas naturais	2,83	13,20	4,27	-3,39	-0,07	0,74	1,97
	Trabalho qualificado	-1,60	-4,74	-0,50	0,42	-0,08	-0,27	-1,57
	Trabalho não qualificado	-0,60	-2,31	-0,19	0,34	-0,04	-0,13	0,73

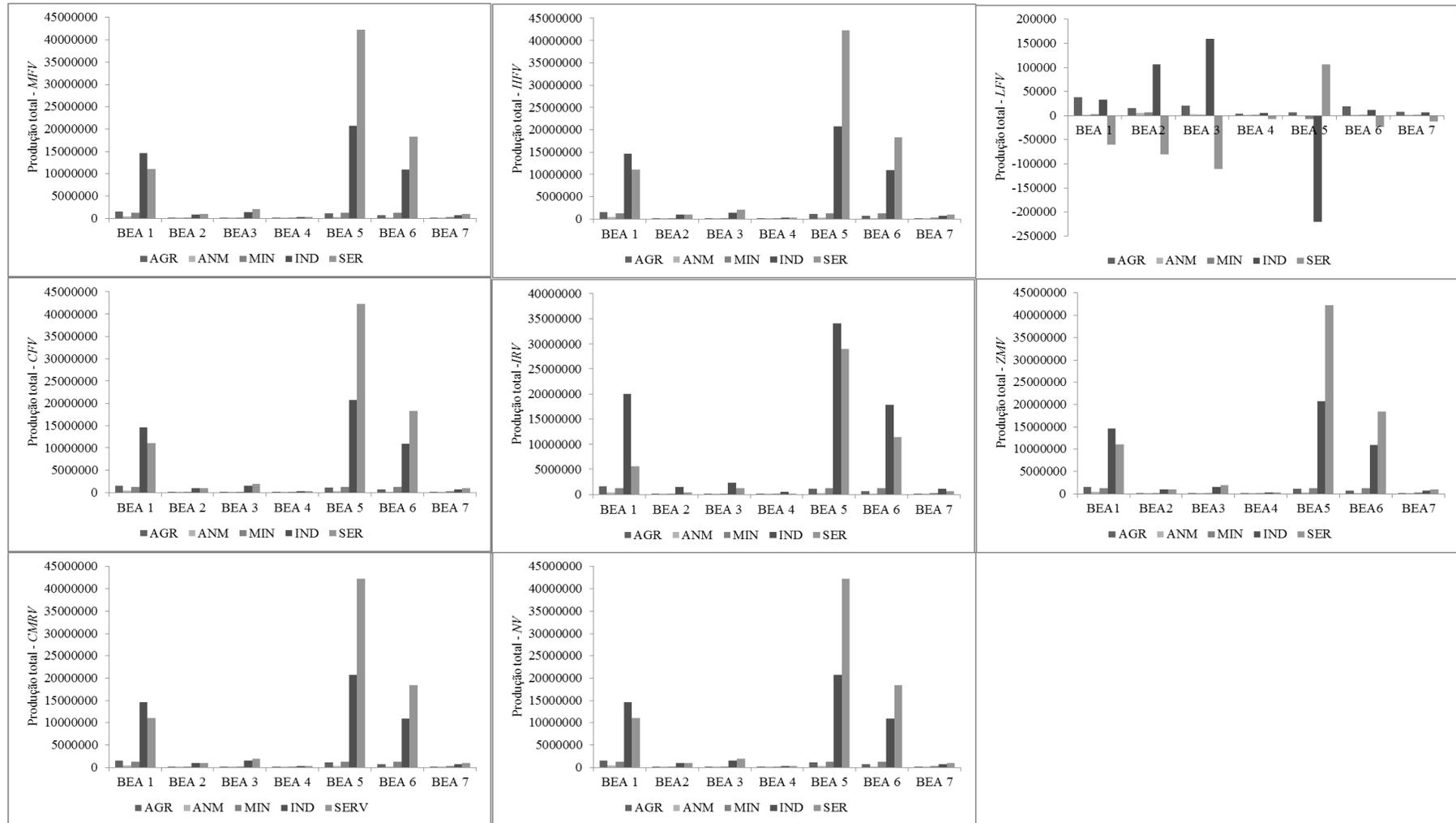
Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

GRÁFICO 1 – Variação dos demanda dos “*sluggish endowments*” (%)



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.

APÊNDICE 11 – GRÁFICO SEÇÃO 7.3.5
GRÁFICO 1 – Produção total 2011-2030 (US\$ milhões)



Fonte: elaboração própria com os resultados das simulações.